



AGRICULTURA EM BASES AGROECOLÓGICAS E CONSERVACIONISTA

**HIGO FORLAN AMARAL
KÁTIA REGINA FREITAS SCHWAN-ESTRADA
(ORGANIZADORES)**



AGRICULTURA EM BASES AGROECOLÓGICAS E CONSERVACIONISTA

**HIGO FORLAN AMARAL
KÁTIA REGINA FREITAS SCHWAN-ESTRADA
(ORGANIZADORES)**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A278 Agricultura em bases agroecológicas e conservacionista [recurso eletrônico] / Organizadores Higo Forlan Amaral, Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-07-2

DOI 10.22533/at.ed.072202102

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Amaral, Higo Forlan. II. Schwan-Estrada, Kátia Regina Freitas.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Agricultura em Bases Agroecológicas e Conservacionista” tem foco e discussão principal sobre técnicas e práticas agrícolas consolidadas e em perspectiva para avanços consistentes na agroecologia e agricultura baseadas no conservacionismo.

O objetivo foi apresentar literatura para assuntos emergentes dentro da temática central da obra, sendo que do capítulo 1 ao 8 os leitores encontraram revisões de literatura sobre homeopatia, alimentação alternativa de animais e insetos, comunicação em agroecologia, novas tecnologias na era 4G, bioativação e remineralizadores de solo. Já do capítulo 9 ao 20 foram apresentados trabalhos e investigações aplicados dentro desses assuntos e outros complementares.

Participaram desta produção científica autores da Universidade Estadual de Maringá, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Universidade Federal do Mato Grosso e Universidade Federal do Paraná.

Os temas diversos discutidos neste material propuseram fundamentar o conhecimento de acadêmicos e profissionais das áreas de agroecologia e agricultura conservacionista e destinar um material que demonstre que essas vertentes agrícolas são consistentes e apresentam ciência de fato.

Deste modo, a obra “Agricultura em Bases Agroecológicas e Conservacionista” apresenta material bibliográfico relevantemente fundamentado nos resultados práticos obtidos pelos diversos pesquisadores, professores, acadêmicos e profissionais que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui foram apresentados de maneira didática e valorosa para o leitor.

Higo Forlan Amaral
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

AGRADECIMENTOS

- À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia (PROFAGROEC/UEM) pela iniciativa, apoio e incentivo na formação e aprimoramento de profissionais para atuação em Agroecologia.



- À Superintendência Geral de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI-PR), pelo fomento do Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá – PR (PROFAGROEC/UEM).



- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento do Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá – PR (PROFAGROEC/UEM).



- À MICROGEO – Adubação Biológica pelo incentivo e apoio financeiro a este projeto de divulgação científica.



- À Biovalens, empresa do Grupo Vitti, também, pelo incentivo e apoio financeiro a este projeto de divulgação científica.



- Ao Centro Universitário Filadélfia (UniFil) ao fomento dos projetos: “Utilização de Recursos e Técnicas Biológicas para Agricultura Conservacionista”, entre os anos de 2016 a 2019. “Percepção Pública sobre Agricultura Conservacionista, entre os anos de 2018 a 2019.



SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| HOMEOPATIA NA AGRICULTURA | |
| José Renato Stangarlin | |
| DOI 10.22533/at.ed.0722021021 | |
| CAPÍTULO 2 | 14 |
| UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE PUPA DO BICHO-DA-SEDA NA ALIMENTAÇÃO DE ANIMAIS MONOGÁSTRICOS: REVISÃO | |
| Jailson Novodworski | |
| Valmir Schneider Guedin | |
| Alessandra Aparecida Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.0722021022 | |
| CAPÍTULO 3 | 26 |
| ALTERNATIVAS AGROECOLÓGICAS NA CRIAÇÃO DE ABELHAS <i>Apis mellifera</i> E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO MEL | |
| Agatha Silva Botelho | |
| Lucimar Peres Pontara | |
| DOI 10.22533/at.ed.0722021023 | |
| CAPÍTULO 4 | 43 |
| OBSERVATÓRIO AGROECOLÓGICO: UM ESTUDO DA PRODUÇÃO FAMILIAR EM BASE ECOLÓGICA | |
| Liliana Maria de Mello Fedrigo | |
| DOI 10.22533/at.ed.0722021024 | |
| CAPÍTULO 5 | 51 |
| A ERA 4G: NOVA ATUALIZAÇÃO AGRÍCOLA COM NANOTECNOLOGIA EM CAMPO | |
| Anderson Barzotto | |
| Stela Regina Ferrarini | |
| Solange Maria Bonaldo | |
| DOI 10.22533/at.ed.0722021025 | |
| CAPÍTULO 6 | 60 |
| BIOATIVÇÃO DO SOLO NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS | |
| Bruna Broti Rissato | |
| Higo Forlan Amaral | |
| Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada | |
| DOI 10.22533/at.ed.0722021026 | |
| CAPÍTULO 7 | 72 |
| <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS | |
| Amanda do Prado Mattos | |
| Bruna Broti Rissato | |
| Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada | |
| DOI 10.22533/at.ed.0722021027 | |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 8 | 80 |
| REMINERALIZADORES DO SOLO : ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS | |
| Antonio Carlos Saraiva da Costa | |
| DOI 10.22533/at.ed.0722021028 | |
| CAPÍTULO 9 | 96 |
| PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF RICE (<i>Oryza sativa</i> L.) AND COMMON BEAN SEEDS (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) FROM LANDRACE POPULATIONS CULTIVATED IN TWO QUILOMBO VILLAGES, IN PARANA STATE, BRAZIL | |
| Rosiany Maria da Silva | |
| Alessandro Santos da Rocha | |
| José Ozinaldo Alves de Sena | |
| Marivânia Conceição de Araújo | |
| Eronildo José da Silva | |
| Rosilene Komarcheski | |
| José Walter Pedroza Carneiro | |
| DOI 10.22533/at.ed.0722021029 | |
| CAPÍTULO 10 | 106 |
| USO DE <i>Lachancea thermotolerans</i> CCMA 0763 NO CONTROLE DE OÍDIO E NA INDUÇÃO DE GLICEOLINA EM SOJA | |
| Luís Henrique Brambilla Alves | |
| Bruna Broti Rissato | |
| Rosane Freitas Schwa | |
| Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada | |
| DOI 10.22533/at.ed.07220210210 | |
| CAPÍTULO 11 | 118 |
| RESPOSTA DA ALFACE AMERICANA (<i>Lactuca sativa</i> L.) A ADUBAÇÃO ORGÂNICA À BASE DE ESTERCO BOVINO FRESCO E CURTIDO | |
| Flávio Antônio de Gásperi da Cunha | |
| Eurides Bacaro | |
| Flailton Justino Alves | |
| Júlio Augusto | |
| Mitiko Miyata Yamazaki | |
| Paulo Cesar Lopes | |
| Rafael de Souza Stevauxi | |
| DOI 10.22533/at.ed.07220210211 | |
| CAPÍTULO 12 | 126 |
| COMPATIBILIDADE DA INOCULAÇÃO DE <i>Rhizobium tropici</i> EM FEIJOEIRO COMUM EM DIFERENTES TIPOS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA | |
| Jonas A. Dário | |
| Higo Forlan Amaral | |
| DOI 10.22533/at.ed.07220210212 | |
| CAPÍTULO 13 | 139 |
| EFEITOS DA ÁGUA TRATADA POR MAGNETISMO E INFRAVERMELHO LONGO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE SORGO | |
| Leonel A. Estrada Flores | |
| Carlos Moacir Bonato | |

Maurício Antonio Custódio de Melo
Larissa Zubek
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

DOI 10.22533/at.ed.07220210213

CAPÍTULO 14 149

PERFIL DO CONSUMIDOR DE FRANGO CAIPIRA NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ

José Euripedes Suliano de Lima
Paula Lopes Leme
Jaqueline Paula Damico
Daiane de Oliveira Grieser
Camila Mottin
José Leonardo Borges
Layla Thamires de Oliveira
Ana Cecília Czelusniak Piazza
Alessandra Aparecida Silva

DOI 10.22533/at.ed.07220210214

CAPÍTULO 15 160

CRESCIMENTO MICELIAL DE *Sclerotinia sclerotiorum*, REPERTORIZAÇÃO DE SINTOMAS E CONTROLE DO MOFO BRANCO EM TOMATEIRO POR MEDICAMENTOS HOMEOPÁTICOS

Paulo Cesário Marques
Bruna Broti Rissato
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

DOI 10.22533/at.ed.07220210215

CAPÍTULO 16 173

SOLUÇÕES ULTRA DILUÍDAS DE *Calcarea carbonica* e *Silicea terra* NA PREVENÇÃO DE *Cowpea aphid-born mosaic virus* EM MUDAS DE MARACUJAZEIRO AMARELO

Beatriz Santos Meira
Antônio Jussê da Silva Solino
Camila Rocco da Silva
Juliana Santos Batista Oliveira
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada

DOI 10.22533/at.ed.07220210216

CAPÍTULO 17 186

PROCESSO DE REGULARIZAÇÃO DA PRODUÇÃO AVÍCOLA CAIPIRA EM ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES AGROECOLÓGICOS DO NORTE CENTRAL PARANAENSE

Eric Waltz Vieira Messias
Alessandra Aparecida Silva
Lucimar Pontara Peres

DOI 10.22533/at.ed.07220210217

CAPÍTULO 18 199

ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE DIFERENTES SUBSTRATOS EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE ALFACE

Gheysa Julio Pinto
José Ozinaldo Alves de Sena
Ivan Granemann de Souza Junior

Antonio Carlos Saraiva da Costa

DOI 10.22533/at.ed.07220210218

CAPÍTULO 19 212

RESPOSTA DE VARIEDADE DE CULTIVO ORGÂNICO DE MILHO EM DIFERENTES FONTES DE ADUBO E INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense*

Verônica de Jesus Custodio Peretto
Higo Forlan Amaral

DOI 10.22533/at.ed.07220210219

CAPÍTULO 20 229

DIVERSIDADE BACTERIANA DE UM SOLO OBTIDA AO LONGO DE SUCESSIVAS APLICAÇÕES DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS (ARS)

Luana Patrícia Pinto Körber
Guilherme Peixoto de Freitas
Lucas Mateus Hass
Higo Forlan Amaral
Marco Antônio Bacellar Barreiros
Elisandro Pires Frigo
Luciana Grange

DOI 10.22533/at.ed.07220210220

CAPÍTULO 21 240

ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO COMPOSTO ORGÂNICO, BIOCARVÃO E VERMICULITA PARA A PRODUÇÃO DE SUBSTRATOS

Gheysa Julio Pinto
José Ozinaldo Alves de Sena
Ivan Granemann de Souza Junior
Antonio Carlos Saraiva da Costa

DOI 10.22533/at.ed.07220210221

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 251

ÍNDICE REMISSIVO 252

A ERA 4G: NOVA ATUALIZAÇÃO AGRÍCOLA COM NANOTECNOLOGIA EM CAMPO

Data de aceite: 22/01/2020

Anderson Barzotto

Universidade Federal do Mato Grosso, campus Sinop

Stela Regina Ferrarini

Universidade Federal do Mato Grosso, campus Sinop

Solange Maria Bonaldo

Universidade Federal do Mato Grosso, campus Sinop

RESUMO: A necessidade de aumento da produção de alimentos para suprir a crescente demanda populacional exige que a agricultura torne-se mais tecnológica, para que se possa produzir alimentos em grande quantidade mantendo sua qualidade. Assim a nanotecnologia propõem uma revolução tecnológica e uma atualização para a agricultura da era 4G. Essa ciência consegue manipular os materiais em escala nanométrica e solucionar algumas das necessidades agrícolas, como por exemplo nanossensores para monitoramento da qualidade da água e do solo, nanofertilizantes com maior reatividade e maior eficiência agronômica e nanopesticidas com maior eficiência na proteção dos cultivos e menor toxicidade a organismos não-alvos. Desta forma, as novas tecnologias podem auxiliar a

Agroecologia e a Agricultura conservacionista moderna a atenderem os problemas do mercado e contribuir com o equilíbrio ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Nanotecnologia. Proteção de cultivos. Nanossistemas. Nanopartículas.

THE 4G ERA: NEW AGRICULTURAL UPDATE WITH FIELD NANOTECHNOLOGY

ABSTRACT: The necessity for increased food production to supply the growing population demand requires agriculture to become technological, so that large quantities of food can be produced while maintaining its quality. Therefore, nanotechnology proposes a technological revolution and an update for 4G Era Agriculture. This Science can manipulate materials at the nanometer scale and solve some of the agricultural needs, such as nanosensors for monitoring water and soil quality, nanofertilizers with higher reactivity and greater agronomic efficiency and nanopesticides with more efficient crop protection and less toxicity to non-target organisms. By this way, new technologies can help agroecology and modern conservation agriculture to address market problems and contribute to environmental balance.

KEYWORDS: Nanotechnology. Crop protection. Nanosystems. Nanoparticles.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo FAO (2014), “No ano de 2014, a cada nove pessoas uma não possuía alimentação necessária para levar uma vida saudável, e estima-se que até o ano de 2050, será necessário aumentar em 60% a produção de alimentos”, esses são os principais desafios da agricultura da era 4G, a agricultura tecnológica que precisa evoluir e solucionar problemas na velocidade do mundo conectado à internet 4G, para então produzir alimentos de forma sustentável e viável, elevando a quantidade produzida sem menosprezar a qualidade. Partindo desta problemática, uma das formas de alcançar tais objetivos, está na proteção dos cultivos minimizando as perdas das plantações comerciais causadas pelo ataque de insetos, fungos, bactérias e vírus que juntos chegam a somatória de 1,4 trilhões de dólares (SUGAYAMA et al., 2015).

Em campo o controle destas pragas é realizado, na maioria dos casos, pela utilização do método químico, como por exemplo a aplicação da molécula fungicida piraclostrobina, no controle de antracnose e manchas foliares. Esse método é muito utilizado devido a sua facilidade de aplicação nos grandes campos comerciais e aos rápidos resultados nos controles populacionais das pragas. Sendo assim, surgiram os problemas ocasionados pelo mal-uso deste método, como o risco da contaminação da fauna, flora (CARDOSO et al., 2017) e saúde humana (PIGNATI et al., 2014).

Já em 2011, a ANVISA demonstrou que um terço dos alimentos consumidos no cotidiano dos brasileiros estava contaminado por agrotóxicos e os casos de intoxicação por exposição a eles continuam altos (CARNEIRO et al., 2015). Assim, contornar essas consequências é um grande desafio, pois o controle de doenças em campo está se tornando cada vez mais difícil, exigindo que o número de aplicações de agrotóxicos aumente, ou que as doses dos produtos sejam maiores, fragilizando ainda mais o conceito de agricultura sustentável, abrindo questionamentos quanto a saúde ambiental e humana, bem como a qualidade dos alimentos produzidos.

Frente a isso, a nanotecnologia tende a promover uma revolução, pois essa ciência é capaz de potencializar as propriedades físicas e químicas de materiais, podendo modificar algumas de suas propriedades como cor, resistência, condutividade, reatividade, entre muitas outras características, possibilitando novas aplicações para o uso deles. Ela é uma ciência multidisciplinar que trabalha na escala nanométrica, equivalente a 1×10^{-9} metros, e para que um material seja considerado nanotecnológico, além do tamanho dentro dessa escala, é necessário que haja modificações nas suas propriedades físico-químicas associadas ao tamanho da partícula (RESCH et al., 2015).

2 | DESENVOLVIMENTO

Na agricultura, a nanotecnologia pode ser utilizada em diversas aplicações como: construção de nanossensores aplicados no controle de qualidade da água da chuva ou para monitorar contaminações por metal pesado nos solos e alimentos, produção de nanofertilizantes que devido a redução do tamanho da partícula tem maior reatividade, e nanopesticidas com menor impacto ambiental (PARISI; VIGANI; RODRÍGUEZ-CEREZO, 2015; ANIS et al., 2016; CHHIPA et al., 2019), entre outras aplicações.

A construção de nanossensores utiliza-se de nanomateriais que ao menos uma de suas dimensões, ou todas elas, seu tamanho está na escala nanométrica. Quando um sensor possui nanotecnologia, as suas propriedades óticas e eletrônicas são otimizadas, pois a quantidade de átomos na superfície dos materiais é aumentada sem haver aumento de volume do material (IFTIKHAR et al., 2019). Pirmagomedov et al. (2019), propôs um sistema de monitoramento de solos e/ou barragens, para grandes áreas, que utilizam nanossensores e Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), em que o VANT ao sobrevoar a área com os sensores emitiria energia eletromagnética ativando-os, e com conexão wireless os dados seriam coletados para posterior análise.

Outras aplicações são os nanofertilizantes, que englobam vários conceitos da nanotecnologia, como por exemplo carreamento e liberação controlada de substâncias que podem ser observadas na produção de nanopartículas de hidroxiapatita, utilizada para adubação de fósforo, em que ao se reduzir o tamanho aumenta-se a solubilidade e mobilidade do mineral no solo, e quando associada com Nitrogênio (N) aumenta a eficiência agrônômica, porque o N fica ligado a superfície das nanopartículas e, gradativamente, conforme as ligações químicas vão se desfazendo, ele é liberado, reduzindo assim as perdas por volatilização do produto (KOTTEGODA et al., 2017).

2.1 Proteção de cultivos na agricultura 4G

A proteção de cultivos com o uso dos nanopesticidas, como por exemplo, os nanofungicidas, pode ser realizada com a produção de nanopartículas que tenham atividade antimicrobiana, como nanopartículas de prata e de cobre (ELMER; MA; WHITE, 2018). Estas estruturas são pioneiras no controle de fitopatógenos, que na escala nanométrica apresentam alta permeabilidade as membranas celulares e alta toxicidade à fungos e bactérias (NARWARE et al., 2019). Além disso, nanopartículas de prata quando associadas a um fungicida, aceleraram em 90% a degradação do produto, ajudando a eliminar os resíduos quando em exposição a luz solar (XUE et al., 2016).

Além da produção de nanopartículas com atividade antifúngica e antimicrobiana

a nanotecnologia é capaz de desenvolver nanossistemas inteligentes capazes de exercerem determinadas ações aos quais eles são propostos, como o caso da nanoencapsulação de ingrediente ativo (i.a.), que permite que eles estejam mais estáveis quando encontrarem alguns fatores ambientais, como exposição ao oxigênio, umidade e luz (MORA-HUERTAS; FESSI; ELAISSARI, 2010). Essa técnica é muito estudada principalmente pela indústria farmacêutica, devido ao mecanismo de liberação controlada que a nanoestrutura promove para a molécula de interesse, obtendo melhor eficiência justamente pelo fato de se utilizar dosagens menores, promovendo redução dos efeitos colaterais e por manter a molécula ativa por mais tempo (GARCÍA; FORBE; GONZALEZ, 2010; ZHAI et al., 2014; RESNIER et al., 2017; FABBRI et al., 2020). Essa técnica também pode ser empregada para i.a. de interesse agrônômico sendo que os nanossistemas mais utilizados no aprisionamento e entrega deles são as nanocápsulas poliméricas de núcleo lipídico (LNC), nanoemulsões (NE) e lipossomas (LP).

As LNC's são nanopartículas poliméricas elaboradas a partir de alguns polímeros, como o sintético, biodegradável e biocompatível, Poly ϵ -caprolactona (PCL), que funciona como uma barreira semipermeável estando na interface entre o núcleo oleoso, onde está o ativo, e o meio externo liberando assim gradativamente o i.a. (VAUTHIER; BOUCHEMAL, 2008).

Os métodos de desenvolvimento de nanocápsulas se dividem em dois grandes grupos: o primeiro, parte da polimerização de monômeros, ou seja, construção do polímero durante o processo de desenvolvimento das nanoestruturas. Já o segundo, comumente mais utilizado, a deposição de polímero pré-formado (RAO; GECKELER, 2011), este abrange um grupo de técnicas de desenvolvimento que se baseia na completa dissolução do polímero e do i.a. em um solvente que será miscível a um meio não-solvente. Então, com a miscibilidade deles ocorre a precipitação do polímero originando as nanoestruturas (FESSI et al., 1989).

As NE's, por sua vez, são semelhantes às LNC's, entretanto não possuem a camada polimérica. São nanogotículas da fase oleosa em uma fase externa aquosa (ASSIS et al., 2012), estabilizadas com tensoativos, como o monoestearato de sorbitano e polissorbato 80. NE's apresentam compatibilidade com a membrana celular e maleabilidade na nanoestrutura desenvolvida (YUKUYAMA et al., 2015). Para o desenvolvimento das nanoemulsões é necessário que haja agitação no sistema para que as fases oleosa e aquosa se dispersem, e adição de tensoativos que irão reduzir a tensão superficial das fases evitando a coalescência das gotículas. Desse modo, a técnica de emulsão espontânea é uma das mais empregadas (BOUCHEMAL et al., 2004).

Os lipossomas são vesículas artificiais com característica anfifílica e mimetizam a membrana celular (STORM; CROMMELIN, 1998). Eles são muito promissores

na entrega de i.a., e podem ser desenvolvidos a partir de fosfolípidios como a fosfatidilcolina, derivada da soja, que garante à estrutura uma membrana com dupla camada, permeável e bem fluida, porém mais instável (FAN; ZHANG, 2013) quando comparado às nanoestruturas já citadas.

Existem diversos métodos de desenvolvimento dessa estrutura originando lipossomas com características diferentes a respeito de tamanho, número de lamelas. Um dos métodos de desenvolvimento comumente utilizado é denominado de hidratação de filme fino, onde os fosfolípidios são dispostos em um filme muito fino que será hidratado por uma solução aquosa, que permanecerá em agitação sobre esse filme para a formação das vesículas (LI et al., 2011). Durante esse processo, são formadas partículas de tamanhos desuniformes com até micrômetros de diâmetro, então a redução do tamanho delas ocorre pela sonicação e pelo processo de extrusão, que as força a passarem por uma barreira física e se reorganizarem em estruturas muito menores (AKBARZADEH et al., 2013).

Os nanossistemas inteligentes, como mencionado anteriormente, podem ser manipulados em estruturas mais especializadas através da modificação ou ornamentação da superfície das partículas, por exemplo com o revestimento de LNC's com uma solução de quitosana, modifica-se o potencial eletrocinético em dispersões coloidais (potencial Zeta) das partículas (BENDER et al., 2012), tornando-as com potencial zeta positivo e conferindo a estas maior capacidade bioadesiva, fazendo com que as LNC's fiquem aderidas a superfície aplicada e, liberem gradativamente o princípio ativo contido em seu núcleo (CÉ et al., 2016). Com a ornamentação das superfícies dos nanossistemas com o polímero polietilenoglicol (PEG) a nanoestrutura apresenta características anfifílicas, facilitando assim as interações com moléculas hidrofílicas e hidrofóbicas (CHEN et al., 2019; LALLOZ et al., 2019).

A nanoencapsulação não se limita a somente moléculas sintéticas sendo empregada também em óleos essenciais (OEs) para o controle de fitopatógenos, principalmente nos alimentos armazenados em pós-colheita. Os OEs são substâncias químicas que promovem o estresse oxidativo de membranas e de algumas organelas, como as mitocôndrias e, em certas concentrações, apresentam citotoxicidade as células vivas, deste modo, essas substâncias têm grande importância no controle do crescimento de patógenos e conseqüentemente redução na produção de micotoxinas. Porém os OEs são compostos com prazo de validade curto, visto que não possuem resistência a oxidação e não são termoestáveis sendo volatilizados e perdendo suas propriedades biológicas rapidamente (JAMPÍLEK; KRÁIOVÁ, 2020).

A nanoencapsulação de OEs pode solucionar as instabilidades físico-químicas desses princípios ativos, pois eles permanecerão na fase interna da formulação, reduzindo o contato físico com adversidades externas, aumentando o seu prazo de validade e sem comprometer as suas propriedades biológicas (BERNARDOS et

al., 2014). Mas o desenvolvimento e o método de obtenção do nanossistema deve respeitar à instabilidade térmica desses compostos, escolhendo técnicas que não utilizem altas temperaturas, evitando assim, a degradação dos compostos durante o processo de desenvolvimento, como por exemplo, as nanopartículas de sílica, nanoemulsões óleo-água (WAN et al., 2018) e nanopartículas lipídicas sólidas (NASSERI et al., 2016).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deste modo, quando se trata de problemas ambientais a nanotecnologia pode oferecer diversas alternativas para tornar a agricultura da era 4G mais verde, menos agressiva ao ambiente e aos seres vivos e mais sustentável, seja pela redução da contaminação por micotoxinas presentes em alimentos utilizando nanopartículas (GACEM et al., 2020), tratamento e remoção de poluentes orgânicos de águas residuais utilizando fotocatalizadores de nano-heterojunção (WANG et al., 2020), desenvolvimento de biodiesel com nanoemulsão de óleo da casca da laranja acrescido de nanopartículas de dióxido de titânio reduzindo a emissão de fumaça e seus poluentes (KUMAR; KANNAN; NATARAJ, 2020) ou, produção de embalagens transparentes de alimentos com nanofibras de gengibre que possuem atividade antimicrobiana e aumentam o tempo de prateleira dos alimentos (ABRAL et al., 2020).

Desta forma, o desenvolvimento e adaptação de nanossistemas inteligentes, que possam ser ordenados e manipulados a fim de solucionar os problemas enfrentados a campo, permitirão a produção de alimentos em quantidade e qualidade necessárias para atender as novas demandas resultantes do crescimento populacional, proporcionando sustentabilidade aos sistemas agrícolas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Mato Grosso – Campus de Sinop e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais pela estrutura oferecida aos acadêmicos;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso pela concessão da bolsa de pós-graduação do autor Anderson Barzotto processo nº 88882.167342/2018-01.

REFERÊNCIAS

ABRAL, Hairul et al. Transparent and antimicrobial cellulose film from ginger nanofiber. Food Hydrocolloids, [s.l.], v. 98, p.105266-105298, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105266>.

AKBARZADEH, Abolfazl et al. Liposome: classification, preparation, and applications. Nanoscale

Research Letters, [s.l.], v. 8, n. 1, p.1-9, 22 fev. 2013. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1186/1556-276x-8-102>.

ANIS, Mohab et al. Agricultural Applications. Nanovate, [s.l.], p.235-242, 9 dez. 2016. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-44863-3_13.

ASSIS, Letícia Marques de et al. Revisão: características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. Brazilian Journal of Food Technology, [s.l.], v. 15, n. 2, p.99-109, 24 abr. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1981-67232012005000004>.

BENDER, Eduardo A. et al. Hemocompatibility of poly(ϵ -caprolactone) lipid-core nanocapsules stabilized with polysorbate 80-lecithin and uncoated or coated with chitosan. International Journal of Pharmaceutics, [s.l.], v. 426, n. 1-2, p.271-279, abr. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2012.01.051>.

BERNARDOS, Andrea et al. Antifungal effect of essential oil components against *Aspergillus niger* when loaded into silica mesoporous supports. Journal of the Science of Food and Agriculture, [s.l.], v. 95, n. 14, p.2824-2831, 19 dez. 2014. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.7022>.

BOUCHEMAL, K. et al. Nano-emulsion formulation using spontaneous emulsification: solvent, oil and surfactant optimization. International Journal of Pharmaceutics, [s.l.], v. 280, n. 1-2, p.241-251, ago. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2004.05.016>.

CARDOSO, Franciano Dias Pereira et al. Expansão recente da fronteira agrícola e o consumo de produtos agroquímicos: indicadores e possíveis impactos na saúde do trabalhador do campo em Porto Nacional – Tocantins. Revista de Administração e Negócios da Amazônia, [s.l.], v. 9, n. 3, p.37-59, 1 out. 2017. Revista de Administração e Negócios da Amazônia. <http://dx.doi.org/10.18361/2176-8366/rara.v9n3p37-59>.

CARNEIRO, Fernando Ferreira et al (Org.). Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro / São Paulo: Expressão Popular, 2015. 628 p.

CÉ, Rodrigo et al. Chitosan-coated dapson-loaded lipid-core nanocapsules: Growth inhibition of clinical isolates, multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* and *Aspergillus* ssp. Colloids And Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, [s.l.], v. 511, p.153-161, dez. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfa.2016.09.086>.

CHEN, Hanpeng et al. Mucus penetrating properties of soft, distensible lipid nanocapsules. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, [s.l.], v. 139, p.76-84, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpb.2019.02.020>.

CHHIPA, Hemraj. Applications of nanotechnology in agriculture. Methods in Microbiology, [s.l.], p.115-142, 2019. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.mim.2019.01.002>.

ELMER, Wade; MA, Chuanxin; WHITE, Jason. Nanoparticles for plant disease management. Current Opinion in Environmental Science & Health, [s.l.], v. 6, p.66-70, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coesh.2018.08.002>.

FABBRI, Julia et al. Do albendazole-loaded lipid nanocapsules enhance the bioavailability of albendazole in the brain of healthy mice? Acta Tropica, [s.l.], v. 201, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105215>.

FAN, Yuchen; ZHANG, Qiang. Development of liposomal formulations: From concept to clinical investigations. Asian Journal of Pharmaceutical Sciences, [s.l.], v. 8, n. 2, p.81-87, abr. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajps.2013.07.010>.

FAO. The State of Food Insecurity in the World: Strengthening the enabling environment for food security and nutrition. Fao. Roma, p. 01-57. jan. 2014.

FESSI, H. et al. Nanocapsule formation by interfacial polymer deposition following solvent displacement. *International Journal of Pharmaceutics*, [s.l.], v. 55, n. 1, p.1-4, out. 1989. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-5173\(89\)90281-0](http://dx.doi.org/10.1016/0378-5173(89)90281-0).

GACEM, Mohamed Amine et al. Mycotoxins. *Nanomycotoxicology*, [s.l.], p.189-216, 2020. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-817998-7.00008-2>.

GARCÍA, Mario; FORBE, Tamara; GONZALEZ, Eric. Potential applications of nanotechnology in the agro-food sector. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, [s.l.], v. 30, n. 3, p.573-581, set. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612010000300002>.

IFTIKHAR, Faiza Jan et al. Introduction to Nanosensors. *New Developments in Nanosensors for Pharmaceutical Analysis*, [s.l.], p.1-46, 2019. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-816144-9.00001-8>.

JAMPÍLEK, Josef; KRÁĪOVÁ, Katarína. Impact of nanoparticles on toxigenic fungi. *Nanomycotoxicology*, [s.l.], p.309-348, 2020. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-817998-7.00014-8>.

KOTTEGODA, Nilwala et al. Urea-Hydroxyapatite Nanohybrids for Slow Release of Nitrogen. *Acs Nano*, [s.l.], v. 11, n. 2, p.1214-1221, 25 jan. 2017. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acsnano.6b07781>.

KUMAR, Ar. Mahesh; KANNAN, M.; NATARAJ, G. A study on performance, emission and combustion characteristics of diesel engine powered by nano-emulsion of waste orange peel oil biodiesel. *Renewable Energy*, [s.l.], v. 146, p.1781-1795, fev. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.168>.

LALLOZ, Augustine et al. Subtle and unexpected role of PEG in tuning the penetration mechanisms of PLA-based nano-formulations into intact and impaired skin. *International Journal of Pharmaceutics*, [s.l.], v. 563, p.79-90, maio 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.02.039>.

LI, Wei et al. RGD-targeted paramagnetic liposomes for early detection of tumor: In vitro and in vivo studies. *European Journal of Radiology*, [s.l.], v. 80, n. 2, p.598-606, nov. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.01.051>.

MORA-HUERTAS, C.e.; FESSI, H.; ELAISSARI, A. Polymer-based nanocapsules for drug delivery. *International Journal of Pharmaceutics*, [s.l.], v. 385, n. 1-2, p.113-142, jan. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2009.10.018>.

NARWARE, Jeetu et al. Silver nanoparticle-based biopesticides for phytopathogens: Scope and potential in agriculture. *Nano-biopesticides today and Future Perspectives*, [s.l.], p.303-314, 2019. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-815829-6.00013-9>.

NASSERI, Mahboobeh et al. Antifungal activity of Zataria multiflora essential oil-loaded solid lipid nanoparticles in-vitro condition. *Iranian Journal Of Basic Medical Sciences*. Mashhad, p. 1231-1237. Nov. 2016.

PARISI, Claudia; VIGANI, Mauro; RODRÍGUEZ-CEREZO, Emilio. Agricultural Nanotechnologies: What are the current possibilities?. *Nano Today*, [s.l.], v. 10, n. 2, p.124-127, abr. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nantod.2014.09.009>.

PIGNATI, Wanderlei; OLIVEIRA, Noemi Pereira; SILVA, Ageo Mário Cândido da. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. *Ciência & Saúde Coletiva*, [s.l.], v. 19, n. 12, p.4669-4678, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320141912.12762014>.

PIRMAGOMEDOV, Rustam et al. UAV-based gateways for wireless nanosensor networks deployed

- over large areas. *Computer Communications*, [s.l.], v. 146, p.55-62, out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.comcom.2019.07.026>.
- RAO, J. Prasad; GECKELER, Kurt E. Polymer nanoparticles: Preparation techniques and size-control parameters. *Progress in Polymer Science*, [s.l.], v. 36, n. 7, p.887-913, jul. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2011.01.001>.
- RESCH, Sibelly; FARINA, Milton Carlos. MAPA DO CONHECIMENTO EM NANOTECNOLOGIA NO SETOR AGROALIMENTAR. *Ram. Revista de Administração Mackenzie*, [s.l.], v. 16, n. 3, p.51-75, jun. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-69712015/administracao.v16n3p51-75>.
- RESNIER, Pauline et al. Efficient ferrocifen anticancer drug and Bcl-2 gene therapy using lipid nanocapsules on human melanoma xenograft in mouse. *Pharmacological Research*, [s.l.], v. 126, p.54-65, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phrs.2017.01.031>.
- STORM, Gert; CROMMELIN, Daan J.a. Liposomes: quo vadis?. *Pharmaceutical Science & Technology Today*, [s.l.], v. 1, n. 1, p.19-31, abr. 1998. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1461-5347\(98\)00007-8](http://dx.doi.org/10.1016/s1461-5347(98)00007-8).
- SUGAYAMA, Regina Lúcia et al (Ed.). *Defesa Vegetal: Fundamentos, Ferramentas, Políticas e Perspectivas*. Belo Horizonte: Sbd, 2015. 537 p.
- VAUTHIER, Christine; BOUCHEMAL, Kawthar. Methods for the Preparation and Manufacture of Polymeric Nanoparticles. *Pharmaceutical Research*, [s.l.], v. 26, n. 5, p.1025-1058, 24 dez. 2008. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11095-008-9800-3>.
- WAN, Jing et al. Influence of oil phase composition on the antifungal and mycotoxin inhibitory activity of clove oil nanoemulsions. *Food & Function*, [s.l.], v. 9, n. 5, p.2872-2882, 2018. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/c7fo02073b>.
- WANG, Jie et al. Rapid toxicity elimination of organic pollutants by the photocatalysis of environment-friendly and magnetically recoverable step-scheme SnFe₂O₄/ZnFe₂O₄ nano-heterojunctions. *Chemical Engineering Journal*, [s.l.], v. 379, p.122264-122303, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2019.122264>.
- XUE, Jingzhe et al. Integrated nanotechnology for synergism and degradation of fungicide SOPP using micro/nano-Ag₃PO₄. *Inorganic Chemistry Frontiers*, [s.l.], v. 3, n. 3, p.354-364, 2016. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/c5qi00186b>.
- YUKUYAMA, M. N. et al. Nanoemulsion: process selection and application in cosmetics - a review. *International Journal of Cosmetic Science*, [s.l.], v. 38, n. 1, p.13-24, 28 jul. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ics.12260>.
- ZHAI, Yingjie et al. Lipid nanocapsules for transdermal delivery of ropivacaine: in vitro and in vivo evaluation. *International Journal Of Pharmaceutics*, [s.l.], v. 471, n. 1-2, p.103-111, ago. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.05.035>.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação orgânica 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 129, 131, 132, 133, 136, 137, 226, 227, 228, 230, 231, 236, 237

Adubo orgânico 70, 118, 119, 129, 137, 176, 230, 237

Agricultura orgânica 3, 151, 212, 214, 228

Agroecologia 2, 10, 11, 12, 14, 23, 26, 29, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 60, 70, 72, 105, 118, 124, 126, 139, 149, 158, 160, 173, 186, 189, 199, 210, 212, 229, 240, 241, 248, 249, 251

Alface americana 118, 121, 123, 124, 125, 239

Avicultura 17, 20, 150, 151, 156, 158, 159, 186, 189, 190, 191, 192, 194, 197, 198

Avicultura colonial 20, 150

B

Bactérias diazotróficas 127, 212, 238

Bastão quântico 139, 141, 142, 143, 147

Bem-estar 26, 28, 29, 30, 38, 155, 157, 187

Bioativação do solo 60, 63, 64, 65, 66, 68, 126

Bokashi 60, 61, 65, 66, 69, 70, 71, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138

C

Caixas alternativas 26

Cama de frango 126, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 138

Catalase 8, 173, 174, 175, 177, 179, 180, 182, 183

Comércio justo 43, 50

Comunicação 43, 195

Condutividade elétrica 199, 203, 205, 207, 208, 209, 240, 242, 244, 245, 246, 247, 248

Controle alternativo 1, 2, 69, 72, 109, 163, 177, 251

Controle biológico 69, 72, 73, 78, 79, 108, 114, 116, 117, 214

D

Densidade 9, 62, 65, 73, 120, 199, 201, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 216, 229, 230, 233, 236, 240, 242, 244, 245, 246, 247, 248

Diversidade 44, 62, 63, 66, 67, 229, 230, 231, 232, 233, 235, 236

Dose 86, 93, 112, 124, 129, 212, 213, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 225, 226, 229, 230

E

Educação sanitária 186, 190, 191, 193, 196

Esterco bovino 118, 120, 121, 123, 132, 210, 219, 248, 249

Estresse 26, 30, 55, 151, 180, 235

F

Fitoalexina 8, 106, 109, 110, 111, 112

Fontes proteicas alternativas 14

Formulário 150, 152, 190, 192

H

Hábitos de consumo 150, 152

Homeopatia 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 13, 142, 160, 162, 163, 166, 171, 172, 173, 175, 176, 179, 183

Hortaliças 119, 124, 171, 201, 208, 210, 237, 240, 241, 242, 244, 248

I

Indução de resistência 1, 8, 11, 12, 72, 73, 75, 76, 117, 163, 168, 175, 182, 184

Informalidade 186, 188, 189, 190, 192, 195, 196

Isopor® 26, 27, 28, 31, 32

L

Leite in natura 106, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 117

Levedura 106, 108, 109, 113, 115, 117

Lycopodium clavatum 160, 161, 162, 163, 170

M

Macroporosidade 94, 199, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 240, 245, 247

Maracujá 173, 174, 176, 179, 181, 184

Matéria orgânica carbonizada 240

Microrganismos 4, 31, 33, 34, 36, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 75, 108, 109, 114, 120, 128, 130, 133, 134, 193, 214, 230, 231, 233, 235, 236, 237

N

Nanopartículas 51, 53, 54, 56, 57

Nanossistemas 51, 54, 55, 56

Nanotecnologia 51, 52, 53, 54, 56, 59

Nicho de mercado 150, 188

Nutrição animal 14

P

Phaseolus vulgaris 12, 96, 104, 126, 127, 136, 137, 148, 172, 184

Porosidade total 199, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 240, 242, 244, 245, 247, 248

Promoção de crescimento vegetal 212

Proteção de cultivos 51, 53

R

Resíduo orgânico 230

Resíduos orgânicos 71, 85, 210, 225, 234, 239, 240, 249

Rizobactérias 72, 73, 79

S

Sanidade avícola 186, 188, 190, 197

Sericicultura 14, 15, 16, 18, 23, 24

Sistema alimentar 43

Solanum lycopersicum 7, 148, 160, 161

Soluções ultradiluídas 1, 12, 170

Sorghum bicolor 139, 140

Sulphur 4, 5, 6, 7, 8, 11, 160, 161, 162, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 175

Supressão de doenças 60, 64

T

Testes de germinação 139, 143

 **Atena**
Editora

2 0 2 0