

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 Cremonesi

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
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

CAPÍTULO 8

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

Data de aceite: 03/05/2021

Gislaine S. Pereira

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Dpto de Engenharia de Biossistemas, Esalq/USP
Piracicaba, SP

Leandro M. Gimenez

Professor Dr. do depto de Engenharia de Biossistemas, Esalq/USP
Piracicaba, SP

RESUMO: Os mapas de produtividade resultantes das operações de colheita não garantem informações prontamente disponíveis devido a presença de erros e da variabilidade temporal. O uso de técnicas de processamento destes dados para eliminar erros e identificar as regiões com desempenho distinto e consistente deve ser adotado. Os métodos mais simples para o processamento de dados são os supervisionados. Métodos não supervisionados são propostos e entre eles o método MYPA (Blasch et al.2020), que emprega a análise de componentes principais e regressões, além do agrupamento com uso de lógica fuzzy. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o método MYPA em comparação a um método de referência. Um banco de dados contendo oito mapas das culturas de milho e soja foi utilizado. Pode-se observar que a técnica MYPA apresentou menor variância relativa (0,12) comparado ao método de referência (0,68). Na avaliação da qualidade do agrupamento, realizada através de testes

de análise multivariada, o método de referência obteve menor desempenho (Pillai = 0,23; Wilks' λ = 0,78) que MYPA (Pillai = 1,14; Wilks' λ = 0,07). O uso da metodologia requer domínio de técnicas estatísticas trazendo, entretanto, vantagens na regionalização.

PALAVRAS-CHAVE: Mapas de colheita, unidades de produtividade, análise de componentes principais.

CHARACTERIZATION OF SPATIAL DISTRIBUTION PATTERNS OF GRAIN PRODUCTIVITY THROUGH A SUPERVISED AND UNSUPERVISED METHOD

ABSTRACT: Yield maps resulting from the harvesting operations do not guarantee readily available information due to the presence of errors and temporal variability. Use of techniques of processing this data to eliminate errors and identify regions with distinct and consistent performance should be adopted. The simplest methods for data processing are supervised. Unsupervised methods are proposed and among them the MYPA method (Blasch et al., 2020), which employs principal component analysis and regressions, in addition to grouping using fuzzy logic. Therefore, the aim of this study was to evaluate the MYPA in comparison to a reference method. A database containing eight yield maps of the corn and soybean crops was used. It can be seen that the MYPA showed less relative variance (0.12) compared to the reference method (0.68). In the evaluation of the quality of the cluster, carried out through multivariate analysis tests, the reference method obtained less performance

(Pillai = 0.23; Wilks λ = 0.78) than MYPA (Pillai = 1.14; Wilks' λ = 0.07). The methodology requires experience with statistical analysis but offers advantages for zones delineation.

KEYWORDS: Yield map, management zones, principal components analysis.

INTRODUÇÃO

A produção de grãos é considerada uma das principais atividades agrícolas no Brasil contribuindo para melhoria da economia do país. Com o passar dos anos e junto a expansão das tecnologias, é possível monitorar o resultado da produção agrícola durante a etapa de colheita, através da espacialização de dados, utilizados como fonte de informação para a agricultura de precisão (AP). Os monitores de colheita, comercializados desde a década de 90, possibilitam a obtenção da variabilidade espacial da produção a nível de lavoura, podendo auxiliar os produtores agrícolas no manejo de áreas (Blasch et al., 2020). Embora seja comum o uso desta informação como camada de resposta para a AP (McEntee et al., 2019), a dificuldade por parte do produtor rural na interpretação e visualização do comportamento espacial da produção, diante de uma série de safras ainda é uma restrição, o que torna os mapas, muitas vezes subutilizados (Leroux et al., 2018; Blasch et al., 2020).

Pesquisas como a de Blackmore et al. (2003) e Xiang et al. (2007) mostraram ser possível identificar unidades de produtividade com base na variabilidade espacial e temporal de mapas de colheita, fazendo com que informações de produtividade passem a ser utilizadas em diferentes práticas de gerenciamento das lavouras. Segundo Blackmore et al. (2003), é necessário aplicar técnicas estatísticas, que permitam visualizar características de interesse. Blasch et al. (2020), buscando compreender o comportamento de séries temporais, desenvolveram uma metodologia para Análise Multitemporal dos Padrões de Produtividade (*Multi-temporal Yield Pattern Analysis* - MYPA), o que auxiliou na determinação de unidades de produtividade, minimizando a influência dos fatores que afetam a produção agrícola, como clima e solo. De acordo com Blasch et al. (2020), o método auxiliou na obtenção de regiões agrícolas homogêneas de maior e menor produtividade, baseado em informações das séries temporais de várias safras e de diferentes culturas, por meio da análise de componentes principais. Leroux et al. (2018), obtiveram unidades de produtividade com uso da estabilidade espacial e temporal da produtividade de culturas, através dos dados brutos de mapas de colheita de várias safras e de análise estatística multivariada.

Técnicas para determinar a produtividade relativa ao longo das safras podem reduzir as variações de produção em função do tipo de cultura, devido ao uso de ferramentas estatísticas, que permitem obter regiões homogêneas dentro do talhão (Blasch et al., 2020). Para as condições brasileiras, estudos têm buscado soluções no processamento de mapas de colheita (Spezia et al., 2012), outros no mapeamento e regionalização de parâmetros de importância para o gerenciamento das lavouras, como o zoneamento de variáveis de solo e

clima (Ricardo et al., 2016), utilizando métodos estatísticos (Bazzi et al., 2013). No entanto, poucos são os estudos realizados para as lavouras brasileiras, muitas vezes pela ausência de séries temporais de mapas de colheita, ou devido a subutilização das informações. Sendo assim, é importante reforçar a necessidade de obtenção de resultados consistentes dos padrões da produtividade e se estas mudanças são estáveis ou não com o passar dos anos. De acordo com Ping e Dobermann (2005), estudos em diferentes safras e com culturas distintas devem ser realizados para consolidação das técnicas utilizadas. Assim, o objetivo do estudo foi explorar a estabilidade espacial e temporal de uma série histórica de mapas de produtividade de grãos, baseando-se na variação relativa da produção durante 8 safras, através do uso de técnicas de agrupamento de unidades de produção e verificar seus padrões de produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foi utilizado um talhão de 20 hectares, localizado na região Noroeste do Paraná (23°23'S, 52°15'O, 485 m). A área é destinada a produção de soja em safra principal e milho segunda safra. A região possui clima subtropical úmido com verões quentes (Cfa), temperatura média anual em torno de 20°C e precipitação anual entre 1300 a 1600 mm (Alvares et al., 2014).

Foram obtidos mapas de colheita das safras de 2015 a 2020 (Tabela 1), totalizando 8 safras, três de milho (2015, 2018 e 2019) e cinco de soja (2016, 2017, 2018, 2019 e 2020). Os dados brutos foram filtrados com uso do software Mapfilter® para remoção de valores discrepantes. Posteriormente, os dados de produtividade foram normalizados (Figura 2) e importados para o software Vesper 1.62® (Minasny et al., 2005). A interpolação dos valores de produtividade ocorreu por meio de krigagem em bloco (10 x 10 m), com uso de variograma local em grade de 5 m x 5 m. Para todas as safras, os dados foram interpolados em grade de mesmo tamanho, possibilitando a comparação entre as safras e as diferentes culturas.

Produção (t ha ⁻¹)	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Milho - 2015	7,70	7,67	0,58	5,83	9,97
Soja - 2015/16	2,64	2,65	0,24	1,98	3,43
Soja - 2016/17	4,18	4,19	0,20	3,37	5,20
Soja - 2017/18	2,96	3,00	0,25	2,12	3,78
Milho - 2018	7,93	7,99	0,75	4,54	9,75
Soja - 2018/19	2,96	2,98	0,29	2,20	3,65
Milho - 2019	9,51	9,55	0,72	5,71	11,93
Soja - 2019/20	2,29	2,29	0,17	1,47	2,96

Tabela 1. Estatística descritiva da produtividade de safras de soja e milho (t ha⁻¹) durante o período de 2015 a 2020.

No primeiro método analisado, MYPA, com os mapas de produtividade padronizados das 8 safras, realizou-se uma análise de componentes principais (ACP) para verificar possíveis outliers entre os dados (Figura 1). Foram realizadas duas iterações, sendo que na primeira iteração (Figura 1A) foi possível observar um comportamento atípico para os dados de produtividade normalizada (Prod) da safra de 2016/17 em comparação a tendência das demais safras, sendo então eliminado do rol de dados. Após a eliminação dos outliers, foram determinadas 7 camadas vetoriais para cada safra. Os vetores foram convertidos em rasters de banda única e empilhados utilizando a função “stack” do pacote RStoolbox (Leutner et al., 2018), na plataforma do Rstudio (R Core Team, 2020). O empilhamento das camadas resultou na obtenção de um raster multibanda, contendo em cada pixel a informação das 7 safras selecionadas. Determinou-se então a média (μ) e o desvio padrão relativo (σ) do raster multibanda. Após a filtragem e processamento dos dados para conversão em “layers”, iniciou-se duas etapas de tratamento para obtenção das unidades de produtividade (Figura 2).

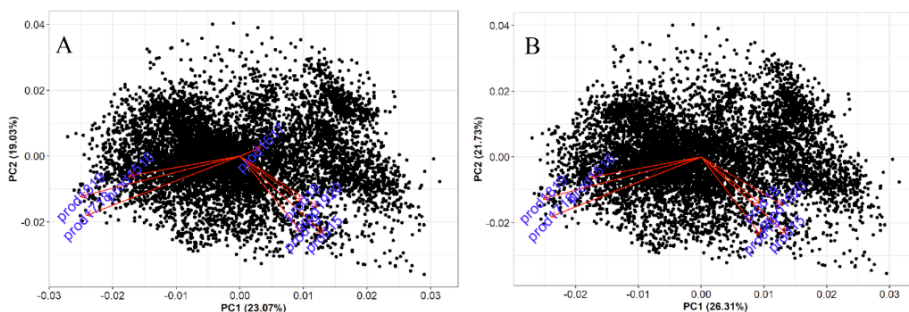


Figura 1. Análise de Componentes Principais (ACP) dos mapas de produtividade de grãos em 8 safras após primeira iteração (A) e de 7 safras após remoção de outliers e segunda iteração (B).

A primeira etapa consistiu na análise de componentes principais do raster multibanda através da função “rasterPCA”, utilizando o pacote RStoolbox. Foram obtidos seis rasters de componentes principais (CP1 a CP6), utilizados para uma análise de regressão linear com cada raster banda única da produtividade padronizada. Através do processo foi obtido o coeficiente de determinação corrigido (R^2) da regressão entre rasters (CP ´ Produtividade), o que possibilitou a classificação/seleção de quais CP possuíam uma relação de pelo menos 50% ($R^2 > 0,5$) com a produção em cada uma das safras. Com a análise foi possível obter quais CPs seriam utilizados para o agrupamento não supervisionado. O “layer” de s representa a variação relativa da produção ao longo do tempo, sendo utilizado junto aos CPs na obtenção das unidades de produtividade. O agrupamento não supervisionado foi realizado através da técnica “k-means” utilizando o pacote cluster (Maechler et al., 2018).

As unidades de produtividade no agrupamento não supervisionado foram classificadas em regiões de Alta Produtividade (Estável ou Instável) e Baixa Produtividade (Estável ou Instável). Toda a etapa 1 foi baseada em metodologia descrita em Blasch et al. (2020).

No método de referência foi realizada a classificação supervisionada das unidades de produtividade, baseando-se no coeficiente de variação, e utilizando como camada principal a média total (μ) da produtividade normalizada de todas as safras, classificadas como Alta Produtividade (Estável ou Instável) e Baixa Produtividade (Estável ou Instável). Foram obtidas 4 unidades de produtividade ($k = 4$), e após a obtenção dos grupos, foi realizada uma análise de variância relativa (RV), e de qualidade do ajuste (Pillai e λ de Wilk's) para verificação qualidade dos agrupamentos.

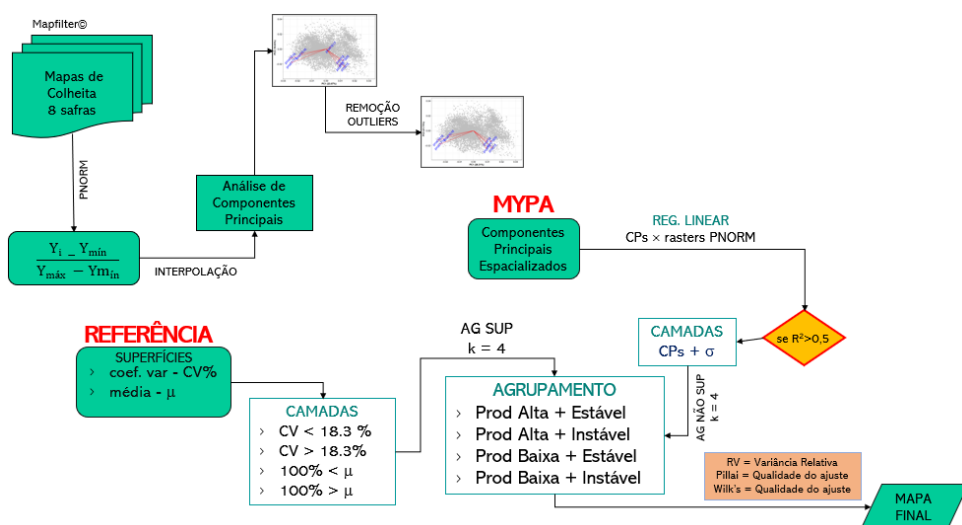


Figura 2. Fluxograma das etapas de processamento dos mapas de colheita até a obtenção das unidades de produtividade através de método não supervisionado (MYPA) e supervisionado (REFERÊNCIA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os padrões espaciais da produtividade normalizada para as 8 safras podem ser visualizados em Figura 3. As safras 2017/18 e 2018/19 apresentaram padrões semelhantes de produtividade, o mesmo para as safras 2018 e 2019. A safra 2016/17 foi considerada um outlier durante o processo de análise de componentes principais (Figura 1), o que resultou em sua retirada do conjunto de dados. Possivelmente a razão para esta eliminação são os valores predominantemente baixos de produtividade (Figura 3) em comparação as demais safras.

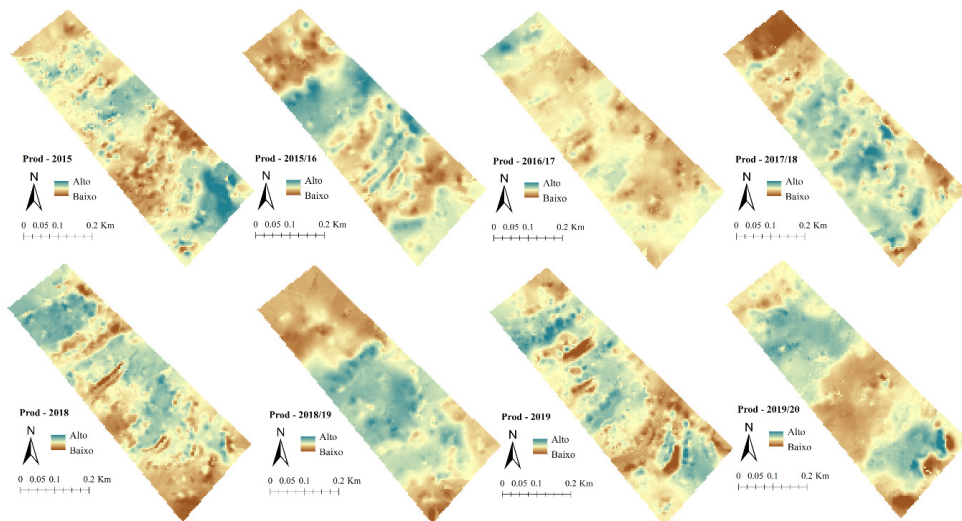


Figura 3. Mapas de colheita padronizados das culturas de soja (2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19 e 2019/20) e milho (2015, 2018 e 2019).

A variância explicada por cada um dos CPs é apresentada na Tabela 2. Os PCs 1 e 2 apresentaram mais de 48% da Var. Expl. da série temporal de produtividade. Apenas o CP1 foi selecionado para etapa de agrupamento, baseado na premissa de que a regressão linear entre a produtividade de cada safra apresentasse um $R^2 > 0,5$.

Prod	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5	CP 6	μ
Milho 2015	0,1640	0,3984	0,1332	0,079	0,0635	0,1461	0,1670
Milho 2018	0,0813	0,1502	0,3715	0,2507	0,0815	0,0374	0,1272
Milho 2019	0,0817	0,4221	0,0851	0,2342	0,0636	0,0825	0,1704
Soja 2015/16	0,2777	0,0285	0,2709	<0,001	0,4058	0,0164	0,2159
Soja 2017/18	0,5152	0,2444	<0,001	0,0024	0,044	0,0727	0,3877
Soja 2018/19	0,5713	0,1195	0,0674	0,0112	0,052	0,0466	0,3142
Soja 2019/20	0,1495	0,1574	0,2421	0,351	0,0102	0,0546	0,1244
Var Expl. (%)	26	22	17	13	10	6	-

*Var Exp. corresponde a variância explicada de cada um dos componentes principais.

Tabela 2. Coeficiente de determinação ajustado (R^2) dos modelos de regressão linear entre a produtividade normalizada em cada safra e componentes principais (CPs \hat{Prod}), e a produtividade normalizada média ($\mu \hat{Prod}$).

Ainda em relação à análise de componentes principais (Figura 4), é possível observar uma alta tendência a correlação espacial, explicada pelo CP1 e em relação as

regiões de baixo produtividade das safras 2017/18 e 2018/19. O padrão foi confirmado através do coeficiente de determinação (R^2) da análise de regressão nas diferentes safras (Tabela 2). Ao observar os demais CPs a correlação se torna inversa ao do CP1, sendo possível visualizar padrões distintos.

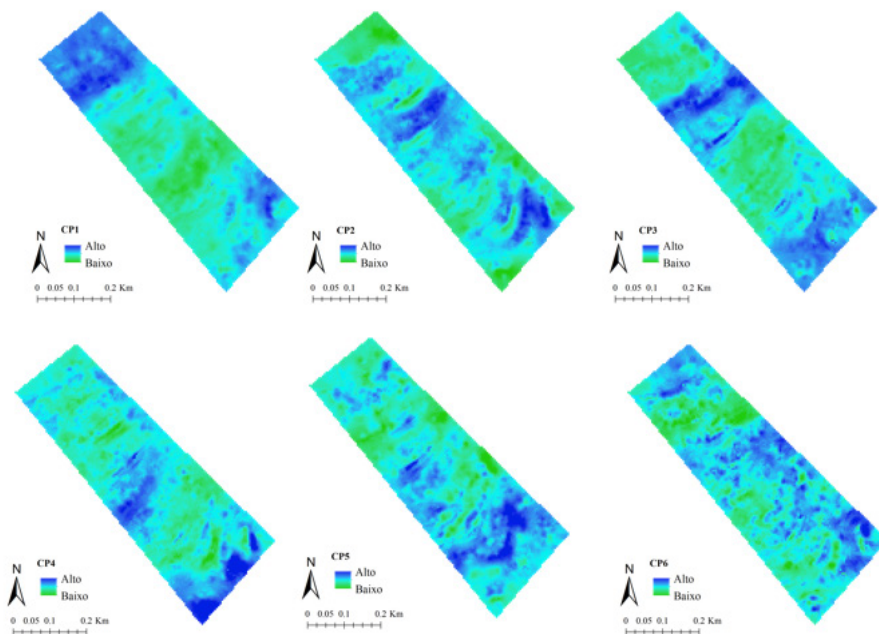


Figura 4. Padrões Espaciais dos Componentes Principais (CP1 a CP6) ao longo de 7 safras.

Foram determinadas 4 unidades de produtividade pelo método não supervisionado e supervisionado (Figura 5). Nos dois agrupamentos foi possível observar semelhanças no zoneamento das regiões. Na Figura 5A as unidades de produtividade foram mais contíguas e extensas. Ao avaliar o percentual de área coberta por cada unidade de produtividade, a região de alto e estável produtividade apresentou predominância com 33% do talhão para os grupos não supervisionados. As demais unidades neste agrupamento apresentaram 19 (Alto + Inst), 23 (Baixo + Inst) e 25% (Baixo + Est) da área total do talhão. Embora não tenha sido avaliado a quantidade ideal de unidades de produtividade, é possível observar em ambos os mapas a separação de duas regiões de alta e baixa produtividade.

O diferencial observado entre os agrupamentos é que o primeiro apresentou uma alta produtividade na região central do talhão, porém instável, em que o aumento da estabilidade ocorreu a medida em que se chegou nas regiões periféricas, representado pela unidade de alta, porém estável. As regiões de baixa se tornaram instáveis a medida em que se aproxima das regiões limites do talhão.

Com a Figura 5B, foi possível confirmar através do agrupamento que estas regiões de alta tendem a ser maiores no meio do talhão para as extremidades, ou seja, possuem áreas com produtividade muito acima do limite superior e vão se tornando menores a medida em que se aproxima das regiões de limite do talhão, seguindo a tendência de produtividade alto > acima > abaixo > baixo. O percentual de cobertura da área por cada unidade de produtividade foi de 30% (Baixo), 28% (Abaixo), 23% (Acima) e 19% (Alto). Segundo Ping e Dorbemann (2005), as unidades de produtividade devem ser amplas dentro do talhão, o que neste estudo correspondeu à metodologia de agrupamento não supervisionada.

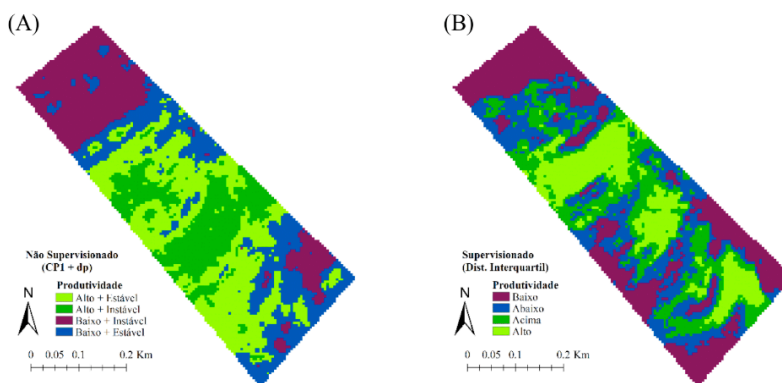


Figura 5. Unidades de produtividade ($k = 4$) obtidas através de agrupamento não supervisionado baseado na metodologia MYPA (A) e supervisionado com base na distância interquartil (B).

O desvio padrão médio das unidades de produção nos dois agrupamentos foram semelhantes (Tabela 3). Ao avaliar a variância relativa - RV, a metodologia MYPA apresentou um índice de 0,12, o que poderia indicar o melhor desempenho do agrupamento em comparação ao método de referência ($RV = 0,64$). Os índices de Pillai e Wilk's podem confirmar a qualidade de ajuste das unidades para MYPA. O valor de Pillai para a metodologia de referência (Pillai = 0,23) foi menor do que no método não supervisionado (Pillai = 1,14). Um maior índice de Pillai representa um melhor ajuste (Blasch et al., 2020). Já o índice de Wilks' λ foi menor para MYPA com valor de 0,07 (Tabela 3), indicando alta qualidade de ajuste para o agrupamento não supervisionado.

Unidade	Multitemporal Yield Pattern Analysis					Método de Referência				
	Área %	$\sigma_{\text{méd}}$	RV	Pillai	Wilks' λ	Área %	$\sigma_{\text{méd}}$	RV	Pillai	Wilks' λ
Alta + Est	33	0.0787				35	0.0719			
Alta + Inst	19	0.0930				16	0.1270			
Baixa + Inst	23	0.1234	0.1168	1.1440	0.0719	30	0.1173	0.63652	0.2293	0.7773
Baixa + Est	25	0.0916				19	0.0736			

Tabela 3. Avaliação do desempenho das metodologias de agrupamento MYPA e de Referência na geração de unidades de produtividade.

CONCLUSÕES

O uso de técnicas na interpretação de unidades de produtividade, possibilitou visualizar os padrões em um período de cinco anos em que havia a disponibilidade de 8 mapas. O método MYPA apresentou melhor desempenho em comparação ao método de referência. Sendo assim, as informações obtidas podem ser suporte juntamente com outros parâmetros de solo e clima, para auxiliar o produtor no gerenciamento da produção agrícola.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a consultoria Farmer's na disponibilização de banco de dados utilizado para emprego das metodologias aqui descritas.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J.L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22, 711–728.
- BAZZI, C. et al. Management zones definition using soil chemical and physical attributes in a soybean area. *Engenharia Agrícola*, v. 33, n. 5, p. 952–964, out. 2013. DOI: 10.1590/s0100-69162013000500007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162013000500007>.
- BLASCH, G; LI, Z; TAYLOR. Multi-temporal yield pattern analysis method for deriving yield zones in crop production systems. *Precision Agriculture* [S. l.], 2020, DOI: 10.1007/s11119-020-09719-1, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11119-020-09719-1>
- BLACKMORE, S; GODWIN, R. J; FOUNTAS, S. The Analysis of Spatial and Temporal Trends in Yield Map Data over Six Years. *Biosystems Engineering* [S. l.], v. 84, n. 4, p. 455–466, 2003, DOI: 10.1016/s1537-5110(03)00038-2
- LEROUX, C; JONES, H; CLENET, A; DREUX, B; BECU, M; TISSEYRE, B. A general method to filter out defective spatial observations from yield mapping datasets. *Precision Agriculture* [S. l.], v. 19, n. 5, p. 789–808, 2018, DOI: 10.1007/s11119-017-9555-0

LEUTNER, B., HORNING, N., SCHWAB-WILLMANN, J. **RStoolbox: Tools for remote sensing data analysis**. R package version 0.2.1. 2018. <https://CRAN.R-project.org/package=RStoolbox>.

MAECHLER, M., ROUSSEEUW, P., STRUYF, A., HUBERT, M., & HORNIK, K. **cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions**. R package version 2.0.7-1. 2018. <https://cran.r-project.org/web/packages/cluster/index.html>.

MINASNY, B., MCBRATNEY, A. B., & WHELAN, B. M. **VESPER version 1,62, Australian Centre for Precision Agriculture**, McMillan Building A05, The University of Sydney, NSW 2005, Acesso em jun 2020

PING, J.L., DOBERMANN, A. Processing of Yield Map Data. **Precision Agric** 6, 193–212 (2005). <https://doi.org/10.1007/s11119-005-1035-2>

R Core Team. (2018). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RICARDO, S. et al. Redundant variables and the quality of management zones. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 1, p. 78–93, fev. 2016. DOI 10.1590/1809-4430-eng.agric.v36n1p78-93/2016.

SPEZIA, G. R. et al. Model to estimate the sampling density for establishment of yield mapping. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 449–457, abr. 2012. DOI 10.1590/s1415-43662012000400016.

XIANG, LI; YU-CHUN, PAN; ZHONG-QIANG, GE; CHUN-JIANG, ZHAO, Delineation and Scale Effect of Precision Agriculture Management Zones Using Yield Monitor Data Over Four Years, **Agricultural Sciences in China**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 180–188, 2007. DOI: 10.1016/s1671-2927(07)60033-9.

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


Ano 2021

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

2

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

 Atena
Editora

Ano 2021