

An aerial photograph showing a lush green landscape. On the left, there is a well-organized vineyard with rows of grapevines. A paved road with a green hedge runs diagonally through the center, separating the vineyard from a dense, diverse forest on the right. The forest has various shades of green, indicating different types of trees and vegetation.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

Responsabilidade
social, produção e
meio ambiente nas
ciências agrárias

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

iStock

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.

Open access publication by Atena Editora



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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª 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. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade de Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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 Natéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angéli 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
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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. Abrãao 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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alessandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
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. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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 Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
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 Alborno – 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. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
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
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
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
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembí Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
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
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
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

Responsabilidade social, produção e meio ambiente nas ciências agrárias

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizadores: Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R434 Responsabilidade social, produção e meio ambiente nas ciências agrárias / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-307-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.078211207>

1. Ciências agrárias. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio. III. 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

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

Ciências Agrárias é uma área do conhecimento importante para o desenvolvimento econômico e sustentável do Brasil e do mundo. É multidisciplinar, envolvendo estudos relacionados à produção agrícola, aos recursos florestais e à pecuária. Sempre gerando novas tecnologias que visam incremento de produtividade, as pesquisas também devem compreender pautas éticas e de conservação dos recursos naturais.

Esta obra, intitulada “*Responsabilidade Social, Produção e Meio Ambiente nas Ciências Agrárias*”, apresenta-se em dois volumes que trazem uma diversidade de artigos sobre agricultura, recursos florestais, pecuária e meio ambiente, muitos deles abordando conceitos de responsabilidade social.

Neste primeiro volume, constam os trabalhos relacionados aos conceitos de agroecologia, impactos de atividades agrícolas no meio ambiente e na saúde humana, estudos de estratégias para minimizar alguns desses impactos negativos, sustentabilidade, conservação de recursos hídricos e do solo, responsabilidade social e políticas públicas.

Outros temas importantes também abordados são: controles alternativos de pragas, uso de microrganismos na produção agrícola, desenvolvimento de espécies florestais para quebra-ventos, polinização mediada por abelhas e uso de arborização na prevenção de geadas em cafezais, além de um trabalho sobre análise estatística em experimentos agropecuários.

Os artigos apresentados nesta obra trazem resultados de estudos desenvolvidos por pesquisadores, docentes e acadêmicos de várias instituições de ensino e pesquisa.

Agradecemos a cada autor pela escolha dessa obra para a divulgação de suas pesquisas.

Aos leitores, desejamos uma excelente leitura e convidamos para prestigiar também o segundo volume da obra.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A PERSPECTIVA CONSTITUCIONAL ACERCA DA FUNÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA PROPRIEDADE DOS BENS DE PRODUÇÃO

Heloísa Joaquim Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112071>

CAPÍTULO 2..... 14

O COMÉRCIO EXTERIOR DE PRODUTOS AGRÍCOLAS, E AS CONSEQUENCIAS GERADOS NA DEGRADAÇÃO DO SOLO E DO MEIO AMBIENTE, NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE 2004 Á 2019: APLICAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Educélio Gaspar Lisbôa

Érico Gaspar Lisbôa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112072>

CAPÍTULO 3..... 28

RISCO ASSOCIADO A AGROTÓXICOS NA SAÚDE HUMANA

Rafaela Xavier Giacomini

Francine Kerstner

Anelise Christ Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112073>

CAPÍTULO 4..... 37

NOÇÃO COMPLEXA DE SAÚDE E AGROECOLOGIA: PARCERIA EM DIREÇÃO À SUSTENTABILIDADE

Francisco Milanez

Vera Maria Treis Trindade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112074>

CAPÍTULO 5..... 44

GÊNERO E AGROECOLOGIA – COMPARTILHANDO EXPERIÊNCIAS DO CENTRO VOCACIONAL TECNOLÓGICO APINAJÉ COM AS GUERREIRAS DE CANUDOS

Sara Duarte Sacho

Leniany Patrícia Moreira

Wilson Mozena Leandro

Sara Fernandes dos Santos

Warde Antonieta da Fonseca Zang

Joachim Werner Zang

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112075>

CAPÍTULO 6..... 51

INTERACCIONES TRANSDISCIPLINARIAS DE LA ETNOBIOLOGÍA Y AGROECOLOGÍA EN MÉXICO Y BRASIL

Wagner Gervazio

Sonia Maria Pessoa Pereira Bergamasco

Ana Isabel Moreno-Calles
Adriano Maltezo da Rocha
Ricardo Adriano Felito

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112076>

CAPÍTULO 7..... 58

ANÁLISE ESTRATÉGICA SOBRE O DESCARTE DE RESÍDUOS EM AMBIENTE UNIVERSITÁRIO NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS (ES)

Emanuelle Cata Preta Nunes
Cássio Furtado Lima
Rogério Danieletto Teixeira
Fernanda de Oliveira Araújo
Leonne Bruno Domingues Alves
Michel Keisuke Sato
Bruna Naiara Rocha Garcia
Angleson Figueira Marinho
Nayara Kelly Feitosa Ferreira
Érica Bandeira Maués de Azevedo
Fernando de Freitas Maués de Azevedo
Sarah Furtado Lima Recepute

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112077>

CAPÍTULO 8..... 74

DIAGNÓSTICO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS A GIRASSOL DISPONÍVEIS NA BASE SciELO DE 2014 a 2018

Elisangela Rodrigues
Heiriane Martins Sousa
Wendel Carvalho Joaquim Silva
Aluisio Brigido Borba Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112078>

CAPÍTULO 9..... 79

SUSTENTABILIDADE DO EXTRATIVISMO DO FRUTO DE CUMBARU NO MUNICÍPIO MATO-GROSSENSE DE POCONÉ – BIOMA PANTANAL, BRASIL

Sonia Aparecida Beato Ximenes de Melo
Fabrício Schwanz da Silva
André Ximenes de Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0782112079>

CAPÍTULO 10..... 100

A IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA O ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL, BRASIL

Sandra Garcia Gabas
Giancarlo Lastoria
Denise Aguenta Uechi
Guilherme Henrique Cavazzana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120710>

CAPÍTULO 11..... 123

DIRETRIZES E NORMATIVAS PARA O PLANEJAMENTO DE AÇÕES E POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DE SANTA CATARINA

Juliano Gonçalves Garcez

Leandro do Prado Wildner

Álvaro José Back

Marcelo Henrique Bassani

Juliane Garcia Knapik Justen

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120711>

CAPÍTULO 12..... 138

VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA EM ÁREAS COM DIFERENTES USOS E MANEJOS

Bruna de Souza Silveira

Rodrigo Paixão de Melo

Carlos Augusto Campos da Cruz

Simone Maria Marçal Gonçalves

Guilherme Alves de Melo

Heuler Hordones Chaves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120712>

CAPÍTULO 13..... 145

DESCRIÇÃO MICROMORFOLÓGICA DE MATERIAL PEDOLÓGICO DO AFLORAMENTO BANANAS 1, RIO BANANAS, GUARAPUAVA – PR

José Henrique Kaminski

Maurício Camargo Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120713>

CAPÍTULO 14..... 154

INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO EM RECUPERAÇÃO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL

Paulo Agenor Alves Bueno

Raquel de Oliveira Bueno

Ana Paula Peron

Cristian Coelho Silva

Júlio Barreto Cristófoli

Rodrigo Andrade Kersten

Guilherme Schnell e Schühli

Débora Cristina de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120714>

CAPÍTULO 15..... 165

MÉTODOS DE CONTROLE FÍSICO E MECÂNICO-CULTURAL DE PRAGAS DE IMPORTÂNCIA AGRÍCOLA

Francisco Roberto de Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120715>

CAPÍTULO 16..... 179

UTILIZAÇÃO DE RIZOBACTÉRIAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIE NATIVA

Jeane de Fátima Cunha Brandão

Isac Jonatas Brandão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120716>

CAPÍTULO 17..... 188

DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS PARA A COMPOSIÇÃO DE QUEBRAVENTOS EM AMBIENTES DE MATA ATLÂNTICA E AMBIENTES SIDERÚRGICOS

Aureliano Nogueira da Costa

Fabio Favarato Nogueira

Bernardo Enne Corrêa da Silva

Adelaide de Fátima Santana da Costa

Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120717>

CAPÍTULO 18..... 194

ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) DA CHAPADA DIAMANTINA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Journei Pereira dos Santos

Irana Paim Silva

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

Geni da Silva Sodré

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120718>

CAPÍTULO 19..... 211

UTILIZAÇÃO DE MICROORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS NAS PRINCIPAIS CULTURAS DO CERRADO

Laylla Luanna de Mello Frasca

Cássia Cristina Rezende

Mariana Aguiar Silva

Denner Robert Faria

Anna Cristina Lanna

Marta Cristina Corsi de Filippi

Adriano Stephan Nascente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120719>

CAPÍTULO 20..... 225

CAFEZAIS ARBORIZADOS E GEADAS: UM ESTUDO DE CASO PARA O ESTADO DO PARANÁ - REVISÃO

Guilherme Almussa Leite Torres

Rafael Vinicius de São José

Roberto Greco

Priscila Pereira Coltri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120720>

CAPÍTULO 21.....237

**PRESSUPOSIÇÕES E A ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE EXPERIMENTOS
AGROPECUÁRIOS EM SOFTWARE LIVRE**

Renato Dusmon Vieira
Andréia Santos Cezário
Eliandra Maria Bianchini Oliveira
Hélio Aparecido de Matos Filho
Jeferson Corrêa Ribeiro
João Orlando de Oliveira
Joelmir Divino Carlos Feliciano Vilela
Jorge Stallone da Silva Neto
Pollyanna Marques da Silva
Renato Silva Vasconcelos
Wallacy Barbacena Rosa dos Santos
Weslei Dusmon Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.07821120721>

SOBRE OS ORGANIZADORES255

ÍNDICE REMISSIVO.....256

UTILIZAÇÃO DE MICRORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS NAS PRINCIPAIS CULTURAS DO CERRADO

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 11/06/2021

Laylla Luanna de Mello Frasca

Universidade Federal de Goiás
Goiânia – GO
<https://orcid.org/0000-0002-3572-1145>

Cássia Cristina Rezende

Universidade Federal de Goiás
Goiânia - GO
<https://orcid.org/0000-0001-8463-1907>

Mariana Aguiar Silva

Universidade Federal de Goiás
Goiânia - GO
<https://orcid.org/0000-0003-0297-5576>

Denner Robert Faria

Universidade Federal de Goiás
Goiânia - GO
<https://orcid.org/0000-0002-7779-9987>

Anna Cristina Lanna

Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás - GO
<https://orcid.org/0000-0001-8018-9349>

Marta Cristina Corsi de Filippi

Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás - GO
<https://orcid.org/0000-0003-1676-8164>

Adriano Stephan Nascente

Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás – GO
<https://orcid.org/0000-0002-6014-3797>

RESUMO: O uso de tecnologias contendo microrganismos multifuncionais (MM) para promover o crescimento de plantas é crescente na agricultura. Os MM possuem mecanismos de ação diversificados capazes de promover o crescimento vegetal fazendo com que se tornem um insumo biológico alternativo. O presente estudo trata-se de uma pesquisa bibliográfica, pautada nos pressupostos teóricos de vários autores e fontes sobre a utilização de microrganismos multifuncionais nas principais culturas do cerrado. Nestes termos, o estudo teve como principal objetivo apresentar o efeito do uso de microrganismos multifuncionais no desenvolvimento das principais culturas do Cerrado. A justificativa do trabalho é pautada na busca por modelos sustentáveis que se diferenciem do sistema de produção sustentável. Como resultado conclui-se que a utilização de microrganismos multifuncionais nas principais culturas do Cerrado proporciona incrementos na produtividade, sustentabilidade ao sistema de produção e redução do uso de agrotóxicos e adubos sintéticos.

PALAVRAS-CHAVE: Fungos. Promoção de crescimento. Rizobactérias.

USE OF MULTIFUNCTIONAL MICROORGANISMS IN THE MAIN CULTURES OF THE CERRADO

ABSTRACT: The use of technologies containing multifunctional microorganisms (MM) to promote plant growth is increasing in agriculture. MM have diversified action mechanisms capable of promoting plant growth, making them an alternative biological input. The present study is a

bibliographical research, based on the theoretical assumptions of several authors and sources about the use of multifunctional microorganisms in the main cultures of the cerrado. In these terms, the study had as main objective to present the effect of the use of multifunctional microorganisms in the development of the main cultures of the Cerrado. The justification for the work is based on the search for sustainable models that differ from the sustainable production system. As a result, it is concluded that the use of multifunctional microorganisms in the main crops of the Cerrado provides increases in productivity, sustainability to the production system and a reduction in the use of pesticides and synthetic fertilizers.

KEYWORDS: Fungi. Promotion of growth. Rhizobacteria.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, as precauções com a saúde e meio ambiente intensificaram o interesse em tecnologias alternativas, garantindo os rendimentos competitivos e proteção das culturas, em uma abordagem sustentável levando a um equilíbrio ecológico à longo prazo e produção de alimentos para a população (Singh et al., 2017). Nesse contexto, o Brasil desempenha papel fundamental na produção de alimentos, especialmente na região do Cerrado, pela referência no cenário do agronegócio do país, que corresponde cerca de 40% da produção agrícola brasileira (Bolfe et al., 2020).

Culturas como o feijão-comum, arroz e soja apresentam grande relevância na balança comercial, devido ao seu valor socioeconômico, ampla utilização dos seus produtos, e expressão no mercado interno e externo (Maurício Filho et al., 2018). Porém, para atender a demanda necessária de alimentos para os próximos anos serão necessários investimentos no uso de tecnologias alternativas que se diferenciem do modelo de produção utilizado atualmente (Pierangeli et al., 2017).

A agricultura moderna exige que seja adotado modelos de produção objetivando tornar o processo produtivo mais rentável e sustentável (Melo, 2020). Diante do exposto, o uso de microrganismos multifuncionais é uma alternativa sustentável (Singh et al., 2017), trazendo a promoção de crescimento vegetal, controle biológico, redução do uso de agrotóxicos e adubos sintéticos, e conseqüentemente a redução dos custos de produção e sustentabilidade ao sistema de cultivo (Pierangeli et al., 2017).

Dentre os microrganismos multifuncionais, destacam-se as rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (RPCVs) e os fungos do solo, organismos responsáveis por diversas modificações químicas direcionadas aos processos de ciclagem e disponibilidade de nutrientes no solo, devido à liberação de substâncias solubilizadoras de fosfatos e quelentes de ferro, produção de enzimas como lipases e ACC deaminase e síntese de fitohormônios (Sperandio et al., 2017). Estes microrganismos, se associam principalmente com a rizosfera das plantas, devido a rizodepositos e exsudatos radiculares, que são capazes de suportar seus hospedeiros, estimulando o crescimento das plantas, redução da infecção de patógenos, o aumento do rendimento produtivo e redução dos estresses

bióticos e abióticos (Vandenberghe et al., 2017).

Além disso, estudos recentes mostraram os efeitos benéficos de microrganismos multifuncionais no incremento produtivo da soja (Mundim et al., 2018), na resistência à seca por plantas de milho (Kavamura et al., 2017), na fixação biológica de nitrogênio em feijoeiro (Pérez-Jaramilo et al., 2017) e maior absorção de nutrientes por plantas de arroz de terras altas (Nascente et al., 2017). Esse manejo, vem se consolidando através do uso de co-inoculação, uma tecnologia caracterizada por adicionar dois ou mais microrganismos na planta-alvo, visando maximizar os diversos efeitos benéficos de suas interações (Chibeba et al., 2015).

A utilização de microrganismos multifuncionais como promotores de crescimento vegetal no feijão-comum, arroz, soja no Cerrado têm se mostrado uma excelente alternativa para melhorar o desenvolvimento de plantas. Porém, ainda se faz necessário pesquisas que apresentem os benefícios desses microrganismos para as culturas. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi apresentar o efeito do uso de microrganismos multifuncionais no desenvolvimento das principais culturas do Cerrado.

2 | METODOLOGIA

Relata um estudo de caráter teórico, através de pesquisas bibliográficas de função exploratória e abordagem qualitativa, que envolveu, fundamentalmente, a análise de informações e características sobre os microrganismos multifuncionais e seus mecanismos de ação nas principais culturas do Cerrado.

3 | MICRORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS

O uso de microrganismos multifuncionais consiste na importância da variabilidade de sistemas de produção agrícola, são responsáveis por várias alterações químicas envolvidas no processo de ciclagem e disponibilidade de nutrientes no solo, devido à liberação de substâncias solubilizadoras de fosfatos e quelantes de ferro, síntese de fitohormônios e produção de enzimas como celulases, lipases, fosfases e ACC deaminase (Sperandio et al., 2017).

Atualmente, o uso desses microrganismos destaca-se na agricultura visando a promoção de crescimento de plantas, a indução de tolerância/resistência às doenças e solubilização de minerais no solo (Nascente et al., 2017). Dessa forma, engloba-se a interação de microrganismos em diversas culturas, por ser classificado com alto potencial biotecnológico, uma estratégia de bioagente na redução de insumos agrícolas e na redução do custo de produção, além de proporcionar um sistema de produção agrícola sustentável (Marinković et al., 2018)

As bactérias do gênero *Azospirillum* atuam no estímulo do crescimento das plantas como, pela produção de fitohormônios, aumentando o crescimento do sistema radicular e

do volume do solo, auxiliando na eficiência da nodulação e absorção de nutrientes. Além disso, auxiliam na capacidade de fixação biológica de nitrogênio, aumento da atividade da redutase do nitrato quando crescem endofiticamente nas plantas e no controle biológico de patógenos (Ribeiro et al., 2020).

A utilização de tais microrganismos demonstram aumento do número de nódulos presentes na raiz principal e secundária e incrementos produtivos na soja (Maurício Filho et al., 2018), aumento do diâmetro do colmo e número de grãos por espigas no milho (Matos et al., 2017), promoveu crescimento no feijão-comum (Souza & Simonetti, 2019), entre outros.

A utilização de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* é consolidada no cenário agrícola e em plantas de soja, devido a formação de nódulos radiculares, que auxiliam na captação do nitrogênio atmosférico, pela ação de enzimas bacterianas, que é transformado em compostos nitrogenados ideias para as plantas. Adicionalmente, atua na síntese de fitohormônios que promovem o desenvolvimento das plantas, principalmente nas raízes, favorecendo a nodulação e a fixação biológica (Nogueira et al., 2018). A utilização desta rizobactéria resulta no aumento da área foliar e sistema radicular na soja (Filho et al., 2018), aumento da nodulação e absorção de nitrogênio na soja (Nogueira et al., 2018), entre outros.

A espécie *Serratia* pertence à família Enterobacteriaceae são relatadas como endófitas abundante na rizosfera das plantas. Tais microrganismos são capazes de promover o crescimento das plantas hospedeira, alto potencial de biocontrole com base antibiose (produção de prodigiosina e pirrolnitrina), capacidade de produção de enzimas líticas (quitinases e β -1,3-glucanases) que agem contra fungos patogênicos de solo (Kshetri et al., 2019).

Adicionalmente, os benefícios ocasionados dentro dos tecidos das plantas englobam a absorção de nutrientes, como o fósforo, por meio da solubilização do fosfato e da produção de sideróforos e na sintetização de fitohormônios, como o ácido indol-3-acético (AIA) (Kshetri et al., 2019).

El-Esawi et al., (2020) relatam que a utilização de bactérias do gênero *Serratia* na redução de estresse causado por metais pesados na soja, melhorou o crescimento das plantas, a biomassa, os atributos de troca gasosas, a absorção de nutriente, a capacidade antioxidante e o teor de clorofila nas plantas. Os autores sugerem que a inoculação de *Serratia* promove potencial de fitoremediação e tolerância ao estresse causado pelos metais pesados, modulando os atributos fotossintéticos e a biossíntese dos genes relacionados aos estresses.

Entretanto, as bactérias do gênero *Bacillus* estão entre as mais abundantes na rizosfera e destaca-se devido sua atividade como promotora de crescimento vegetal. Dessa forma, pode estimular mecanismos desejáveis aos cultivos, como a nodulação de leguminosas, fixação biológica de nitrogênio e absorção de nutrientes. Adicionalmente,

apresentam potencial de ação na germinação e emergência de plântulas, crescimento aéreo e radicular, na produtividade, no auxílio a superação das plantas frente as adversidades abióticas (Oliveira et al., 2016).

A utilização deste gênero já é bem consolidada no cenário agrônomico proporcionando controle de pragas na cultura do milho, devido a possibilidade de produção de inseticidas composta de bactérias (Bernades et al., 2018), aumentou a massa seca da parte aérea do feijão-caupi, devido ser promissora no aumento de nódulos de raízes que auxiliam na promoção e crescimento das plantas (Chagas et al., 2017a). Além de efeitos promissores na massa de 100 grãos, altura das plantas, teor de nutrientes nas folhas e produtividade da soja (Miranda et al., 2020).

Os fungos do gênero *Trichoderma* são um dos principais microrganismos responsáveis para o aumento do crescimento das plantas. Tal fungo, influencia positivamente na germinação de sementes, no desenvolvimento e rendimento das culturas devido, a produção de substâncias promotoras de crescimento, e promove melhorias na nutrição de plantas, principalmente pela solubilização de fósforo (Chagas et al., 2017b).

Adicionalmente, a colonização desse fungo refere-se à capacidade de reconhecer e aderir às raízes, penetrar e resistir a metabólitos tóxicos, tais como fitoalexinas, flavonóides, agliconas, fenóis, terpenóides e outros compostos antimicrobianos produzidos pelas plantas em resposta à invasão de patógenos (Chagas Junior et al., 2019). Resultados promissores são encontrados com a utilização deste gênero na agricultura, tais como, promoção de crescimento em solos sob estresse de nematóide no feijão-comum, devido a incorporação de fungos no solo promoverem aumento dos esporos, possibilitando o controle da praga ou doença (Gielh et al., 2015). A promoção de germinação e na qualidade fisiológica das sementes de soja (Lima et al., 2021), proporciona incrementos produtivos e excelente alternativa de manejo sustentável na cultura do arroz (Eidt et al., 2020), entre outros.

Contudo, a influência de microrganismos sobre o desenvolvimento das plantas é ampla, proporcionando diminuição dos custos produtivos, e uma alternativa de manejo sustentável para elevação dos teores produtivos, ocasionando em projeções positivas a curto e longo prazo principalmente na região do Cerrado (Chagas et al., 2017).

4 | MICRORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS NA SOJA

A soja (*Glycine max*) destaca-se como cultura de importância nutricional e socioeconômica devido ao seu alto teor de proteína (40%) e óleo (20%), constituindo uma das principais fontes de suplementação proteica (Silva et al, 2017) e por ser a oleaginosa que detém maior área plantada no Brasil e no mundo, sendo uma *commoditie* com maior lucro agregado no mercado de grãos (CONAB, 2020). No Brasil, foram produzidos na safra de 2019/2020 124,8 milhões de toneladas, cultivados em 36,9 milhões de hectares, com produtividade média de 3.379 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020), fazendo com que o Brasil

assumisse o primeiro lugar no ranking mundial de produção e exportação de grãos de soja (APROSOJA, 2020).

Os microrganismos da região da rizosfera são essenciais para o bom desenvolvimento das plantas de soja, atuando como simbioses na troca de água e nutrientes, aumentando sua resistência a estresses bióticos e abióticos (Singh et al., 2017). Microrganismos multifuncionais têm sido amplamente usados na cultura, atuando na resistência a patógenos e na promoção do crescimento vegetal através de diversos mecanismos de ação (Abhilash et al., 2016). Entre esses microrganismos destacam as rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (RPCV) e fungos do gênero *Trichoderma* (Mayo Pietro et al., 2020).

Fungos do gênero *Trichoderma* são amplamente estudados na promoção do crescimento vegetal, atuando na promoção de crescimento na cultura da soja, principalmente pela solubilização de fósforo e outros minerais (França et al., 2017) e síntese de ácido indolacético (Chagas et al., 2017b). Silva et al. (2020) ao testar a microbiolização de sementes de soja com microrganismos multifuncionais (RPCV e o fungo *Trichoderma asperellum*), verificaram incremento de 25% na produção de biomassa de raiz quando comparado ao controle, sem microbiolização.

Dentre as RPCV na cultura da soja, *Azospirillum brasilense* encontra-se bastante difundido e amplamente utilizado, contribuindo com o desenvolvimento, crescimento e produtividade na cultura (Bashan e Bashan, 2010), atuando na estimulação direta do crescimento e apresentando capacidade de produzir e metabolizar diversos fitôrmonios de regulação metabólica, como auxinas, giberelinas e citocininas (Cassán & Diaz-Zorita, 2016). A associação das RPCV (*Azospirillum brasilense* + *Bradyrhizobium japonicum*) permitiram acréscimo de produtividade de até 16% na cultura (Hungria et al., 2013), assim como *Trichoderma* spp. apresentou efeito promotor de crescimento nas plântulas (Zhang et al., 2016).

Entre as RPCV, parte são diazotróficas, com capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico. O nitrogênio (N) é macronutriente essencial para o desenvolvimento da planta, e altamente requerido por leguminosas, como a soja, que necessita de, no mínimo, 80 kg de N para produzir 1000 kg de grãos (Kaschuck et al., 2016). Bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* são amplamente estudadas e utilizadas na agricultura devido a sua capacidade de fixar nitrogênio quando em simbiose com plantas de soja. Nessa interação simbiótica, as bactérias, formam nódulos nas raízes das plantas, onde ocorre a fixação de N (Prakamhang et al., 2015) fornecendo amônia a planta, que em troca fornecem carbono da sacarose para sustentar a fixação biológica (Juge et al., 2012). Essa simbiose contribui para entrada de N na biosfera (Shah & Subramaniam, 2018) reduzindo a fertilização artificial e promovendo o bom desenvolvimento e crescimento das plantas.

5 I MICRORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS NO FEIJÃO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) exibe grande relevância na alimentação da população, constituindo uma fonte de proteínas, ferro, fibras, carboidratos e aminoácidos suplementares, além de ser a dieta básica principalmente de países da América Latina e Ásia (Okumu et al., 2018). Na safra 2019/20 foram cultivados 2,9 milhões de hectares com uma produção de aproximadamente 3,0 milhões de toneladas e produtividade média de 1.043 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020).

O feijão-comum pode ser semeado em três safras anuais: safra de verão (safra das águas), com semeaduras sequenciais de 1º de novembro a 31 de dezembro; safrinha (seca), semeada de 1º de janeiro a 28 de fevereiro; e safra de inverno, de 1º de maio a 30 de junho (Heinemann & Stone, 2015). Dessa forma, o feijão-comum é altamente influenciado pelas condições climáticas, ocasionando na diminuição da produção causada pelos fatores adversos. Algumas técnicas de manejo auxiliam nos menores impactos dos fatores ambientais, em que, a produção da cultura é impactada quando há degradação dos nutrientes do solo, falta de água no período de germinação e floração, e solos com pouca atividade microbiana (Khaitov et al., 2020).

A utilização de microrganismos funcionais vem se difundindo no manejo da cultura, por ser uma leguminosa, se beneficiam em associação simbiótica com tais organismos, que auxiliam na promoção de crescimento, na indução de resistência a doenças, aquisição de nutrientes e a tolerância aos estresses (Mendes et al., 2018). Fungos do gênero *Trichoderma* são de grande importância principalmente, para leguminosas devido ao aumento do crescimento vegetal, a influência na germinação de sementes, no desenvolvimento e rendimento da cultura, devido ao seu mecanismo de produção de fitormônios e melhoria na nutrição das plantas, pela capacidade de solubilizar o fósforo e sintetização de ácido indol acético. Adicionalmente, é capaz de atuar como bioagentes de controle de doenças e indutores de resistência nas plantas (Chagas et al., 2017b).

Diversos incrementos são consolidados no feijão-comum utilizando *Trichoderma* tais como, promoção de crescimento (Chagas et al., 2017b), alivia os estresses salinos e aumenta a concentração de solutos orgânicos dos nódulos radiculares (Silva et al., 2019), controle biológico de doenças (Sá et al., 2019), entre outros. Entretanto, as bactérias do gênero *Serratia* são capazes de promover crescimento das plantas, incrementos na produtividade, aumento na emergência de sementes, rendimento da colheita e resistência a doenças, devido a capacidade de produção de hormônios como auxinas, citocininas e ácidos abscísico (Rezende et al., 2021). Dessa forma, efeitos positivos são consolidados na utilização deste manejo no feijão comum, como a capacitação de absorção de Fe e inibição de absorção de metais pesados (Dimkpa et al., 2009), incrementos no desenvolvimento e produtividade (Oliveira et al., 2017), entre outros.

Contudo, a utilização de MM consolida uma alternativa sustentável e econômica

nas condições atuais que demandam maiores preocupações com os teores produtivos sem agressão do meio ambiente.

6 I MICRORGANISMOS MULTIFUNCIONAIS NO ARROZ

O arroz é uma cultura de grande importância socioeconômica em muitos países, por ser a base da alimentação de metade da população mundial, principalmente nos países em desenvolvimento (FAOSTAT, 2017). No mundo, 76% do arroz é cultivado em várzea úmida com irrigação, 20% em várzea dependente de chuva e 4% em condições de terras altas, com irrigação suplementar ou dependente da água da chuva (sequeiro), em um total de 150 milhões de hectares (Maclean et al., 2013). Na safra 2019/20 a produção de arroz no Brasil foi de aproximadamente 1,8 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

Há um desafio constante na produção de alimentos devido ao crescimento populacional, dessa forma a manutenção ou o aumento da produção de arroz é fundamental, mas para isso é importante aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção de arroz, diminuindo o impacto do uso intensivo da terra e dos recursos naturais e minimizando os custos (Katic et al., 2013). Portanto, é necessário a utilização e o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para proporcionar incrementos significativos na produtividade de grãos da cultura (Nascente et al., 2017). Nesse sentido, o uso de microrganismos multifuncionais na cultura do arroz se constituiu em uma opção sustentável para promover o crescimento das plantas, aumentar a disponibilidade de nutrientes do solo, melhorar as trocas gasosas e, conseqüentemente, aumentar a produção de biomassa e rendimento de grãos (Nascente et al., 2017).

Resultados promissores com o uso de diferentes espécies de rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (RPCV) têm sido verificados na literatura promovendo o crescimento e desenvolvimento vegetal por meio da produção de hormônios vegetais, como auxinas, citocininas e giberelinas (Ahemad e Kilbret, 2014); de enzimas relacionadas ao estresse oxidativo (Raj et al., 2012), pela fixação biológica de nitrogênio (FBN), solubilização de fosfato, produção de sideróforos, aceleração dos processos de mineralização da matéria orgânica (Bulgarelli et al., 2013) e pelo controle biológico (Santoyo et al, 2016).

Além das rizobactérias, algumas espécies de fungos também podem proporcionar maior desenvolvimento das plantas. Os fungos do gênero *Trichoderma* são capazes de atuar como bioestimulantes do crescimento radicular, promovendo o desenvolvimento de raízes por meio da produção de fitohormônios e assim, incrementar a assimilação de nutrientes, acrescentando a resistência diante de fatores bióticos não favoráveis, além de degradar fontes de nutrientes, facilitando a sua absorção, que serão importantes para o desenvolvimento do vegetal (Machado et al., 2012).

Plantas de arroz de terras altas tratadas com isolados de RPCV dos gêneros *Serratia* sp. e *Bacillus* sp. e de *Trichoderma asperellum*, proporcionaram, em média, maior taxa

fotossintética e biomassa seca de parte aérea das plantas de arroz. Já plantas tratadas com isolados de *Burkholderia sp.*, *Serratia sp.* e *Pseudomonas sp.* tiveram maior acúmulo de nutrientes na parte aérea (Nascente et al., 2017a). Fernandes et al. (2020) verificaram aumento significativo no número de panículas e na produtividade de grãos do arroz de terras altas inoculado com mixes de RPCV e *Trichoderma asperellum*.

Já para o arroz irrigado um isolado do gênero *Bacillus sp.* proporcionou, em média, maior biomassa de matéria seca, trocas gasosas e acúmulo de nitrogênio, fósforo, ferro, manganês e zinco nas folhas 101 dias após a emergência do arroz e produção significativamente superior ao das plantas controle (sem inoculação) (Nascente et al., 2017b). Sousa et al. (2019) registraram maior comprimento radicular de plântulas de arroz irrigado por inundação que foram inoculadas com RPCV. Esses resultados comprovam o efeito positivo dos microrganismos multifuncionais para a cultura do arroz, sendo uma ótima opção para uma produção mais eficiente e sustentável.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao crescimento populacional no decorrer dos anos, existe uma preocupação para suprir a necessidade alimentícia mundial, promovendo uma pressão no cenário agrícola. Os avanços tecnológicos interligados a práticas sustentáveis são buscas viáveis economicamente e social para incrementar os potenciais produtivos das culturas, atuando de forma intrínseca e extrínseca sobre as plantas e contribui para o equilíbrio do agrossistema.

REFERÊNCIAS

- ABHILASH, P. C. C.; DUBEY, R. K.; TRIPATHI, V.; GUPTA, V. K.; SINGH, H. B. **Plant Growth-Promoting Microorganisms for Environmental Sustainability**. Trends in Biotechnology, v. 34, n. 11, p. 847-850, 2016.
- AHEMAD, M.; KIBRET, M. **Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective**. Journal of King Saud University, v.26, n.1, p.1-20, 2014.
- APROSOJA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SOJA. **Levantamento Soja USDA N° 596**. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/wp-content/uploads/2020/01/AprosojaBR.Resumo_USDA_01.2020.pdf> Acesso em: 07 de junho de 2020.
- BASHAN, Y.; de-BASHAN, L. E. **How the Plant Growth - Promoting Bacterium Azospirillum Promotes Plant Growth - A Critical Assessment**. Advances in Agronomy, v. 108, cap. 2, 2010, p. 77-136.
- BERNADES, J. V. A.; THULER, A. M. G.; THULER, R. T. **Seleção de *Bacillus thuringiensis* isolados na região do triângulo mineiro para controle de *Spodoptera frugiperda***. In: II Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica, v.2, n.1, 2018. Anais... Instituto Federal de Educação, Ciência E Tecnologia Do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2018.

BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. **Dinâmica agrícola no Cerrado – Análises e projeções**. 312f. Brasília, DF: Embrapa, v.1, 2020.

BULGARELLI, D.; SCHLAEPPI, K.; SPAEPEN, S.; VAN THEMAAT, E. V. L.; SCHULZE-LEFERT, P. **Structure and functions of the bacterial microbiota of plants**. Annual Review of Plant Biology, v.64, n.1, p.807-838, 2013.

CASSÁN, F.; PERRIG, D.; SGROY, V.; MASCIARELLI, O.; PENNA, C.; LUNA, V. ***Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.)**. Soil Biology, v. 45, p. 28- 35, 2009.

CHIBEBA, A. M.; GUIMARÃES, M. DE F.; BRITO, O. R.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. **Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation**. American Journal of Plant Sciences, v.6, n.10, p. 1641-1649, 2015.

CHAGAS, L. F. B.; MARTINS, A. L. L.; CARVALHO FILHO, M. R.; MILLER, L. O.; OLIVEIRA, J. C.; CHAGAS JUNIOR, A. F. ***Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp. in biomass increase in soybean, beans, cowpea, corn and rice**. Revista Agri-Environmental Sciences, v. 3, n. 2, p. 10-19, 2017a.

CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; SOARES, L. P.; FIDELIS, R. R. ***Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal**. Revista de Agricultura Neotropical, v. 4, n. 3, p. 97-102, 2017b.

CHAGAS JUNIOR, A. F.; CHAGAS, L. F. B.; COLONIA, B. S. O.; MILLER, L. O.; de OLIVEIRA, J. C. ***Trichoderma asperellum* (UFT201) functions as a growth promoter for soybean plant**. African Journal of Agricultural Research, v.14, n.33, p. 1772-1777, 2019.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileiro – grãos: oitavo levantamento, maio 2020 – safra 2019/2020**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, v.7, n.8, 2020. 31p.

DIMKPA, C. O.; DIRK, M.; ALES, S.; GEORG, B.; ERIKA, K. **Metal-induced oxidative stress impacting plant growth in contaminated soil is alleviated by microbial siderophores**. Soil Biology Biochemistry, v.41, n.1, p.154-162, 2009.

EIDT, R. T.; BERNADO, J. T.; BARROS, J. N. G.; AGUILERA, J. G.; GROHS, M.; COSTA, D. F. **A. Evaluation of the use of agrohomoepathy and *Trichoderma* sp. in the productivity of rice susceptible to blast**. Research, Society and Development, v. 9, n.9, p.397-420, 2020.

EL-ESAWI, M. A.; ELKELISH, A.; SOLIMAN, M.; ELANSARY, H. O.; ZAID, A.; WANI, S. H. ***Serratia marcescens* Bm1 enhances cadmium stress tolerance and phytoremediation potential of soybean through modulation of osmolytes, leaf gas exchange, antioxidant machinery, and stress-responsive genes expression**. Antioxidants, v.9, n. 43, p.2-17, 2020.

FAOSTAT. **Production: Crops**. 2017. Disponível em: <www.faostat.fao.org>. Acesso em: 09 jun 2021.

FERNANDES, J. P. T.; NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; SOUSA, V. S.; SILVA, M. A. **Physio-agronomic characterization of upland rice inoculated with mix of multifunctional microorganisms**. Revista Caatinga, v. 33, n. 3, p. 679 – 689, 2020.

FILHO, J. M.; SILVA, C. H. S.; SOUZA, J. E. B. **Agronomic performance and productivity of soybean culture with co-inoculation of *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense***. Ipê Agronomic Journal, v.2, n.2, p. 48-59, 2018.

FRANÇA, D. V. C.; KUPPER, K. C.; MAGRI, M. M. R.; GOMES, T. M.; ROSSI, F. ***Trichoderma* spp. isolates with potential of phosphate solubilization and growth promotion in cherry tomato**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 47, n. 4, p. 360-368, 2017.

GIELH, J.; REINIGER, L. R. S.; FRUET, S. F. T.; SILVA, B. R.; MIRANDA, F. **Efeito de *Trichoderma* spp. no cultivo de feijoeiro comum em condições decampo sob estresse por nematoides**. Cadernos de Agroecologia, Seropédica, v. 10, n. 3, p. 1-5, 2015.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F. **Requirement of supplemental irrigation for dry season common bean in Goiás**. Irriga, v. 1, n. 2, p. 57-66, 2015.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. **Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability**. Biology and Fertility of Soils, v. 49, n. 7, p. 791-801, 2013.

JUGE, C.; PRÉVOST, D.; BERTRAND, A.; BIPFUBUSA, M. CHALIFOUR, F. P. **Growth and biochemical responses of soybean to double and triple microbial associations with *Bradyrhizobium*, *Azospirillum* and arbuscular mycorrhizae**. Applied Soil Ecology, v. 61, p. 147-157, 2012.

KASCHUK, G.; NOGUEIRA, M. A.; LUCA, M. J.; HUNGRIA, M. **Response of determinate and indeterminate soybean cultivars to basal and topdressing N fertilization compared to sole inoculation with *Bradyrhizobium***. Field Crops Research, v. 195, p. 21-27, 2016

KATIC, P. G.; NAMARA, R.; HOPE, L.; OWUSU, E. **Rice and irrigation in West Africa: achieving food security with agricultural water management strategies**. Water Resources and Economics, v. 1, p. 75-92, 2013.

KAVAMURA, V. N.; SANTOS, S. N.; TAKETANI, R. G.; VASCONCELLOS, R. L. F.; MELO, I. S. **Draft genome sequence of plant growth-promoting drought-tolerant *Bacillus* sp. strain cmaa 1363 isolated from the brazilian caatinga biome**. Genome Announcements, Washington D. C. v.5, n.5, 2017.

KHAI TOV, B.; VOLL MANN, J.; PYON, J. Y.; PARK, K. W. **Improvement of salt tolerance and growth in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by co-inoculation with native rhizobial strains**. Journal Agri Sience Technology, v.22, n.1, p. 209-2020, 2020.

KSHETRI, L.; NASSEM, F.; PANDEY, P. **Role of *Serratia* sp. as biocontrol agent and plant growth stimulator, with prospects of biotic stress management in plant. plant growth promoting rhizobacteria for sustainable stress management**, v.13, p. 169-200, 2019.

LIMA, R. E.; AGUILERA, J. G.; ZUFFO, A. M.; ALVES, C. Z.; RATKE, F. F.; NOGUEIRA, G. A.; TEIXEIRA, A. V.; CÂNDIDO, A. C. S. **Quality of soybean seeds after inoculation of biologicals in the field**. Research, Society and Development, v. 10, n. 4, p. 414-419, 2021.

MACHADO, D. F. M. et al. *Trichoderma*: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, jan./jun. 2012. Disponível em: < <http://www.scielo.gpeari.mctes.pt/pdf/rca/v35n1/v35n1a26.pdf> >. Acesso em: 09 jun. 2021.

MACLEAN, J.L.; DAWE, D.C.; HARDY, B.; HETTEL, G.P. **Rice Almanac**: Source book for one of the most important economic activity on Earth 4. ed. Philippines: IRRI, 2013.

MARINKOVIC, J.; BJELIĆ, D.; TINTOR, B.; MILADINOVIĆ, J.; ĐUKIĆ, V.; ĐORĐEVIĆ, V. **Effects of soybean co-inoculation with plant growth promoting rhizobacteria in field trial**. Romanian Biotechnological Letters, v. 23, n. 2, p. 13041-13408, 2018.

MATOS, F. B.; OLIVEIRA, F. F.; PIETROSKI, M.; MULLER, P. F.; TAKESHITA, V.; CAIONE, G. **Use of *Azospirillum brasilense* to increase the efficiency of nitrogen fertilization on corn**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 16, n.1, p.131-141, 2017.

MAURICIO FILHO, J.; SILVA, C. H. S.; SOUZA, J. E. B. **Agronomic performance and productivity of soybean culture with co-inoculation of *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense***. Ipê Agronomic Journal, v.2, n.2, p. 48-59, 2018.

MAYO PIETRO, S.; CAMPELO, M. P.; LORENZANA, A.; RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, A.; REINOSO, B.; GUTIÉRREZ, S.; CASQUERO, P. A. **Antifungal activity and bean growth promotion of *Trichoderma* strains isolated from seed vs soil**. European Journal of Plant Pathology, v. 158, p. 817-828, 2020.

MELO, I. S. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica - Rizobactérias**. Embrapa, 2020.
Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_53_210200792814.html>. Acesso em: 07. jun. 2021.

MENDES, L. W.; RAAIJMAKERS, J. M.; HOLLANDER, de M.; MENDES, R.; TSAI, S. M. **Influence of resistance breeding in common bean on rhizosphere microbiome composition and function**. The ISME Journal, v.12, p. 212-224, 2018.

MIRANDA, L. B.; DOMINGUES, S. C. O.; DOSSO, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; RABELO, H. O. **Growth promoters in soybean crop**. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v.7, n.2, p. 469-479, 2020.

MUNDIM, L. M. F.; ROCHA, D. K.; REIS dos, C. F.; CARVALHO, E. R. **Coinoculação de *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium* via sementes de soja no cerrado**. Global Science Technology, Rio Verde, v.11, n.03, p.10-19, 2018.

NASCENTE, A. S.; FILLIPI, M. C.; LANNA, A. C.; SOUZA, V. L.; SILVA, L.; SILVA, G. B. **Biomass, gas exchange, and nutrient contents in upland rice plants affected by application forms of microorganism growth promoters**. Environmental Science Pollution Research, Springer Natures, v.24, p.2956-2965, 2017a.

NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; SOUSA, T. P.; SOUZA, A. C. A.; LOBO, V. L. S.; SILVA, G. B. **Effects of beneficial microorganisms on lowland rice development**. Environmental Science and Pollution Research, v.24, n.32, p.25233-25242, 2017b.

NOGUEIRA, M. A.; PRANDO, A. M. OLIVEIRA, A. B.; LIMA, D.; CONTE, O.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F. T.; HUNGRIA, M. **Ações de transferência de tecnologia em inoculação/ coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja na safra 2017/18 no estado do Paraná**. 16f. Circular Técnica, n.123, 2018.

- OKOMU, O. O.; MUTHOMI, J.; OJIEM, J.; NARLA, R.; NDERITU, J. **Effect of lablab green manure on population of soil microorganisms and establishment of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**. American Journal of Agricultural Science, v.5, n.3, p.44-54, 2018.
- OLIVEIRA, G. R. F.; SILVA, M. S.; MARCIANO, T. Y. F.; PROENÇA, S. L.; de SÁ, M. E. **Crescimento inicial do feijoeiro em função do vigor de sementes e inoculação com *Bacillus subtilis***. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, Ilha Solteira, v. 10, n.4, p. 439-448, 2016.
- OLIVEIRA, C. A. B.; PELÁ, G. M.; PELÁ, A. **Inoculação com *Rhizobium tropici* e adubação foliar com molibdênio na cultura do feijão comum**. Revista de Agricultura Neotropical, v.4, n.5, p.43-50, 2017.
- PÉREZ-JARAMILO, J. E.; CARRIÓN, V. J.; BOSSE, M.; FERRÃO, L. V. F.; HOLLANDER de, M.; GARCIA, A. F. F.; RAMÍREZ, C. A.; MENDES, R.; RAAIJIMAKERS, J. M. **Linking rhizosphere microbiome composition of wild and domesticated *Phaseolus vulgaris* to genotypic and root phenotypic traits**. ISME Journal, Bethesda, v.11, n. 1, p. 2244-2257, 2017.
- PIERANGELI, G. M. F.; CIPRIANO, M. A. P.; LABANCA, E. G.; XAVIER, M. A.; SILVEIRA, A. P. D. **Utilização de microrganismos benéficos na produção de mudas de cana-de-açúcar pelo sistema MPB**. 69ª Reunião Anual da SBPC, Belo Horizonte/MG - UFMG, 2017.
- PRAKAMHANG, J.; TITABUTR, P.; BOONKERD, N.; TEAMTISONG, K.; UCHIUMI, T.; ABE, M.; TEAUMROONG, N. **Proposed some interactions at molecular level of PGPR coinoculated with *Bradyrhizobium diazoefficiens* USDA110 and *B. japonicum* THA6 on soybean symbiosis and its potential of field application**. Applied Soil Ecology, v. 85, p. 38-49, 2015.
- RAJ, S. N.; LAVANYA, S. N.; AMRUTHESH, K. N.; NIRANJANA, S. R.; REDDY, M. S.; SHETTTY, H. S. **Histo-chemical changes induced by PGPR during induction of resistance in pearl millet against downy mildew disease**. Biological Control, v.60, n.2, p.90-102, 2012.
- REZENDE, C. C.; SILVA, M. A.; FRASCA, L. L. M.; FARIA, D. R.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; NASCENTE, A. S. **Multifunctional microorganisms: use in agriculture**. Research, Society and Development, v. 10, n.2, p.712-725, 2021.
- RIBEIRO, D. F.; OLIVEIRA, L. C. A.; DOMINGUES, S. C. O.; TEIXEIRA, E. R. E.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; OLIVEIRA, J. C. **Co-inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium japonicum* in soybean in the first and third year of cultivation**. Tropical and Subtropical Agroecosystems, v.23, p.1-9, 2020.
- SÁ, M. N. F.; LIMA, J. S.; JESUS, F. N.; PEREZ, J. O.; GAVA, A. A. T. **Effect of *Bacillus* sp. and *Trichoderma* sp. in Micelial Growth of *Sclerotium rolfsii***. Acta Brasiliensis, v.3, n.2, p.79-81, 2019.
- SANTOYO, G.; MORENO-HAGELSIEB, G.; OROZCO-MOSQUEDA, M.C.; GLICK, B.R. **Plant growth-promoting bacterial endophytes**. Microbiological Research, v.183, p. 92-9, 2016.
- SILVA, F. C. dos S.; SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R. de C. T.; BORÉM, A.; SILVA, F. L.; BEZERRA, A. R. G.; SILVA, A. F. **Economic Importance and Evolution of Breeding**. In: SILVA, F. L.; SEDIYAMA, A. B. T.; LUDKE, W. H. (eds) Soybean Breeding. Springer International Publishing, p. 1-17., 2017.
- SILVA, L. V.; OLIVEIRA, S. B. R.; AZEVEDO, L. A.; RODRIGUES, A. C.; BONIFACIO, A. **Coinoculation with *Bradyrhizobium* and *Trichoderma* alleviates the effects of salt stress in cowpea**. Revista Caatinga, v. 32, n.2, p. 336-344, 2019.

SILVA, M. A.; NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; SILVA, G. B.; SILVA, J. F. A. **Individual and combined growth-promoting microorganisms affect biomass production, gas exchange and nutrient content in soybean plants.** Revista Caatinga, v. 33, n. 3, p. 619-632, 2020.

SINGH, S.; SINGH, V.; PAL, K. **Importance of microorganisms in agriculture. Climate and Environmental changes: Impact, Challenges and Solutions.** v.1, p. 93-117, 2017.

SOUSA, I. M.; NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C. **Bactérias promotoras do crescimento radicular em plântulas de dois cultivares de arroz irrigado por inundação.** Colloquium Agrariae, v. 15, n.2, p. 140-145, 2019.

SOUZA, S. L. S.; SIMONETTI, A. P. M. **Inoculation and coinoculation of *Rhizobium* and *Azospirillum* BRS FC 104 bean cultivar.** Revista Cultivando o Saber, v. 1, p. 14-23, 2019.

SPERANDIO, E. M.; VALE, H. M. M.; REIS, M. S.; CORTES, M. V. C. B.; LANNA, A. C., FILIPPI, M. C. C. **Evaluation of rhizobacteria in upland rice in Brazil: growth promotion and interaction of induced defense responses against leaf blast (*Magnaporthe oryzae*).** Acta Physiol Plant, Heidelberg, v.39, p.259-269, 2017.

VANDENBERGHE, L.P. de SOUZA.; GARCIA, L. M. B.; RODRIGUES, C.; CAMARA, M. C.; PEREIRA, G. V. de M.; de OLIVEIRA, J.; SOCCOL, C. R. **Potential applications of plant probiotic microorganisms in agriculture and forestry.** AIMS Microbiol, v.3, n.3, p. 629-648, 2017.

ZHANG, F.; GE, H.; ZHANG, F.; GUO, N.; WANG, Y.; CHEN, L.; JI, X.; LI, C. **Biocontrol potential of *Trichoderma harzianum* isolate T-10 against *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean.** Plant Physiology and Biochemistry, v.100, p. 64-74, 2016