

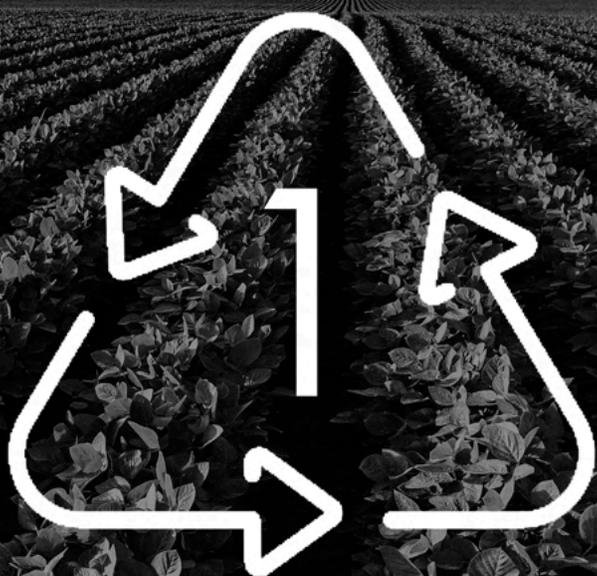
CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



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

Atena
Editora
Ano 2021

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



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

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-700-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.007212911>

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

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

A agricultura faz parte da área do conhecimento denominada de Ciências Agrárias. Importante para garantir o crescimento e manutenção da vida humana no planeta, a agricultura precisa ser realizada de forma responsável, considerando os princípios da sustentabilidade.

Esta obra, intitulada “Ciências agrárias, indicadores e sistemas de produção sustentáveis”, apresenta-se em três volumes que trazem uma diversidade de artigos sobre agricultura produzidos por pesquisadores brasileiros e de outros países.

Neste primeiro volume estão agrupados os trabalhos que abordam temáticas como: agroecologia, sistemas agroflorestais e de integração lavoura-pecuária-floresta, controle biológico de pragas e outros temas correlacionados a sustentabilidade na agricultura.

Agradecemos aos autores dos capítulos pela escolha da Atena Editora. Desejamos a todos uma ótima leitura e convidamos para apreciarem também os outros volumes desta obra.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AGROECOLOGIA E SOBERANIA ALIMENTAR: ANÁLISE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE AGRICULTORES FAMILIARES DO BAIXO PARNAÍBA-MA

James Ribeiro de Azevedo

Maria da Conceição da Costa de Andrade Vasconcelos

Gênesis Alves de Azevedo

Mauricio Marcon Rebelo Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129111>

CAPÍTULO 2..... 8

CULTIVO DE BACABIZEIRO EM SISTEMA AGROFLORESTAL NA AMAZÔNIA

Alef Ferreira Martins

Jaqueline Araújo da Silva

Jaqueline Lima da Silva

Tainara Monteiro Nunes

Graziele Rabelo Rodrigues

Thalia Maria de Sousa Dias

Tinayra Teyller Alves Costa

Sinara de Nazaré Santana Brito

Harleson Sidney Almeida Monteiro

Layse barreto de Almeida

Gabriela Ribeiro Lima

Antônia Benedita da Silva Bronze

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129112>

CAPÍTULO 3..... 20

FORMAÇÃO EM AGROECOLOGIA. UM ESPAÇO PARTICIPATIVO E REFLEXIVO NA CARREIRA DE GRADUAÇÃO DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE NACIONAL DE ROSARIO

Marcelo Milo Vaccaro

Silvia Cechetti

Marcelo Larripa

Claudia Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129113>

CAPÍTULO 4..... 29

VIABILIDADE ECONOMICA DE UM PROJETO AGROECOLÓGICO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: FATORES DETERMINANTES E FATORES COADJUVANTES DE SUCESSO

Sandro César Salvador

Elaine Makishi

Beatriz Micai

Daniel Fábio Salvador

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129114>

CAPÍTULO 5	41
ANÁLISE DA PAISAGEM NO ENTORNO DE PROPRIEDADES COM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO CERRADO GOIANO	
Daniela de Lima	
Manuel Eduardo Ferreira	
Samantha Salomão Caramori	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129115	
CAPÍTULO 6	64
COMO OS PARÂMETROS CINÉTICOS DE ENZIMAS PODEM INDICAR A QUALIDADE DE SOLOS DE CERRADO EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA	
Ana Flávia de Andrade Lopes	
Malu da Costa Santana	
Leciana de Menezes Sousa Zago	
Isabella Cristina Ferreira de Lima	
Samantha Salomão Caramori	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129116	
CAPÍTULO 7	76
VIABILIDADE DE UMA PROPRIEDADE ENGAJADA NO SISTEMA SILVIPASTORIL: ESTUDO DE CASO	
Hadassa Landherr Friske	
Débora Natália Brumati	
Jaíne da Silva	
Marcos Adriano Martello	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129117	
CAPÍTULO 8	87
PRODUCCIÓN DE NARANJA ORGÁNICA Y AGROECOLÓGICA: DIFUSIÓN DE LA TECNOLOGÍA A PEQUEÑOS PRODUCTORES ORGANIZADOS EN VERACRUZ, MÉXICO	
Manuel Ángel Gómez Cruz	
Laura Gómez Tovar	
Brisa Guadalupe Gómez Ochoa	
Alejandro Hernández Carlos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129118	
CAPÍTULO 9	98
O CRÉDITO E OS TÍTULOS DE CRÉDITO RURAL COMO INSTRUMENTO DE VIABILIZAÇÃO ECONÔMICA E SOCIAL DA PROPRIEDADE	
Domingos Benedetti Rodrigues	
Tamara Silvana Menuzzi Diverio	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0072129119	

CAPÍTULO 10..... 110

POTENCIAL DE USO DO FUNGO ENTOMOPATHOGENICO *Isaria spp.*

Ingrid de Araujo Reis
Edna Antônia da Silva Brito
Thayná da Cruz Ferreira
Lorene Bianca Araújo Tadaiesky
Diego Lemos Alves
Gleiciane Rodrigues dos Santos
Alice de Paula de Sousa Cavalcante
Josiane Pacheco de Alfaia
Gledson Luiz Salgado de Castro
Alessandra Jackeline Guedes de Moraes
Gisele Barata da Silva
Telma Fatima Vieira Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291110>

CAPÍTULO 11 120

MERCADO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS PARA CONTROLE DE PRAGAS NO BRASIL

Thayná Cruz Ferreira
Lorene Bianca Araújo Tadaiesky
Edna Antônia da Silva Brito
Indyra Ingrid de Araújo Reis
Diego Lemos Alves
Gleiciane Rodrigues dos Santos
Alice de Paula de Sousa Cavalcante
Josiane Pacheco de Alfaia
Gledson Luiz Salgado de Castro
Alessandra Jackeline Guedes de Moraes
Gisele Barata da Silva
Telma Fatima Vieira Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291111>

CAPÍTULO 12..... 134

NANOTECNOLOGIA VERDE E SUAS APLICAÇÕES NO ECOSISTEMA AGRÍCOLA

Micheline Thais dos Santos
Tale Lucas Vieira Rolim
Viviane Ferreira Araújo
Maria Ercília Lima Barreiro
Elizabeth Simões do Amaral Alves
Breno Araújo de Melo
Sybelle Georgia Mesquita da Silva
Romero Marcos Pedrosa Brandão – Costa
Juanize Matias da Silva Batista
Ana Lúcia Figueiredo Porto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291112>

CAPÍTULO 13..... 144

EMBALAGEM POLIMÉRICA AGRÍCOLA REPELENTE

Cesar Tatari
Adelcio Cleiton de Almeida Carneiro
Antony Victor Fernandes
Douglas Cunha Silva
Márcio Callejon Maldonado
Ricardo Alexandre Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291113>

CAPÍTULO 14..... 158

ACTIVIDAD MICROBIANA DE UN SUELO CONTAMINADO BIORREMEIDIADO CON BIOSÓLIDOS

Hernán Kucher
Silvana Irene Torri
Erika Pacheco Rudz
Ignacio van oostveldt
Adelia González Arzac

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291114>

CAPÍTULO 15..... 167

ABORDAGEM QUANTITATIVA, UTILIZANDO OS INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UMA APLICAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA, DURANTE O PERÍODO ENTRE 2003 À 2018

Educélio Gaspar Lisbôa
Ionara Santos Siqueira
Cinthia de Oliveira Rodrigues
Érico Gaspar Lisbôa
Leonardo Augusto Lobato Bello
Heriberto Wagner Amanajás Pena

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291115>

CAPÍTULO 16..... 182

MODELO HIDRÁULICO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE SUBUNIDADES IRREGULARES DE RIEGO POR GOTEO

Jorge Cervera Gascó
Jesús Montero Martínez
Amaro del Castillo Sánchez-Cañamares
Santiago Laserna Arcas
José María Tarjuelo Martin-Benito
Miguel Ángel Moreno Hidalgo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291116>

CAPÍTULO 17..... 190

PLANO DE GESTÃO SUSTENTÁVEL DA SUB-BACIA DE TEJALPA-TERRERILLOS NO NEVADO DE TOLUCA

Marcia Adriana Yáñez Kernke

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291117>

CAPÍTULO 18.....209

MÉTODOS PARA A ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA E PLACAS - PA

Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros

Flávio Henrique Santos Rodrigues

Adriano Anastácio Cardoso Gomes

Ermano Prévair

Peola Reis de Sousa

Wellington Leal dos Santos

Keila Aparecida Moreira

Luciana da Silva Borges

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

Joaquim Alves de Lima Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291118>

CAPÍTULO 19.....223

RESERVADO PRODA D'ÁGUA: ALTERNATIVA DE BAIXO CUSTO PARA BOMBEAMENTO DE ÁGUA NO ASSENTAMENTO SERRA VERDE EM BARRA DO GARÇAS - MT

Ivo Luciano da Assunção Rodrigues

Martha Tussolini

Enzo Negri Cogo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291119>

CAPÍTULO 20.....228

CAPACIDADE PREDATÓRIA DE NINFAS DE LÍBELULAS (ODONATA) EM LARVAS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

Lays Laianny Amaro Bezerra

Rafael Pereira da Cruz

Francisco Roberto de Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.00721291120>

SOBRE OS ORGANIZADORES237

ÍNDICE REMISSIVO.....238

CAPÍTULO 12

NANOTECNOLOGIA VERDE E SUAS APLICAÇÕES NO ECOSISTEMA AGRÍCOLA

Data de aceite: 01/11/2021

Micheline Thais dos Santos

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Morfologia e Fisiologia
Animal
Recife – PE
<https://orcid.org/0000-0002-7675-2554>

Tale Lucas Vieira Rolim

Universidade Federal de Pernambuco
Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami –
LIKA
Recife – PE
<https://orcid.org/0000-0001-8450-9805>

Viviane Ferreira Araújo

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Morfologia e Fisiologia
Animal
Recife – PE
<https://orcid.org/0000-0002-0667-8934>

Maria Ercilia Lima Barreiro

Universidade Federal de Pernambuco
Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami –
LIKA
Recife – PE
<https://orcid.org/0000-0001-5756-4681>

Elizabeth Simões do Amaral Alves

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Morfologia e Fisiologia
Animal
Recife – PE
<https://orcid.org/0000-0001-5078-4104>

Breno Araújo de Melo

Universidade Federal de Alagoas

Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO
<https://orcid.org/0000-0002-2277-4125>

Sybelle Georgia Mesquita da Silva

Universidade Federal de Alagoas
Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO
<https://orcid.org/0000-0002-9318-0332>

Romero Marcos Pedrosa Brandão – Costa

Universidade de Pernambuco
Instituto de Ciências Biológicas
Recife – PE
<https://orcid.org/0000-0001-7045-2975>

Juanize Matias da Silva Batista

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Morfologia e Fisiologia
Animal
Recife – PE
BFP 0087-5.05/20

Ana Lúcia Figueiredo Porto

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Morfologia e Fisiologia
Animal
Recife – PE
<https://orcid.org/0000-0001-5561-5158>

Data de submissão: 06/08/2021

RESUMO: Com a crescente busca dos consumidores por empresas que praticam agricultura sustentável, o mercado agrícola tem buscado novas possibilidades promissoras nesse segmento. Diante disso, a bionanotecnologia apresenta-se como uma nova alternativa a ser inserida no sistema agrícola promovendo alta aplicabilidade, elevados rendimentos e

principalmente *eco-friendly*. Desta forma, este trabalho aborda de forma geral o campo da síntese de nanopartículas metálicas por micro-organismos aplicados no ecossistema agrícola. Foi realizado uma busca nas principais bases de dados científicos, logo após desenvolvido uma revisão narrativa a qual aborda tópicos relacionados à utilização dos microrganismos como fonte biossintética de nanopartículas metálicas na agricultura, sua biossíntese e campo de aplicação. Nesse capítulo conclui-se que as nanopartículas possuem uma atuação de extrema importância no campo da agricultura sustentável, visto que é uma área de inovação, desafiadora e verde, podendo contribuir no setor de gestão de pragas agrícolas, micronutrientes e fertilizantes no solo e em plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Nanopartículas metálicas. Nanotecnologia ambiental. Sustentabilidade. Agricultura verde.

GREEN NANOTECHNOLOGY AND ITS APPLICATIONS IN THE AGRICULTURAL ECOSYSTEM

ABSTRACT: With the growing consumer search for companies that practice sustainable agriculture, the agricultural market has been looking for promising new alternatives in this segment. Therefore, bionanotechnology presents itself as a new alternative to be inserted in the agricultural system, promoting high applicability, high yields and mainly eco-friendly. In this way, this work approaches in general the field of the synthesis of metallic nanoparticles by microorganisms applied in the agricultural ecosystem. A qualitative survey of the information obtained was carried out, among which topics related to the use of microorganisms as a biosynthetic source of metallic nanoparticles in agriculture, their biosynthesis and field of application were addressed. In this chapter it is concluded that nanoparticles have an extremely important role in the field of sustainable agriculture, since it is an area of innovation, challenging and green, being able to contribute in the sector of management of agricultural pests, micronutrients and fertilizers in the soil and in plants.

KEYWORDS: Environmental nanotechnology. Metallic nanoparticles. Sustainability. Green Agriculture.

1 | INTRODUÇÃO

A prática agrícola intensiva, juntamente com o rápido crescimento da população humana, exige melhorias na produção de alimentos bem como um aumento no rendimento geral. Os agricultores em todo o mundo são obrigados a produzir mais rendimento, seja para ampliar as terras agrícolas ou para adotar novos métodos de agricultura sustentável com o objetivo de preencher esse espaço entre a produção de alimentos e o consumo (El-Ramady et al., 2017).

Um dos grandes questionamentos que envolve esse setor é a fertilização aplicada, a aplicação de herbicidas e inseticidas que são obrigatórios para a produção bem sucedida de safras, frutas e vegetais, enquanto seu mau uso se tornou um dos principais problemas de conteúdo excessivo de poluentes no solo e como consequência da aplicação excessiva de fertilizantes e herbicidas na prática agrícola, várias substâncias residuais perigosas

permanecem no ecossistema e representam uma fonte significativa de poluição do solo e água (Rawtani et al., 2018).

A nanotecnologia verde está associada ao aumento da sustentabilidade ambiental dos processos, a fim de minimizar os custos e os riscos ambientais de externalidades negativas produzidas na agricultura (Debashree e Borkha, 2021). Portanto, a nanotecnologia verde representa um novo esforço dos pesquisadores para empregar a capacidade da natureza de remover ou diminuir os riscos ambientais e à saúde humana causados pelo uso de nanomateriais, substituindo produtos existentes por novos nanoprodutos que são ecologicamente corretos ao longo de sua vida (Nasrollahzadeh et al., 2019). Posto isso, essa breve revisão tem por objetivo enfatizar o uso da nanotecnologia verde e sua aplicação dentro de uma agricultura sustentável.

2 | METODOLOGIA

Essa breve revisão foi baseada em artigos científicos publicados nos últimos anos. O processo de coleta do material foi realizado de forma não sistemática em bases de dados científicas, tais como nas principais bases internacionais e nacionais (*Science direct, Pubmed e Scielo*), utilizando-se dos descritivos (*green nanotechnology or Bionanotechnology*) and (*Sustainable Agriculture*) and (*application of green nanoparticles*), estes materiais foram lidos na íntegra e analisados criticamente.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Nanotecnologia verde

Nanotecnologia é o campo da ciência que lida com uma variedade de nanoestruturas úteis na indústria da saúde, eletrônica, manufatura, meio ambiente, agricultura e diferentes indústrias biomédicas. As nanopartículas (NPs) são partículas em escala nanométrica que variam entre 1 a 100 nanômetros de tamanho e ou menor dimensão (EFSA, 2009). A nanotecnologia está relacionada a diversos métodos biológicos (não tóxicas e ambientalmente seguras), a chamada bionanotecnologia, explorando uma variedade de micróbios, como algas, bactérias, fungos e extratos de plantas (Iravani et al., 2017). Assim, as NPs são de matéria à base de metal, com capacidade de se tornar um sistema integrado de vários princípios ativos consistindo de partículas (Baker et al., 2015) (Figura 1).

A utilização de plantas para a síntese verde de nanopartículas metálicas ganhou destaque rapidamente devido a facilidade de manuseio, protocolo de baixo custo, *eco friendly* e com baixa toxicidade. Entende-se que as folhas, caules, cascas, flores, sementes e seus derivados podem ser utilizadas para esse processo, porém a concentração do extrato, temperatura, sal metálico e pH são os principais parâmetros de influência para a síntese. Outro ponto que merece ser estudado é o agente ativo responsável pela síntese, que

permite estabilização e redução, e as biomoléculas que criam NPs estáveis. Biomoléculas, por ex. aminoácidos, polissacarídeos, alcalóides e proteínas são os principais compostos que afetam a redução e a estabilidade das NPs (Alabdallah & Hasan, 2021).



Figura 1: Classificação das metodologias de síntese física, química e verde de nanoestruturas de prata com relação ao tipo de agente redutor, instrumentos e processos (Kaabipour & Hemmati, 2021) (adaptado).

A síntese microbiana de nanopartículas de metal pode ocorrer tanto por via intracelular quanto extracelular (Jain et al., 2011). As NPs têm propriedades físico-químicas importantes como forma, tamanho e distribuição de partículas e rugosidade, topografia, pureza, estabilidade, dispersão, reatividade e hidrofobicidade (Kumar e Dixit, 2017).

Algumas condições como pH, teor de sal, temperatura (Fatemi et al., 2018), alteram a natureza dos microrganismos usados, compostos secretados por eles, condições nutricionais e a presença de doadores e aceptores de elétrons podem afetar a biossíntese das NPs, suas propriedades biológicas, químicas e físicas são amplamente determinadas pelo tamanho e forma (Singh e Singh, 2019).

3.2 Aplicação das nanopartículas metálicas no meio ambiente

O rápido desenvolvimento da nanotecnologia tem causado efeitos benéficos na agricultura e no meio ambiente com a sintetização das nanopartículas de base metálica, podendo ser aplicadas por caminhos diretos e indiretos no sistema de otimização entre solo e planta.

A nanotecnologia oferece alternativas ecológicas para o manejo de doenças de plantas, que podem desempenhar um papel fundamental na produção global de alimentos e na segurança alimentar. Recentemente, várias NPs metálicas (como Ag, Au, Zn, Ni e Ti) têm sido usadas como agentes antimicrobianos para o manejo de fitopatógenos. As formulações de nanopesticidas oferecem vantagens adicionais em relação aos pesticidas convencionais, aumentando a solubilidade de ingredientes ativos pouco solúveis (Narware et al., 2019).

O solo agrícola tem como grande característica a abundância de material orgânico dissolvida no solo, o qual pode ter um impacto significativo no destino e transporte das

NPs à base de metal. As plantas, por sua vez, participam como componentes-chave na prática agrícola por mostrarem interações complexas e dinâmicas com NPs metálicas (Hao Chen, 2018). A maioria das investigações existentes sobre o impacto ambiental dessas nanopartículas consideram o ambiente do solo agrícola e o sistema vegetal separadamente, no entanto faz-se necessário que haja um estudo que enfatiza o sistema integrado solo - planta, assim obtendo criticamente a análise do ecossistema agrícola.

3.3 Nanotecnologia x produtividade agrícola

As aplicações baseadas em nanotecnologia têm o potencial de aumentar a produtividade da cultura, permitindo um melhor manejo das plantas. O papel da nanotecnologia no desenvolvimento da produção agrícola pode ser classificado como, (I) nanopesticidas/ nanoherbicidas, (II) nanofertilizantes, (III) biossensores para detectar patógenos e contaminantes, entre outros (Achary & Pal, 2020).

3.3.1 *Desenvolvimento de nanopesticidas/ nanoherbicidas*

O uso de pesticidas é uma prática regular na agricultura comercial e o desenvolvimento de pesticidas novos, eficientes e específicos para um alvo específico é um processo contínuo (Usmann et al., 2020). Os biopesticidas reduzem os efeitos perigosos dos pesticidas sintéticos, mas seu uso é limitado por sua eficiência lenta e dependente do ambiente contra pragas, já os nanopesticidas apresentam potencial viável para superar essas limitações.

A degradação lenta e a liberação controlada de ingredientes ativos na presença de nanomateriais adequados podem oferecer um controle eficaz de pragas por muito tempo (Chhipa, 2017). Sendo os nanopesticidas de grande importância para o manejo eficaz e sustentável de diferentes pragas e com potencial para minimizar o uso de produtos químicos sintéticos e os riscos ambientais associados (Usman et al., 2020).

Os nanopesticidas se comportam de maneira diferente dos pesticidas convencionais para aumentar sua eficácia (Kah et al., 2019). As partículas nanométricas podem ser transportadas nos estados dissolvido e coloidal e este tipo de mecanismo está subjacente a comportamentos diferentes dos solutos convencionais das mesmas partículas (Kumpiene et al., 2008) A solubilidade dos ingredientes ativos pode aumentar a mobilidade e a degradação dos microrganismos que habitam o solo. Como os pesticidas à base de nanopartículas aumentam a solubilidade do AI, também são considerados como tendo menos impacto prejudicial ao meio ambiente em comparação com os pesticidas convencionais (Kah e Hofmann, 2014).

Através dessa intervenção nanotecnológica, é possível também melhorar a eficácia dos herbicidas, visando especificamente os receptores nas raízes/ partes do solo das ervas daninhas. Espera-se que esses nanoherbicidas forneçam novas rotas para entrar e translocar para diferentes partes do rizoma e, finalmente, impedir a glicólise do backup de alimentos no sistema radicular (Chinnamuthu e Kokiladevi, 2007).

3.3.2 Nanofertilizantes

Um dos grandes contribuintes para o aumento da safra é decorrente do aumento no uso de fertilizantes. No entanto, o uso de fertilizantes químicos torna-se limitado por sua baixa eficiência de uso devido à perda de fertilizante (por volatilização e lixiviação) que contamina o meio ambiente e aumenta o custo de produção (FAO, 2017).

As formulações de nanofertilizantes podem aumentar substancialmente a produtividade da cultura, aumentando a eficiência, a matéria orgânica do solo, juntamente com a redução da fertilização desequilibrada e deficiências de multi-nutrientes, assim como foram observados os aumentos significativos na produção de feijão e milho com a aplicação foliar de partículas de nanofósforo como fertilizantes em ambiente árido (Tarafdar, 2012). Podem ser usados alguns conceitos nanotecnológicos para aumentar a eficiência do uso de nitrogênio de fertilizantes convencionais, reduzindo a perda de nitrogênio e aumentando a absorção através de partes porosas em nanoescala das plantas (Acharya & Pal, 2020).

Pesquisas relacionadas aos nanofertilizantes, relatam a aplicação de algumas moléculas a exemplo do Fe (Rui et al., 2016; Askary et al., 2017; Bastani et al., 2018), ZnO (Tarafdar et al., 2012), quitosana (Corradini et al., 2010) mostraram resultados positivos tornando-se promissoras no setor agrícola.

3.3.3 Nanobiossensores

Biossensores são dispositivos que convertem a resposta biológica em uma resposta elétrica para análise quantitativa de dados por meio de um microprocessador (Acharya & Pal, 2020). Eles apontam um sistema híbrido de receptor-transdutor que é usado para detectar as propriedades físicas e químicas de um meio na presença de elemento de reconhecimento biológico ou orgânico para detectar o analito biológico específico presente (Sun et al., 2006).

Os nanobiossensores é a geração de biossensores que são mais compactos e ligados ao elemento sensibilizado para detectar analito seletivo em concentração ultrabaixa, por meio de um transdutor físico-químico. A tecnologia de nanobiossensores pode ajudar na detecção precoce e na decisão rápida para aumentar o rendimento das safras por meio do manejo adequado de água, solo, fertilizantes e pesticidas (Scognamiglio, 2013), também para monitorar o crescimento das plantas, resistência a antibióticos, estresse na colheita, condição do solo, teor de nutrientes ou qualidade dos alimentos (Tarafdar et al., 2013; Teodoro et al., 2010).

3.4 Vias de entrada de NPs metálicas no solo

O método de entrada das nanopartículas metálicas no solo podem ocorrer por meio de duas vias: via direta e via indireta.

3.4.1 Via indireta

Uma das principais fontes de NPs metálicas é a aplicação de lodo de esgoto em terras. Após a aplicação dos produtos nanoparticulados, as NPs são facilmente liberadas da matriz de produtos e, em seguida, entram no sistema de estampagem (Hao Chen, 2018). assim como exemplos mencionados por Kagi et al. (2008) que as NPs de TiO_2 podem liberar para o ambiente a partir da pintura do edifício; Benn et al. (2010), NPs podem ser liberados do tecido durante a lavagem ou do recipiente plástico durante o uso; Gondikas et al. (2014), as nanopartículas de TiO_2 e ZnO podem ser liberadas de protetores solares em piscinas externas.

As nanopartículas metálicas tendem a ficar retidas e se acumulam no lodo do esgoto em sistema de tratamento de águas residuais e como resultado, várias NPs metálicas foram detectadas no bio-sólido da estação de tratamento de águas residuais (Durenkamp et al., 2016). Uma vez que a prática de usar o lodo de esgoto em terras agrícolas como condicionador do solo ou fertilizante de plantas, pode ser uma das fontes importantes de NPs à base de metal nas terras aráveis (Singh e Agrawal, 2008).

3.4.2 Via Direta

A entrada direta de NPs no solo ocorre principalmente por meio de aplicações de produtos químicos agrícolas formulados por Nanotecnologia, incluindo Nano fertilizantes e Nano pesticidas. Fertilizantes nanoestruturados como Fe, Mn, Zn, Cu, Mo NPs podem promover o crescimento das plantas e rendimentos agrônômicos em uma pequena dose, levando a benefícios econômicos e ambientais significativos (Monreal et al., 2016).

Nos estudos de Jeyasubramanian et al. (2016) relatam por exemplo, nanopartículas de ZnO e Fe_2O_3 aplicados em sementes de amendoim, resultando em maior germinação de sementes, aumento do crescimento do caule e da raiz, enquanto outra forma de Zn ou Fe usada para comparação teve impacto limitado. Já em pesquisas realizadas por Hanif et al. (2015) indicaram que quando 100 mg/kg^{-1} de nanopartículas de TiO_2 foram aplicados ao solo a concentração de fosfato disponível no solo aumentou até 56% após 72h de incubação à temperatura ambiente (25°C) em placas de Petri. Após o cultivo de plantas de *L. sativa* no solo, aplicado com 100 mg/kg^{-1} de nanopartículas de TiO_2 durante 14 dias, os comprimentos da parte aérea e da raiz aumentaram em até 49% e 62%, respectivamente, em comparação com o tratamento controle.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nanotecnologia verde através da biossintetização por via microbiana tem se tornado um importante mecanismo de defesa ao meio ambiente frente a utilização exacerbada de agrotóxicos e despejo irregular de resíduos industriais e comerciais, melhorando os efeitos sustentáveis e produtividade da safra. Mesmo com resultados positivos e promissores, essa área requer mais estudos e discussão entre as comunidades científicas e agrícolas,

principalmente relacionado a interação solo-planta, visto que a nanotecnologia pode ser aplicada em diversas áreas do ecossistema agrícola, para uma melhor aplicação em escala de produção e também na atuação em campos contaminados, tendo em vista os resultados positivos já encontrados em diferentes campos, como fármacos, alimentos e diagnóstico.

REFERÊNCIAS

ACHARYA, A.; PAL, P.K. **Agriculture nanotechnology: Translating research outcome to field applications by influencing environmental sustainability**. *NanoImpact*, v. 19, Artigo 100232, 2020.

ALABDALLAH, N. M.; MAHADI HASAN, M.D. **Plant-based green synthesis of silver nanoparticles and its effective role in abiotic stress tolerance in crop plants**. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.05.081>.

ASKARY, M.; AMIRJANI, M. R.; SABERI, T. **Comparison of the effects of nano-iron fertilizer with iron-chelate on growth parameters and some biochemical properties of *Catharanthus roseus* J.** *Plant Nutr.*, v. 40, p. 974-982, 2017.

BAKER, S.; KUMAR, K.M.; SANTOSH, P.; RAKSHITH, D.; SATISH, S. **Extracellular synthesis of silver nanoparticles by novel *Pseudomonas veronii* AS41G inhabiting *Annona squamosa* L. and their bactericidal activity**. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, ed. 136, p. 1434–1440, 2015.

BASTANI, S.; HAJIBOLAND, R.; KHATAMIAN, M.; SAKET-OSKOUI, M. **Nano iron (Fe) complex is an effective source of Fe for tobacco plants grown under low Fe supply**. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, v. 18, p. 524-541, 2018

BENN, T.; CAVANAGH, B.; HRISTOVSKI, K. et al. **The launch of nano-silver consumer products used at home**. *Journal of Environmental Quality*. 39 (6), p. 1875, 2010.

CHHIPA, H. **Nanofertilizers and nanopesticides for Agriculture**. *Environ. Chem. Lett.*, v. 15, p. 15–22, 2017.

CHINNAMUTHU, C.R.; KOKILADEVI, E. **Weed Management through nanoherbicides**. *In: Nanotechnology Applications in Agriculture*. Eds. Chinnamuthu, C.R., Chandrasekaran, B., Ramasamy, C. (ISBN No: 978-81-904337-3-0), p 23–36, 2007.

CORRADINI, E.; DE MOURA, M. R. MATTOSO, L. H. C. **A preliminary study of the incorporation of NPK fertilizer into chitosan nanoparticles**. *Express Polym Lett*, v. 4, p. 509-515, 2010.

DEBASHREE, D.; BORKHA, M. D. **Scope of green nanotechnology towards amalgamation of green chemistry for cleaner environment: A review on synthesis and applications of green nanoparticles**. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, n. 15, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100418>

DURENKAMP, M.; PAWLETT, M.; RITZ, K.; HARRIS, J.A.; NEAL, A. L.; MCGRATH, S. P. **Nanoparticles within WWTP sludges have minimal impact on leachate quality and soil microbial community structure and function**. *Environ. Pollut.*, v. 211, p. 399 – 405, 2016. [10.1016/j.envpol.2015.12.063](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.12.063).

EL-RAMADY, H., ALSHAAL, T., ABOWALY, M., ABDALLA, N., TAHA, H.S., et al., **Nanoremediation for sustainable crop production**, Nanoscience in Food and Agriculture, Springer, vol. 5, 2017.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, **Scientific opinion of the scientific committee on a request from the European commission on the potential risks arising from nanoscience and nanotechnologies on food and feed safety**. The EFSA J., ed. 958, p.1 - 39, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **The Future of Food and Agriculture “Trends and Challenges”**. 2017.

FATEMI, M., MOLLANIA, N., MOMENI-MOGHADDAM, M., SADEGHIFAR, F. **Extracellular biosynthesis of magnetic iron oxide nanoparticles by *Bacillus cereus* strain HMH1: characterization and in vitro cytotoxicity analysis on MCF-7 and 3T3 cell lines**. Journal of Biotechnology. v. 270, p. 1-11, 2018.

GONDIKAS, A.P.; KAMMER, F.V.D.; REED, R.B. et al. **Release of TiO₂ nanoparticles from sunscreens in surface waters: a year-long survey in the former Danube recreation lake**. Environmental Science Technology. ed. 48 (10), p. 5415 - 5422, 2014.

HANIF, H.U.; ARSHAD, M.; ALI, M.A. et al. **Phosphorus phyto availability for *Lactuca sativa* in response to TiO₂ nanoparticles applied in the soil**. Pakistan Journal of Agricultural Sciences. ed. 52 (1), p. 177 - 182, 2015.

HAO, C. **Metal-based nanoparticles in an agricultural system: behavior, transport and interaction with plants**. Chemical Speciation and Bioavailability, 30: 1, 123-134, 2018. DOI: [10.1080/09542299.2018.1520050](https://doi.org/10.1080/09542299.2018.1520050).

IRAVANI, A.; HASAN AKBARI, M.; ZOHOORI, M. **Advantages and Disadvantages of Green Technology; Goals, Challenges and Strengths**. International Journal of Science and Engineering Applications. v. 6, Iss. 09, 2017.

JAIN, N.; BHARGAVA, A.; MAJUMDAR, S.; TARAFDAR, J.C.; PANWAR, J. **Extracellular biosynthesis and characterization of silver nanoparticles using *Aspergillus flavus* NJP08: a mechanism perspective**. Nanoscale, v.3, p. 635-641, 2011.

JEYASUBRAMANIAN, K.; THOPPEY, U.U.G.; HIKKU, G.S. et al. **Increase in the growth rate and productivity of spinach grown in hydroponics with iron oxide nanoparticles**. RSC Advances., ed. 6 (19), 15451 - 15459, 2016.

KAABIPOUR, S.; HEMMATI, S. **A review of green and sustainable synthesis of silver nanoparticles and one-dimensional silver nanostructures**. Beilstein J. Nanotechnol., v. 12, p. 102-136, 2021.

KAGI, R., ULRICH, A.; SINNET, B. et al. **Emission of synthetic TiO₂ nanoparticles from external facades to the aquatic environment**. Environmental science of technology. Pollution., ed. 156 (2): 233 - 239, 2008.

KAH, M.; TUFENKJI, N.; WHITE, J.C. **Nano-enabled strategies to enhance crop nutrition and protection**. Nat. Nanotechnol., v. 14, p. 532-540, 2019.

KAH, M.; HOFMANN, T. **Nanopesticide research: current trends and future priorities**. Environ. Int., v. 63, p. 224-235, 2014.

- KUMAR, A., DIXIT, C.K. METHODS FOR CHARACTERIZATION OF NANOPARTICLES. **Advances in Nanomedicine for the Delivery of Therapeutic Nucleic Acids**. Woodh. Publi., Cambridge, p. 43-58, 2017.
- KUMPIENE, J.; LAGERKVIST, A.; MAURICE, C. **Stabilization of As, Cr, Cu, Pb and Zn in soil using amendments—a review**. *Waste Manag.*, v. 28, p. 215-225, 2008.
- MONREAL, C.M.; DE ROSA, M.; MALLUBHOTLA, S.C. et al. **Nanotecnologias para aumentar a eficiência do uso da cultura de micronutrientes fertilizantes**. *Biol Fertil Soils*, n. 52, p. 423–437, 2016.
- NARWARE, J., YADAV, RN, KESWANI, C., SINGH, SP, SINGH, HB. **Biopesticides based on silver nanoparticles for phytopathogens: Scope and potential in agriculture**. *Nano-Biopesticides Today and Future Perspectives*, p. 303-314, 2019.
- NASROLLAHZADEH, M.; SAJADI, M.; ISSAABADI, Z.; SAJJADI, M. **Biological Sources Used in Green Nanotechnology. In: An Introduction to Green Nanotechnology**. Editora: Academic Press, v. 28 p. 81–111, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813586-0.00003-1>.
- RAWTANI, D., KHATRI, N., TYAGI, S., PANDEY, G. **Nanotechnology-based recent approaches for sensing and remediation of pesticides**. *J. Environ. Manage.*, p. 749-76, 2018.
- RUI, M.; MA, C.; HAO, Y.; GUO, J.; RUI, J.; TANG, X.; ZHAO, Q.; FAN, X.; ZHANG, Z.; HOU, T.; ZHU, S. **Iron oxide nanoparticles as a potential iron fertilizer for peanut (*Arachis hypogaea*)**. *Front. Plant Sci.*, v. 7, p. 815, 2016.
- SCOGNAMIGLIO, V. **Nanotechnology in glucose monitoring: advances and challenges in the last 10 years**. *Biosens. Bioelectron.*, v. 47, p. 12-25, 2013.
- SINGH, R.; AGRAWAL, M. **Potential benefits and risks of applying sewage sludge to the soil**. *Waste Management.*, ed. 28 (2), p. 347 - 358, 2008.
- SINGH, V. K.; SINGH, A. K. **Role of microbially synthesized nanoparticles in sustainable agriculture and environmental management**. *Role of Plant Growth Promoting Microorganisms in Sustainable Agriculture and Nanotechnology*, p. 55–73, 2019.
- SUN, P-N.; LI, X-Q.; CAO, J.; ZHANG, W-X.; WANG, H. P. **Characterization of zero-valent iron nanoparticles**. *Adv. Colloid Interf. Sci.*, 120, p. 47-56, 2006.
- TARAFDAR, J. C. **Perspectives of nanotechnological applications for crop production**. *NAAS News*, v.12, p. 8-11, 2012.
- TARAFDAR, J. C.; SHARMA, S.; RALIYA, R. **Nanotechnology: interdisciplinary science of applications**. *Afr. J. Biotechnol.*, v. 12, p. 219-226, 2013.
- TEODORO, S.; MICAELA, B.; DAVID, K. W. **Novel use of nano-structured alumina as an insecticide**. *Pest Manag. Sci.*, 6v. 6, p. 577-579, 2010.
- USMAN, M.; FAROOQ, M.; WAKEEL, A.; NAWAZ, A.; CHEEMA, S.A.; UR REHMAN, H.; ASHRAF, I.; SANAUULLAH, M. **Nanotechnology in agriculture: current status, challenges and future opportunities**. *Sci. Total Environ.*, v. 721, Article 137778, 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem 7, 10, 98, 100, 167, 176, 230

Agricultura 3, 1, 2, 3, 6, 7, 17, 20, 21, 24, 29, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 61, 65, 87, 89, 90, 91, 95, 97, 98, 99, 116, 119, 121, 122, 124, 125, 127, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 144, 145, 150, 151, 156, 157, 166, 183, 193, 199, 221, 222, 224, 227, 235

Agricultura familiar 1, 2, 3, 7, 29, 38, 39, 40

Agricultura orgânica 87, 89, 90, 91

Agricultura verde 135

Agroecologia 3, 4, 1, 3, 4, 6, 7, 19, 29, 35, 39, 131, 132, 236

Agronegócio 11, 40, 42, 78, 86, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 107, 108, 109, 121, 123

Agronomía 21, 158, 166

Agropecuária 43, 62, 63, 64, 74, 85, 102, 119, 133, 237

Agrossilvipastoril 41, 43

Agrotóxicos 4, 5, 30, 31, 35, 39, 120, 124, 125, 140, 145

Água 8, 1, 4, 12, 41, 52, 79, 114, 115, 120, 121, 136, 139, 145, 147, 148, 151, 152, 173, 209, 210, 211, 213, 218, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 231, 232, 233

Amazônia 4, 8, 9, 10, 15, 17, 18, 19, 62, 110, 120, 167, 209, 234

B

Biosólidos 7, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166

Bombeamento 8, 223, 224, 227

C

Colheita 9, 15, 16, 19, 36, 139

Contabilidade rural 76, 79, 80

Controle biológico 3, 4, 111, 113, 114, 116, 118, 119, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 228, 230, 232, 233, 235

Crédito rural 5, 6, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109

Culturas 9, 13, 14, 16, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 46, 47, 57, 58, 65, 77, 78, 112, 115, 116, 126, 127, 128, 130, 211, 224

D

Dengue 228, 229, 230, 233, 234, 235, 236

Desempenho 16, 18, 39, 65, 174, 176, 180, 209, 210, 211, 221

Desenvolvimento sustentável 7, 10, 19, 40, 85, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 179, 180, 181

Diversidade biológica 229

E

Eficiência econômica 29

Efluentes industriais 158, 159

Embalagens 144, 145, 148, 150

Energia fotovoltaica 182, 184

Espécies 9, 10, 12, 13, 14, 18, 42, 51, 60, 61, 78, 79, 103, 111, 112, 114, 115, 116, 145, 146, 229, 230, 231, 232, 233

F

Fungos entomopatogênicos 110, 111, 112, 113, 114, 116, 119

G

Geoprocessamento 41, 43, 48, 54, 58

Gestão 7, 3, 6, 40, 62, 106, 109, 131, 135, 172, 180, 181, 190

I

ILPF 41, 42, 43, 44, 45, 48, 53, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 74

Impacto ambiental 32, 138, 144

Indicadores 2, 3, 7, 19, 23, 26, 27, 50, 64, 65, 66, 73, 74, 95, 167, 170, 171, 173, 174, 175, 180, 183

Inflação 167, 170, 174, 176, 177, 178, 179, 180

Inseto-praga 121

M

Manejo 5, 12, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 28, 43, 51, 62, 64, 66, 73, 74, 77, 79, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 112, 113, 114, 115, 116, 121, 125, 127, 128, 130, 131, 133, 137, 138, 139, 157, 182, 183, 190, 191, 192, 193, 196, 197, 198, 199, 200, 202, 207, 211, 221, 232, 235, 237

Meteorológico 210

Método alternativo 228

N

Nanotecnologia 6, 7, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141

Nanotecnologia ambiental 135

P

Plantas 4, 5, 14, 15, 16, 18, 62, 65, 67, 76, 78, 79, 81, 84, 91, 92, 113, 121, 122, 123, 124, 128, 129, 130, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 145, 157, 160, 204, 210, 218, 222, 232

Polímero repelente 144, 145

Produção 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 46, 51, 66, 71, 72, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 99, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 114, 116, 118, 121, 122, 123, 124, 129, 131, 132, 133, 135, 137, 138, 139, 141, 150, 151, 152, 171, 172, 174, 175, 179, 181, 211, 221, 222

Productores 5, 2, 5, 6, 19, 22, 26, 30, 32, 34, 37, 39, 41, 43, 64, 65, 66, 70, 73, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 116, 120, 122, 139, 150, 156, 169, 173, 175, 180, 200

Q

Qualidade 64, 74

R

Recursos hídricos 51, 52, 182, 190, 222, 223

Regressão linear 7, 167, 170, 171, 175, 176, 177, 179, 180

Remediation 143, 159, 166

Roda d'água 223, 224, 225, 226, 227

S

Segurança alimentar 1, 2, 3, 5, 7, 9, 18, 19, 137

Silvipastoril 5, 43, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Sistema agroflorestal 4, 8, 9, 14, 16, 17, 18, 19, 66, 67

Solo 4, 9, 12, 13, 16, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 85, 95, 96, 102, 120, 121, 122, 127, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 164, 173, 204, 209, 210, 211, 218

Suelos contaminados 158, 159, 160, 164, 165

Sustentabilidade 3, 3, 14, 17, 29, 30, 33, 38, 40, 43, 76, 77, 78, 86, 115, 116, 125, 127, 135, 136, 144, 156, 168, 169, 170, 171, 172, 179, 181, 232

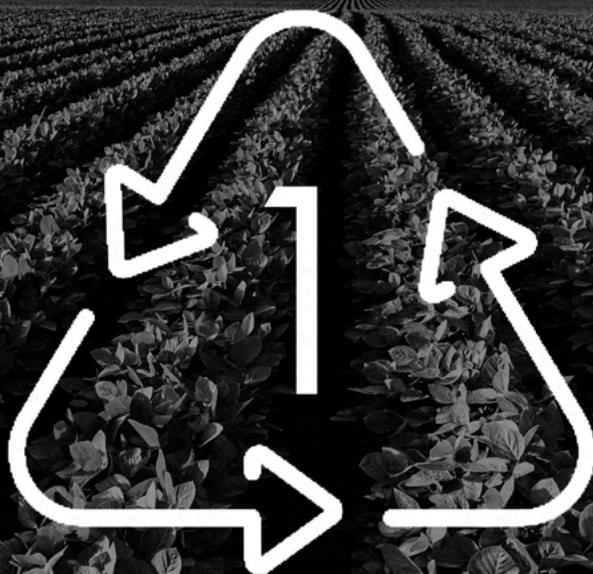
Sustentável 7, 9, 10, 19, 30, 36, 40, 61, 64, 65, 74, 76, 78, 84, 85, 108, 121, 123, 127, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 156, 157, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 179, 180, 181, 190

V

Vegetação 4, 13, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 210, 232

Viabilidade 4, 5, 10, 19, 29, 30, 35, 36, 38, 76, 77, 79, 80, 81, 85, 86, 104, 106, 113, 114, 172, 213

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



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


Ano 2021

CIÊNCIAS AGRÁRIAS, INDICADORES E SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS



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