

# ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e  
seus Campos de Atuação

2



Tamara Rocha dos Santos  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora

Ano 2021

# ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e  
seus Campos de Atuação

2



Tamara Rocha dos Santos  
(Organizadora)

**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  
Profª Drª Cristina Gaió – 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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale 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  
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. 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 Gírlene 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 da 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 Federacl 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 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 Natiéli 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 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  
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. Adailson 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. Alexsandro 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 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. 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 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  
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 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. 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  
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 Anhembi 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  
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

## Engenharia agrônômica: ambientes agrícolas e seus campos de atuação 2

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Tamara Rocha dos Santos

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

E57 Engenharia agrônômica: ambientes agrícolas e seus campos de atuação 2 / Organizadora Tamara Rocha dos Santos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-045-9

DOI 10.22533/at.ed.459210405

1. Agronomia. I. Santos, Tamara Rocha dos (Organizadora). II. 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 “Engenharia Agrônômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação” é uma obra que apresenta dentro de seu contexto amplas visões que reflete em ambientes agrícolas e seus campos de atuação trazendo inovações tecnológicas e sustentáveis que proporciona em melhorias sociais, ambientais e econômicas para toda comunidade agrária.

A coleção é baseada na discussão científica através de diversos trabalhos que constitui seus capítulos. Os volumes abordam de modo agrupado e multidisciplinar pesquisas, trabalhos, revisões e relatos de que trilham nos vários caminhos da Engenharia Agrônômica.

O objetivo principal foi apresentar de modo agrupado e conciso a diversidade e amplitude de estudos desenvolvidos em inúmeras instituições de ensino e pesquisa do país. Inicialmente são apresentados trabalhos relacionados a sustentabilidade, envolvendo questões agroecológicas, produção orgânica e natural, e suas relações sociais. Em seguida são contemplados estudos acerca de inovações tecnológicas do meio rural, que abrange qualidade de sementes, nutrição mineral, mecanização, genética, dentre outros. Na sequência são expostos trabalhos voltados à irrigação e manejo do solo, envolvendo processos hídricos, sistemas agroflorestais e adubação.

A obra apresenta-se como atual, com pesquisas modernas e de grande relevância para o país. Apresenta distintos temas interessantes, discutidos aqui com a proposta de basear o conhecimento de acadêmicos, mestres, doutores e todos que de algum modo se dedicam pela Engenharia Agrônômica. Abrange todas regiões do país, valorizando seus diferentes climas e hábitos.

Inicialmente são apresentados trabalhos relacionados a sustentabilidade, envolvendo questões agroecológicas, produção orgânica e natural, e suas relações sociais. Em seguida são contemplados estudos acerca de inovações tecnológicas do meio rural, que abrange qualidade de sementes, nutrição mineral, mecanização, genética, dentre outros. Na sequência são expostos trabalhos voltados à irrigação e manejo do solo, envolvendo processos hídricos, sistemas agroflorestais e adubação.

Assim a obra Engenharia Agrônômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação expõe um conceito bem fundamentado nos resultados práticos atingidos pelos diversos educadores e acadêmicos que desenvolveram arduamente seus trabalhos aqui apresentados de modo claro e didático. Sabe-se da importância da divulgação científica, portanto ressalta-se também a organização da Atena Editora habilitada a oferecer uma plataforma segura e transparente para os pesquisadores exibirem e disseminarem seus resultados.

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **COMPARAÇÃO DO FLORENCIMENTO DO TOMATE HIDROPÔNICO COM O CONVENCIONAL**

Nathan Aparecido Grigoletto  
Cesar Cayque de Andrade Gomes  
Luiz Miguel de Barros  
Luciana Teixeira de Paula

**DOI 10.22533/at.ed.4592104051**

### **CAPÍTULO 2..... 6**

#### **HÁBITOS DE HIGIENE DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS NO CONTEXTO DOMÉSTICO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19**

Rodrigo Vieira Apolonio  
Andressa Nilce Cabral  
Deise Gazineu Coraça  
Carolina de Oliveira Virgolino Coelho  
Cristina Vitor de Lima  
Daiane Lima Martins  
Ana Paula de Oliveira Pinheiro  
Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes Faria

**DOI 10.22533/at.ed.4592104052**

### **CAPÍTULO 3..... 22**

#### **ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE CARBONO EQUIVALENTE A PARTIR DO USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS NA CAFEICULTURA: ESTUDO DE CASO**

Beatriz Regina de Oliveira Anderson  
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior  
Daniela Ferreira Cardoso  
Luciana Maria Vieira Lopes  
Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido  
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

**DOI 10.22533/at.ed.4592104053**

### **CAPÍTULO 4..... 29**

#### **EFEITO DA PLICAÇÃO DE NUTRIENTES VIA FOLIAR E NO PAINEL DE SANGRIA NA CULTURA DA SERINGUEIRA**

Elaine Cristine Piffer Gonçalves  
Mariana Ayres Rodrigues  
Anita Schmidek  
Ivana Marino Bárbaro-Torneli  
Antonio Lúcio Mello Martins  
José Antonio Alberto da Silva  
Marcelo Henrique de Faria  
Fernando Bergantini Miguel  
Monica Helena Martins

**DOI 10.22533/at.ed.4592104054**

**CAPÍTULO 5.....35**

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE COMPOSIÇÃO QUÍMICA, NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO, DE BIOCARVÃO PRODUZIDO A PARTIR DE CASCAS DE CUPUAÇU**

Fabrcio Marinho Lisboa  
Selma de Oliveira Freitas  
Michelle Silva Ramos  
Melissa Andrade Zamai  
Michely Andrade Zamai

**DOI 10.22533/at.ed.4592104055**

**CAPÍTULO 6.....44**

**DIVERSIDADE DOS GRUPOS FUNCIONAIS DA FAUNA EDÁFICA SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO DE MILHO**

Gabriela Gonçalves Costa  
João Henrique Araújo de Albuquerque  
Antonio Hyago Mendes Gonçalves  
Sérgio Manoel Alencar Sousa  
José Jonas Gomes Cavalcante  
Cícero Aparecido Ferreira Araújo  
Eduardo Oliveira Nascimento  
Kaline Oliveira da Silva  
Cicero Cordeiro Pinheiro  
Márcio Godofrêdo Rocha Lobato  
Sebastião Cavalcante de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.4592104056**

**CAPÍTULO 7.....52**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE UM PREBIÓTICO NO DESEMPENHO DE LEITÕES DESMAMADOS**

Eduardo Miotto Ternus  
Fabrizzio Matté  
Lucas Piroca  
Thalita Malta

**DOI 10.22533/at.ed.4592104057**

**CAPÍTULO 8.....60**

**CARACTERIZAÇÃO DOS PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS POR MEIO DE MÉTODO SUPERVISIONADO E NÃO SUPEVISIONADO**

Gislaine S. Pereira  
Leandro M. Gimenez

**DOI 10.22533/at.ed.4592104058**

**CAPÍTULO 9.....70**

**EXPRESSION OF ACCUMULATED NITROGEN AND BIOMASS IN INOCULATED AND COINOCULATED SOYBEAN IN SUGARCANE REFORM AREAS**

Ivana Marino Bárbaro-Torneli

Elaine Cristine Piffer Gonçalves  
Fernando Bergantini Miguel  
José Antonio Alberto da Silva  
Anita Schmidek  
Marcelo Henrique de Faria  
Marcelo Ticelli

**DOI 10.22533/at.ed.4592104059**

**CAPÍTULO 10..... 87**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MILHO SAFRINHA EM GUAÍRA E VOTUPORANGA, ESTADO DE SÃO PAULO, EM 2019**

Fernando Bergantini Miguel  
Ivana Marino Bárbaro-Torneli  
Elaine Cristine Piffer Gonçalves  
Anita Schmidek  
José Antonio Alberto da Silva  
Marcelo Henrique de Faria  
Marcelo Ticelli

**DOI 10.22533/at.ed.45921040510**

**CAPÍTULO 11..... 95**

**IMPORTÂNCIA DO ACOMPANHAMENTO TÉCNICO E GERENCIAMENTO DA SANGRIA NOS SERINGAIS**

Elaine Cristine Piffer Gonçalves  
Antonio Lúcio Mello Martins  
Ivana Marino Bárbaro-Torneli  
Anita Schmidek  
Fernando Bergantini Miguel  
José Antonio Alberto da Silva  
Marcelo Henrique de Faria  
Regina Kitagawa Grizotto  
Marcelo Ticelli

**DOI 10.22533/at.ed.45921040511**

**CAPÍTULO 12..... 100**

**DETERMINAÇÃO DE TEORES DE CLOROFILAS E CAROTENOIDES EM ALFACE, RÚCULA E CEBOLINHA**

Lucas Alves Dias  
Sérgio Shiguelo Omura  
Brenda Garcia  
Rafael Eduardo Vansolini de Oliveira  
Mírian da Silva Costa Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.45921040512**

**CAPÍTULO 13..... 106**

**INFLUÊNCIA DA ALTURA DE POSICIONAMENTO E COR DAS ARMADILHAS NA CAPTURA DE INSETOS**

Rute Moreira Goveia

Lawrência Maria Conceição de Oliveira  
Elaine de Novais Chaves  
Domingas Nilcely Farias da Conceição  
Darcy Alves do Bomfim  
Geslanny Oliveira Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.45921040513**

**CAPÍTULO 14..... 115**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max*) SUBMETIDAS A DIFERENTES INSETICIDAS EM TRATAMENTO DE SEMENTES E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO**

Gabriel Perez Ciscon  
Nair Mieko Takaki Bellettini (in memoriam)  
Silvestre Bellettini  
João Henrique Sobjeiro Andrzejewski  
Mathias Aparecido Alves  
Luis Gustavo Perez de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.45921040514**

**CAPÍTULO 15..... 124**

**VANTAGENS DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MUDAS DE SERINGUEIRA EM SUBSTRATO E BANCADA SUSPensa**

Elaine Cristine Piffer Gonçalves  
Antonio Lúcio Mello Martins  
Marli Dias Mascarenhas Oliveira  
Oswaldo Vischi Filho  
Ivana Marino Bárbaro-Torneli  
Anita Schmidek  
Fernando Bergantini Miguel  
José Antonio Alberto da Silva  
Marcelo Henrique de Faria  
Maria Argentina Nunes de Mattos

**DOI 10.22533/at.ed.45921040515**

**CAPÍTULO 16..... 133**

**ÍNDICE DE CLOROFILA EM *Acmella oleracea* SUBMETIDO À CONDIÇÕES DE ESTRESSES POR SALINIDADE E SECA**

Jhonatah Albuquerque Gomes  
Rafael Magalhães de Aragão  
Pedro Moreira de Souza Júnior  
Marília de Freitas Cabral Aragão  
Evely Juliana da Silva Oliveira  
Danielle Siqueira da Silva Margalho

**DOI 10.22533/at.ed.45921040516**

**CAPÍTULO 17..... 140**

**ANÁLISE MULTIVARIADA NO ESTUDO DA INTERAÇÃO CULTIVARES, BACTÉRIAS E**

## MICRONUTRIENTES NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE SOJA

Ivana Marino Bárbaro-Torneli  
Elaine Cristine Piffer Gonçalves  
Fernando Bergantini Miguel  
José Antonio Alberto da Silva  
Marcelo Henrique de Faria  
Regina Kitagawa Grizotto  
Marcelo Ticelli  
Anita Schmidek

**DOI 10.22533/at.ed.45921040517**

## **CAPÍTULO 18..... 154**

### EFECTO DEL TOSTADOR EN EL PERFIL DE TUESTE EN CAFÉ ESPECIAL CON DIFERENTE TAMAÑO

Guillermo Vargas-Elías  
Carlos Cerdas Gerena  
Sergio Barrantes Montoya  
Jorge Castillo Vives  
Fabiola Rojas Vásquez

**DOI 10.22533/at.ed.45921040518**

## **CAPÍTULO 19..... 163**

### AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna

João Victor da Silva Martins  
Daniele Batista Araújo  
Priscila Duarte Silva  
Felipe Marinho Coutinho de Souza  
Caíke de Sousa Pereira  
José Manoel Ferreira de Lima Cruz  
Adjair José da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.45921040519**

## **CAPÍTULO 20..... 169**

### PROJETO CONCEITUAL DE UMA ESTEIRA SELETORA DE CAFÉ DESENVOLVIDA A PARTIR DE UM SENSOR DE COR INTEGRADO COM A PLATAFORMA ARDUÍNO

Alexander Carvalho Ramos  
Igor Santos de Melo  
Myrna Martins Santos Moreira  
Suelen Marques de Oliveira Durão  
Anderson Gomide Costa  
Marcus Vinícius Moraes de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.45921040520**

## **CAPÍTULO 21..... 175**

### VARIAÇÃO ESTACIONAL DAS BACIAS LEITEIRAS EM FUNÇÃO DAS ANÁLISES ECONÔMICO-FINANCEIRAS NO BRASIL E NAS PROPRIEDADES RURAIS

Fernanda Giácomo Ragazzi

Thérèsse Camille Nascimento Holmström  
Dayane Aparecida Santos  
Nelma Pinheiro Fragata  
Elisa Cristina Modesto

**DOI 10.22533/at.ed.45921040521**

**CAPÍTULO 22..... 189**

**CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO APLICADO ÀS PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DO EXTRATOR PRIMÁRIO**

Rodrigo Silva Alves  
Victor Augusto da Costa Escarela  
Flavio Junior Pichioni  
Thiago Orlando Costa Barboza  
Paulo Ricardo Alves dos Santos  
Carlos Alessandro Chioderoli

**DOI 10.22533/at.ed.45921040522**

**CAPÍTULO 23..... 194**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM REGULADOR VEGETAL PRODUZIDO A PARTIR DE LEVEDURA**

Thais Weber  
Daiane Aparecida Weber  
Bianca Pierina Carraro  
Silvia Renata Machado Coelho  
Odair José Kuhn  
Thais Duquesne Falco  
Diego Campeol

**DOI 10.22533/at.ed.45921040523**

**CAPÍTULO 24..... 205**

**PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR DESTINADA À FORRAGEM ADUBADA COM DIFERENTES TIPOS DE ESTERCO**

Jonathan Bernardo Barboza  
Vitor da Silva Rodrigues  
Micaela Silva Coelho  
Maria Izabel de Almeida Leite  
Alan Keis Chaves de Almeida  
Luzia Keli da Silva Coura  
Laurenio Ventura Ferreira  
Valéria Fernandes de Oliveira Sousa  
Idelvan José da Silva  
Cassiano Nogueira de Lacerda  
Eliene Araújo Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.45921040524**

**CAPÍTULO 25..... 213**

**ALGORITMO DE MAPEAMENTO ESPECTRAL DE CICATRIZES DE QUEIMADAS NA**

## CAATINGA ATRAVÉS DE DADOS ORBITAIS MODIS E OLI

José Galdino de Oliveira Júnior  
Jadiene Moura dos Santos  
Julyane Silva Mendes Polycarpo  
José Rafael Ferreira de Gouveia  
Fabrício Marcos Oliveira Lopes  
Geber Barbosa de Albuquerque Moura  
Cristina Rodrigues Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.45921040525**

## **CAPÍTULO 26.....222**

### **PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA: QUALIDADE DO PROCESSO EM TRÊS VELOCIDADES OPERACIONAIS**

Thiago Orlando Costa Barboza  
Rodrigo Silva Alves  
Layane Aparecida Mendes dos Santos  
Victor Augusto da Costa Escarela  
Pedro Henrique Silva Guimarães Cruz  
Carlos Alessandro Chioderoli

**DOI 10.22533/at.ed.45921040526**

## **CAPÍTULO 27.....228**

### **MICROPROPAGAÇÃO DE GENÓTIPOS DE GÉRBERA A PARTIR DE FOLHA PECIOLADA**

Tarcisio Rangel do Couto  
João Sebastião de Paula Araujo

**DOI 10.22533/at.ed.45921040527**

## **SOBRE A ORGANIZADORA.....243**

## **ÍNDICE REMISSIVO.....244**

## EXPRESSION OF ACCUMULATED NITROGEN AND BIOMASS IN INOCULATED AND COINOCULATED SOYBEAN IN SUGARCANE REFORM AREAS

*Data de aceite: 03/05/2021*

**Ivana Marino Bárbaro-Torneli**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
ORCID ID - 0000-0002-2954-2693

**Elaine Cristine Piffer Gonçalves**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
ORCID ID – 0000-0001-5797-6264

**Fernando Bergantini Miguel**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
ORCID ID – 0000-0002-4778-8961

**José Antonio Alberto da Silva**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
<http://Lattes.Cnpq.Br/1398758607886303>

**Anita Schmidek**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
<http://Lattes.Cnpq.Br/3709782731891847>

**Marcelo Henrique de Faria**

APTA Polo Regional Alta Mogiana  
Colina/SP  
<http://Lattes.Cnpq.Br/4131019883040512>

**Marcelo Ticelli**

APTA UPD Tatuí  
Tatuí/SP  
<http://Lattes.Cnpq.Br/3709782731891847>

radicular, da parte aérea e nitrogênio acumulado na parte aérea de diferentes cultivares de soja em resposta a três tratamentos testados: inoculação, coinoculação ambos no sulco de semeadura e controle sem adição de insumos biológicos. Dois experimentos foram instalados, sendo um na Estação Experimental de Citricultura (EECB), em Bebedouro-SP, e o outro em uma propriedade particular em Tanabi-SP, ambos em semeadura direta na palhada de cana-de-açúcar. O esquema adotado dos experimentos foi o de parcelões demonstrativos. Realizou-se uma análise de variância individual para cada experimento, sendo as fontes de variação para as análises estatísticas compostas por fatorial simples com sete cultivares de soja e os três tratamentos já supracitados e três repetições. Para semeadura das cultivares, utilizou-se de uma semeadora-adubadora de 9 linhas e espaçamento entre linhas de 0,5 m por cultivar. A cada 50 metros do tiro da semeadora-adubadora foram distribuídos os tratamentos na seguinte ordem: inoculação, controle e coinoculação no sulco por meio de pulverizador acoplado ao equipamento. No início do florescimento, foram realizadas coletas de plantas a campo por parcela experimental para avaliação dos parâmetros. Verificou-se que as cultivares se posicionaram quanto a expressão dos parâmetros de modo diferenciado nos diferentes locais de avaliação. Exceto a cultivar SYN 15640 IPRO que em ambos os locais esteve no ranking das cultivares de melhor resposta quanto a prática da coinoculação no sulco incrementando a biomassa seca radicular. Conclui-se que estudos que envolvam a identificação de genótipos com maior capacidade

**RESUMO:** Objetivou avaliar a biomassa seca

de fixação biológica de nitrogênio avaliados pelos parâmetros utilizados no presente estudo, são de suma importância para melhor compreensão do processo e na escolha de cultivares com maior capacidade simbiótica para uso em áreas de reforma de canavial.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max* L., *Azospirillum*, *Bradyrhizobium*, renovação de canavial, fixação biológica de nitrogênio.

## EXPRESSÃO DO NITROGÊNIO ACUMULADO E BIOMASSA EM SOJA INOCULADA E COINOCULADA NO SULCO EM ÁREAS DE REFORMA DE CANAVIAL

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate the dry root and leaf biomass, and nitrogen accumulated in the leaf of different soybean cultivars in response to three tested treatments: inoculation, co-inoculation both in the sowing furrow and control without the addition of bacteria. Two experiments were installed, one in the Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB), in Bebedouro-SP, and the other in a private farm in Tanabi-SP, both in direct seeding in sugarcane straw. The scheme adopted for the experiments was that of “Strip tests”. An individual analysis of variance was performed for each experiment, with the sources of variation for the statistical analysis composed of simple factorial with seven soybean cultivars and the three treatments already mentioned and with three replications. For sowing the cultivars, a 9-row seeder-fertilizer was used and 0.5 m between rows per cultivar. Every 50 meters of the shot from the seeder-fertilizer machine, treatments were distributed in the following order: inoculation, control and co-inoculation in the furrow by means of a sprayer attached to the equipment. At the beginning of flowering, collections of plants in the field were carried out per experimental plot to evaluate the parameters. It was found that the cultivars were positioned regarding the expression of the parameters in a different way in the different evaluation sites. Except for the SYN 15640 IPRO cultivar, which in both places was in the ranking of the best response cultivars regarding the practice of coinoculation in the furrow, increasing root dry biomass. It is concluded that studies that involve the identification of genotypes with greater capacity for biological nitrogen fixation evaluated by the parameters used in the present study, are of paramount importance for better understanding of the process and in the choice of cultivars with greater symbiotic capacity for use in areas of sugarcane reform.

**KEYWORDS:** *Glycine max* L., *Azospirillum*, *Bradyrhizobium*, no-till in sugar cane, biological nitrogen fixation.

## 1 | INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] tem se destacado no cenário mundial, por ser a principal oleaginosa cultivada, estando o Brasil como segundo maior produtor mundial do grão. No ano agrícola 2018/2019 a área cultivada no país foi de 35,9 milhões de hectares, o que correspondeu a um aumento de 2% em relação a safra anterior, com uma produção nacional de 115 milhões de toneladas (CONAB, 2019). O estado de São Paulo foi responsável pelo plantio de 996,2 mil ha, com produtividade média de 3029 kg/ha (CONAB, 2019).

Especificamente para o Estado de São Paulo, a soja tem sido alternativa crescente em áreas de reforma de canavial (CANASAT, 2016). O cultivo dessa oleaginosa pode elevar as médias de produtividade dos canaviais que vem diminuindo nos últimos anos. No entanto, a média de produtividade de soja nessas áreas é baixa quando comparada as produtividades obtidas com outras culturas antecessoras, indicando a ocorrência de fatores restritivos a expressão do potencial produtivo das cultivares. Para obtenção de altos rendimentos em soja todos os fatores de produção precisam ser favoráveis, sendo a nutrição um dos principais fatores relacionado ao desempenho produtivo das lavouras de soja.

O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura, pois os grãos por serem muito ricos em proteínas, apresentam um teor médio de 6,5% de N. Estima-se que para produzir 1000 kg de grãos são necessários aproximadamente 65 kg de N. Além disso, pelo menos mais 15 kg de N para folhas, caule e raízes, totalizando, portanto 80 kg de N. As principais fontes de N para a cultura da soja são os fertilizantes nitrogenados e o N atmosférico que se torna disponível por meio da fixação biológica do nitrogênio (FBN) efetuado por bactérias (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007; HUNGRIA; NOGUEIRA; ARAUJO, 2015).

No Brasil, devido à eficiência da FBN, a inoculação, ou seja, o acréscimo de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* no momento da semeadura substitui totalmente a necessidade de fertilizantes nitrogenados nas lavouras de soja (HUNGRIA et al., 2017). Por outro lado, na busca por estratégias com vistas no incremento da eficiência da FBN na cultura da soja, tem sido apontado o potencial de associar outros gêneros de bactérias fixadoras de  $N_2$ , como a do gênero *Azospirillum* com o *Bradyrhizobium*, sendo essa técnica denominada de coinoculação ou inoculação mista (QUADROS et al., 2020).

Nesse sentido, o trabalho objetivou avaliar parâmetros relacionados a fixação biológica de nitrogênio em diferentes cultivares de soja submetidas a três tratamentos testados: inoculação e coinoculação no sulco de semeadura e controle sem adição de insumos biológicos, em dois experimentos conduzidos em áreas de renovação de canavial no Estado de São Paulo.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em condições de campo, um em área experimental da EECB (Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro), no dia 13 de novembro de 2018, localizada no município de Bebedouro-SP e o outro em propriedade particular no dia 01 de novembro de 2018, em área de renovação de canavial, em Tanabi-SP, ambos sob semeadura direta na palha de cana-de-açúcar. Os mesmos foram instalados no esquema de faixas ou parcelões demonstrativos sendo implementado como um fatorial simples 7x 3 no delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, ou

seja, para cada um, foi feita uma análise de variância individual. Desta forma, as fontes de variação da análise de variância foram compostas por sete cultivares: BRS 7380 RR, TMG 7063 IPRO, TMG 7062 IPRO, SYN 13610 IPRO, SYN 15640 IPRO, M 6410 IPRO e NS 7007 IPRO e dos três tratamentos: inoculação no sulco de semeadura, controle sem inoculação e coinoculação também no sulco de semeadura. É importante ressaltar que foi realizado o ajuste da densidade de semeadura para as diferentes cultivares de acordo com a porcentagem de germinação fornecida pelo fabricante.

Para isso, utilizou-se de semeadora-adubadora de 9 linhas, sendo realizado um tiro para cada cultivar com densidade de semeadura ajustada previamente na semeadora adubadora com espaçamento entre linhas de 0,5 m. A cada 50 m do tiro da semeadora-adubadora foram distribuídos os tratamentos de: coinoculação no sulco, inoculação no sulco e controle não inoculado.

Quanto a prática de coinoculação foi utilizada uma formulação da empresa Stoller do Brasil Ltda que contém os dois gêneros de bactérias e, sendo que a mesma possui *Bradyrhizobium japonicum* SEMIA 5079 na concentração de  $1 \times 10^9$  UFC mL<sup>-1</sup> e *Azospirillum brasilense* (cepas AbV5 e AbV6) na concentração de  $1 \times 10^7$  UFC mL<sup>-1</sup>, na dose recomendada de 0,5 L ha<sup>-1</sup>. O inoculante para inoculação com *Bradyrhizobium* no sulco de semeadura utilizado foi o Masterfix L<sup>®</sup> Soja na dose 0,8 L ha<sup>-1</sup>, ou seja, sete a seis doses a mais que é o normalmente indicado no tratamento de sementes (0,1 a 0,2 L ha<sup>-1</sup>). No estágio de desenvolvimento V5 (FEHR; CAVINESS, 1977) foram aplicados os micronutrientes cobalto e molibdênio via pulverização foliar, em todos os tratamentos inclusive no controle, na dose de 0,1 L ha<sup>-1</sup>.

A aplicação dos inoculantes para inoculação e coinoculação foi realizada através de pulverizador acoplado a semeadora-adubadora. Foram adotados alguns cuidados para garantir uma maior eficiência dos tratamentos, como preparo da calda a sombra, averiguação do pH da calda e calibração adequada dos bicos de pulverização para distribuição uniforme dos inoculantes, ou seja, foi realizada a adoção de boas práticas de inoculação e coinoculação para o sucesso do processo e visando garantir a sobrevivência das bactérias contidas nos inoculantes.

No início do florescimento, aproximadamente no estágio fenológico R1 a R2, foram coletadas 3 plantas por parcela experimental e levadas adequadamente e devidamente identificadas para o laboratório da APTA Regional – Polo Alta Mogiana, Colina-SP para avaliação da massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) em g planta<sup>-1</sup>, sendo o teor de nitrogênio na parte aérea (NPA) em g.kg<sup>-1</sup>. A parte aérea e raízes foram separadas e foi efetuada a secagem em estufa a 65 °C por 48 h para obtenção de peso constante, em seguida as plantas foram pesadas em balança semianalítica para determinar a massa seca da parte aérea e raízes. O nitrogênio da parte aérea (NPA) foi obtido a partir de 0,2 g de amostra de MSPA, pelo método de digestão sulfúrica a 450 °C e destilação pelo método de Kjeldahl.

Todas as técnicas de cultivo de soja, como escolha da cultivar, época de semeadura, adubação de base, população de plantas, controle de plantas daninhas insetos e doenças, seguiram as recomendações técnicas para a cultura da soja da EMBRAPA (2013).

Para os parâmetros foram realizadas as transformações Box-Cox estimadas e aplicadas como proposto por Hawkins e Weisberg (2017), sendo os valores das médias mantidos na escala original. Já as variâncias, desvios padrões, coeficientes de variação, DMS, análises de variância e comparações de médias foram calculados com os dados transformados. Posteriormente foram verificadas a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade (ROYSTON, 1995). E também a Homocedasticidade por meio da homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene a 5% de probabilidade (GASTWIRTH et al., 2009). Quando diferenças significativas foram detectadas na análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram executadas com auxílio do Software AgroEstat versão online (MALDONADO JUNIOR, 2019).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 consta o resumo da análise de variância e médias gerais obtidas nos parâmetros avaliados no início do florescimento no experimento instalado em área de renovação de canavial em Bebedouro-SP.

Nota-se efeitos altamente significativos dos fatores cultivares (C), tratamentos (T) e interação CxT para os três parâmetros avaliados (Tabela 1).

PARÂMETROS	MSR <sup>1</sup>	MSPA <sup>1</sup>	NPA <sup>1</sup>
	-----g. planta <sup>-1</sup> -----		g.kg <sup>-1</sup>
<b>CULTIVARES (C)</b>			
BRS 7380 RR	3,59ab	15,63 c	25,36 c
TMG 7063 IPRO	3,68ab	21,11 a	28,49 ab
TMG 7062 IPRO	3,21cd	18,94 b	27,53 abc
SYN 13610 IPRO	3,37 bc	21,96 a	25,91 bc
SYN 15640 IPRO	3,94 a	19,11 b	29,38 a
M 6410 IPRO	3,22 cd	17,93b c	26,60 abc
NS 7007 IPRO	3,05 d	17,26b c	27,33 abc
F (C)	13,75**	21,34**	4,15**
<b>TRATAMENTO (T)</b>			
Coinoculação no sulco	3,59 b	18,87 b	28,73 a
Inoculação no sulco	3,91 a	21,52a	28,51 a
Controle	2,81 c	16,16 c	24,44 b
F(T)	141,12**	74,27**	30,77**

<b>F Interações</b>			
C x T	8,65**	3,00**	4,75**
Média geral	3,44	18,85	27,23
CV (%)	2,02	7,55	3,11

<sup>1</sup>Médias de três repetições seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; NPA = teor de nitrogênio total na parte aérea; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz; <sup>1</sup> Média respectivamente de três plantas por repetição.

Tabela 1. Parâmetros relacionados a fixação biológica de nitrogênio, avaliados no estágio fenológico R1-R2 em experimento conduzido em área de reforma de canavial na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB), safra 2018/19.

Quanto ao efeito de cultivares (tabela 1), destacaram-se apresentando maiores médias gerais quanto a MSPA as cultivares SYN 13610 IPRO e TMG 7063 IPRO em relação as demais, mostrando respectivamente, 21,96 g planta<sup>-1</sup> e 21,11 g planta<sup>-1</sup>. Em relação a MSR nota-se que a cultivar SYN 16540 IPRO foi estatisticamente superior as outras cultivares testadas e apresentou 3,94 g planta<sup>-1</sup> e a cultivar obtentora do menor valor médio de biomassa radicular foi a NS 7007 IPRO com 3,05 g planta<sup>-1</sup>. Quando se analisa o nitrogênio total acumulado na parte aérea (NPA) cinco cultivares foram equivalentes estatisticamente (TMG 7063 IPRO, TMG 7062 IPRO, SYN 15640 IPRO, M 6410 IPRO e NS 7007 IPRO) com média das cultivares de 27,87 g.kg<sup>-1</sup> e foram superiores no acúmulo de nitrogênio na parte aérea em relação as cultivares BRS 7380 RR e SYN 13610 IPRO que detiveram respectivamente, 25,36 e 25,91 g.kg<sup>-1</sup>.

Analisando o efeito de tratamentos (tabela 1), nota-se que a prática da inoculação em soja (*Bradyrhizobium*) na dose de inoculante comercial de 0,8 L ha<sup>-1</sup> no sulco de semeadura proporcionou a melhor resposta para MSR e MSPA, entretanto, foi equivalente a coinoculação (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum*) no sulco de semeadura na dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup> para NPA. Por sua vez, o controle não inoculado com bactérias quando comparado as demais práticas, como era de se esperar, mostrou na média geral as piores respostas, ou seja, menores médias em termos de MSPA, MSR e NPA.

Possíveis causas da prática de coinoculação para os parâmetros MSPA e MSR não terem sido superiores quando comparados a inoculação, provavelmente estão associadas ao fato de que o inoculante para a coinoculação que apresenta os dois gêneros de bactérias em sua constituição no mesmo produto, por conta da dose de aplicação que foi de 0,5 L ha<sup>-1</sup> proporcionou no sulco de semeadura a adição de apenas três doses de bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, ao qual, foi tida como insuficiente nesse tipo de forma de aplicação de inoculantes, uma vez que, a literatura tem recomendado o uso de maiores doses em sulco (EMPRAPA, 2018). Por outro lado, apesar de ter sido utilizada duas doses de *Azospirillum* que consiste no recomendado, não foi possível no estágio fenológico em que foi realizada

a coleta das plantas verificar o efeito desse gênero de bactérias tidas como promotoras de crescimento vegetal (BPCV) atuarem incrementando significativamente esses parâmetros, visto que os resultados obtidos nesse trabalho demonstraram que a inoculação a base de *Bradyrhizobium* foi superior estatisticamente a coinoculação. Mesmo assim, como já foi ressaltado acima, para NPA, a coinoculação e inoculação tiveram equivalência estatística e superioridade de ambos tratamentos em relação ao controle não inoculado. Os resultados obtidos corroboram com a Embrapa (2018) que recomenda para obtenção de uma eficiente inoculação no sulco de semeadura, deve-se aplicar o inoculante líquido diluído em água (aproximadamente 50 litros/ha) e que a dose do inoculante, seja seis vezes superior à indicada para o tratamento padrão nas sementes, com o objetivo de compensar a baixa sobrevivência das bactérias, ocasionada por fatores adversos, como temperaturas elevadas do solo, déficit hídrico, acidez, solos arenosos e competição entre colônias de bactérias nativas e as selecionadas.

Na tabela 2 no desdobramento da interação tratamentos dentro de cultivares, verificou-se que com a prática da coinoculação no sulco de semeadura, apenas a cultivar SYN 15640 IPRO foi superior estatisticamente quanto a MSR diferindo estatisticamente das outras cultivares testadas, com média de 4,77 g.planta<sup>-1</sup>; a TMG 7063 IPRO, SYN 13610 IPRO e SYN 15640 IPRO (com média de 21,66 g planta<sup>-1</sup>) não diferiram entre si e proporcionaram maiores valores médios para MSPA quando comparada as outras cultivares; já as cultivares NS 7007 IPRO, TMG 7063 IPRO, TMG 7062 IPRO, SYN 13610 IPRO, SYN 15640 IPRO e M 6410 IPRO cuja média geral das seis cultivares foi de 29,37 g.kg<sup>-1</sup> foram equivalentes estatisticamente entre si e superiores a BRS 7380 RR que deteve 24,93 g.kg<sup>-1</sup> para NPA. Bulegon et al. (2015), verificaram resposta diferenciada dos genótipos de soja BMX Turbo e Coodetec 250 à inoculação de sementes com bactérias do gênero *B. japonicum* ou *A. brasilense* no nitrogênio total na parte aérea.

Por outro lado, com o uso da prática da inoculação no sulco de semeadura na dose de 0,8 L ha<sup>-1</sup> foi verificado superioridade estatística das cultivares BRS 7380 RR (4,28 g planta<sup>-1</sup>), TMG 7063 IPRO (4,53 g planta<sup>-1</sup>) e SYN 16540 IPRO (4,47 g planta<sup>-1</sup>) que foram equivalentes estatisticamente e superiores as outras quanto a MSR que detiveram valor médio de 3,52 g planta<sup>-1</sup>; já, as duas cultivares da TMG e a SYN 13610 IPRO tiveram igualdade estatística e foram superiores quanto a MSPA, com média de 23,78 g.planta<sup>-1</sup>; seis cultivares com exceção da BRS 7380 RR não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores a essa cultivar em relação ao NPA. Ainda em relação a esse parâmetro nota-se média das cultivares de 28,84 g.kg<sup>-1</sup>, enquanto a BRS 7380 RR obteve 25,93 g.kg<sup>-1</sup> de nitrogênio total acumulado na parte aérea;

No caso específico do controle não inoculado nota-se no presente trabalho que as cultivares testadas não se diferenciaram estatisticamente quanto a MSR; Já, as duas cultivares da TMG, SYN 13610 IPRO e M 6410 IPRO destacaram-se com superioridade estatística em relação as demais quanto a MSPA, apresentaram média de 21,78 g planta<sup>-1</sup>;

as quatro cultivares BRS 7380 RR, TMG 7063 IPRO, TMG 7062 IPRO e SYN 15640 IPRO não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores as demais apresentando maiores teores de nitrogênio acumulado na parte aérea (NPA) com média de 26,47 g.kg<sup>-1</sup>.

Ainda na Tabela 2 em relação ao comportamento de cada cultivar em resposta aos tratamentos testados, nota-se que, para a cultivar BRS 7380RR, a inoculação no sulco foi superior a, que por sua vez foi superior ao controle não inoculado quanto aos parâmetros MSR e MSPA.

Cultivares (C)	MSR <sup>1</sup>			F
	----- g.planta <sup>-1</sup> -----			
Tratamentos(T)	COIN	I	C	-
BRS 7380 RR	3,67 b B	4,28 ab A	2,81 a C	33,09**
TMG 7063 IPRO	3,58 b B	4,53 a A	2,93 a C	34,00**
TMG 7062 IPRO	3,62 b A	3,29 c A	2,73 a B	14,51**
SYN 13610 IPRO	3,37 bc A	3,79 bc A	2,96 a B	11,20**
SYN 15640 IPRO	4,77 a A	4,47 a A	2,57 a B	83,67**
M 6410 IPRO	3,15 b c AB	3,54 c A	2,99 a B	5,43**
NS 7007 IPRO	2,99 c B	3,46 c A	2,70 a B	11,10**
F	16,36**	12,53**	2,15NS	

  

Tratamentos(T)	MSPA			F
	----- g.planta <sup>-1</sup> -----			
Tratamentos(T)	COIN	I	C	F
BRS 7380 RR	16,22 c B	19,33 c A	11,33 c C	18,64**
TMG 7063 IPRO	22,22 a A	24,44 a A	16,67 ab B	26,30**
TMG 7062 IPRO	17,28 bc B	23,11 ab A	16,44 ab B	20,95**
SYN 13610 IPRO	22,33 a AB	23,78 ab A	19,78 a B	7,22**
SYN 15640 IPRO	20,44 ab A	20,89 bc A	16,00 b B	10,59**
M 6410 IPRO	17,11 bc A	19,56 c A	17,11 ab A	2,88NS
NS 7007 IPRO	16,44 c B	19,56 c A	15,78 b B	5,65**
F	11,29**	8,69**	7,35**	

  

Tratamentos(T)	NPA			F
	----- g kg <sup>-1</sup> -----			
Tratamentos(T)	COIN	I	C	F
BRS 7380 RR	24,93 b A	25,93 b A	25,20 abc A	0,20ns
TMG 7063 IPRO	27,53 ab A	29,73 a A	28,20 a A	0,70ns

TMG 7062 IPRO	29,80 ab A	27,33 ab AB	24,87 abc B	4,33*
SYN 13610 IPRO	28,40 ab A	26,47 ab AB	22,87 bcd B	6,11**
SYN 15640 IPRO	28,60 ab A	31,93 a A	27,60 ab A	3,14ns
M 6410 IPRO	29,27 ab A	30,33 ab A	20,20 d B	25,27**
NS 7007 IPRO	32,60 a A	27,87 ab B	22,13 cd C	19,53**
F	3,50**	3,04*	7,12**	

Médias de três repetições seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; I = Inoculação no sulco de semeadura com inoculante a base de *Bradyrhizobium*; C = Controle sem inoculação; COI = Coinoculação com uso de inoculante contendo bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no sulco de semeadura; MSR, MSPA e NPA = massa seca da raiz, da parte aérea e nitrogênio acumulado na parte aérea, respectivamente.

Tabela 2. Desdobramento da interação para os parâmetros MSR, MSPA e NPA avaliados no estágio fenológico R1-R2 em diferentes cultivares de soja submetidas a três tratamentos envolvendo inoculação, coinoculação no sulco de semeadura e controle. Bebedouro-SP. Ano agrícola 2018/19.

Por outro lado, considerando essa mesma cultivar os três tratamentos não se diferenciaram para NPA. Esses resultados demonstram que essa cultivar não responde as práticas de inoculação e coinoculação no sulco de semeadura em termos de N acumulado foliar.

Na cultivar TMG 7063 IPRO, a inoculação foi superior a coinoculação que por sua vez foi superior ao controle não inoculado para MSR; a inoculação e coinoculação realizadas no sulco de semeadura foram equivalentes estatisticamente e superiores ao controle para MSPA; e os três tratamentos não se diferenciaram estatisticamente para NPA. Assim, no caso específico dessa cultivar nota-se que cada parâmetro responde de maneira diferenciada quanto as práticas de uso de inoculantes utilizadas no presente estudo. Um fato interessante é que a coinoculação no sulco para a TMG 7063 IPRO não promoveu o maior incremento em termos de MSR quando comparado a inoculação. Segundo Hungria; Nogueira (2014) em estudos conduzidos a campo demonstram que a coinoculação promove vários benefícios como: aumento do sistema radicular possibilitando maior aproveitamento dos fertilizantes. Pelo fato da bactéria do gênero *Azospirillum* ter duas vertentes de ação, sendo a primeira realizar a FBN e a segunda atuar na síntese de fitohormônios de crescimento vegetal (SPAEPEN; VANDERLEYDEN, 2015) era de se esperar uma maior biomassa seca radicular quando comparada a inoculação com somente *Bradyrhizobium*, por conta de atuar formando um sistema radicular mais volumoso.

Em se tratando da cultivar TMG 7062 IPRO, a inoculação e coinoculação foram equivalentes estatisticamente e superiores ao controle para MSR e NPA. A inoculação foi superior a coinoculação que por sua vez foi equivalente ao controle não inoculado

para MSPA. Esses resultados concordam com Braccini et al (2006) que em estudo sobre inoculação padrão nas sementes, coinoculação nas sementes e no sulco de semeadura em soja verificaram em relação a avaliação em R1 da MSPA que a inoculação e coinoculação não se diferenciaram quanto a esse parâmetro.

Para a cultivar SYN 13610 IPRO, a inoculação e coinoculação foram equivalentes estatisticamente e superiores ao controle para os três parâmetros avaliados. Em relação a SYN 15640 IPRO, a inoculação e coinoculação foram equivalentes estatisticamente e superiores ao controle para MSR e MSPA, por outro lado, os três tratamentos não se diferenciaram para NPA. Quando se analisa a cultivar M 6410 IPRO, a inoculação e coinoculação foram equivalentes estatisticamente e superiores ao controle para MSR e NPA, e os três tratamentos não se diferenciaram para MSPA.

Para a cultivar NS 7007 IPRO, a coinoculação no sulco de semeadura com valor médio de 32,60 g.kg<sup>-1</sup> mostrou superioridade estatística para NPA, quando comparada a inoculação no sulco que deteve 27,87 g.kg<sup>-1</sup>, que foi superior ao controle não inoculado com valor médio de 22,13 g.kg<sup>-1</sup>; O fato do NPA ter sido superior com a adoção da prática da coinoculação especificamente para essa cultivar, corrobora com os resultados obtidos por Fukami et al. (2017) e Marques et al. (2017) que relatam a melhor absorção e/ou aproveitamento de água e nutrientes, devido a produção de fitohormônios pelas bactérias do gênero *Azospirillum*; Já, a inoculação foi superior a coinoculação que por sua vez foi equivalente ao controle não inoculado para MSR e MSPA.

Na Tabela 3 consta o resumo da análise de variância e médias gerais obtidas nos parâmetros avaliados no início do florescimento considerando sete cultivares de soja, em relação ao uso de três tratamentos: prática de coinoculação e inoculação no sulco de semeadura e controle não inoculado, em experimento instalado em área de renovação de canalial situado no município de Tanabi-SP.

Nota-se efeitos altamente significativos dos fatores cultivares (C), tratamentos (T) e interação CxT para dois parâmetros avaliados, com exceção de MSPA para o fator (C) e CxT que foi não significativo (Tabela 3).

PARÂMETROS	MSR <sup>1</sup>	MSPA <sup>1</sup>	NPA
	-----g. planta <sup>-1</sup> -----		g.kg <sup>-1</sup>
<b>CULTIVARES (C)</b>			
BRS 7380 RR	1,08 cd	7,93 a	35,16 c
TMG 7063 IPRO	1,12 bcd	8,30 a	38,06 b
TMG 7062 IPRO	1,04 d	8,07 a	37,51 b
SYN 13610 IPRO	1,28 a	9,00 a	37,21 b
SYN 15640 IPRO	1,20 abc	7,93 a	42,03 a
M 6410 IPRO	1,24 ab	8,59 a	34,71 c
NS 7007 IPRO	1,09 cd	8,67 a	38,33 b
F (C)	9,35**	1,15ns	25,39**
<b>TRATAMENTO (T)</b>			
Coinoculação no sulco	1,27 a	8,49 a	40,03a
Inoculação no sulco	1,22 a	8,91 a	37,91 b
Controle	0,97 b	7,67 b	34,78 c
F(T)	66,56**	7,16**	74,83**
<b>F Interações</b>			
C x T	7,65**	1,23ns	45,36**
Média geral	1,15	8,35	37,57
CV (%)	58,97	5,16	1,60

<sup>1</sup>Médias de três repetições seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz; NPA = nitrogênio acumulado na parte aérea; <sup>1</sup> Média respectivamente de três plantas por repetição.

Tabela 3. Parâmetros relacionados a fixação biológica de nitrogênio, avaliados no estágio fenológico R1-R2 em experimento conduzido em área de reforma de canavial em propriedade particular em Tanabi-SP, safra 2018/19.

Na Tabela 3 quando se analisa a MSR, nota-se que as cultivares SYN 13610 IPRO, SYN 15640 IPRO e M 6410 IPRO, tiveram igualdade estatística e foram superiores as demais cultivares de uso no ensaio, sendo essas três com maiores valores de massa seca radicular com média de 1,24 g.planta<sup>-1</sup> e as cultivares obtentoras do menor valor médio de biomassa radicular foram a TMG 7062 IPRO que obteve 1,04 g.planta<sup>-1</sup>, apesar de não diferir estatisticamente pelo teste de tukey das cvs. BRS 7380 RR, TMG 7063 IPRO e NS 7007 IPRO. Em relação a MSPA, não houve comportamento diferenciado de cultivares para esse parâmetro. Quando se analisa o NPA, nota-se que a cultivar SYN 15640 IPRO deteve o maior acúmulo de nitrogênio foliar em relação as outras cultivares testadas com valor médio de 42,03 g.kg<sup>-1</sup>. Ainda em relação a esse parâmetro verificou-se que as cultivares TMG 7063 IPRO, TMG 7062 IPRO, SYN 13610 IPRO e NS 7007 IPRO, não diferiram entre si e posicionaram-se como intermediárias no acúmulo de nitrogênio na parte aérea,

sendo a média dessas cultivares de 37,78 g.kg<sup>-1</sup> e com menor valor médio de NPA ficou a cultivar M 6410 IPRO com 34,71 g.kg<sup>-1</sup>. Efetuando-se uma comparação com o experimento realizado na EECB, nota-se comportamento diferenciado das cultivares nas médias dos tratamentos testados para todos os parâmetros avaliados em relação aos resultados obtidos no experimento de Tanabi. A única semelhança encontrada foi para a cultivar SYN 15640 IPRO que em ambos experimentos esteve associada aos maiores valores médios quanto a MSR e NPA.

Analisando o efeito de tratamentos na média geral do experimento realizado em Tanabi-SP (tabela 3), nota-se que a prática da coinoculação no sulco de semeadura em soja (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum*) na dose de formulação comercial de 0,5 L ha<sup>-1</sup> proporcionou a melhor resposta no teor de nitrogênio na parte aérea (NPA), sendo superior a inoculação que por sua vez, foi superior ao controle; entretanto, foi equivalente a inoculação (*Bradyrhizobium*) no sulco de semeadura na dose de 0,8 L ha<sup>-1</sup> e ambas superiores ao controle para os parâmetros MSR e MSPA. Em relação ao experimento efetuado na EECB (Tabela 1), nota-se que situação diferente foi verificada, ou seja para MSR e MSPA a inoculação foi superior a coinoculação que foi superior ao controle não inoculado. Já, para NPA, notas que as duas práticas de adição de insumos biológicos via sulco de semeadura foram equivalentes estatisticamente entre si e superiores ao controle não inoculado. Também na média geral dos experimentos verifica-se que em Tanabi, apresentou-se com 10,34 g.kg<sup>-1</sup> a mais para NPA, porém com 2,29 e 10,5 g.planta<sup>-1</sup> a menos para respectivamente MSR e MSPA.

Na Tabela 4 no desdobramento da interação tratamentos dentro de cultivares, as cultivares SYN 13610 IPRO, SYN 15640 IPRO e M 6410 IPRO tiveram igualdade estatística e responderam melhor ao uso da prática da coinoculação no sulco de plantio em relação as outras cultivares quanto a MSR, com média dessas três cultivares de 1,50 g.planta<sup>-1</sup>; a TMG 7063 IPRO apresentou quando associada a prática de coinoculação no sulco de semeadura o maior médio acúmulo de nitrogênio na parte aérea (51,20 g.kg<sup>-1</sup>) e as cultivares analisadas nesse experimento tiveram o mesmo comportamento dentro da coinoculação para MSPA. É importante ressaltar que caracteres com relação direta e indireta a FBN não têm sido contemplados pelos programas de melhoramento genético de soja, o que implica na necessidade de pesquisas que abordem a correlação entre FBN e produtividade em um grupo de genótipos representativos da espécie. O próximo passo para elevar a atividade da FBN, consiste na seleção de cultivares de soja, visando possíveis indicações de estratégias para o melhoramento (TORRES, et al., 2015; SCICLAIR E NOGUEIRA, 2018). Em comparação com os resultados obtidos na Tabela 2 para o experimento realizado na EECB nota-se que as cultivares se posicionaram quanto a expressão dos parâmetros de modo diferenciado nos diferentes locais de avaliação. Exceto a cultivar SYN 15640 IPRO que em ambos locais esteve no ranking das cultivares de melhor resposta quanto a prática da coinoculação no sulco incrementando a MSR.

Cultivares (C)	MSR <sup>1</sup>			F
	----- g.planta <sup>-1</sup> -----			
Tratamentos(T)	COIN	I	C	-
BRS 7380 RR	1,06 b B	1,25 ab A	0,92 a B	10,09**
TMG 7063 IPRO	1,10 b AB	1,23 ab A	1,02 a B	4,22*
TMG 7062 IPRO	1,03 b A	1,12 ab A	0,96 a A	2,20 ns
SYN 13610 IPRO	1,49 a A	1,31 a A	1,03 a B	19,78**
SYN 15640 IPRO	1,55 a A	1,04 b B	1,01 a B	34,78**
M 6410 IPRO	1,47 a A	1,33 a A	0,93 a B	29,90**
NS 7007 IPRO	1,15 b A	1,23 ab A	0,89 a B	11,48**
F	19,51**	3,99**	1,15ns	

  

Tratamentos(T)	MSPA			F
	----- g.planta <sup>-1</sup> -----			
Tratamentos(T)	COIN	I	C	F
BRS 7380 RR	8,22 a A	8,45 a A	7,11 a A	1,74 ns
TMG 7063 IPRO	8,00 a A	8,45 a A	8,45 a A	0,24 ns
TMG 7062 IPRO	8,22 a A	7,66 a A	8,33 a A	0,39 ns
SYN 13610 IPRO	9,44 a A	9,78 a A	7,78 a A	2,47 ns
SYN 15640 IPRO	7,56 a A	8,67 a A	7,56 a A	1,15ns
M 6410 IPRO	9,11 a AB	9,56 a A	7,11 a B	4,67*
NS 7007 IPRO	8,89 a AB	9,78 a A	7,33 a B	3,86*
F	1,12 ns	1,50 ns	0,99 ns	

  

Tratamentos(T)	NPA			
	g.kg <sup>-1</sup>			
Tratamentos(T)	COIN	I	C	F
BRS 7380 RR	35,93 c A	35,00 cd A	34,53 ab A	0,88 ns
TMG 7063 IPRO	51,20 a A	32,07 d B	31,73 b B	183,50 **
TMG 7062 IPRO	35,93 c B	41,60 b A	35,00 a B	20,68**
SYN 13610 IPRO	42,87 b A	34,07 cd B	34,70 ab B	38,82**
SYN 15640 IPRO	39,47 b B	51,15 a A	35,47 a C	90,13**
M 6410 IPRO	33,67 c A	35,00 cd A	35,47 a A	1,65ns
NS 7007 IPRO	41,13 b A	36,47 c B	36,59 a B	11,32**
F	49,56**	62,20**	4,34**	-

Médias de três repetições seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; I = Inoculação no sulco de semeadura com inoculante a base de *Bradyrhizobium*; C = Controle sem inoculação; COI = Coinoculação com uso de inoculante contendo bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no sulco de semeadura; MSR, MSPA e NPA = massa seca da raiz, da parte aérea, nitrogênio acumulado na parte aérea, respectivamente.

Tabela 4. Desdobramento da interação para MSR, MSPA e NPA avaliados no estágio fenológico R1-R2 em diferentes cultivares de soja submetidas a três tratamentos envolvendo inoculação e coinoculação no sulco de semeadura e controle. Tanabi-SP. Ano agrícola 2018/19.

Ainda na Tabela 4 com a prática da inoculação no sulco de semeadura na dose de 0,8 L ha<sup>-1</sup> foi verificado que a SYN 13610 IPRO e M 6410 IPRO se destacaram e não se diferenciaram estatisticamente entre si e de outras quatro cultivares para MSR; as cultivares nessa prática não tiveram comportamento diferenciado quanto a MSPA; a SYN 15640 IPRO foi o destaque quando em associação a prática da inoculação, em relação as outras seis cultivares analisadas, apresentando maior NPA com valor médio de 51,15 g.kg<sup>-1</sup>; por outro lado, a TMG 7063 IPRO, deteve o menor acúmulo de nitrogênio foliar com valor médio de 32,07 g.kg<sup>-1</sup>. Comparando-se ambos os experimentos (Tabelas 2 e 4), sob inoculação nota-se que as cultivares tiveram comportamento totalmente diferenciado para os três parâmetros avaliados

No caso específico de não adição de bactérias nas diferentes cultivares testadas, nota-se no presente trabalho que todas as cultivares testadas não mostraram diferenças no comportamento das cultivares para MSR e MSPA; para NPA obteve-se a situação de que com exceção da TMG 7063 IPRO com 31,73 g.kg<sup>-1</sup> as demais cultivares analisadas não diferenciaram entre si e foram superiores quanto a esse parâmetro. Esse resultado obtido para NPA demonstra que a TMG 7063 IPRO provavelmente tem menor capacidade de absorção de N que as outras cultivares analisadas no presente trabalho quando na presença de bactérias nativas ou naturalizadas no solo, uma vez, que nesse tratamento não foi adicionado insumos biológicos. Na comparação dos experimentos (Tabela 2 e 4), nota-se que com exceção do parâmetro MSR que em ambos locais, as cultivares avaliadas se comportaram de forma semelhante, e apenas para a cultivar TMG 7063 IPRO que foi rankeada entre as de maior incremento quanto a NPA quando na ausência de adição de insumos biológicos, para MSPA, os resultados foram divergentes nos diferentes locais.

Ainda na Tabela 4 quando se considera o comportamento de cada cultivar em resposta aos três tratamentos testados, observa-se que na cultivar BRS 7380RR, a inoculação no sulco foi superior estatisticamente aos demais tratamentos testados que não diferiram entre si para MSR; os três tratamentos testados foram equivalentes entre si para MSPA e NPA. Especificamente para a cultivar BRS 7380 RR verificou-se que a mesma tem bom sinergismo com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* atuando no incremento do parâmetro MSR e por outro lado a cultivar não respondeu positivamente em relação aos diferentes tratamentos testados quanto ao NPA e MSPA. Em relação a Tabela 2, experimento realizado na EECB, os resultados de ambos locais foram semelhantes para MSR e NPA.

Em relação a cultivar TMG 7063 IPRO verificou-se que a coinoculação no sulco de semeadura foi superior estatisticamente quando comparado aos demais tratamentos analisados para NPA; também essa prática foi equivalente estatisticamente a inoculação no sulco e superior ao controle não inoculado para MSR e por fim nessa mesma cultivar os três tratamentos tiveram igualdade estatística para MSPA. Em se tratando da cultivar TMG 7062 IPRO, nota-se que para MSR e MSPA os tratamentos não se diferenciaram entre si,

deste modo, e para NPA a inoculação no sulco foi superior as demais práticas utilizadas (Tabela 4). Para a cultivar SYN 13610 IPRO nota-se que a prática de coinoculação no sulco de semeadura teve igualdade estatística a inoculação e foram superiores ao controle sem adição de bactérias para MSR. IA coinoculação destacou-se e foi superior em relação aos demais tratamentos para acúmulo de nitrogênio na parte aérea (NPA); e para MSPA os três tratamentos testados tiveram igualdade estatística. Nesse caso específico, quando se efetua uma comparação entre locais avaliados, nota-se expressão semelhante apenas do parâmetro MSR (Tabelas 2 e 4). Já, a cultivar SYN 15640 IPRO, a coinoculação no sulco foi superior estatisticamente aos demais tratamentos testados para MSR. Já, a inoculação no sulco teve melhor desempenho sendo superior a coinoculação que foi superior ao controle quando se considera o NPA. E em relação a MSPA, os tratamentos não se diferenciaram estatisticamente. Quando se analisa a cultivar M 6410 IPRO, a coinoculação no sulco foi equivalente a inoculação e ambas superiores ao controle para MSR e MSPA e os tratamentos não se diferenciaram estatisticamente para NPA. Na comparação entre locais, nota-se que apenas o parâmetro MSR teve comportamento semelhante tanto em Tanabi, como em Bebedouro (Tabelas 4 e 2). Para a cultivar NS 7007 IPRO, a coinoculação foi equivalente a inoculação para MSR, MSPA e coinoculação foi superior aos demais tratamentos testados para NPA. Já, em relação a expressão dos parâmetros nos dois locais, nota-se semelhança apenas para NPA, na qual a prática de coinoculação no sulco de semeadura proporcionou maior incremento em relação aos outros tratamentos testados em ambos os locais. Já, para as cultivares TMG 7063 IPRO e TMG 7062 IPRO e SYN 15640 IPRO verificou-se que a expressão dos três parâmetros foi diferente nos diferentes locais de avaliação (Tabelas 2 e 4).

## 4 | CONCLUSÕES

Houve comportamento diferenciado na expressão dos parâmetros massa seca radicular, da parte aérea e nitrogênio acumulado na parte aérea nos diferentes experimentos, tanto para cultivares, bem como, para tratamentos testados;

Apesar das cultivares comerciais serem em sua maioria oriundas de cruzamentos aparentados, foram verificadas diferenças marcantes, o que evidencia a existência de variabilidade genética a ser explorada, para MSR, MSPA e NPA verificados em ambos os locais de avaliação;

O desenvolvimento de estudos que envolvam a identificação de genótipos com maior capacidade de FBN avaliados pelos parâmetros MSR, MSPA e NPA, são de suma importância para melhor compreensão do processo e na escolha de cultivares com maior capacidade simbiótica para uso em áreas de reforma de canavial.

## REFERÊNCIAS

BULEGON, L. G.; RAMPIM, L.; KLEIN, J.; KESTRING, D.; GUIMARÃES, V. F.; BATTISTUS, A. G.; INAGAKI, A. M. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Terra Latinoamericana**. v. 34, n. 2, p.169–176. 2015.

CANASAT. **Mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da terra**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/canasat/>> Acesso em 8/03/2016.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento Agrícola – (2019) **Quarto levantamento de grãos. Safra 2018/19**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 10/09/2019.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja. Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p.

EMBRAPA. **Tecnologia de coinoculação combina alto rendimento com sustentabilidade na produção de soja e do feijoeiro**. Disponível em:<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1580416/tecnologia-de-coinoculacao-combina-alto-rendimento-com-sustentabilidade-na-producao-de-soja-e-do-feijoeiro> >. Acesso em 12 de outubro de 2014.

FEHR, W.R. E CAVINESS, J.A. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FUKAMI, J.; OLLERO, F.J.; MEGIAS, M.; HUNGRIA, M. Phytohormones and induction of plant-stress tolerance and defense genes by seed and foliar inoculation with *Azospirillum brasilense* cells and metabolites promote mayze growth. **AMB Express**. v. 7. p. 153. 2017

GASTWIRTH, J.L. ; GEL, Y. R. AND MIAO, W. The Impact of Levene's Test of Equality of Variances on Statistical Theory and Practice. **Statistical Science** 2009, Vol. 24, No. 3, 343–360 DOI: 10.1214/09-STS301 © Institute of Mathematical Statistics, 2009.

HAWKINS, D.M. AND WEISBERG, S. Combining the box-cox power and generalised log transformations to accommodate nonpositive responses in linear and mixed-effects linear models. **South African Statistical Journal**, v. 51 n.2, , p. 317-328. 2017.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 80p. 2007.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A. **Tecnologia de coinoculação: rizobium e Azospirillum em soja e feijoeiro**. EMPRAPA SOJA, 2014. Folders. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/984365/tecnologia-de-coinoculacao-rizobios-e-azospirillum-em-soja-e-feijoeiro>. Acesso em 08/04/2016.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Alternative methods of soybean inoculation to overcome adverse conditions at sowing. **African Journal Agricultural Research**, v. 10, n. 23, p. 2329-2338, 2015.

HUNGRIA, M. et al. Inoculum rate effects on the soybean symbiosis in new or old fields under tropical conditions. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 3, p. 1-7, 2017.

MALDONADO JUNIOR, W. **Programa Estatístico AgroEstat**. Disponível em <https://www.agroestat.com.br/>. Acesso em 20 de setembro de 2019.

MARQUES, A.C.R.; OLIVEIRA, L.B.; NICOLOSO, F.T.; JACQUES, J.S.; GIACOMINI, S.J.; QUADROS, F.L.F.; Biological nitrogen fixation in C4 grasses of diferente growth strategies of South America natural grasslands. **Applied Soil Ecology**. v. 113, p. 54-62. 2017.

QUADROS, A.S.; BANDEIRA, L.; KASPER, N.; GIANCOTTI, P.R.F.; CONTI, A. Inoculação e coinoculação com Bradyrhizobium e Azospirillum na cultura da soja Bradyrhizobium and Azospirillum inoculation and coinoculation in soybean culture. **Braz. J. Anim. Environ. Res.**, Curitiba, v. 3, n. 1, p.200-206, jan./mar. 2020 ISSN 2595-573X

ROYSTON, P. Remark AS R94: A Remark on Algorithm AS 181: The W-test for Normality **Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)** v. 44, n. 4 p. 547-551. 1995.

SINCLAIR, T.R.; NOGUEIRA, M.A. Selection of host plant genotype: the next step to increase grain legume N<sub>2</sub> fixation activity. **Journal of Experimental Botany**. v. 69, p. 3523-3530. 2018.

SPAEPEN, S.; VANDERLEYDEN, J. Auxin signaling in Azospirillum brasilense: a proteome analysis. **Biological nitrogen fixation**. p. 937-940. 2015.

TORRES, A.R. et al. Genetic structure and diversity of a soybean germoplasm considering biological nitrogen fixation and protein content. **Scientia agrícola**. v. 72, p. 47-52. 2015.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adução 22, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 74, 89, 105, 143, 206, 207, 208, 209, 211, 212  
Alimentação 7, 20, 46, 58, 175, 183, 184, 185, 186, 188, 206, 207, 208  
Análise de componentes principais 60, 61, 63, 64, 65, 145, 146

### B

*Bacillus subtilis* 52, 53, 152

### C

Carotenoides 100, 101, 102, 103, 104, 105  
Cinzas 35, 36, 38, 40  
Clorofilas 100, 101, 102, 103, 104, 105  
Cultivares 2, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 103, 104, 115, 118, 140, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 240  
Custos de produção 176, 180, 182, 183, 184

### D

Desempenho de leitões desmamados 52

### F

Ficha de avaliação 95, 96, 97, 98  
Forragem 205, 206, 208, 211

### G

Gases de efeito estufa 22, 23, 26, 27, 28, 36, 43  
Gerenciamento do seringal 96, 98  
Grãos 60, 61, 62, 63, 72, 85, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 101, 154, 155, 161, 183, 196, 200, 202, 212

### H

Higiene 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 19, 20  
Hortaliças 2, 4, 5, 10, 100, 101, 102, 104, 105, 139, 171, 174, 208

### M

Macrofauna 45, 46, 51  
Manejo do solo 45, 46, 243  
Mapas de colheita 60, 61, 62, 64, 65  
Mecanização 171, 174, 222

Mesofauna 45, 46, 50

Mudas 1, 2, 3, 4, 105, 124, 125, 126, 127, 129, 131, 132, 135, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 207, 228

## **N**

Nutrição foliar 30, 31

Nutrição mineral 28, 34, 137

## **O**

Oxido nitroso 22, 23, 26

## **P**

Pecuária leiteira 176, 179, 185, 187

Pirólise 35, 36, 37, 38

Plantio direto 44, 45, 47, 49, 50, 89

Prebióticos em suínos 52

Produção agrícola 61, 68, 113, 196, 213

Produção animal 184, 185, 186, 206

Produtividade 2, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 46, 53, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 81, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 105, 106, 124, 142, 152, 170, 185, 187, 196, 200, 202, 204, 205, 206, 208, 209, 210, 212, 222

## **R**

Rastreabilidade genética 125, 131

Regiões brasileiras 175, 176, 177, 179, 185

Resistência 53, 87, 88, 89, 90, 93, 201

## **S**

Salinidade 133, 135, 136, 137, 138

Seca 47, 70, 73, 75, 78, 80, 82, 84, 133, 135, 137, 138, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 194, 197, 199, 200, 202, 209, 210, 211

Segurança dos alimentos 7, 9, 10, 18

Sementes 73, 76, 79, 89, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 131, 134, 140, 143, 144, 145, 152, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204

Substituição de antimicrobianos 52

## **U**

Unidades de produtividade 60, 61, 63, 64, 66, 67, 68

Uso de aditivos na suinocultura 52

# ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e  
seus Campos de Atuação

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)

# ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e  
seus Campos de Atuação

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)

 Atena  
Editora

Ano 2021