

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior | Jonathas Araújo Lopes
(Organizadores)



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3


Atena
Editora
Ano 2023

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior | Jonathas Araújo Lopes
(Organizadores)



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3


Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

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
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
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
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior
Jonathas Araújo Lopes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
C569	<p>Ciências agrárias: estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Fernando Freitas Pinto Júnior, Jonathas Araújo Lopes. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0968-7 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.687231601</p> <p>1. Ciências agrárias. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Pinto Júnior, Fernando Freitas (Organizador). III. Lopes, Jonathas Araújo (Organizador). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

As correntes ideológicas que cercam o ambiente agrário têm promovido muitas discussões dentro do conceito de sustentabilidade e saúde humana, além de estudos acerca do uso de recursos da natureza e dos animais. Tendo em vista esse panorama atual, cada vez mais o estudo das Ciências Agrárias é visto como uma necessidade a fim de desencadear diálogo e novas visões que futuramente possam contribuir para com a humanidade.

Nesse sentido, diversos pesquisadores junto a órgãos de pesquisa nacionais e internacionais tem unido forças para contribuir no âmbito agrário, e assim possibilitar novas descobertas neste setor. Este estudo constante possibilita o surgimento de novas linhas de pesquisa, as quais podem desencadear soluções para entraves que afetam a produtividade na agropecuária.

Dessa forma, partindo dessa perspectiva de aprimorar o conhecimento por meio de pesquisas, o livro “Ciências Agrárias: Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3” surge como uma ferramenta prática que apresenta estudos com temas variados aplicados em diferentes regiões, a fim de proporcionar novas visões, indagações e contribuir para o surgimento de possíveis soluções para problemáticas que afetam o cenário agrário atual.

Pensando nisso, o presente material contém 21 capítulos organizados em temas que variam de sustentabilidade a assuntos pertinentes à saúde animal, além de estudos voltados para uma maior produtividade no campo das grandes culturas.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior
Jonathas Araújo Lopes

CAPÍTULO 1 1

ÁGUA NO SOLO E BALANÇO CATIÔNICO DO SOLO SOB CULTIVO DE GENÓTIPOS DE SOJA NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA, PR

Rafael Domingues
 André Belmont Pereira
 Eduardo Fávero Caires

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316011>

CAPÍTULO 2 16

A IMPORTÂNCIA DA LEGISLAÇÃO DOS AGROTÓXICOS NO BRASIL: UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Gustavo Ravazzoli Fernandes
 Lucas Wickert
 Maria Fernanda Oliveira dos Reis Wickert
 Reginaldo Aparecido Trevisan Junior
 Vinicius Rogério Zwiezyński

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316012>

CAPÍTULO 3 21

AMAZÔNIA IRRIGADA: ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA IRRIGAÇÃO SUSTENTÁVEL

Douglas Lima Leitão
 Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros
 Lorena de Paula da Silva Maciel
 Caio Pereira Siqueira
 Laís Costa de Andrade
 Gisela Nascimento de Assunção
 Adriano Anastácio Cardoso Gomes
 Luciana da Silva Borges
 Pedro Daniel de Oliveira
 Joaquim Alves de Lima Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316013>

CAPÍTULO 4 38

AQUAPONIA

Anderson Rodrigo Cordeiro Dionisio
 Ana Carolina Maia Souza
 Breno Jorge Zeferino Monteiro
 Elaine Patrícia Zandonadi Haber
 Tercio Raphael de Oliveira Nonato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316014>

CAPÍTULO 5 42

THE GREEN REVOLUTION AND THE PARTICULARITIES OF ITS ADOPTION IN BRAZIL

Jefferson Levy Espindola Dias

Cleonice Alexandre Le Bourlegat

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316015>

CAPÍTULO 669

BRUCELOSE ANIMAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Adriana Prazeres Paixão

Tânia Maria Duarte Silva

Herlane de Olinda Vieira Barros

Sara Ione da Silva Alves

Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário

Amanda Mara Teles

Nancyleni Pinto Chaves Bezerra

Danilo Cutrim Bezerra

Viviane Correa Silva Coimbra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316016>

CAPÍTULO 785

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DANOS PARA *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH) EM CULTURA DE MILHO CONVENCIONAL E TRANSGÊNICO

Renan de Oliveira Almeida

José Celso Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316017>

CAPÍTULO 890

INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE REBOLOS NO PLANTIO MECANIZADO E FALHAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Murilo Battistuzzi Martins

Aldir Carpes Marques Filho

Fernanda Scaranello Drudi

Jefferson Sandi

João Vitor Paulo Testa

Kléber Pereira Lanças

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316018>

CAPÍTULO 995

LEVANTAMENTO DE DOENÇAS BIÓTICAS EM ROSA DO DESERTO (*Adenium obesum*) Forssk. Roem

Carlos Wilson Ferreira Alves

Daiane Lopes de Oliveira

Solange Maria Bonaldo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316019>

CAPÍTULO 10.....110

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR NA AMAZÔNIA TOCANTINA

Glaucilene Veloso Costa

Lenize Mayane Silva Alves
 Silas Eduan Pompeu Amorim
 Taciele Raniere da Silva Nascimento
 Mariana Casari Parreira
 Melcleyre de Carvalho Cambraia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160110>

CAPÍTULO 11 116

LIXIVIAÇÃO DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA EM SOLO COM COBERTURA VEGETAL

Beatriz Aparecida Blanco Gonsales
 Kamilla Ferreira Rezende
 Daniela Stival Machado
 Miriam Hiroko Inoue
 Ana Carolina Dias Guimarães
 Júlia Rodrigues Novais
 Gabriel Casagrande Castro
 Rafael Rodrigues Spindula Thomaz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160111>

CAPÍTULO 12..... 127

MANEJO MICROBIOLÓGICO DE TRIPES NA CULTURA SOJA

Emanuele Finatto Carlot
 Giovani Finatto Carlot
 Jenifer Filipini de Oliveira
 Thais Pollon Zanatta
 Daniela Meira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160112>

CAPÍTULO 13..... 135

MICROALGAS COMO MATÉRIA-PRIMA PARA BIOPRODUTOS

Alice Azevedo Lomeu
 Henrique Vieira de Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160113>

CAPÍTULO 14..... 148

PROPAGAÇÃO DE CLADÓDIOS DE DIFERENTES COMPRIMENTOS DE DUAS ESPÉCIES DE PITAIAS

Fábio Oseias dos Reis Silva
 Renata Amato Moreira
 Ramon Ivo Soares Avelar
 Luiz Carlos Brandão Junior
 José Darlan Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160114>

CAPÍTULO 15..... 154**PROPAGACIÓN POR VARETA DE LA HIGUERA (*Ficus carica* L.) EN BAJA CALIFORNIA SUR**

Loya Ramírez José Guadalupe
 Gregorio Lucero Vega
 Carlos Pérez Soto
 Beltrán Morales Félix Alfredo
 Ruiz Espinoza Francisco Higinio
 Zamora Salgado Sergio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160115>

CAPÍTULO 16..... 159**RECOMENDAÇÃO DE LÂMINAS DE FERTIRRIGAÇÃO PARA CULTURAS AGRÍCOLAS COM BIOFERTILIZANTE ORIUNDO DA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE SUÍNOS**

Júlia Camargo da Silva Mendonça Gomes
 Conan Ayade Salvador
 Everaldo Zonta
 Henrique Vieira de Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160116>

CAPÍTULO 17..... 173**SISTEMA AGROINDUSTRIAL RAICILLA, EN MASCOTA, JALISCO: UN ACERCAMIENTO**

Abraham Villegas de Gante
 Miguel Angel Morales López

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160117>

CAPÍTULO 18..... 185**TEMPORAL VARIABILITY OF SOIL MECHANICAL RESISTANCE TO THE PENETRATION OF ROOTS OF AN ULTISOL**

Sidileide Santana Menezes
 Fabiane Pereira Machado Dias
 Ésio de Castro Paes
 Fagner Taiano dos Santos Silva
 João Rodrigo de Castro
 Rafaela Simão Abrahão Nóbrega
 Júlio César Azevedo Nóbrega

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160118>

CAPÍTULO 19..... 196**USO DE BLENDS DE PLANTAS MEDICINAIS NO TRATAMENTO ALTERNATIVO DO TABAGISMO**

Marina Santos Okuzono Marquês de Araújo
 Marcelo de Souza Silva
 Claudia Maria Bernava Aguillar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160119>

CAPÍTULO 20202

USO DE MOTORES ELÉTRICOS EM SEMEADORAS E GANHO DE
PRODUTIVIDADE NA CULTURA DA SOJA

Airton Polon

Telmo Jorge Carneiro Amado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160120>

CAPÍTULO 21..... 213

VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM ÁREA DE
PLANTIO DIRETO NO CERRADO PIAUIENSE

Laércio Moura dos Santos Soares

Francisco Edinaldo Pinto Mousinho

Adeodato Ari Cavalcante Salviano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160121>

SOBRE OS ORGANIZADORES223

ÍNDICE REMISSIVO224

VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM ÁREA DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO PIAUIENSE

Data de aceite: 02/01/2023

Laércio Moura dos Santos Soares

Universidade Federal do Piauí –
Departamento de engenharia agrícola e
solos
Teresina (PI), Brasil

Francisco Edinaldo Pinto Mousinho

Colégio Técnico de Teresina –
Universidade Federal do Piauí
Teresina (PI), Brasil

Adeodato Ari Cavalcante Salviano

Universidade Federal do Piauí –
Departamento de engenharia agrícola e
solos
Teresina (PI), Brasil

RESUMO: Este estudo teve o objetivo de avaliar a variabilidade espacial de atributos físicos e químicos do solo, assim como o comportamento da produtividade da cultura da soja em área com plantio direto no cerrado piauiense. O experimento foi conduzido em uma área agrícola localizada no município de Regeneração-PI, durante a safra de soja 2017/2018, onde delimitou uma área experimental com dimensões de 400m x 480m (19,2 hectares), alocando uma malha amostral de 80m por 40m, totalizando 78 pontos, e mais 15 pontos

distribuídos no interior do grid. Os atributos físicos analisados foram: teores de argila, silte e areia, densidade do solo (Ds), macroporosidade (Map), microporosidade (Mip), porosidade total do solo (Pt) nas profundidades 0-0,10m e 0,10-0,20m. A produtividade da cultura foi medida ao término do ciclo da cultura por colheita mecanizada, sendo os dados retirados do mapa de produtividade da área para os pontos amostrais da malha em análise. A produtividade da soja na área experimental mostrou uma alta variabilidade e moderada dependência espacial. Os atributos físicos do solo apresentaram dependência espacial de moderada a forte, com alcance mínimo de 53,1m. Um manejo diferenciado do solo deve ser conduzido na área, sendo justificado pela alta variabilidade espacial dos atributos físicos do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo de solo, geoestatística, mapas temáticos.

SPATIAL VARIABILITY OF SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES IN NO-TILLAGE AREA IN CERRADO PIAUIENSE

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the spatial variability of soil

physical and chemical attributes, as well as the behavior of soybean crop yield in no-tillage area in cerrado piauiense. The experiment was carried out in an agricultural area located in Regeneração-PI, during the 2017/2018 soybean crop, where it delimited an experimental area with dimensions of 400m x 480m (19.2 hectares), allocating a sample grid of 80m per 40m, totaling 78 points, and 15 points distributed inside the grid. The physical attributes analyzed were: clay, silt and sand contents, soil density (Ds), macroporosity (Map), microporosity (Mip), total soil porosity (Pt) at depths 0-0.10m and 0.10- 0.20m. Crop yield was measured at the end of the crop cycle by mechanized harvesting, and data were taken from the area productivity map for the mesh points under analysis. Soybean yield in the experimental area showed high variability and moderate spatial dependence. The physical attributes of the soil presented moderate to strong spatial dependence, with a minimum range of 53.1m. Differentiated soil management should be conducted in the area, being justified by the high spatial variability of soil physical attributes.

KEYWORDS: Soil management, geostatistics, thematic maps.

INTRODUÇÃO

Os Latossolos, solos predominantes na região dos cerrados, tem-se merecido especial atenção, por trata-se da região da grande fronteira agrícola brasileira. São solos bastantes intemperizado, apresentam baixa fertilidade natural e elevada acidez ao longo de todo o perfil, tornando-se necessário que os mesmos sejam manejados, corrigidos e adubados adequadamente, para que possibilitem boas produtividades.

Em estado natural, os solos dos cerrados apresentam ótimas características físicas, porém à medida que vai sendo submetido ao uso agrícola, passam a apresentar alterações, geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento adequado das plantas (DONAGEMMA et al., 2016).

Um solo produtivo deve manter suas características físicas, químicas e biológicas de forma desejável, sendo capaz de suprir adequadamente a planta em nutrientes e água, além de prover suporte mecânico. A manutenção de uma boa estabilidade estrutural contribui para a conservação do solo, diminuindo a suscetibilidade à compactação e erosão.

A exploração agrícola da região do Cerrado brasileiro, sem técnicas de manejo conservacionista, vem causando graves problemas de qualidades físicas do solo (HUNKE et al., 2015; BONETTI et al., 2015) resultando em queda de produtividade das lavouras. Desta forma faz-se necessário conhecer e quantificar a variação dos atributos físicos do solo. Nesse sentido, deve-se ressaltar que as práticas de manejo de solo e água adotadas sempre vem acompanhadas de alterações do ambiente (MEMOLI et al., 2018), e redução na estrutura do solo, afetando a capacidade de retenção de água no solo, a aeração e a fertilidade do solo (SIVARAJAN et al., 2018).

O surgimento de novas tecnologias tem promovido significativas contribuições à produção agrícola. Destacam-se o sistema de plantio direto (SPD) que vem se consolidando, reduzindo a desestruturação dos solos, e propiciando a formação de resíduo, contribuindo

para melhor retenção de umidade e conseqüentemente, incrementando o conteúdo de matéria orgânica e nutriente no solo (DLAMINI et al., 2016).

A agricultura de precisão vem proporcionando o uso racional de insumos e redução de custos operacionais e tem como elemento chave o gerenciamento da variabilidade espacial da produtividade e dos fatores a ela relacionados. Neste sentido, a variabilidade espacial pode ser estudada por meio das ferramentas da geoestatística, que se fundamenta na teoria das variáveis regionalizadas, segundo a qual os valores de uma variável estão, de alguma maneira, relacionados à sua posição espacial e, portanto, as observações tomadas a curta distância se assemelham mais do que aquelas tomadas a distâncias maiores (VIEIRA et al., 1981; VAUCLIN et al., 1983). Com a utilização desta ferramenta pode-se analisar adequadamente locais que necessitem de manejo diferenciado, possibilitando o maior detalhamento da área a partir de informações não reveladas pela estatística clássica.

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a variabilidade espacial dos atributos físicos do solo, assim como o comportamento da produtividade da cultura da soja em área de plantio direto no cerrado piauiense.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Chapada Grande “Real Agropecuária” (6°14’16”S e 42°41’18”W, 400 m), situada no município de Regeneração, PI, no período de janeiro a julho de 2018. O solo da área estudada foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa, relevo plano, segundo a metodologia proposta pelo sistema brasileiro de classificação do solo (SiBCS) (SANTOS et al., 2013). O clima da região se enquadra como Aw¹, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual em torno de 29,4°C, precipitação média anual de 1.200 mm com chuvas concentradas de novembro a abril (MEDEIROS et al., 2013).

O trabalho foi desenvolvido em uma área cultivada com soja (*Glycine max*) há 10 anos em sistema de plantio direto, onde na safra de realização do experimento 2017/2018, foi cultivado o híbrido de soja M 8349 IPRO, adubado com a formulação NPK 00-20-20 na dosagem de 450 kg.ha⁻¹.

Delimitou-se uma área experimental com dimensões de 400m x 480m (19,2 hectares), onde foi alocada uma malha amostral de 80m por 40m, totalizando 78 pontos, e mais 15 pontos distribuídos no interior do grid como apresentado na Figura 1.

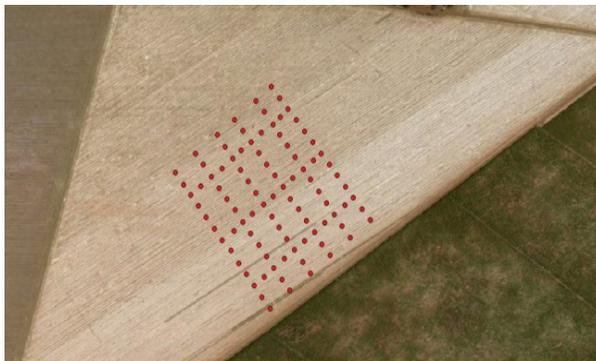


Figura 1 Grid de amostragem na área experimental

Na área experimental foi georreferenciado os pontos de cruzamento do grid amostral, utilizando-se um GPS portátil modelo Garmin eTrex® 30, onde cada ponto desta malha foram realizadas coletas de amostras indeformadas para determinação da densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macroporosidade (Map) e microporosidade (Mip) e amostras deformadas para as determinações de teores de argila, silte, areia total nas profundidades de 0,0-0,10m, 0,10-0,20m. As amostras foram coletas e analisadas segundo TEXEIRA et al., 2017.

Para a análise geostatística dos dados, primeiramente foram submetidos a uma análise exploratória para verificar a presença de valores discrepantes. Utilizou-se a metodologia proposta de LIBARDI et al. (1996), segundo a qual o limite crítico para estes valores é definido a partir da dispersão interquartil (DQ), sendo o limite superior definido por $(Q3 + 1,5 \times DQ)$ e o inferior por $(Q1 - 1,5 \times DQ)$, em que Q1 e Q3 são o primeiro e o terceiro quartil, respectivamente.

Em seguida, os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, calculando-se a média, mediana, valor mínimo, valor máximo, coeficiente de variação, quartil inferior, quartil superior, desvio padrão, coeficiente de assimetria e de curtose, buscando assim caracterizar a distribuição dos dados. A normalidade foi testada pelo teste Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,05$).

Para a análise do coeficiente de variação (CV), foi adotada a classificação de PIMENTEL-GOMES (2009), sendo considerada, variabilidade baixa, se inferiores a 10%; médio quando de 10 a 20%; alto de 20% a 30% e muito alto quando acima de 30%.

A análise da variabilidade espacial foi baseada na teoria das variáveis regionalizadas, sendo utilizado o semivariograma. Os atributos foram obtidos e ajustados ao modelo experimental quanto, ao coeficiente de determinação (R^2), efeito pepita (C_0) e soma do quadrado dos resíduos (SQR), ajustando-se aos modelos: linear, esférico, exponencial e gaussiano.

O grau de dependência espacial dos atributos (GDE) foi determinado e classificado,

segundo ZIMBACK (2001), assumindo os seguintes intervalos: dependência espacial baixa para GDE menor que 25%, moderada GDE entre 25% e 75% e forte para GDE maior que 75%.

Os dados de produtividade da cultura da soja foram obtidos do banco de dados da Fazenda Real Chapada Grande, onde realizou o mapeamento da produtividade de soja, utilizando uma colheitadora John Deere STS 9770, equipada com o monitor de produtividade AFS® modelo Pro 600. O arquivo contendo os dados de produtividade foi exportado no formato shape e analisado utilizando o programa computacional, Qgis, versão 2.18 Las Palmas.

Inicialmente os valores de produtividade foram padronizados para 13% de umidade. Posteriormente foi realizada uma análise de outlier para eliminação dos valores discrepantes. Para esta análise, utilizou-se a metodologia proposta por LIBARDI et al. (1996), O mapa temático de produtividade da soja na área de estudo, gerado no formato shape, foi transformado em um arquivo raster. Após essa transformação, as coordenadas geográficas dos pontos amostrais foram sobrepostas no raster. Posteriormente, as coordenadas com respectivos valores de produtividade foram exportadas para um arquivo texto (txt). A partir do arquivo txt foi criada uma planilha com as coordenadas geográficas e os valores de produtividade de cada ponto amostral. Essa planilha serviu de base de dados para as análises da variabilidade espacial da produtividade da soja na área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da estatística descritiva para os atributos: argila, silte e areia total são apresentados na Tabela 1, tendo o coeficiente de variação baixo para areia total, médio para argila e alto para silte e apresentando distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância.

Var	Média	Med	DP	CV	Curt	Assim	Mín	Máx	Q1	Q3
Arg1	380,99	382,17	51,25	13,46	-0,52	0,03	266,44	502,55	340,98	413,50
Arg2	423,53	424,16	59,09	13,95	-0,30	-0,11	274,54	544,91	383,21	471,68
Silte1	219,04	215,96	40,36	18,46	-0,01	0,06	117,58	314,45	194,60	246,40
Silte2	200,38	203,06	44,21	22,06	0,09	-0,40	75,32	291,19	168,42	230,70
AT1	397,29	398,27	21,48	5,44	0,23	-0,11	342,28	450,55	383,41	412,06
AT2	375,14	370,04	32,95	8,78	-0,24	0,58	315,95	458,44	350,06	394,01

Arg – Argila, AT- Areia Total, 1- 0-0,10m, 2- 0,10-0,20m, Med – Mediana, DP- Desvio Padrão, CV- Coeficiente de Variação, Curt – Curtose, Assim – Assimetria, Mín – Mínimo, Máx – Máximo, Q1- Quartil inferior 25% e Q3- Quartil superior 75%

Tabela 1 Parâmetros da estatística descritiva da granulometria do solo em área cultivado com soja na região do cerrado piauiense

A Ds, Pt, Mip e Map apresentaram valores de média e mediana muito próximos, isso reflete no baixo CV dessas variáveis, com exceção da Map que apresentou CV alto. Cabe salientar que a Map é obtida de forma indireta, pela diferença entre Pt e Mi, ambas determinadas por ensaios de laboratório. Conseqüentemente, a propagação dos erros cometidos nos ensaios tende a acumular na macroporosidade, apresentando uma maior heterogeneidade, o que explica um CV mais elevado.

O coeficiente de variação da Ds, Pt, Mip e Map nas duas profundidades 0,0-0,10m e 0,1-0,20m, tem indicado que esse atributo sofre influência do manejo do solo, pois trata-se do não revolvimento da camada superficial. Tendo uma baixa variação na média das camadas. A pressão exercida no solo pelas máquinas e implementos utilizados nos tratos culturais e na colheita, pode gerar uma elevação da densidade do solo e redução da porosidade total do solo em determinadas regiões na área, principalmente quando efetuadas em condições de elevada umidade do solo.

Os valores médios nas duas profundidades de densidade do solo (1,23 e 1,27 Kg dm⁻³), microporosidade (0,43 e 0,43 m³.m⁻³), macroporosidade (0,12 e 0,11 m³.m⁻³) e porosidade total (0,54 e 0,53 m³.m⁻³) são considerados abaixo do valor crítico sugerido, uma vez que CAMARGO & ALLEONI (1997), descrevem que acima de 1,55 Kg.dm⁻³, e abaixo de 0,30 m³.m⁻³, para densidade do solo e para porosidade do solo, respectivamente, pode haver restrição no desenvolvimento das culturas em solos argilosos. De acordo com KIEHL (1979), os solos agrícolas não devem possuir menos que 10 % de macroporos e a relação macroporos e microporos têm que esta próxima 1/3 e 2/3, respectivamente. Com sério risco de comprometimento da produtividade das culturas, o que podemos observar em pontos isolado na área avaliada, onde a utilização constante da mecanização nas diversas fases das culturas tem grande impacto no solo, diminuindo suas porosidade do solo.

Var	Média	Med	DP	CV	Curt	Assim	Mín	Máx	Q1	Q3
Ds1	1,23	1,23	0,08	6,26	-0,54	0,10	1,06	1,40	1,17	1,28
Ds2	1,27	1,28	0,07	5,78	-0,01	-0,60	1,04	1,39	1,22	1,34
Pt1	0,54	0,54	0,04	6,66	-0,01	0,15	0,45	0,63	0,52	0,57
Pt2	0,53	0,53	0,03	6,19	0,02	0,22	0,45	0,62	0,50	0,55
Mip1	0,43	0,43	0,04	9,07	0,15	-0,31	0,32	0,51	0,41	0,45
Mip2	0,43	0,43	0,03	6,85	0,06	0,62	0,37	0,51	0,41	0,45
Map1	0,12	0,11	0,04	33,38	-0,18	0,56	0,06	0,23	0,09	0,15
Map2	0,11	0,10	0,03	27,27	0,06	0,74	0,05	0,21	0,08	0,13

Ds – Densidade do solo, Pt – Porosidade total do solo, Mip – microporosidade do solo, Map – Macroporosidade do solo, 1- 0-0,10m, 2- 0,10-0,20m, Med – Mediana, DP- Desvio Padrão, CV- Coeficiente de Variação, Curt – Curtose, Assim – Assimetria, Mín – Mínimo, Máx – Máximo, Q1- Quartil inferior 25% e Q3- Quartil superior 75%

Tabela 2 Parâmetros da estatística descritiva da densidade aparente, porosidade total, microporosidade e macroporosidade do solo em área cultivado com soja na região do cerrado piauiense

O modelo que apresentou melhor ajuste para os atributos físicos do solo foi o esférico, seguido do exponencial (Tabela 3). Todos os atributos que apresentaram dependência espacial, onde obtiveram valores de alcance superiores ao espaçamento utilizado na amostragem. Os atributos físicos do solo apresentaram valores de alcance, variando de 53,10m a 305,10m. Isto mostra que o alcance da dependência espacial depende da variável em estudo e que, se as amostragens realizadas nesta área considerassem estes alcances, os dados obtidos poderiam representar melhor a realidade da área amostrada.

Var	Mod	Alc	Patamar	Efeito Pepita	IDE	SQR	R ²
Argila1	Exp	132,75	2771	598,5	0,772	188607	0,803
Argila2	Esf	64,4	3206	10	0,997	107522	0,779
Silte1	Gaus	65	1840	236	0,9005	86816	0,775
Silte2	Esf	84,5	2217	1	1	107168	0,839
Areia1	Exp	189	716,65	133,35	0,777	8064	0,721
Areia2	Exp	114	1125	27	0,976	34231	0,81
Ds1	Esf	53,1	0,00562	0,00007	0,988	6,87E-08	0,75
Ds2	Gaus	61,14	0,00629	0,00103	0,836	5,76E-07	0,759
Pt1	Esf	154,9	0,001814	0,000902	0,503	7,55E-08	0,812
Pt2	Esf	66,7	0,001126	0,000093	0,917	2,17E-08	0,743
Mip1	Gaus	71,88	0,001182	0,000001	0,999	7,57E-08	0,737
Mip2	Esf	168,2	0,000787	0,000393	0,501	1,17E-08	0,842
Map1	Exp	97,2	0,00181	0,000205	0,887	5,86E-08	0,796
Map2	Esf	197,9	0,001826	0,000908	0,503	1,57E-07	0,729

Ds – Densidade do solo, Pt – Porosidade total do solo, Mip – microporosidade do solo, Map – Macroporosidade do solo, 1- 0-0,10m, 2- 0,10-0,20m, Mod – Modelo, Alc – Alcance, Esf – esférico; Exp – exponencial; Gaus – Gaussiano; GDE – Grau de dependência espacial, SQR – Soma de quadrado de resíduo e R² – Coeficiente de determinação

Tabela 3 Parâmetros dos modelos matemáticos de semivariância ajustados para argila, silte e areia nas profundidades de 0,0-0,10m, 0,10-0,20m

ARAÚJO et al. (2018) obtiveram resultados de alcance para Ds semelhantes e o modelo que melhor se ajustou foi gaussiano aos seus semivariogramas experimentais. ALHO et al. (2016) observaram alcances entre 26 e 51m para Ds, macro e microporosidade e os modelos teóricos que melhor se ajustaram aos semivariogramas foram o esférico e o exponencial. OLIVEIRA et al. (2013) concluíram que o valor do alcance influencia a qualidade da estimativa, e isso determina o número de valores utilizados na interpolação. Destaca-se que nas estimativas obtidas através da interpolação por krigagem, o uso de valores de alcance mais elevados é mais confiável, com mapas que melhor representam a realidade.

O grau de dependência espacial (GDE), proposto ZIMBACK (2001), apresentou-se

de moderada (entre 25% e 75%) a forte (RDE maior que 75%) (Tabela 6). Resultados esse que evidencia importância do conhecimento da estrutura de dependência espacial para a implantação da Agricultura de Precisão.

Os resultados da análise descritiva para a produtividade da cultura de soja na safra 2017/18 são apresentados na Tabela 4. Observa-se que a cultura da soja apresentou valores de produtividade bastante satisfatórios, com média de 3304,33 kg ha⁻¹. Apesar disto, verificou-se uma grande variação entre a produtividade mínima, de 2115,56 kg ha⁻¹ e máxima, de 4632,74 kg ha⁻¹, com amplitude de 2517,18 kg ha⁻¹, o que representa, 42 sc ha⁻¹ de variação. Esta diferença porém, resultou em um CV médio (18,46%). O elevado CV indica uma baixa precisão do experimento, porém como já dito anteriormente, ele não leva em consideração a distância entre amostras, ou seja, a variabilidade espacial. Segundo GONÇALVES et al. (2001), para a estimativa por krigagem, a normalidade dos dados é interessante na avaliação da dependência espacial, porém mais importante que isso é sua utilização para verificar a não tendência dos dados, conforme mostra o presente estudo.

Var	Média	Med	DP	CV	Curt	Ass	Mín	Máx	Q1	Q3
Prod	3304,3	3240,9	610,0	18,4	-0,55	0,29	2115,5	4632,7	2882,9	3688,2

Prod – Produtividade, Med – Mediana, DP- Desvio Padrão, CV- Coeficiente de Variação, Curt – Curtose, Assim – Assimetria, Mín – Mínimo, Máx – Máximo, Q1- Quartil inferior 25% e Q3- Quartil superior 75%

Tabela 4 Resultados da estatística descritiva para produtividade de grãos da soja (kg ha⁻¹), safra 2017/2018

O valor próximo da média e mediana indica que a produtividade tem distribuição simétrica, fato confirmado pelo teste KS (p<0,05).

Para a produtividade da cultura da soja, o modelo de semivariograma ajustado foi do tipo esférico, com alcance de 113,9 m e dependência espacial moderada 43%. BOTTEGA et al. (2013), analisando a variabilidade espacial da produtividade da soja em três safras consecutivas, obteve ajuste do modelo gaussiano para o primeiro ano, esférico para o segundo e exponencial para o terceiro, com alcances superiores aos 600 m e dependência espacial forte no primeiro ano e moderada nos seguintes. SCAVACINI et al. (2015) relatam ajuste de semivariograma exponencial, com alcance de 43 m e dependência espacial fraca.

Variáveis	Modelo	Alcance	Patamar	Efeito Pepita	GDE	SQR	R2
Produtividade	Esférico	113,9	350200	150500	43	5,35E+09	0,635

GDE – Grau de dependência espacial, SQR – Soma de quadrado de residuo e R2 – Coeficiente de determinação

Tabela 5 Parâmetros dos modelos matemáticos de semivariância ajustados para produtividade da soja

Os diferentes modelos ajustados para os semivariogramas de produtividade de soja, em diferentes trabalhos, indicam que o manejo influencia fortemente na variabilidade espacial da produtividade desta cultura.

CONCLUSÕES

A produtividade da soja em sistema plantio direto mostrou uma alta variabilidade e moderada dependência espacial, o que ressalta a importância de um manejo localizado.

Um manejo diferenciado do solo deve ser conduzido na área, sendo justificado pela alta variabilidade espacial dos atributos físicos do solo.

A espacialização dos atributos físicos do solo demonstra locais onde os valores são restritivos para o desenvolvimento da cultura da soja, permitindo manejo localizado em caso de intervenção na área.

REFERÊNCIAS

ALHO, L. C.; CAMPOS, M. C. C.; SILVA, D. M. P.; SOUZA, Z. M.; CUNHA, J. M.; SOARES, M. D. R. Atributos físicos e geoespaciais de Cambissolo e Argissolo de mata nativa em Humaitá, AM. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.32, n.2, p.422-430, 2016.

ARAÚJO, D. C. dos S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. de A.; SILVA JUNIOR, V. de P. E.; SANTOS, S. M. dos. Spatial variability of soil attributes in na experimental basin in the semi-arid region of Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 1, p. 38-44. 2018.

BONETTI, J. A.; PAULINO, H.B.; SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; SILVA, G.N. Influência do sistema integrado de produção 120 agropecuária no solo e na produtividade de soja e braquiária. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 45, n. 1, p. 104–112, 2015.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.

DLAMINI, P., CHIVENGE, P., CHAPLOT, V. Overgrazing decreases soil organic carbon stocks the most under dry climates and low soil pH: A meta-analysis shows. **22 Agriculture, Ecosystems & Environment**. v.221, p. 258–269. 2016.

DONAGEMMA, G. K. ; FREITAS, P. L. ; BALIEIRO, F.C. ; FONTANA, A. ; SPERA, S. T. ; LUMBRERAS, J. F. ; VIANA, J. H. M. ; ARAÚJO FILHO, J. C. ; SANTOS, F.C. ; ALBUQUERQUE, M. R. ; MACEDO, M. C. M. ; TEIXEIRA, P. C. ; AMARAL, A. J. ; BORTOLON, E. S. O. ; BORTOLON, L. . Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **PESQUISA AGROPECUARIA BRASILEIRA JCR**, v. 51, p. 1003-1020, 2016.

GUEDES FILHO O, SILVA A. P, GIAROLA NFB, TORMENA CA. Structural properties of the soil seedbed submitted to mechanical and biological chiseling under no-tillage. **Geoderma**. 2013;204/205:94-101.

HUNKE, P.; MUELLER, E. N.; SCHRÖDER, B.; ZEILHOFER, P. The Brazilian Cerrado: assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use: ecohydrological assessment of the Brazilian Cerrado. **Ecohydrology**, Hoobroken, v.8, n.6, p.1154-1180, 2015.

KAMIMURA, K.M.; SANTOS, G.R. dos; OLIVEIRA, M.S. de; DIAS JUNIOR, M. de S.; GUIMARÃES, P.T.G. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo, sob lavoura cafeeira. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.37, p.877-888, 2013. DOI: 10.1590/S0100-06832013000400006.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

LIBARDI, P.L.; MANFRON, P.A.; MORAES, S.O. & TUON, R.L. Variabilidade da umidade gravimétrica de um solo hidromórfico. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 20:1-12, 1996.

MEDEIROS, R. M.; AZEVEDO, P. V.; SABOYA, L. M. F.; FRANCISCO, P. R. M. Classificação climática e zoneamento agroclimático para o município de Amarante - PI. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.2, p.170-180, 2013.

MEMOLI, V.; EYMAR, E.; GARCIA-DELGADO, C.; ESPOSITO, F.; SANTORUFO, L.; MARCO, A.; BARILE, R.; MAISTO, G. Total and fraction content of elements in volcanic soil: natural or anthropogenic derivation. **Science of the Total Environment**, v. 625, p. 16–26, 2018.

OLIVEIRA IA, CAMPOS MCC, AQUINO RE, FREITAS L, SILVA DMP. 2013. Spatial dependence of the aggregate stability and organic matter in a cambisol under sugar cane cultivation. *Revista Caatinga*, 26 (4) :1-9.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**, 15. Ed. Piracicaba: ESALQ, 2009. 451p.

SANTOS, H. G. DOS; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS; OLIVEIRA, V. A. DE; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. DE; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 353p.

SIVARAJAN, S.; MAHARLOOEI, M.; BAJWA, S.G.; NOWATZK, J. Impact of soil compaction due to wheel traffic on corn and soybean growth, development and yield. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.175, p.234-243, 2018.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solos**. 3.ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 573p.

VAUCLIN, M.; VIEIRA, S.R.; VAUCHAUD, G.; NIELSEN, D.R. The use of cokringing with limited field soil observation. **Soil Science Society of America Journal**, v.47, p.175-184, 1983.

VIEIRA, S.R.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Spatial variability of field-measured infiltration rate. **Soil Science Society of America Journal**, v.45, p.1040-1048, 1981.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS - Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências (CCCh) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura.

FERNANDO FREITAS PINTO JÚNIOR - Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Técnico em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA). Membro do Grupo Pesquisa em Fruticultura do Maranhão (FRUTIMA) e do Grupo de Estudo e Pesquisa em Bioinsumos no Maranhão (BIOIMA). Tem conhecimento e experiência nas áreas de construção rural, forragicultura, fruticultura e propagação vegetal. Desenvolve pesquisas na área de Agronomia com ênfase em fitotecnia, propagação vegetal, produção e manejo de espécies vegetais, horticultura, fruticultura, proteção de plantas e promoção de crescimento vegetal com a utilização de bioinsumos. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2110652316121025>.

JONATHAS ARAÚJO LOPES - Bacharel em Engenharia Agrônoma pela Universidade Estadual do Piauí, campus Professor Alexandre Alves de Oliveira (Parnaíba-PI). Atualmente atuou como Residente no Curso de Especialização em Residência Profissional Agrícola, da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5158049999484737>

A

Adoção 29, 43, 70, 74, 80

Agave maximiliana 173, 174, 182

Água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 75, 76, 111, 118, 119, 120, 121, 122, 137, 138, 140, 141, 142, 159, 160, 161, 163, 165, 166, 167, 169, 170, 172, 194, 214

Água residuária 137, 159, 163, 165, 166, 167, 169, 170, 172

Amazônia 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 110, 112, 115

Ambientais 20, 21, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 38, 39, 41, 72, 89, 95, 135, 140, 161, 172

Amostragem 85, 86, 89, 161, 216, 219

Aquaponia 38, 39, 40, 41

Atividade 21, 22, 23, 24, 27, 29, 34, 40, 70, 78, 91, 118, 159, 160, 171, 199

Atributos físicos 186, 194, 195, 213, 214, 215, 219, 221, 222

Avaliação 5, 15, 17, 20, 28, 31, 36, 77, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 94, 109, 112, 126, 127, 130, 131, 203, 205, 206, 207, 209, 212, 220

Avaliação de danos 85, 86, 87, 89

B

Balanço catiônico 1, 2, 3, 5, 8, 10, 12, 13, 14

Benefícios 38, 39, 124, 126, 204, 212

Biocombustíveis 135, 136, 141, 142, 143

Biofertilizante 140, 159, 169

Biorecurso 159

Blends de plantas 196

Brasil 3, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 27, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 42, 43, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 89, 96, 108, 111, 116, 117, 125, 128, 130, 135, 141, 142, 143, 144, 149, 159, 160, 170, 171, 186, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 212, 213, 221

Brucella abortus 70, 79, 82, 83, 84

C

Cactaceae 149

Cana-de-açúcar 90, 94, 114, 134, 164, 166, 168

Cenário brasileiro 135, 141, 142

Cerrado piauiense 213, 214, 215, 217, 218

Cobertura vegetal 116, 117, 119, 120, 121, 122

Coefficiente de variação 202, 203, 205, 206, 216, 217, 218, 220

Compostos medicinais 196

Controle 1, 4, 15, 16, 17, 20, 41, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 86, 89, 117, 118, 121, 124, 127, 129, 131, 132, 133, 134, 138, 141, 143, 169, 195, 198, 199

Convencional 29, 40, 41, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 121, 123, 133, 159, 169, 170

Cultura da soja 5, 15, 123, 125, 127, 128, 129, 130, 202, 206, 210, 213, 215, 217, 220, 221

D

Dessorção 117

Doenças 16, 17, 70, 71, 75, 77, 78, 80, 81, 83, 95, 97, 108, 111, 127, 129, 131, 197, 200

Doenças bióticas 95, 97

E

Enraizador 154, 155, 156, 157

F

Falhas na cultura 90, 93

Fertirrigação 159, 166, 167, 169, 172

Fitopatologia 95, 97, 108

G

Geoestatística 213, 215, 216

Geopolítica 43

Glycine max (L.) Merrill. 2

H

Hylocereus 149, 150, 152

I

Impactos ambientais 21, 24, 25, 29, 30, 31, 35, 36, 140, 172

Insetos praga 128

Irrigação sustentável 21, 32, 33, 34

L

- Lagarta do cartucho 85, 86
Legislação dos agrotóxicos 16
Leis 16, 19, 20
Levantamento fitossociológico 110, 115
Lixiviação 29, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126

M

- Manejo biológico 127, 128, 129, 133
Manejo de solo 213, 214
Mapas temáticos 213
Materia seca 154
Mecanização agrícola 90, 212
Medicina alternativa 196
Microalgas 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143
Microorganismos 72, 95, 97, 98, 120, 136, 138
Milho 15, 85, 86, 87, 88, 89, 121, 122, 124, 125, 141, 165, 167, 168, 169, 171, 203, 212
Motor elétrico 202, 204
Mudas 91, 93, 96, 97, 115, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 169, 172

N

- Nicotiana tabacum* 196
Nitrogênio 140, 159, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171

P

- Paisagismo 95
Particularidades 43
Penetração de raízes 186, 195
Pitaia 148, 149, 150, 151, 152, 153
Plantas daninhas 110, 111, 112, 114, 115, 117, 118, 119, 121, 123, 124
Plantio direto 15, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 194, 195, 213, 214, 215, 221
Plantio mecanizado 90, 91, 92, 93
Pragas 16, 17, 86, 89, 111, 127, 129, 130, 133, 134
Pré-emergência 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125

Prendimiento 154, 156, 157, 158

Produtividade 1, 2, 3, 14, 17, 23, 25, 27, 30, 31, 32, 41, 66, 67, 68, 70, 77, 111, 127, 129, 133, 137, 139, 149, 163, 166, 169, 171, 172, 202, 203, 205, 206, 207, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 220, 221

Produtividade de grãos 2, 129, 169, 220

R

Relação Ca:Mg 2

Resistência mecânica 186, 195

Retenção 29, 71, 77, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 125, 162, 214, 215

Revolução verde 42, 43, 66

Rosa do deserto 95, 96, 97, 98, 99, 100, 104, 106, 107, 108, 109

S

Saccharum officinarum 110, 111

Saccharum spp. 90, 91, 94

Saúde única 70, 78, 80

Sistema agroflorestal 169, 172, 186, 194

Sistema agroindustrial 173, 175, 178, 179, 182, 183

Sistemas orgânicos 186

Sustentabilidade e avanço 22

T

Tabuleiros costeiros 186, 194

Transgênico 85, 86, 87, 88

U

Umidade do solo 1, 2, 7, 10, 22, 27, 30, 218

Z

Zoonose 70, 71, 72, 77, 79

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3


Atena
Editora
Ano 2023

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3


Ano 2023