

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



Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

Atena
Editora
Ano 2021

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



Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

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 Alfenas



Inovação e tecnologia nas ciências agrárias

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Correção: Maiara Ferreira

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)

I58 Inovação e tecnologia nas ciências agrárias / 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 978-65-5983-724-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.243211612>

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



Atena
Editora
Ano 2021

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 área de Ciências Agrárias reúne conhecimentos relacionados à agricultura, pecuária e conservação dos recursos naturais. A pesquisa nessa área é importante para o desenvolvimento de produtos, processos ou serviços para as cadeias produtivas de vegetais, animais e desenvolvimento rural.

Destaca-se que a inovação e tecnologia devem ser aliadas na incorporação de práticas sustentáveis no campo, garantindo às gerações futuras a capacidade de suprir as necessidades de produção e qualidade de vida no planeta.

O livro foi dividido em dois volumes, sendo que neste primeiro volume *“Inovação e tecnologia nas Ciências Agrárias”* são apresentados 21 capítulos voltados à agricultura, com pesquisas sobre a qualidade do solo, fruticultura, culturas anuais, controle de pragas, agroecossistemas, propagação *in vitro* de orquídea, fertilização, interação entre fungos e sistemas agroflorestais, a relação da agricultura e o consumo de água, entre outros.

O segundo volume reúne 19 capítulos com temas diversos, como a agricultura familiar como forma de garantir a produção agrícola, o uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino e aprendizagem de estudantes de Técnico Agropecuário no México, utilização de geoprocessamento para estudar a dinâmica de pastagens, relação entre pecuária e desflorestamento, estatística em experimentos agrônômicos, bem como vários trabalhos voltados para pecuária e medicina veterinária.

Agradecemos a cada autor pela escolha da Atena Editora para a publicação de seu trabalho.

Aos leitores, desejamos uma excelente leitura e convidamos também para apreciarem o segundo volume do livro.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ASPECTOS RELEVANTES DA SEMEADURA DIRETA NA QUALIDADE DO SOLO E NA PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS

Maurilio Fernandes de Oliveira
Raphael Bragança Alves Fernandes
Onã da Silva Freddi
Camila Jorge Bernabé Ferreira
Rose Luiza Moraes Tavares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116121>

CAPÍTULO 2..... 16

EFEITO DA TEMPERATURA DE SECAGEM E DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO DESEMPENHO INDUSTRIAL DO ARROZ

Leomar Hackbart da Silva
André Guilherme Ebling Trivisioi
Paula Fernanda Pinto da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116122>

CAPÍTULO 3..... 23

SECAGEM NATURAL DE FRUTOS INTEIROS COMO ESTRATÉGIA DE VALORIZAÇÃO DOS DESCARTES DA PRODUÇÃO DE CAQUI

Nariane Quaresma Vilhena
Empar Llorca
Rebeca Gil
Gemma Moraga
Alejandra Salvador

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116123>

CAPÍTULO 4..... 37

PRODUÇÃO VERTICAL DE MELOEIRO AMARELO (*Cucumis melo* L.) COM DIFERENTES DENSIDADES EM CANTEIROS SUBTERRÂNEOS COBERTOS COM MULCHING PLÁSTICO

Manuel Antonio Navarro Vásquez
Janeísa Batista da Silva
Cristina Teixeira de Lima
Edilza Maria Felipe Vásquez
Francisco Rondinely Rodrigues Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116124>

CAPÍTULO 5..... 47

EFFECT OF ALGA EXTRACT, *Ascophyllum nodosum* (L.) IN WATERMELON GROWTH

Antonio Francisco de Mendonça Júnior
Ana Paula Medeiros dos Santos Rodrigues
Rui Sales Júnior
Silmare Nogueira do Nascimento Pereira

Kevison Romulo da Silva França
Mylena Carolina Calmon de Souza Barros
Elielma Josefa de Moura
Milton César Costa Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116125>

CAPÍTULO 6..... 56

Anthonomus grandis (Coleoptera: Curculionidae): ANÁLISE DA BIOLOGIA, ECOLOGIA E DANOS VISANDO MELHORES ESTRATÉGIAS DE CONTROLE

Ayala de Jesus Tomazelli
Cleone Junio Lelis Santos
Francisco Orrico Neto
Juliana Stracieri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116126>

CAPÍTULO 7..... 92

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA, PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE TRES ESPECIES DE LITSEA (LAURACEAE) EN DIFERENTES AGROECOSISTEMAS DE MÉXICO

Claudia Yarim Lucio Cruz
Jaime Pacheco-Trejo
Eliazar Aquino Torres
Judith Prieto Méndez
Sergio Rubén Pérez Ríos
José Justo Mateo Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116127>

CAPÍTULO 8..... 100

MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS DA ORQUÍDEA *BRASSOCATTLEYA* PASTORAL ‘ROSA’

Ananda Covre da Silva
Helio Fernandes Ibanhes Neto
Amanda Lovisotto Batista Martins
Marjori dos Santos Gouveia
Gustavo Henrique Freiria
Ricardo Tadeu de Faria
André Luiz Martinez de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116128>

CAPÍTULO 9..... 106

EFEITO DE MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NO DESENVOLVIMENTO DE GÉRBERA EM VASO

Amanda Lovisotto Batista Martins
Ananda Covre da Silva
Helio Fernandes Ibanhes Neto
Marjori dos Santos Gouveia
Ricardo Tadeu de Faria

André Luiz Martinez de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2432116129>

CAPÍTULO 10..... 113

VALIDAÇÃO DE TÉCNICAS DE INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PARA A CULTURA DA SOJA NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO (ARAÇU-GO)

Ana Carolina de Souza Fleury Curado

Taís Ferreira de Almeida

Edgar Luiz de Lima

Cláudia Barbosa Pimenta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161210>

CAPÍTULO 11..... 120

EFEITOS DA INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE MILHO

Endrio Rodrigo Webers

Emerson Saueressig Finken

Mauricio Vicente Alves

Divanilde Guerra

Robson Evaldo Gehlen Bohrer

Danni Maisa da Silva

Mastrangelo Enivar Lanzaova

Luciane Sippert Lanzaova

Marciel Redin

Eduardo Lorensi de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161211>

CAPÍTULO 12..... 132

INTERAÇÕES ENTRE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM ECOSSISTEMAS RIBEIRINHOS AO LONGO DO RIO-MADEIRA MAMORÉ NO MUNICÍPIO DE GUAJARÁ-MIRIM/RO

Ana Lucy Caproni

José Rodolfo Dantas de Oliveira Granha

Gabriel Cestari Vilardi

Mônica Gambero

Ricardo Luis Louro Berbara

Marcos Antonio Nunez Duran

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161212>

CAPÍTULO 13..... 151

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SOLO CULTIVADO COM TOMATEIRO IRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Marcos Filgueiras Jorge

Leonardo Duarte Batista da Silva

Dinara Grasiela Alves

Geovana Pereira Guimarães

Jane Andreon Ventorim

Antonio Carlos Farias de Melo
Lizandra da Conceição Teixeira Gomes de Oliveira
Rozileni Piont Kovsky Caletti
Jonathas Batista Gonçalves Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161213>

CAPÍTULO 14..... 162

EVOLUÇÃO DA COBERTURA DO SOLO E DO ACÚMULO DE FITOMASSA SECA DE PLANTAS DE COBERTURA DE OUTONO/INVERNO E SEU EFEITO SOBRE O DESEMPENHO AGRONÔMICO DE SOJA CULTIVADA EM SUCESSÃO

João Henrique Vieira de Almeida Junior
Guilherme Semião Gimenez
Vinicius Cesar Sambatti
Vagner do Nascimento
Giliardi Dalazen

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161214>

CAPÍTULO 15..... 182

TEORES DE MACRONUTRIENTES EM LIMBOS E PECÍOLOS E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS COMERCIAIS DE CULTIVARES DE MAMOEIRO

Lucio Pereira Santos
Enilson de Barros Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161215>

CAPÍTULO 16..... 199

HORTALIÇAS COMO ALTERNATIVA PARA PROMOÇÃO DA BIOFORTIFICAÇÃO MINERAL

Ádila Pereira de Sousa
Evandro Alves Ribeiro
Heloisa Donizete da Silva
Ildon Rodrigues do Nascimento
Simone Pereira Teles
Liomar Borges de Oliveira
João Francisco de Matos Neto
Danielly Barbosa Konrdorfer
Regina da Silva Oliveira
Índira Rayane Pires Cardeal
Bruno Henrique di Napoli Nunes
Lucas Eduardo Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161216>

CAPÍTULO 17..... 211

ANÁLISE DO USO DA TERRA CONSIDERANDO AS FACES DO TERRENO NA BACIA DO RIO PIRACICABA EM MINAS GERAIS

Rafael Aldighieri Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161217>

CAPÍTULO 18.....	219
A AGRICULTURA E O CONSUMO DE ÁGUA	
Dienifer Calegari Leopoldino Guimarães	
Selma Clara de Lima	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161218	
CAPÍTULO 19.....	226
DESENVOLVIMENTO DE EMISSOR DO TIPO MICROTUBO COM MÚLTIPLAS SAÍDAS	
Dinara Grasiela Alves	
Marinaldo Ferreira Pinto	
Ana Paula Alves Barreto Damasceno	
Tarlei Arriel Botrel	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161219	
CAPÍTULO 20.....	237
QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE SINOP SOB DIFERENTES GENÁRIOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	
Kelte Resende Arantes	
Francisco Moarcir Pinheiro Garcia (<i>In Memoriam</i>)	
Roselene Maria Schneider	
Sayonara Andrade do Couto Moreno Arantes	
Milene Carvalho Bongiovani	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161220	
CAPÍTULO 21.....	250
USO DE MICROORGANISMOS COMO FERRAMENTA NA MELHORIA DE EFLUENTES DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS	
Vander Bruno dos Santos	
Eduardo Medeiros Ferraz	
Carlos Massatoshi Ishikawa	
Fernando Calil	
Marcos Aureliano Silva Cerqueira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.24321161221	
SOBRE OS ORGANIZADORES	269
ÍNDICE REMISSIVO.....	270

CAPÍTULO 16

HORTALIÇAS COMO ALTERNATIVA PARA PROMOÇÃO DA BIOFORTIFICAÇÃO MINERAL

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 12/11/2021

Ádila Pereira de Sousa

Universidade Federal do Tocantins, Mestranda
em Produção Vegetal
Gurupi – Tocantins
<https://orcid.org/0000-0002-2091-7639>

Evandro Alves Ribeiro

Universidade Federal do Tocantins, Doutorando
em Produção Vegetal
Gurupi – Tocantins
<https://orcid.org/0000-0003-0747-2046>

Heloisia Donizete da Silva

Universidade Federal do Tocantins, Doutoranda
em Produção Vegetal
Gurupi – Tocantins
<https://orcid.org/0000-0003-2509-0762>

Ildon Rodrigues do Nascimento

Universidade Federal do Tocantins, Professor
do curso de Agronomia e do programa de Pós-
graduação em Produção Vegetal
Gurupi – Tocantins
<https://orcid.org/0000-0002-8348-9993>

Simone Pereira Teles

Universidade Federal do Tocantins, Doutoranda
em Produção Vegetal
Gurupi – Tocantins
<https://orcid.org/0000-0002-8974-0288>

Liomar Borges de Oliveira

Universidade Federal do Tocantins, Doutorando
em Produção Vegetal
Gurupi – Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/3117333094681641>

João Francisco de Matos Neto

Universidade Federal do Tocantins, Graduando
em Agronomia
Gurupi – Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/2218313069346899>

Danielly Barbosa Konrdorfer

Universidade Federal do Tocantins, Graduanda
em Agronomia
Gurupi – Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/7052744789935291>

Regina da Silva Oliveira

Universidade Federal do Tocantins, Graduanda
em Agronomia
Gurupi – Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/4413654504521936>

Indira Rayane Pires Cardeal

Universidade Federal do Tocantins, Graduanda
em Agronomia
Gurupi – Tocantins
<https://orcid.org/0000-0002-2243-0752>

Bruno Henrique di Napoli Nunes

Universidade Federal do Tocantins, Graduando
em Agronomia
Gurupi – Tocantins
<https://orcid.org/0000-0003-3584-5487>

Lucas Eduardo Moraes

Universidade Federal do Tocantins, Graduando
em Agronomia
Gurupi – Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/0629348641862595>

RESUMO: A biofortificação vegetal é uma estratégia promissora para aumentar o conteúdo

de nutrientes das plantas. Como os minerais possuem funcionalidades importantes no metabolismo humano, considera-se a possibilidade de enriquecer produtos frescos consumidos, como as hortaliças, adotando abordagens agrônomicas específicas. Esta revisão discute pesquisas mais recentes sobre biofortificação agrônômica de hortaliças, visando aumentar nas porções comestíveis o conteúdo de minerais importantes, como iodo (I), zinco (Zn), Lítio (Li), selênio (Se) e ferro (Fe). Mesmo a biofortificação agrônômica sendo considerada um método promissor, a abordagem é complexa e considera várias interações ocorrendo a nível de cultura, bem como a biodisponibilidade de diferentes minerais nas plantas. Ficou evidente que poucos estudos fazem uma abordagem ampla dos processos e protocolos para a biofortificação agrônômica das hortaliças como alternativa para promover a biofortificação dessas culturas.

PALAVRAS-CHAVE: Olerícolas. Qualidade nutricional. Teor de nutrientes. Adubação.

VEGETABLES AS AN ALTERNATIVE TO PROMOTE MINERAL BIOFORTIFICATION

ABSTRACT: Plant biofortification is a promising strategy to increase the nutrient content of plants. As minerals have important functionalities in human metabolism, the possibility of enriching consumed fresh products, such as vegetables, is considered, adopting specific agronomic approaches. This review discusses more recent research on agronomic biofortification of vegetables, aiming to increase in edible portions the content of important minerals, such as Iodine (I), zinc (Zn), Lithium (Li), selenium (Se) and iron (Fe). Even though agronomic biofortification is considered a promising method, the approach is complex and considers several interactions occurring at the crop level, as well as the bioavailability of different minerals in plants. It was evident that few studies make a broad approach to the processes and protocols for the agronomic biofortification of vegetables as an alternative to promote the biofortification of these crops.

KEYWORDS: Vegetables. Nutritional quality. Nutrient content. Fertilizing.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o uso de adubos orgânicos sólidos ou líquidos na produção agrícola teve um crescimento acelerado no Brasil em função dos seguintes aspectos: altos custos dos fertilizantes químicos, conservação dos recursos do meio ambiente, a prática de uma agricultura ecológica e melhoria da qualidade dos produtos colhidos (OLIVEIRA et al., 2013).

Uma alimentação balanceada é a melhor maneira de obter todos os nutrientes que são importantes para o sistema imunológico. Nesse quesito, alimentos biofortificados estão sendo desenvolvidos no Brasil e em países da América Central, África e Ásia para combater o que é denominado “fome oculta”, que é a carência de micronutrientes e vitaminas essenciais para a saúde (NESTEL et al., 2006). Uma das estratégias para solucionar esse problema de desnutrição mundial, seria através do melhoramento genético de plantas, desenvolvendo plantas com maiores teores de vitaminas e micronutrientes ou

então seleção de variedades que são mais eficientes em acumular nutrientes que são disponibilizados via adubação.

Suplementação e a biofortificação dos alimentos, são métodos alternativos para reduzir a falta de micronutrientes ou oligoelementos no corpo humano, dentre os elementos, se incluem principalmente os micronutrientes orais na forma de pílulas ou em pó, como ferro e zinco (RAWAT et al., 2013). Estar com as condições nutricionais em dia, por meio do consumo adequado de alimentos saudáveis e água potável, contribui para o fortalecimento do sistema imunológico, para a manutenção e a recuperação da saúde.

Algumas das técnicas que podem ser utilizadas para biofortificação agrônômica, é a adubação via solo, foliar, na solução nutritiva ou no tratamento de semente, caracterizando-se como técnicas de menor custo, resultado imediato e também mais acessíveis (LOUREIRO et al., 2018). A biofortificação se diferencia dos outros métodos por incorporar nutrientes no metabolismo vegetal, promovendo o aumento do teor de nutrientes dos alimentos no tecido vegetal sem efeitos colaterais para as pessoas e sem comprometer a qualidade final do produto (DÍAZ-GÓMEZ et al., 2017).

Na tabela 1 têm se um resumo de uma revisão de literatura dos resultados de trabalhos que reportam a biofortificação em hortaliças.

Elemento	Cultura	Revistas Scopus®	Concentração Média ⁽²⁾ (mg kg ⁻¹)		Aumento médio	Dose para raízes ou folhas (mg L ⁻¹)	
			Min	Max		Min	Max
I	Manjeriçao	2	1	287	>100 vezes	0,1	127
I	Repolho	3	0,1	2,5	34,4 vezes	0,1	0,6
I	Cenoura	7	0,1	7,8	>50 vezes	1	50
I	Feijão-Caupi	2	4	1566	>100 vezes	0,7	15
I	Alface	18	2	42,0	17,9 vezes	0,1	50
I	Mostarda	2	0	0,4	41 vezes	0,7	1,1
I	Cebola	1	0	1,0	>50 vezes	0	I
I	Batata	3	0,1	0,7	11,3 vezes	0,6	I
I	Espinafre	8	4,5	22,4	4,0 vezes	1	I
I	Tomate	5	0,1	12,0	>100 vezes	1	634
Zn	Rúcula microgreens	1	3,0	70	22,3 vezes	0	10
Zn	Brócolis	1	9,4	133	13,2 vezes	121	408
Zn	Repolho	4	4,1	39,1	8,6 vezes	5	260
Zn	Cenoura	1	42,1	802	18,1 vezes	2,8	303
Zn	Couve	1	5,8	167	27,8 vezes	2,8	303
Zn	Alface	3	2,2	30,4	12,8 vezes	5,2	60
Zn	Quiabo	1	3,0	5,0	0,7 vezes	2,8	303
Zn	Cebola	1	2,5	7,8	2,1 vezes	0	10

Zn	Batata	3	2,7	4,9	0,8 vezes	9,7	250
Li	Alface	1	0,052	0,062	0,2 vezes	16	64
Se	Manjeriçã	4	0	8,3	>100 vezes	2	12
Se	Brócolis	1	1,1	19,2	15,7 vezes	10	100
Se	Cenoura	3	0,1	1,8	35 vezes	0,3	3,9
Se	Acelga	1	0	0,5	45 vezes	0	10
Se	Pepino	1	0	0,2	7,6 vezes	0	30
Se	Endívia	1	0,1	1,2	23,6 vezes	0,3	0,6
Se	Alho	2	0,1	6,1	>50 vezes	0,1	15
Se	Alface	12	0,1	6,9	>100 vezes	0,5	20
Se	Cebola	3	0,4	17,7	49,5 vezes	2,0	20
Se	Batata	4	0,1	1,6	16,6 vezes	0,5	0,8
Se	Rabanete	4	0,3	18,2	>50 vezes	1	23,7
Se	Espinafre	2	0,1	2,2	21,1 vezes	0,2	0,3
Se	Morango	1	0,5	3,0	5,2 vezes	0	4
Se	Tomate	3	0,3	3,4	9,1 vezes	5	20
Se	Nabo	1	0,4	10,6	24,3 vezes	0,2	2
Fe	Rúcula microgreens	1	4,9	111	21,6 vezes	0	40
Fe	Alface	1	2,3	4,3	0,9 vezes	0,8	112
Fe	Batata-doce	1	185	253	0,4 vezes	0	100

⁽¹⁾ Nesta tabela, os dados referem-se a pesquisas sobre Scopus[®] utilizando “biofortificação” e “vegetais” como palavras-chave realizadas em outubro de 2021. Os trabalhos que testaram mais de uma espécie foram contados mais de uma vez. ⁽²⁾ Calculado na porção comestível (Buturi, 2021). Adaptado pelos autores.

Tabela 1. Respostas das hortaliças a biofortificação mineral.

Algumas hortaliças que podem ser utilizadas como veículo de biofortificação, através da correção nos teores nutricionais dos alimentos como, lítio em alface (FARIA, 2018), zinco em rúcula (REYES, 2017), selênio em batata-doce (MARZULLO, 2021), iodo em cenoura (SMOLÉN et al., 2018) e ferro em tomate (GUIRRA et al., 2015).

Das áreas agrícolas do Brasil, a região do cerrado apresenta características químicas e físicas que favorece a baixa disponibilidade de nutrientes para a planta, que resulta em sintomas de deficiência frequentes devido as constantes exportações de micronutrientes, sem a devida reposição (NETO et al., 2019). Dessa forma, além do suprimento de micronutrientes em solos deficientes, a prática de fertilização visando a biofortificação dos alimentos, contribuiria para solucionar o problema de desnutrição que afeta cerca 1/3 da população mundial (CLEMENS, 2017).

1.1 Nutrientes promissores para promover a biofortificação em hortaliças

1.1.1 Ferro (Fe)

O ferro (Fe) é um elemento mineral essencial para quase todos os seres vivos, no ser humano sua deficiência pode ocorrer pela inadequação da ingestão dietética, pelo aumento das necessidades fisiológicas do nutriente e/ou pelo aumento das perdas. Por isso a importância da manutenção dos estoques de ferro, devido dietas humanas muitas vezes conter apenas o suficiente para substituir as pequenas perdas de ferro, podendo ocasionar a anemia como consequência (LEMOS et al., 2010)

Vários processos fisiológicos como fotossíntese, respiração, fixação de nitrogênio e síntese de DNA e de hormônios (SAHRAWAT, 2004) são dependentes da presença do ferro. Atua na desintoxicação de espécies reativas de oxigênio (superóxido dismutase), bem como na assimilação de nitrogênio (nitrato e nitrato redutase) (CURIE et al., 2009). A deficiência desse elemento nas plantas causa diminuição da clorofila e de outros pigmentos que captam luz, assim como das atividades de carregadores de elétrons de ambos os fotossistemas. Portanto, a deficiência de Fe afeta inicialmente o desenvolvimento e a função do cloroplasto (KIRKBY & RÖMHELD, 2007).

Laurett et al. (2017) observaram decréscimos na produção da matéria seca das raízes na alface e da rúcula, com o aumento da concentração de Fe. A concentração de 45 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ de ferro para a produção da alface Vitória de Santo Antão e da rúcula em sistema hidropônico, acima dessa concentração de ferro em solução nutritiva, reduz o desenvolvimento da alface Vitória de Santo Antão e da rúcula.

1.1.2 Iodo (I)

O iodo (I), há mais de 100 anos tem sido associado como o elemento necessário a um correto funcionamento da tireoide e na produção dos principais hormônios ideias. Este apresenta um processo ativo na biossíntese das hormônios da tireoide, como a tiroxina e triiodotironina, e é também associado a produção de várias hormônios com ação no corpo humano (KÖHRLE, 2018).

Vários países implementaram com sucesso a iodização universal do sal para suplementação dietética com I. No entanto, o uso de sal iodizado ainda é inadequado devido à perda de iodo durante o armazenamento, transporte e cozimento (ABURTO et al., 2014). Além disso, muitos países têm implementado políticas que visam reduzir o consumo de sal para prevenir hipertensão e doenças cardiovasculares (GONZALI et al., 2017).

O nível de I na solução de nutrientes enriquecido com iodeto de potássio é de 10 μM . Esta concentração foi escolhida como base em trabalhos com concentração de I na solução de nutrientes que varia de 0,4 a μM demonstrando que a suplementação de I reduz o crescimento em muitos vegetais cultivados hidroponicamente apenas em concentrações

superiores a 10-12 μM (GONNELLA et al., 2019).

Além disso, foi detectado que o maior fator de translocação iodo é na concentração de 10 μM KI; assim, essa concentração segundo estudos resulta como a mais eficiente para a biofortificação (BLASCO et al., 2008).

1.1.3 Zinco (Zn)

O zinco (Zn) é um micronutriente de grande importância para os vegetais, pois é requerido de forma catalítica e estrutural por diversas enzimas como a desidrogenase alcoólica, anidrase carbônica, proteinases e peptidases (WHITE & BROADLEY, 2011).

O Zn é encontrado em vários alimentos, dentre eles, na carne bovina, em ostras, amêndoas, castanha do Pará, fígado, moluscos, ovos, farinha de soja (TACO, 2011). Porém, estas fontes de Zn podem não ser acessíveis para pessoas de baixa renda. Dessa maneira, a biofortificação de hortaliças folhosas como a alface crespa é uma boa alternativa para suprimento da carência nutricional.

Quando o zinco é aplicado via solo, a concentração do elemento nos tecidos apresenta a seguinte ordem: raiz \approx parte aérea $>$ frutos, sementes, tubérculos. A forma de aplicação do Zn é imprescindível para alcançar o sucesso da biofortificação agrônômica do micronutriente (VELU et al., 2014). Deve-se ressaltar que em função da baixa disponibilidade natural nos solos, o Zn é o elemento mais utilizado nos programas de adubação para as culturas anuais (INOCÊNCIO, 2014).

A disponibilidade de Zn para as plantas, é feita pela solubilização e mobilização do Zn no solo (CARVALHO & VASCONCELOS, 2013). Quando se usa aplicação de fertilizantes, as fontes mais utilizadas são sulfato de zinco, óxido de zinco, cloreto de zinco, e quelatos (FAGERIA, 2002). Nos estudos de biofortificação agrônômica com Zn, o solo é considerado a principal via de aplicação (INOCÊNCIO, 2014). Nesse quesito, resultados positivos de aumento das concentrações de zinco em culturas folhosas, de hastes e de raízes (WHITE & BROADLEY, 2011) têm sido relatados.

Levando em consideração apenas os resultados do teor de zinco foliar, pode-se dizer que o teor de Zn está dentro do limite que pode ser consumido pelas pessoas sem prejuízos à saúde, além de estar entre os valores de referência de tecido vegetal de alface (entre 25-250 mg kg^{-1}) (RIBEIRO et al., 1999).

1.1.4 Selênio (Se)

O selênio (Se) é um micronutriente essencial para os seres humanos, seu consumo vem de alimentos de origem animal e vegetal, que mostram variações em seu conteúdo e disponibilidade (HU et al., 2018).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o consumo de Se na dieta humana deve ser de 55 a 200 $\mu\text{g}/\text{dia}$ por adulto (STEFANI et al., 2020). Previne danos

celulares, alterações na tireoide, confusão mental, depressão, mutações, câncer, entre outros (KAVČIČ et al., 2020). No entanto, estima-se que 15% da população apresente deficiências desse micronutriente sendo um problema de saúde mundial (NEDELKOV et al., 2020).

O uso apropriado na nutrição vegetal pode aumentar o crescimento, estimular a germinação de sementes e contribuir para proteger várias culturas contra patógenos e pragas (PANDEY, 2015). A concentração de Se no solo é relativamente baixa e varia de acordo com o tipo de rochas, sendo geralmente entre 0,01 e 7 mg kg⁻¹, com uma média mundial de 0,4 mg kg⁻¹ (LOPES et al., 2017).

A aplicação foliar do Se em estágios de crescimento tardio parece otimizar a absorção, translocação e distribuição para as porções comestíveis das plantas, enquanto o uso de fontes como o selenato é mais eficientemente acumulado em tecidos vegetais do que selenita (DENG et al., 2017). O teor tolerável de Se na maioria das espécies vegetais é entre 10 e 100 mg kg⁻¹; alguns vegetais da família Asteraceae, Brassicaceae e Fabaceae, com a aplicação de Se exógeno pode acumular até 1 g kg⁻¹ massa seca, sendo um bom alvo para a biofortificação (WHITE, 2015).

Algumas hortaliças aumentaram a concentração de Se presente nas folhas, como manjeriço através da aplicação foliar de selenita de sódio (Na₂SeO₃) a 10 μM com aumento na concentração de Se em folhas para até 10,74 mg kg⁻¹ de massa foliar (mais de 700 vezes maior do que as plantas não tratadas) (SKRYPNIK et al., 2019).

Em alface, com aplicações foliares de Na₂SeO₄ (0,633 mM), a partir da fase de seis folhas, resultaram em folhas enriquecidas com até 40 mg kg⁻¹ de folha, sendo cerca de 40 vezes maior que o controle (SMOLEN et al., 2018). Em rabanete a pulverização de 5 mg na planta por sete dias antes da colheita foi capaz de produzir raízes com 346,5 mg Se kg⁻¹ de matéria seca (SCHIAVON et al., 2016).

1.1.5 Lítio (Li)

O lítio (Li) é considerado um metal alcalino bastante leve. De acordo com o critério de necessidade, não é essencial para as plantas, mas é essencial para o homem, sendo muito importante, pois, o seu baixo fornecimento pode causar aumento nos transtornos de humor e personalidade, que ocorre principalmente em pacientes com transtorno bipolar (REIS et al., 2015; FRANZARING et al., 2016).

No solo, desde plantas silvestres até cultivos agrônômicos, qualquer tipo de planta absorverá Li em pequena quantidade, embora não ser considerado um nutriente necessário para seu desenvolvimento normal (HAWRYLAK-NOWAK et al., 2012). Em altas concentrações, pode ter efeitos tóxicos nas plantas, incluindo a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), que reduzem a captura fotossintética, condução estomática, taxa de transpiração e limitam a carboxilação, reduzindo assim a taxa fotossintética da

planta (JIANG et al., 2014; SHAHZAD et al., 2016).

A absorção de Li em altas concentrações, pode induzir uma série de alterações nas plantas, principalmente se este elemento for absorvido em altas quantidades (SHAHZAD et al., 2016). Doses elevadas podem influenciar negativamente as características desde agrônômicas e fisiológicas, independente da cultivar utilizada, caracterizando uma condição tóxica para as plantas. Faria (2018) encontrou uma dose ideal de Li para cultivo de alface entre 59 e 36 g Li ha⁻¹, e demonstrou que doses acima de 64 L ha⁻¹, são prejudiciais para o desenvolvimento da cultura.

21 CONCLUSÕES

A adubação de hortaliças para promoção da biofortificação deve ser mais explorada, na busca de um maior arcabouço de informações para se definir os melhores manejos para cada cultura.

Estudos sobre biofortificação agrônômica estão sendo cada vez mais frequentes, porém, ainda existe a necessidade de estudos aprofundados com mais culturas olerícolas para as áreas agrícolas do Brasil, para melhorar o nível de informações da sociedade em geral.

REFERÊNCIAS

ABURTO, N. J.; ABUDOU, M.; CANDEIAS, V.; & TIAXIANG WU, P. Effect and safety of salt iodization to prevent iodine deficiency disorders: a systematic review with meta-analyses. **World Health Organization**, p. 91–93, 2014. Disponível em: <www.who.int/about/licensing/copyright_form/en/index.html>. Acesso em: 21 out. 2021.

BLASCO, B.; RIOS, J. J.; CERVILLA, L. M.; SÁNCHEZ-RODRIGEZ, E.; RUIZ, J. M.; & ROMERO, L. Iodine biofortification and antioxidant capacity of lettuce: Potential benefits for cultivation and human health. **Annals of Applied Biology**, v.152, n. 3, p. 289–299, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00217.x>>. Acesso em: 23 out. 2021.

BUTURI, C. V.; MAURO, R. P.; FOGLIANO, V.; LEONARDI, C.; & GIUFFRIDA, F. Mineral biofortification of vegetables as a tool to improve human diet. **Foods**, v. 10, n. 2, p. 1–23, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/foods10020223>>. Acesso em: 23 out. 2021.

CARVALHO, S. M. P.; & VASCONCELOS, M. W. Producing more with less: Strategies and novel technologies for plant-based food biofortification. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 961–971, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.12.021>>. Acesso em: 26 out. 2021.

CLEMENS, S. How metal hyperaccumulating plants can advance Zn biofortification. **Plant and Soil**, v. 411, n. 1, p. 111-120, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11104-016-2920-3>>. Acesso em: 01 nov. 2021

CURIE, C.; CASSIN, G.; COUCH, D.; DIVOL, F.; HIGUCHI, K.; LE JEAN, M.; MISSON, J.; SCHIKORA, A.; CZERNIC, P.; & MARI, S. Metal movement within the plant: Contribution of nicotianamine and yellow stripe 1-like transporters. **Annals of Botany**, v. 103, n. 1, p. 1–11, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/aob/mcn207>> Acesso em: 26 out. 2021.

DENG, X.; LIU, K.; LI, M.; ZHANG, W.; ZHAO, X.; ZHAO, Z.; & LIU, X. Difference of selenium uptake and distribution in the plant and selenium form in the grains of rice with foliar spray of selenite or selenate at different stages. **Field Crops Research**, v. 211, n. 1, p. 165–171, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.06.008>>. Acesso em: 27 out. 2021.

DÍAZ-GÓMEZ, J.; TWYMAN, R. M.; ZHU, C.; FARRÉ, G.; SERRANO, J. C.; PORTERO-OTIN, M.; MUÑOZ, P.; SANDMANN, G.; CAPELL, T.; & CHRISTOU, P. Biofortification of crops with nutrients: factors affecting utilization and storage. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 44, p. 115–123, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.12.002>>. Acesso em: 27 out. 2021.

FAGERIA, N. K. Influence of micronutrients on dry matter yield and interaction with other nutrients in annual crops. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 12, p. 1765–1772, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002001200013>>. Acesso em: 27 out. 2021.

FARIA, A. J. G. Biofortificação com lítio em plantas de alface via adubação foliar. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal). Gurupi, Universidade Federal do Tocantins, 73 p., 2018.

FRANZARING, J.; SCHLOSSER, S.; DAMSOHN, W.; & FANGMEIER, A. Regional differences in plant levels and investigations on the phytotoxicity of lithium. **Environmental Pollution**, v. 216, p. 858–865, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.059>>. Acesso em: 28 out. 2021.

GONZALI, S.; KIFERLE, C.; & PERATA, P. Iodine biofortification of crops: agronomic biofortification, metabolic engineering and iodine bioavailability. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 44, p. 16–26, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.10.004>>. Acesso em: 28 out. 2021.

GUIRRA, K. S.; DA SILVA, J. E. S. B.; DA SILVA, G. C. S. B.; DANTAS, B. F.; & ARAGÃO, C. A. Germinação de sementes de tomateiro tratadas com fontes de ferro e zinco para biofortificação agrônômica. **Scientia Plena**, v. 11, n. 10, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.14808/sci.plena.2015.100201>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

HAWRYLAK-NOWAK, B.; KALINOWSKA, M.; & SZYMAŃSKA, M. A study on selected physiological parameters of plants grown under lithium supplementation. **Biological Trace Element Research**, v. 149, n. 3, p. 425–430, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12011-012-9435-4>>. Acesso em: 29 out. 2021.

HU, T.; LIANG, Y.; ZHAO, G.; WU, W.; LI, H.; & GUO, Y. Selenium Biofortification and Antioxidant Activity in Cordyceps militaris Supplied with Selenate, Selenite, or Selenomethionine. **Biological Trace Element Research**, v. 187, n. 2, p. 553–561, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12011-018-1386-y>>. Acesso em: 29 out. 2021.

INOCENCIO, M. F. Frações de zinco no solo e biofortificação agrônômica com selênio, ferro e zinco em soja e trigo. **Tese de Doutorado em Ciência do Solo**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, p., 2014. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/4433>>. Acesso em: 29 out. 2021.

JIANG, L.; WANG, L.; MU, S. Y.; & TIAN, C. Y. Apocynum venetum: A newly found lithium accumulator. **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 209, n. 5-6, p. 285–289, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.03.007>>. Acesso em: 29 out. 2021.

KAVČIČ, A.; BUDIČ, B.; BUDIČ, B.; & VOGEL-MIKUŠ, K. The effects of selenium biofortification on mercury bioavailability and toxicity in the lettuce-slug food chain. **Food and Chemical Toxicology**, v. 135, p. 110939, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110939>>. Acesso em: 29 out. 2021.

KIRKBY, E. A.; & RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas- Funções, Absorção e Mobilidade. **Informações Agrônomicas**, v. 118, n. 2, p. 1–24, 2007. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/8A79657EA91F52F483257AA10060FACB/\\$FILE/Encarte-118.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/8A79657EA91F52F483257AA10060FACB/$FILE/Encarte-118.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2021.

KÖHRLE, J. Thyroid hormones and derivatives: Endogenous thyroid hormones and their targets. **Methods in Molecular Biology**, v. 1801, p. 85–104, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7902-8_9>. Acesso em: 26 out. 2021.

LAURETT, L.; FERNANDES, A. A.; SCHMILDT, E. R.; ALMEIDA, C. P.; & PINTO, M. L. P. B. Desempenho da alface e da rúcula em diferentes concentrações de ferro na solução nutritiva. **Revista de Ciências Agrárias Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 1, p. 45-52, 2017. Disponível em: <<http://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2466>>. Acesso em: 25 out. 2021.

LEMONS, A. DOS R.; ISMAEL, L. A. S.; BOATO, C. C. M.; & BORGES, M. T. F. A hepcidina como parâmetro bioquímico na avaliação da anemia por deficiência de ferro. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, p. 596-599, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-42302010000500024>>. Acesso em: 25 out. 2021.

LOPES, G.; ÁVILA, F. W.; ROBERTO, L.; & GUILHERME, G. Selenium behavior in the soil environment and its implication for human health. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, n. 6, p. 605–615, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-70542017416000517>>. Acesso em: 28 out. 2021.

LOUREIRO, M. P.; CUNHA, L. R. DA; NASTARO, B. T.; PEREIRA, K. Y. DOS S.; & NEPOMOCENO, M. DE L. Biofortificação de alimentos: problema ou solução?. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 25, n. 2, p. 66-84, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8652300>>. Acesso em: 28 out. 2021

MARZULLO, Y. O. T. Biofortificação com selênio na batata-doce. **Dissertação (mestrado)**. Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP), 67 p., 2021. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/205117>>. Acesso em: 01 nov. 2021

NEDELKOV, K.; CHEN, X. J.; MARTINS, C. M. M. R.; MELGAR, A.; HARPER, M. T.; RÄISÄNEN, S.; OH, J.; FELIX, T. L.; WALL, E.; & HRISTOV, A. N. Alternative selenium supplement for sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 261, p. 1–6, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114390>>. Acesso em: 25 out. 2021

NETO, D. P. M. T.; de FARIA, A. J. G.; RIBEIRO, E. A.; da Silva RIBEIRO, F.; & da COSTA, R. Óxidos e óxi-sulfatos como fontes de micronutrientes na construção da fertilidade de solo de cerrado. **Food Science**, v. 6, n. 4, p. 109-118, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.18067/jbfs.v6i4.260>>. Acesso em: 01 nov. 2021

OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, A. N.; SILVA, O. P. R. DA; PINHEIRO, S. M.; & NETO, A. D. G. Rendimento do quiabo adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2629–2636, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6p2629>>. Acesso em: 25 out. 2021

PANDEY, R. Mineral nutrition of plants. **Plant Biology and Biotechnology: Plant Diversity, Organization, Function and Improvement**, v. 1, p. 499–538, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2286-6_20>. Acesso em: 26 out. 2021

RAWAT, N.; NEELAM, K.; TIWARI, V. K.; & DHALIWAL, H. S. Biofortification of cereals to overcome hidden hunger. **Plant Breeding**, v. 132, n. 5, p. 437–445, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/pbr.12040>>. Acesso em: 25 out. 2021

REIS, J. A. DOS; GERON, V. L. M. G.; BRONDANI, F. M. M.; FAGUNDES, D. S.; & LIMA, R. R. O. Lítio: Tratamento de primeira escolha no transtorno bipolar. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 27–37, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.faeima.edu.br/bitstream/123456789/1112/1/REIS,%20J.%20A.,%20et.%20al%20-%20L%20C3%8DTIO..TRATAMENTO%20DE%20PRIMEIRA%20ESCOLHA%20NO%20TRANSTORNO%20BIPOLAR.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2021

REYES, S. M. R. Aplicação foliar de zinco na biofortificação de rúcula. **Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)**. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Filho, 40 p., 2017.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; & ALVAREZ, V. H. 5ª Aproximação. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, p. 13–20, 1999. Disponível em: <<https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais>>. Acesso em: 26 out. 2021

SAHRAWAT, K. L. Iron Toxicity in Wetland Rice and the Role of Other Nutrients. **Journal of plant nutrition**, v. 27, n. 8, p. 1471–1504, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1081/PLN-200025869>>. Acesso em: 26 out. 2021

SCHIAVON, M.; BERTO, C.; MALAGOLI, M.; TRENTIN, A.; SAMBO, P.; DALL'ACQUA, S.; & PILON-SMITS, E. A. H. Selenium biofortification in radish enhances nutritional quality via accumulation of methyl-selenocysteine and promotion of transcripts and metabolites related to glucosinolates, phenolics amino acids. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01371>>. Acesso em: 26 out. 2021

SHAHZAD, B.; TANVEER, M.; HASSAN, W.; SHAH, A. N.; ANJUM, S. A.; CHEEMA, S. A.; & ALI, I. Lithium toxicity in plants: Reasons, mechanisms and remediation possibilities – A review. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 107, p. 104–115, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.05.034>>. Acesso em: 28 out. 2021

SKRYPNIK, L.; NOVIKOVA, A.; & TOKUPOVA, E. Improvement of phenolic compounds, essential oil content and antioxidant properties of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) depending on type and concentration of selenium application. **Plants**, v. 8, n. 11, p. 1–13, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/plants8110458>>. Acesso em: 26 out. 2021

SMOLEN, S.; KOWALSKA, I.; & SADY, W. Assessment of biofortification with iodine and selenium of lettuce cultivated in the NFT hydroponic system. **Scientia Horticulturae**, v. 166, p. 9–16, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.11.011>>. Acesso em: 26 out. 2021

STEFANI, S.; HALIM, L.; ANDAYANI, D. E.; & WITJAKSONO, F. Selenium in Hyperthyroidism. **World Nutrition Journal**, v. 3, n. 2, p. 24, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.25220/wnj.v03.i2.0004>>. Acesso em: 27 out. 2021

TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO. NEPA, 2011. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=tabela+brasileira+de+composição+de+alimentos++taco.+4.+ed.+Campinas%3A+NEPA+UNICAMP%2C+2011.&rlz=1C1AVFC_enBR937BR937&oq>. Acesso em: 30 out. 2021

VELU, G.; ORTIZ-MONASTERIO, I.; ÇAKMAK, I.; HAO, Y.; & SINGH, R. P. Biofortification strategies to increase grain zinc and iron concentrations in wheat. **Journal of Cereal Science**, v. 59, n. 3, p. 365–372, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.09.001>>. Acesso em: 26 out. 2021

WHITE, P. J. Selenium accumulation by plants. **Annals of Botany**, v. 117, n. 2, p. 217–235, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/aob/mcv180>>. Acesso em: 26 out. 2021

WHITE, P. J., & BROADLEY, M. R. Physiological limits to zinc biofortification of edible crops. **Frontiers in Plant Science**, n. 2, p. 80, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpls.2011.00080>>. Acesso em: 28 out. 2021

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aclimatização de mudas 100

Acúmulo de fitomassa 162, 165, 171, 172

Adubação verde 163, 178, 179, 181

Agroecossistemas 92, 97, 98

Água 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 16, 17, 18, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 59, 100, 102, 103, 104, 106, 108, 109, 114, 128, 129, 139, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 176, 178, 183, 201, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 235, 236, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 257, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267

Água residuária 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

Água subterrânea 237, 239, 249

Alga extract 47

Amostragem foliar 182

Arroz 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 115, 220, 221, 222, 240, 248

B

Bactérias 105, 107, 109, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 250, 256, 259, 260, 263, 264, 265, 266

Biofertilizantes 47, 54

Biofortificação mineral 199, 202

C

Caqui 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Coinoculação 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 129, 131

Cotonicultura 56, 57, 58, 60, 62, 63, 68, 78, 79, 80, 83, 85, 86

Cultivo vertical 37

D

Diversidade de espécies 132, 134, 163

E

Ecossistema ripário 132

Emissor 226, 227, 228, 229, 231, 232, 234, 235

F

Fertilidade 5, 12, 104, 129, 130, 133, 134, 137, 138, 149, 150, 152, 160, 161, 208, 211, 212, 221, 240

Fertilização 100, 106, 202

Frutos secos 23, 30

Fungos micorrízicos 132, 133, 146, 147, 148, 149, 150

G

Geoprocessamento 211

Gérbera 106, 107, 108

Grãos 1, 2, 3, 6, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 67, 74, 86, 113, 115, 116, 117, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 162, 167, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 221, 222

H

Hortaliças 89, 131, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 228

I

Inoculação 100, 102, 104, 106, 108, 109, 110, 113, 115, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 127, 128, 129, 130, 131

Inseto praga 57

L

Laurel 92, 93, 96, 99

M

Macronutrientes 182

Mamoeiro 182, 183, 184, 185, 187, 189, 191, 192, 193, 194, 197

Meloeiro 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46

Metais pesados 237, 238, 239, 247, 251

Microirrigação 226, 227, 234, 236

Microrganismos 10, 77, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 121, 134, 250, 251, 252, 253, 255, 256, 257, 261, 263, 264, 265, 266

Milho 1, 3, 4, 6, 13, 14, 15, 116, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 142, 146, 163, 178, 179, 222, 240

O

Olerícolas 200, 206

Orchidaceae 100, 101, 105

P

Plantas de cobertura 1, 3, 4, 5, 11, 14, 15, 131, 146, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 171, 174, 177, 178, 179, 180, 181

Plantio direto 1, 2, 3, 4, 10, 12, 13, 14, 15, 73, 116, 119, 162, 163, 178, 179

Produtividade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 61, 86, 87, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 162, 167, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 219, 220, 221, 222, 223, 225

Propagação *in vitro* 100

Propagación sexual y asexual 92

Q

Qualidade da fruta 23

Qualidade do solo 1, 5, 7, 8, 9, 10, 14, 132, 153

R

Recursos hídricos 37, 45, 46, 152, 219, 220, 221, 224, 225, 250, 265

Rio 1, 13, 16, 17, 21, 38, 44, 47, 48, 62, 90, 105, 120, 123, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 146, 147, 151, 153, 163, 180, 183, 197, 211, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 221, 226, 236, 250, 252, 269

S

Secagem 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 167

Semeadura 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 70, 72, 73, 75, 86, 102, 116, 118, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 129, 130, 148, 162, 166, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 178, 179, 180

Semeadura direta 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 179, 180

Sistemas agroflorestais 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 144, 145, 146, 147, 149

Soja 1, 3, 4, 12, 57, 63, 74, 113, 115, 116, 118, 119, 122, 123, 130, 131, 155, 158, 160, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 204, 207, 220, 222, 240

Solo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 59, 65, 73, 74, 75, 77, 79, 94, 98, 104, 105, 107, 113, 114, 115, 116, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 187, 189, 191, 192, 194, 195, 196, 198, 201, 204, 205, 207, 208, 209, 212, 218, 221, 222, 237, 239, 240, 245, 246, 247

Sucessão de culturas 1, 3, 163, 164

T

Temperatura de secagem 16, 17, 19

Tempo de armazenamento 16, 18, 19, 20, 21

Tomateiro 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 207

V

Valorização de resíduos 23

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**


Ano 2021

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



Inovação e tecnologia nas **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

 **Atena**
Editora
Ano 2021