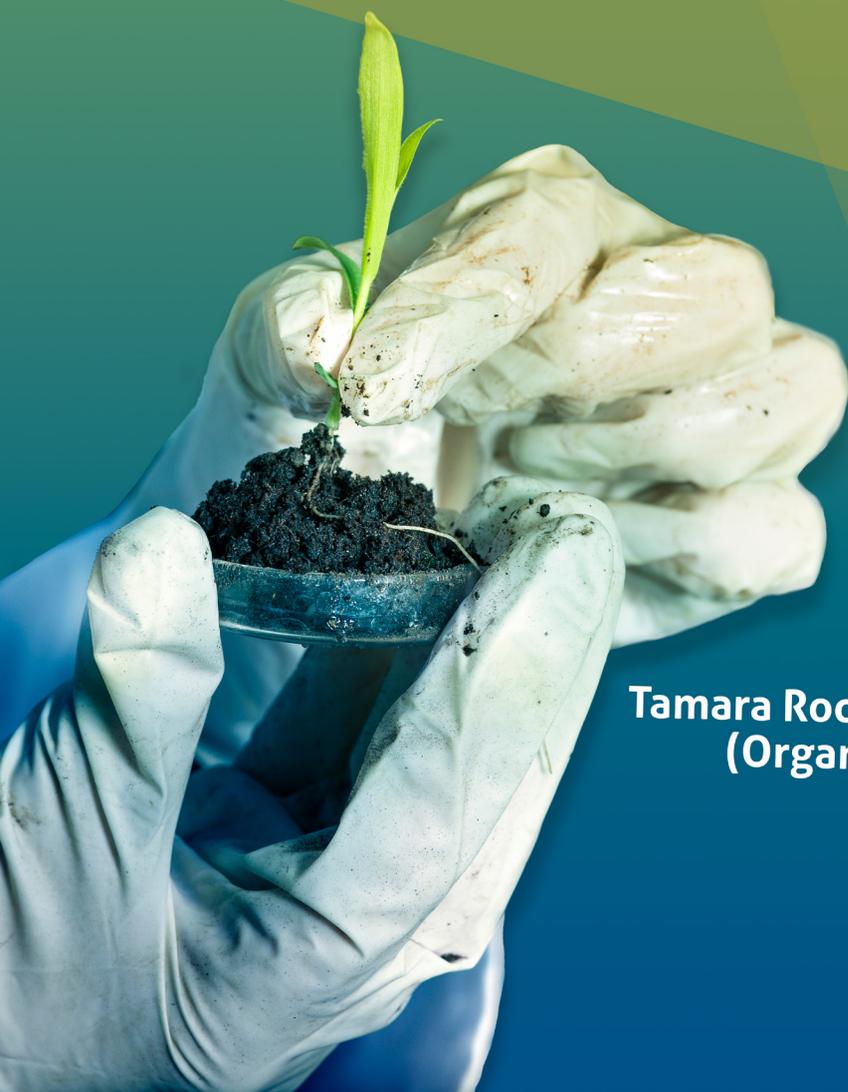


ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação



Tamara Rocha dos Santos
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação



Tamara Rocha dos Santos
(Organizadora)

Atena
Editora

Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Gírlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Engenharia agrônômica: ambientes agrícolas e seus campos de atuação

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Tamara Rocha dos Santos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia agrônômica: ambientes agrícolas e seus campos de atuação / Organizadora Tamara Rocha dos Santos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-044-2

DOI 10.22533/at.ed.442210605

1. Agronomia. I. Santos, Tamara Rocha dos (Organizadora). II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A “Engenharia Agrônômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação” é uma obra que apresenta dentro de seu contexto amplas visões que reflete em ambientes agrícolas e seus campos de atuação trazendo inovações tecnológicas e sustentáveis que proporciona em melhorias sociais, ambientais e econômicas para toda comunidade agrária.

A coleção é baseada na discussão científica através de diversos trabalhos que constitui seus capítulos. Os volumes abordam de modo agrupado e multidisciplinar pesquisas, trabalhos, revisões e relatos de que trilham nos vários caminhos da Engenharia Agrônômica.

O objetivo principal foi apresentar de modo agrupado e conciso a diversidade e amplitude de estudos desenvolvidos em inúmeras instituições de ensino e pesquisa do país. Inicialmente são apresentados trabalhos relacionados a sustentabilidade, envolvendo questões agroecológicas, produção orgânica e natural, e suas relações sociais. Em seguida são contemplados estudos acerca de inovações tecnológicas do meio rural, que abrange qualidade de sementes, nutrição mineral, mecanização, genética, dentre outros. Na sequência são expostos trabalhos voltados à irrigação e manejo do solo, envolvendo processos hídricos, sistemas agroflorestais e adubação.

A obra apresenta-se como atual, com pesquisas modernas e de grande relevância para o país. Apresenta distintos temas interessantes, discutidos aqui com a proposta de basear o conhecimento de acadêmicos, mestres, doutores e todos que de algum modo se dedicam pela Engenharia Agrônômica. Abrange todas regiões do país, valorizando seus diferentes climas e hábitos.

Inicialmente são apresentados trabalhos relacionados a sustentabilidade, envolvendo questões agroecológicas, produção orgânica e natural, e suas relações sociais. Em seguida são contemplados estudos acerca de inovações tecnológicas do meio rural, que abrange qualidade de sementes, nutrição mineral, mecanização, genética, dentre outros. Na sequência são expostos trabalhos voltados à irrigação e manejo do solo, envolvendo processos hídricos, sistemas agroflorestais e adubação.

Assim a obra Engenharia Agrônômica: Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação expõe um conceito bem fundamentado nos resultados práticos atingidos pelos diversos educadores e acadêmicos que desenvolveram arduamente seus trabalhos aqui apresentados de modo claro e didático. Sabe-se da importância da divulgação científica, portanto ressalta-se também a organização da Atena Editora habilitada a oferecer uma plataforma segura e transparente para os pesquisadores exibirem e disseminarem seus resultados.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE PRODUÇÃO DE *Beauveria bassiana* EM FERMENTAÇÃO SUBMERSA

Aloisio Freitas Chagas Junior
Lillian França Borges Chagas
Rodrigo Silva de Oliveira
Albert Lennon Lima Martins
Flávia Luane Gomes
Lisandra Lima Luz
Kellen Ângela O. de Sousa
Manuella Costa Souza
Celso Afonso Lima
Paulo Alexandre Rodrigues Pereira
Hollavo Mendes Brandão
Brigitte Sthepani Orozco Colonia

DOI 10.22533/at.ed.4422106051

CAPÍTULO 2..... 14

ALTERNATIVAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO CÂNHAMO INDUSTRIAL (*Cannabis sativa* L.)

Dilma Francisca de Paula
Kassio Ferreira Mendes
Maura Gabriela da Silva Brochado
Ana Flávia Souza Laube
Rafael D'Angieri
Paulo Sérgio Ribeiro de Souza

DOI 10.22533/at.ed.4422106052

CAPÍTULO 3..... 39

USO DE BIOESTIMULANTES EM SEMENTES DE FEIJÃO-MUNGO-VERDE SUBMETIDAS AO ESTRESSE DE ALTAS TEMPERATURAS E UMIDADE

Sabrina Cássia Fernandes
Adriano Maltezo da Rocha
Eslaine Camicheli Lopes
Lucas Eduardo Batista da Cruz
Wagner Gervázio

DOI 10.22533/at.ed.4422106053

CAPÍTULO 4..... 55

IMPORTÂNCIA DO CARÁ-DE-ESPINHO (DIOSCOREA CHONDROCARPA GRISEB - DIOSCOREACEAE) NO CONTEXTO SEGURANÇA ALIMENTAR PARA OS POVOS DA AMAZÔNIA

Eleano Rodrigues da Silva
Sonia Sena Alfaia
Luiz Antonio de Oliveira

Robert Corrêa Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.4422106054

CAPÍTULO 5..... 73

ANÁLISE E PROSPECÇÃO DO CONSUMO DE PRODUTOS ORGÂNICOS EM TEIXEIRA DE FREITAS - BAHIA

Breno Meirelles Costa Brito Passos

Lívia Santos Lima Lemos

Jeilly Vivianne Ribeiro da S. B. de Carvalho

Luanna Chácara Pires

Reinan do Carmo Souza

Mariana Abaeté dos Santos

Gerald Gomes Alves

Mariana Pereira Calais

DOI 10.22533/at.ed.4422106055

CAPÍTULO 6..... 84

RESISTÊNCIA TÊNIL E FRIABILIDADE DOS AGREGADOS DO SOLO CULTIVADO COM MORANGO ORGÂNICO SOB SISTEMAS DE MANEJO

Daiane de Fátima da Silva Haubert

Camila Pereira Cagna

Nádia Silva Salatta

Roberto de Assis de Sousa Junior

DOI 10.22533/at.ed.4422106056

CAPÍTULO 7..... 89

AGRICULTURA FAMILIAR E A INTER-RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL: UM ESTUDO DE CASO NO EXTREMO OESTE PAULISTA

Júlio Martins Jerónimo Muhongo

Silvia Cristina Vieira Gomes

Beatriz Vieira Gomes

DOI 10.22533/at.ed.4422106057

CAPÍTULO 8..... 102

AVALIAÇÃO DE BACTÉRIAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO EM SEMENTES E PLANTAS DE FEIJÃO CAUPI EM ARINOS – MG

Luana da Silva Botelho

Ítalo Rodrigues Mesquita

Diorny da Silva Reis

Francisco Valdevino Bezerra Neto

DOI 10.22533/at.ed.4422106058

CAPÍTULO 9..... 113

AGRICULTURA NATURAL DE MOKITI OKADA APLICADA NO CULTIVO DE HORTIFRUTI NO ASSENTAMENTO ÁGUA LIMPA – PRESIDENTE BERNARDES – SP

Anderson Murilo de Lima

Alba Regina Azevedo Arana

Maíra Rodrigues Uliana

DOI 10.22533/at.ed.4422106059

CAPÍTULO 10..... 126

INFLUÊNCIA DOS INIMIGOS NATURAIS DE SOLO NA OCORRÊNCIA DE DANOS DA BROCA DA BATATA-DOCE (*EUSCEPES POSTFASCIATUS* – COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Douglas da Silva Ferreira
Camila Costa Gomes
Thailla Maria Costa Lisboa
Marcelo Perrone Ricalde
Janaina Ribeiro Costa Rouws
Alessandra de Carvalho Silva

DOI 10.22533/at.ed.44221060510

CAPÍTULO 11..... 128

ECOFEMINISMO: MULHERES E POVOS RUMO À UMA CULTURA SUSTENTÁVEL

Bárbara Nascimento Flores
Salvador Dal Pozzo Trevizan

DOI 10.22533/at.ed.44221060511

CAPÍTULO 12..... 138

CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E PRODUTIVA DA PECUARIA FAMILIAR NA COMUNIDADE CAIP, PARAGOMINAS – PA

David Deivson de Sousa Castro
Janiele Bittencourt Barbosa
Carlos Douglas de Sousa Oliveira
Rafael Aquino de Oliveira
Antonia Simone Farias da Silva
Waldjânio de Oliveira Melo
Marcos Samuel Matias Ribeiro
Bruno Cabral Soares

DOI 10.22533/at.ed.44221060512

CAPÍTULO 13..... 154

PHYTOCHEMICAL PROFILE AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF RAW EXTRACTS FROM *Richardia brasiliensis* GOMES (POAIA-BRANCA)

Fernanda Farisco
Jhonatas Emilio Ribeiro da Cruz
Marcos de Souza Gomes
Enyara Rezende Moraes

DOI 10.22533/at.ed.44221060513

CAPÍTULO 14..... 166

SISTEMA AGROFLORESTAL SEMENTE VIVA: INICIATIVA ESTUDANTIL NA CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE CULTIVO AGROECOLÓGICO

Mariana Manzato Tebar
Marianne de Souza Santos

DOI 10.22533/at.ed.44221060514

CAPÍTULO 15.....	173
DESEMPENHO DE SEMENTES DE MILHO TRATADAS COM PRODUTOS ALTERNATIVOS	
Fernando Roberto Cologni	
Marlene Cristina de Oliveira Laurindo	
DOI 10.22533/at.ed.44221060515	
CAPÍTULO 16.....	186
COMPONENTE ARBÓREO DA UFSM - CAMPUS CACHOEIRA DO SUL: UMA CONTRIBUIÇÃO AO PAISAGISMO SUSTENTÁVEL	
Viviane Dal-Souto Frescura	
Dulce Vitória Machado da Silveira	
Felipe Turchetto	
DOI 10.22533/at.ed.44221060516	
CAPÍTULO 17.....	192
DIVERSIDADE SOCIOCULTURAL DAS/OS ESTUDANTES DO IFBA – CAMPUS SEABRA, ORIUNDAS/OS DAS ZONAS RURAIS DO TERRITÓRIO DA CHAPADA DIAMANTINA	
Claiver Maciel de Souza	
Jeovângela de Matos Rosa Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.44221060517	
CAPÍTULO 18.....	216
VÍRUS ENTOMOPATOGÊNICO NO CONTROLE BIOLÓGICO DA LAGARTA-DA-SOJA (<i>Anticarsia gemmatalis</i>, HÜBNER, 1818): REVISÃO	
Clenivaldo Pires da Silva	
Michele Harumi Motoyama	
Andrea Sabag Duarte	
Emmanuel Predestin	
Helio Conte	
DOI 10.22533/at.ed.44221060518	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	228
ÍNDICE REMISSIVO.....	229

CAPÍTULO 4

IMPORTÂNCIA DO CARÁ-DE-ESPINHO (DIOSCOREA CHONDROCARPA GRISEB - DIOSCOREACEAE) NO CONTEXTO SEGURANÇA ALIMENTAR PARA OS POVOS DA AMAZÔNIA

Data de aceite: 03/05/2021

Data de submissão: 11/03/2021

Eleano Rodrigues da Silva

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Amazonas (IFAM-CMZL)
MANAUS – AMAZONAS
<https://orcid.org/0000-0003-1769-1517>

Sonia Sena Alfaia

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
(INPA)
MANAUS - AMAZONAS
<https://orcid.org/0000-0001-9975-6673>

Luiz Antonio de Oliveira

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
(INPA)
MANAUS - AMAZONAS
<https://orcid.org/0000-0002-2008-7292>

Robert Corrêa Rodrigues

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
MANAUS – AMAZONAS
<https://orcid.org/0000-0001-8054-0469>

RESUMO: Embora a produção de alimentos no planeta seja suficiente para abastecer toda a humanidade, nem todos têm acesso a eles, sendo uma das causas a falta de renda. Assim, faz-se necessário identificar novas espécies com potencial para o fornecimento de alimento com baixo custo da produção e menor impacto ambiental que possa contribuir para a redução da subnutrição nas áreas de maior vulnerabilidade

social. Algumas estruturas subterrâneas (mandioca, batata doce, inhame, cará) têm sido boas fontes de fornecimento de alimentos nessas áreas. O objetivo deste trabalho foi mostrar a importância do cará-de-espinho para a soberania alimentar dos povos da Amazônia. Para isso, fez-se revisão dos trabalhos publicados e não publicados sobre o cará-de-espinho, que tem sido estudado desde 2010 no IFAM-CMZL, os dados obtidos indicam resultados promissores, apresentando alta produtividade (200 a 300 t / ha / 18 meses), alto rendimento de partes comestíveis (até 90 %), produção com pouco impacto ambiental, baixo custo de implantação do plantio, praticamente sem problemas fitossanitários e, quando da produção da “massa universal”, é matéria prima para a elaboração de pratos culinários de alta aceitação. Por conta disso, sintetizaram-se as descrições das características agrônômicas, que possam contribuir para a elaboração de coeficiente técnico, numa tabela denominada de primeira proposta de coeficientes técnicos para o cultivo econômico de cará-de-espinho na Amazônia.

PALAVRAS-CHAVE: Cará gigante, tubérculo, rizóforo, cultivos negligenciados, subnutrição.

IMPORTANCE OF DUNGUEY (DIOSCOREA CHONDROCARPA GRISEB - DIOSCOREACEAE) IN THE FOOD SECURITY CONTEXT FOR PEOPLE IN THE AMAZON

ABSTRACT: Although food production on the planet is sufficient to supply all of humanity, not everyone has access to it, being one of the causes of the lack of income. Thus, it is necessary

to identify new species with the potential to provide food with low production costs and less environmental impact that can contribute to the reduction of malnutrition in areas of greatest social vulnerability. Some underground structures (cassava, sweet potatoes, yams (cará), yams (inhame)) have been good sources of food supply in these areas. The objective of this work was to show the importance of the dunguey character for the food sovereignty of the peoples of the Amazon. To this end, a review of published and unpublished works on dunguey, which has been studied since 2010 at IFAM-CMZL, the data obtained indicates promising results, with high productivity (200 to 300 t / ha / 18 months), high yield of edible parts (up to 90 %), production with little environmental impact, low cost of planting, practically without phytosanitary problems and, when producing the “universal mass”, it is raw material for the elaboration of highly accepted culinary dishes. Because of this, the descriptions of agronomic characteristics, which may contribute to the elaboration of technical coefficients, were synthesized in a table called the first proposal for technical coefficients for the economic cultivation of dunguey in the Amazon.

KEYWORDS: Giant yam, tuber, rhizophore, neglected crops, malnutrition.

1 | INTRODUÇÃO

A subnutrição das pessoas no mundo, no ano de 2019, antes da COVID-19, chegou a 8,9 % da população global, ou seja, quase 690 milhões de pessoas. Além disso, as projeções preliminares, baseada nas últimas perspectivas econômicas globais, propõe que a pandemia da COVID-19 possa causar um acréscimo no contingente de pessoas desnutridas da ordem de 83 a 132 milhões em 2020 (FAO et al., 2020).

O mundo tem fracassado quanto às metas 2.1 e 2.2 do desenvolvimento sustentável (ODS - ONU), portanto, não se está no caminho certo para alcançar essas metas até 2030, como se pretendia (FAO et al., 2020). No Brasil, 4.628.000 domicílios estão em situação de insegurança alimentar grave (IAG), sendo a maior quantidade na região Nordeste com 1.276.000 domicílios (POF, 2020).

Uma das grandes preocupações da humanidade é produzir alimentos com qualidade e em quantidade com menor uso de água, energia fóssil e sem abrir novas áreas para cultivos, o que poderia também contribuir para a redução do desmatamento na Amazônia (Barros et al., 2012; FAO et al., 2020). Dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (1977) mostram que para a maioria das principais culturas alimentares existem informações disponíveis; porém, o mesmo não acontece, para raízes e tubérculos tropicais, que são amplamente utilizados como alimentos básicos pelas populações locais, uma vez que essas estruturas subterrâneas (EST) possuem o potencial de fornecer grandes quantidades de alimentos em pequenos espaços (USDA, 1978).

O estudo do consumo *per capita* / ano de EST (mandioca, batata-doce, inhame e cará) / Unidade da Federação, mostrou que no Brasil o consumo de mandioca foi liderado por Mato Grosso do Sul (3,831 kg), seguido pelo Acre (3,205 kg) e Sergipe (3,002 kg); de batata-doce, o Rio grande do Norte liderou (3,108 kg), acompanhado de Sergipe (2,986) e

Santa Catarina (2,805 kg); os maiores consumidores de inhame foram Paraíba (1,662 kg), Sergipe (1,559 kg) e Alagoas (1,406 kg); enquanto Pernambuco (0,689 kg), Ceará (0,255 kg) e Amazonas (0,218 kg) foram os maiores consumidores de cará (POF, 2020).

Dos estados Brasileiros, entre os 3 maiores consumidores *per capita* / ano de EST, Sergipe foi o que mais apareceu (3 vezes); das regiões, a Nordeste foi quem teve a maior quantidade de estados mencionados (6 estados), seguido da região norte (2 estados), e as regiões Centro-Oeste e Sul, com 1 estado cada. Dessa forma, evidencia-se que as EST são importantes fontes de alimentos para as pessoas das regiões com as maiores quantidades de domicílios com IAG. Na região Norte, o estado de Rondônia apresentou o maior consumo *per capita* / ano de batata-doce (0,903 kg) e inhame (0,263 kg), o Acre de mandioca (3,205 kg) e o Amazonas de cará (0,218 kg) (POF, 2020).

Assim, identificar, estudar, propagar e cultivar economicamente novas espécies com potencial para o fornecimento de alimento pode ser de grande importância para a redução da IAG nas áreas de maior vulnerabilidade social.

Espécies de *Dioscorea* spp. podem ser encontradas no Sudeste Asiático, Ilhas do Pacífico, África e América do Sul, com plantas comerciais, medicinais e comestíveis, que têm sido utilizadas como alimento básico para mais de 100 milhões de pessoas nos trópicos úmidos e subúmidos (Laws, 2013).

Existem algumas espécies de *Dioscorea* spp. que chegam a produzir mais de 100 kg de rizóforos / cova / 18 meses. Além disso, fora observado, que os rizóforos cortados, lavados e mantidos em ambiente seco e protegido da luz solar, mantem a viabilidade, para o consumo e, ou, plantio, por até 120 dias (Silva et al., 2013).

O cultivo de cará-de-espinho apresenta relevante potencial para contribuir com a produção de alimentos tanto para os agricultores, quanto para as criações (e.g., aves, suínos e peixes) e comercialização, uma vez que a desnutrição infantil na Região Norte é relevante (Araújo, 2010). No Amazonas a maior precariedade nutricional está presente na população infantil da calha do rio Negro. Dessa forma, contrastando com a enorme diversidade de peixes e frutos do bioma amazônico, está a má utilização das potencialidades naturais decorrentes da falta de conhecimento técnico-científico (Alencar et al., 2007) e de estímulo e fomento por parte do poder público.

O cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb. - Dioscoreaceae) apresenta relevante potencial para contribuir com a alimentação humana e animal. Todavia, é pouco cultivado, exceto em aldeias indígenas, hortas e roças de famílias do Baixo Amazonas (Kinupp & Lorenzi, 2014). Considerando esses aspectos, o presente trabalho teve como objetivo apresentar os resultados das pesquisas com cará-de-espinho, baseados em estudos agrônômicos desenvolvidos pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM-CMZL), ao longo de mais de uma década, assim como pela revisão de trabalhos sobre essa espécie, mostrando sua importância para a segurança alimentar dos povos da Amazônia. Acredita-se ser válida a concentração e divulgação do

maior número de informações sobre o cultivo dessa auspiciosa planta.

2 | METODOLOGIA

Os dados deste trabalho são resultados de experimentos desenvolvidos, no setor de fitotecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Zona Leste (UEP de Agricultura / IFAM-CMZL), localizado nas coordenadas 03° 04' 53,1" S e 059° 56' 02,9" W e em propriedade rural, no km 12 do Ramal do Brasileirinho, nas coordenadas 03° 00' 53,0" S e 059° 50' 56,6" W, ambas em Manaus - AM (Dias & Silva, 2021; Paiva-Dias et al., 2016; Silva et al., 2013, 2015, 2016a, 2016b), assim como, dados de revisão de literatura sobre Dioscoreaceae.

Os experimentos com cará-de-espinho objetivaram, dentre outras coisas, avaliar: a) Caracterização da espécie; b) Produção de muda; c) Dimensões e preparo de cova; d) Ambiente de plantio (sombreado e a pleno sol); e) Ciclos; f) Tratos culturais; g) Controle fitossanitário; h) Colheita; i) Armazenamento e j) Processamento dos rizóforos.

Os dados obtidos foram tabulados, processados e compactados de forma a criar coeficientes técnicos, que possam contribuir para o cultivo econômico do cará-de-espinho.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Caracterização da espécie

Dioscorea chondrocarpa Griseb. – Dioscoreaceae (cará-de-espinho) é uma espécie que apresenta várias sinonímias: *Dioscorea altissima* Lam.; *Dioscorea balsapuertensis* R.Knuth; *Dioscorea hoehneana* R.Knuth; *Dioscorea maranonensis* R.Knuth; *Dioscorea poeppigii* Kunth; *Dioscorea riparia* Kunth & M.R.Schomb.; *Dioscorea samydea* Griseb.; *Dioscorea samydea* var. *corcovadensis* Uline ex R.Knuth; *Dioscorea samydea* var. *poeppigii* (Kunth) Ayala (Couto & Fraga, 2021). E diversos nomes comuns: cará-de-espinho; cará-espinho; cará-japicanga; cipó-jacaré; inhame-de-espinho; dunguey.

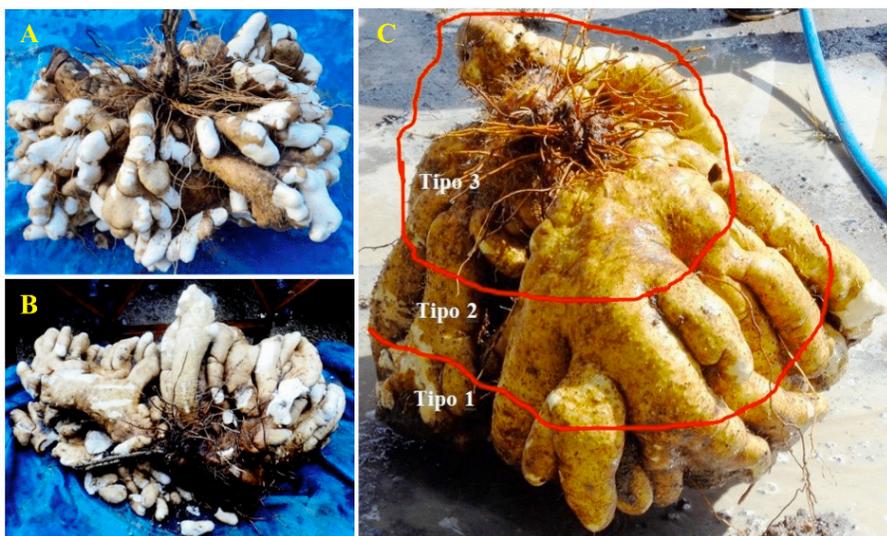
O cará-de-espinho é uma planta nativa, não endêmica do Brasil, que ocorre em todas as regiões brasileiras, com domínio fitogeográfico na Mata Atlântica, vegetação de área antrópica, Caatinga, Cerrado, floresta de terra firme, floresta estacional perenifólia, floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila, floresta ombrófila mista, restinga, vegetação sobre afloramentos rochosos (Couto & Fraga, 2021). É uma herbácea perene, trepadeira, que produz rizóforos. Segundo Appezzato-da-Gloria (2015), os rizóforos (Figura 1) se diferem das demais estruturas subterrâneas por se originarem do espessamento do hipocótilo; e possuírem sistema bipolar de ramificação caulinar; todas as suas raízes são formadas a partir dos rizóforos, preferencialmente na região nodal.

Os rizóforos de cará-de-espinho são comestíveis, estima-se que após 18 meses do transplântio, a produção de rizóforos alcance de 200 a 300 t/ha, podendo render de 180 a

270 t de rizóforos comestíveis, pois, normalmente, ocorre cerca de 10 % de perda do peso total dos rizóforos (Silva et al., 2016a).

Visto que o cará-de-mesa, cara-roxo (*Dioscorea trifida* L.f.), é uma das EST nativas mais conhecidas e apreciadas na Amazônia, item obrigatório nos tradicionais cafés regionais de Manaus, o qual está pronto para o consumo mediante o cozimento com água e sal (Kinupp & Lorenzi, 2014), o cará-de-espinho ainda não é comercializado, uma vez que a comparação com o cará-roxo é inevitável, e não apresenta sabor para esse fim. Porém, após o preparo da “massa universal” (polpa de cará-de-espinho cozido e batido com leite no liquidificador), podem-se preparar pratos com grande aceitação, como: *Consommé*, escondidinho de carne-de-sol e escondidinho amazônico (Silva, 2015; Souza & Silva, 2012, 2015), que já foram testados com degustação em diversos eventos.

Por conta dos diferentes sabores, apresentados nas diferentes partes dos rizóforos no sentido longitudinal geotrópico positivo, os mesmos foram classificados em 3 tipos, sendo o Tipo 1, referente à parte mais afastada da superfície do solo, apresentar melhor qualidade quanto a palatabilidade quando comparado com os demais tipos, corresponde a cerca de 40 % do peso total dos rizóforos; o Tipo 2, parte boa para preparo de pratos, participa com mais ou menos 50 % do peso total e o Tipo 3, parte não recomendável para o consumo humano, devido ao sabor amargo, com cerca de 10 %, porém, essa parte pode ser utilizada para a propagação da espécie, bem como, devem ser avaliadas para produção de ração (Figuras 1 C e 2 A a C) (Silva et al., 2013). Portanto, os rizóforos de cará-de-espinho podem ter até 90 % de seu peso total (Tipo 1 + Tipo 2) empregados na confecção de pratos, sem risco de perda de qualidade (Silva et al., 2016a).



Figuras 1 A a C – Rizóforos de uma única cova, provenientes de uma única muda. A) Rizóforos de cará-de espinho com 155 kg / 28 meses; B) Rizóforos com 101 kg / 18 meses; C) Projeção da divisão da classificação das partes dos rizóforos, com base no sabor.



Figuras 2 A a C – Partes dos Rizóforos seccionados para avaliação de palatabilidade. A) Tipo 3 / RIZ P1 – Inapropriado para o consumo, sabor amargo, porém é a melhor parte para propagação; B) Tipo 2 / RIZ P2 – Parte boa para consumo; C) Tipo 1 / RIZ P3 – Melhor parte para consumo, todavia, para propagação, apresenta brotação mais demorada.

Os rizóforos de cará-de-espinho, após a análise físico-química (Tabela 1), quando comparado com outras estruturas subterrâneas, especialmente, a mandioca mansa e a batata doce, demonstrou ser mais nutritivo, apresentando maiores teores de proteínas. Além disso, devido à elevada capacidade produtiva dessa planta (Figura 1) e, considerando o aumento da demanda mundial por alimentos, pode-se inferir que se trata de um alimento em potencial para a nutrição humana e animal, podendo ser uma fonte nutricional, especialmente para a região Amazônica (Dias & Silva, 2021; Paiva-Dias et al., 2016).

Parâmetro	RIZ P1 (Tipo 3)	RIZ P2 (Tipo 2)	RIZ P3 (Tipo 1)
Umidade (g 100 g ⁻¹)	56,81 ± 0,19 B	67,73 ± 0,79 A	68,23 ± 0,62 A
Proteínas (g 100 g ⁻¹)	4,51 ± 0,59 A	3,53 ± 0,42 A	3,49 ± 0,27 A
Lípidos (g 100 g ⁻¹)	0,08 ± 0,01 A	0,06 ± 0,01 A	0,05 ± 0,01 A
Cinzas (g 100 g ⁻¹)	0,49 ± 0,01 B	0,39 ± 0,00 C	0,78 ± 0,01 A
Fibras (g 100 g ⁻¹)	2,81 ± 0,20 A	2,00 ± 0,32 B	2,54 ± 0,13 AB
Carboidratos (g 100 g ⁻¹)	35,30 ± 0,41 A	26,31 ± 1,17 B	24,91 ± 0,78 B
Valor calórico (kcal)	160 ± 1,05 A	120 ± 4,18 B	115 ± 2,24 B

Cada valor representa a média da triplicata com desvio-padrão. Médias seguidas por diferentes letras, na mesma linha, indicam diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). RIZ P1 = parte superior dos rizóforos; RIZ P2 = parte mediana dos rizóforos; RIZ P3 = parte inferior dos rizóforos (Dias & Silva, 2021).

Tabela 1 – Composição físico-química das partes de rizóforos de cará-de-espinho.

O cará-de-espinho apresentou evidências de prebióticos *in vitro*, esses resultados podem incentivar a produção de farinhas dos rizóforos; fomentar a cadeia produtiva dessa planta; contribuir para a consolidação de tecnologia de farinhas de estruturas subterrâneas;

criar uma opção de processamento de alimentos, com promissores benefícios para a saúde, e, por conseguinte, contribuir para a economia (Teixeira et al., 2016).

O estudo do amido de cará-de-espinho revelou que o rendimento foi de 8,57 %, composição de macronutrientes, em g kg⁻¹, foi de 0,50 de N, 0,26 de P, 0,62 de K, 0,18 de Ca, 0,01 de Mg, 0,06 de S e de micronutrientes, em mg kg⁻¹, 527,44 de Na, 1,74 de B, 4,21 de Fe e 11,47 de Zn, quanto a composição centesimal, em %, mostrou, 9,67 de umidade, 0,06 de cinzas, 0,83 de lipídeos, 0,77 de proteínas, 0,51 de fibras e 88,10 de carboidratos, o valor energético foi de 363,10 kcal / 100g, amido não tóxico, com teores de amilose (17,9 %) e amilopectina (82 %), amido disponível (69,92 %), amido resistente (10,10 %), esses resultados, indicam que o cará-de-espinho apresenta um rendimento promissor, propriedades funcionais e tecnológicas adequadas para uso na indústria de embalagens e alimentos (Silva et al., 2019).

O cará-de-espinho, com uma produção estimada de 200 a 300 t de rizóforos / ha / 18 meses (Silva et al., 2013) e rendimento de 8,57 % de amido (Silva et al., 2019), pode produzir de 17,14 a 25,71 t de amido, o que seria muito quando comparado com a produção de amido de mandioca, cultivadas com tecnologia (mecanização, adubação e variedades melhoradas) que varia de 3,5 a 8,7 t de amido / ha / 12 meses (EMBRAPA, 2018).

b) Preparo de muda

A forma mais adequada para propagação do cará-de-espinho foi por meio de mudas provenientes do enraizamento e brotação de propágulos, esses são resultados da fragmentação dos rizóforos. Em todos os testes, para que houvesse brotação, o formato e o tamanho dos propágulos não foram determinantes, porém, foi fundamental ter uma parte de no mínimo 9 cm² com epiderme (exemplo: 3 cm de largura x 3 cm de comprimento). Também, é importante o uso de luvas impermeáveis (Figuras 3 A a C), por causa da presença de substâncias que provocam urticária em sua mucilagem (Edeoga & Okoli, 1995).

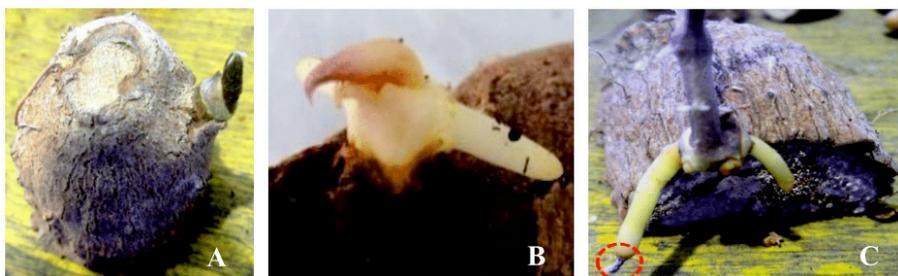


Figuras 3 A a C – Aspecto e preparo de propágulos. A) Seção de rizóforos com o uso inevitável de luvas impermeáveis; B) Detalhes dos propágulos (formas e tamanhos); C) Propágulos expostos diretamente à radiação solar.

O preparo da muda passou por duas fases. A primeira consistiu em seccionar os rizóforos em pedaços com aproximadamente 100 g e em seguida fazer plantio em

sementeira para o enraizamento e brotação. A segunda estabeleceu-se por meio de duas práticas, sendo: processo de cura (exposição dos pedaços seccionados ao sol por 8 horas, logo após os cortes), e mantendo em lugar sombreado e ventilado por mais 6 dias (Figura 3 C), e imersão dos propágulos em fertiprotetores (“Bio-IFAM / ZL D1” (fertiprotetor desenvolvido no IFAM-CMZL) por 15 minutos, após retirados da imersão, os propágulos deverão ser secos à sombra antes do semento em canteiros. Na primeira fase ocorreu ataque de embuás (milípedes – Artrópodes da Classe Diplopoda) causando 100 % de perda (Figura 5 A). No entanto, quando da utilização das práticas de cura e imersão em fertiprotetor, não houve ataque dos milípedes, ocorreram enraizamento e brotação em 100 % dos propágulos. As mudas ficaram prontas para o transplântio com 120 dias (Silva et al., 2013).

Outros aspectos importantes foram observados, dependendo da parte / tipo de rizóforo, percebeu-se diferença no tempo de brotação dos propágulos, sendo mais rápido nos propágulos provenientes da secção da parte Tipo 3 (a partir de 60 dias) e mais lentos nos do Tipo 1 (aproximadamente 100 dias). Os propágulos maiores promovem brotações mais robustas, embora não sejam fundamentais para o tamanho / peso final dos rizóforos. A brotação pode ocorrer em tempo menor que 60 dias, isso ocorreu algumas vezes, quando da retirada dos rizóforos sem corte ou com corte no colo da planta. Os propágulos brotam mesmo fora do solo, no entanto, é necessário que a sementeira seja realizada com no máximo 5 dias após a brotação, para que não ocorra a queima das pontas das raízes (Figura 4 C).



Figuras 4 A a C – Detalhes da brotação dos propágulos. A) Exposição do broto; B) Tamanho máximo da radícula (1 a 2 cm) fora do solo, sem que haja queima da ponta; C) Queima das pontas das raízes.

Os propágulos brotam muito bem em canteiros de areia debaixo de copas de árvores. Entretanto, é comum o ataque de roedores, especialmente de cutias (*Dasyprocta leporina* (Linnaeus, 1758)), fazendo-se necessário proteger os canteiros (Figura 5 C). Durante o desenvolvimento do cará-de-espinho, em situações de estresse, observou-se a produção de rizóforos aéreos (Figura 6 B). Sem registro nas literaturas consultadas.



Figuras 5 A a C– Problemas anteriores e posteriores ao semeio dos propágulos e ambiente de semeio. A) Ataques de milípidos aos propágulos de rizóforos, sem tratamento; B) Canteiro de areia para semeio de propágulos; C) Vestígios de taque de cutia, círculo amarelo, área de extração do propágulo, círculo em vermelho, pegada.



Figuras 6 A e B – Proteção dos canteiros e rizóforos aéreos de cará-de-espinho. A) Estrutura de proteção dos canteiros para evitar ataque de roedores (com estacas, ripões e tela (sombrite)); B) Rizóforos aéreos de cará-de-espinho.

c) Dimensões e preparo de cova

As dimensões da cova são extremamente importantes para o cultivo de cará-de-espinho, haja vista a característica de desenvolvimento dos rizóforos, que ocorre da seguinte forma: após o transplântio, o rizóforo cresce no sentido geotrópico positivo até encontrar barreiras (raízes grossas de outras plantas, pedras, solo compactado ou bastante argiloso, fim da cova), começando, a partir daí, o crescimento lateral, até encontrar barreiras, só depois desses crescimentos, ocorre o crescimento para cima (geotropismo negativo) (Figura 7) que, dependendo da profundidade da cova e do tempo de plantio, pode causar exposição dos rizóforos (Figuras 8 A a C) (Silva et al., 2013). Do ponto de vista de máxima produção, as covas de 0,8 m x 0,8 m x 0,8 m foram as melhores, produzindo de 40 kg a 101 kg / cova / 18 meses, com média de 60 kg e de 60 kg a 155 kg / cova / 28 meses, com média de 80 kg. Todavia, concluiu-se que as dimensões das covas não podem ser menores do que 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m, sendo esse tamanho recomendado apenas para um ciclo de 12 meses a, no máximo, 18 meses (Figura 7).

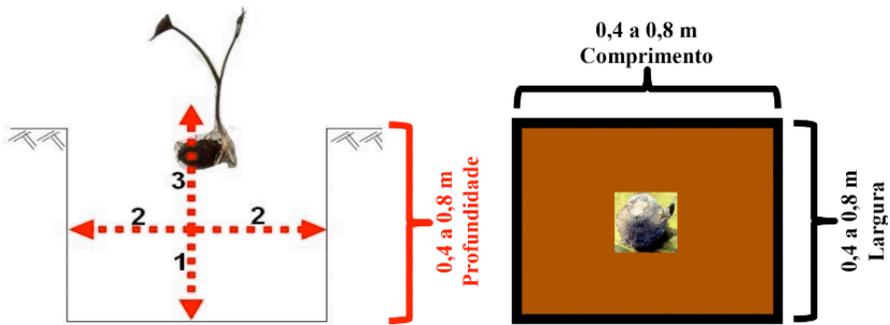


Figura 7 – Detalhes do desenvolvimento do rizóforo após plantio e da cova. Seta 1 – Crescimento primário, Seta 2 – Crescimento secundário e Seta 3 – Crescimento terciário e, dependendo da profundidade da cova, é muito prejudicial para o cultivo.

Os rizóforos expostos são inapropriados para o consumo, são de formatos irregulares, quase sempre tabulares, não entumescem (Figura 8 A a C), são muito amargos, de coloração amarelo-esverdeado e após corte apresentam rápida oxidação (Figura 8 D). Podem servir para produção de mudas. Acredita-se que não sirva para ração por ser muito fibroso e possa comprometer a palatabilidade dos preparados. Em covas rasas, menores que 0,40 cm de profundidade, os rizóforos se expõem com menos de 6 meses após o transplante.



Figuras 8 A a D – Rizóforos expostos. A, B e C) Vários formatos dos rizóforos expostos; D) Círculo vermelho – corte do rizóforo exposto.

d) Ambiente de plantio (sombreado e a pleno sol)

O cará-de-espinho não se desenvolveu quando cultivado em sistema de espaldeamento a céu aberto (Figura 9 B), apesar de ser uma espécie heliófila, ficou evidente que a parte subterrânea deve ficar em local protegido da incidência direta do sol. Durante essa avaliação, percebeu-se um grande estresse das plantas e o inéxito

aparecimento de rizóforos aéreos (Figura 6 B). Entretanto, os resultados obtidos com as avaliações de cultivos sob SAF, composto por cacauzeiros (*Theobroma cacao* L.), cafeeiros (*Coffea canephora* Pierre ex Froenher), glirícidia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) e palheteira ou sombreiro (*Clitoria fairchildiana* R.A. Howard), em que as duas últimas foram utilizadas como suporte para o cará-de-espinho, chegou-se a produção de 155 kg de rizóforos / cova / 28 meses, com média de 80 kg por cova. Nesse contexto, estima-se uma produtividade de 180 a 270 toneladas de rizóforos comestíveis / ha / 18 meses. Esses dados mostram que quando cultivado em ambiente coberto de vegetação (capoeiras ou SAF), o cará-de-espinho apresenta relevante potencial para contribuir com a produção de alimentos em quantidade e com qualidade com menor impacto ao meio ambiente (Silva et al., 2013).

Salienta-se que a parte aérea do cará-de-espinho é muito agressiva, vigorosa, chegando a cobrir 100 % as copas das plantas utilizadas como suporte (Figura 10 A), nesse caso por conta do abafamento, deve-se evitar utilizar plantas de importância econômica, para essa finalidade, sob pena de morte da planta. Percebeu-se que a palheteira é bem resistente.



Figuras 9 – Sistemas de plantio de cará-de-espinho. A) Plantio no espaçamento de 1 m x 1 m, em covas de 0.4 m x 0,4 m x 0,4 m; B) Espaldeira para o cultivo a pleno sol; C) Ambiente de SAF, palheteira (*C. fairchildiana* R.A. Howard) sendo usada como suporte / tutor para o cará-de-espinho, visão de baixo para cima, com a copa coberta por ramos de cará-de-espinho.



Figuras 10 A e B - A) Dossel do SAF completamente coberto por ramos de cará-de-espinho; B) Rizóforos expostos de cará-de-espinho atacado; B1) Detalhe do ataque, mordida, possivelmente, de uma cutia.

e) Ciclos

Têm-se observado isoporização dos rizóforos de cará-de-espinho após o transplântio, formando ciclos periódicos, as causas ainda não foram elucidadas, podendo ser fisiológicas ou temporais / ambientais (e.g., estações do ano). Ocorre a seca da parte aérea, quando os rizóforos ainda estão intumescidos, entretanto, com o processo de rebrota (30 a 60 dias após a seca), ocorre a isoporização / chochamento, reduzindo-os em 70 a 80 % do peso total (Figuras 11). Esses fenômenos foram observados após 6 meses do transplântio e com 12 meses após a primeira seca ou seja, com 18 meses após o transplântio (Silva et al., 2016b), momento considerado ideal para a produção comercial de cará-de-espinho. Em geral, de novembro a junho, os rizóforos estão isoporizados, mas, é necessário mais avaliações para que se possa determinar se é, de fato, o período do ano que promove a isoporização.



Figuras 11 – Rizóforos isoporizados. A) Aspecto de rizóforos isoporizado de uma única cova, pesando de 15 a 20 kg, mas se colhido no tempo certo pesaria aproximadamente 80 kg; B) Detalhe de um rizóforo isoporizado; C) Corte transversal de rizóforo isoporizado.

f) Tratos culturais

O cultivo de cará-de-espinho demanda de poucos tratos, destacando-se: a) Condução da rama até a planta que servirá de tutor, porém isso só é necessário quando se faz o transplântio, nas brotações de cada ciclo as ramas secas servem para conduzir as novas ramas; b) Amontoa, realiza-se em alguns rizóforos expostos, mas salienta-se que essa prática só é viável se a colheita não demorar a ser realizada e se a parte exposta não for muito grande; c) Adubações complementares, foram feitas poucas vezes, mas podem ser necessárias, dependendo dos objetivos do cultivo.

Em um dos experimentos, fez-se a adubação de plantio com 20 litros de composto orgânico + 1 kg de calcário dolomítico (PRNT = 85 %) + 1 litro de fertiprotetor por cova. A adubação complementar foi realizada em 3 aplicações (4, 8 e 12 meses após o transplântio), utilizando 5 litros de composto orgânico + 100 ml de fertiprotetor por cova. No segundo ano, fez-se apenas a amontoa com paú (tipo de substrato usado na Amazônia, retirado de caules de plantas em avançado estado de mineralização) e cobertura morta com liteira.

Entretanto, tem sido observado que apenas uma boa adubação de plantio tem promovido boa produtividade.

g) Controle fitossanitário

Não foram observados grandes problemas com a sanidade dos carazeiros. Nos últimos anos, têm-se observado ataques de formigas cortadeiras, saúvas (*Atta* spp. e, ou, *Acromyrmex* spp.), que ainda não foram identificadas. Tem ocorrido, também, apodrecimento de alguns rizóforos expostos após o processo de isoporização. Raramente ocorre ataque de roedores nos rizóforos expostos, mas não tem sido prejudicial, não passando de uma mordida, possivelmente pela quantidade de fibras e sabor amargo (Figura 10 B) (Dias & Silva, 2021).

h) Colheita

Dependendo do tipo de solo, no caso Latossolo Amarelo, muito argiloso, a colheita torna-se muito difícil quando a cova é profunda (Figuras 13 A a C), esse problema pode ser minimizado colhendo os rizóforos em pedaços. A colheita é preocupante por conta de que em muitos estabelecimentos no Amazonas (44.430 propriedades = 55,88 % do total), os agricultores estarem na faixa etária de 45 anos para mais (IBGE, 2017), tornando a colheita integral dos rizóforos muito difícil. Nesse caso, fazer o cultivo por 12 meses em covas de 0,4 m x 0,4 m x 0,4 m, seria o ideal. Outros trabalhos estão sendo realizados para atenuar essa situação, embora os dados preliminares não sejam animadores, por conta da elevado custo de produção.



Figuras 13 A a C – Aspectos de colheitas de rizóforos com mais de 100 kg. A) Colheita com uso de cinto de amarração com catraca e gancho J; B) Detalhe da escavação e retirada manual dos rizóforos; C) Retirada manual de rizóforos com uso de lona.

i) Armazenamento

Depois de colhido e lavado, os rizóforos podem ser seccionados e armazenados em ambiente seco, ventilado e protegido da luz solar, por pelos menos 120 dias. Entretanto, faz-se necessário separar as partes, pois a Tipo 3, brota bem mais rápido que as outras partes, além disso, não se recomenda esse tipo para o consumo humano. A partir de 2

meses, percebe-se uma acentuada perda de peso dos rizóforos armazenados, podendo comprometer as propriedades organolépticas, contudo, não compromete o uso para propagação.

Com o advento da massa universal, fizeram-se outros trabalhos objetivando avaliar o armazenamento dos rizóforos minimamente processados. Os dados mostraram que os rizóforos cozidos e a massa universal, após congelamento, mantiveram a qualidade por, pelo menos, 8 meses. O que seria o suficiente para evitar a falta do produto no mercado devido à sazonalidade causada pela isoporização.

j) Processamento

Os rizóforos depois de colhidos, para que sejam armazenados, devem ser limpos, ter suas partes, referentes aos tipos, seccionadas, separando o Tipo 3. Os rizóforos podem ser fragmentados e cozidos para o preparo da massa universal e/ou, congelamento.

A massa universal é preparada com 1 kg de rizóforos de cará-de-espinho, seccionados, cozidos e descascados misturados com um litro de leite, batidos em liquidificador. Depois de pronta, pode ser congelada por 8 meses, sem perda de qualidade, serve para todas as receitas desenvolvidas com rizóforos de cará-de-espinho.

4 | CONCLUSÕES

Dada à alta produtividade, aos maiores teores de proteína nos rizóforos, quando comparado com a mandioca mansa e a bata doce, o cará-de-espinho (*D. chondrocarpa* Griseb.) apresenta potencial nutricional, principalmente para a região amazônica, podendo ser uma opção como fonte de carboidrato.

Devido à presença de prebióticos e ao considerado rendimento e qualidade do amido nos rizóforos, que podem ser aplicados na indústria de embalagens e alimentos, a cadeia produtiva do cará-de-espinho é promissora e deverá ser fomentada, e assim, contribuir para o auferimento de renda dos produtores rurais.

O cultivo do cará-de-espinho se mostrou muito interessante do ponto de vista ambiental, por poder aproveitar áreas degradadas, áreas em descanso (pousios) / capoeiras / plantios abandonados, indo a favor de algumas das demandas planetárias como produzir mais alimentos sem abrir novas áreas para cultivo (reduzindo o impacto ambiental); introduzir e desenvolver técnicas que permitam a utilização de novas espécies na produção de alimentos; produzir alimentos mais saudáveis.

5 | COEFICIENTES TÉCNICOS

PRIMEIRA PROPOSTA DE COEFICIENTES TÉCNICOS		
CARACTERÍSTICA	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÃO
Produtividade (t/ha/18 meses)	200 a 300	Esse dado é estimado com base no peso médio dos rizóforos produzidos por cova.
Densidade de plantio (covas / ha)	2.000 a 3.000	Nos espaçamentos: 2 m x 2,5 m e 2 m x 1,67 m, respectivamente.
Preparo de muda	Secção dos rizóforos	A melhor parte para propagação é o Tipo 3, o propágulo deverá ter, pelo menos, 9 cm ² de epiderme em um dos lados e, no mínimo, 100 g peso fresco (logo após a secção).
	Imersão em fertiprotetor ou cura	Uma dessas práticas tem que ser realizada antes do semeio dos propágulos, para evitar o ataque de milípedes.
	120 dias	Esse tempo foi o necessário para o preparo de 90 % das mudas estudadas.
Dimensões das covas (m)	0,4 x 0,4 x 0,4 0,8 x 0,8 x 0,8	O primeiro é o mínimo a ser utilizado, e limita o cultivo a um ciclo de 12 meses.
Preparo da cova	Calagem	Usar 0,50 kg de Calcário dolomítico (PRNT, no mínimo, 85 %) para as covas menores e 1 kg nas covas maiores. Com, no mínimo, 20 dias antes do transplantio.
	Adubação	Usar 10 litros de composto orgânico ou esterco de gado nas covas menores e 20 litros nas covas maiores. Recomenda-se, também, o uso de 1 litro de fertiprotetor aplicado na área da cova.
Plantio	Muda	No centro de cada cova, após 20 dias da calagem, deve-se colocar, apenas, uma muda. O crescimento da rama é muito rápido.
Principal ciclo	18 meses	O maior peso de rizóforos por cova foi de 155 kg em 28 meses. Porém, recomenda-se o ciclo de 18 meses.
Principal problema dos rizóforos durante os ciclos	Isoporização	Ainda não bem definido se é um fator fisiológico ou climático ou temporal ou a interação entre esses fatores.
Ambiente de cultivo	Capoeira / Cultivo Abandonado / SAF	Em SAF, não usar plantas de importância econômica como tutor, o carazeiro promove a completa cobertura da copa, abafando-a, podendo leva-la a morte.
Principais contribuições nutricionais	Carboidratos, Prebióticos e Macro e Micronutrientes	Fazem-se necessárias avaliações visando à identificação e quantificação de aminoácidos presentes nos rizóforos.
Custo de implantação	Baixo	Pelo fato de não precisar limpar a área toda, apenas limpar, preparar e adubar as covas.
Tratos culturais	Pouca exigência	Pode ser necessário fazer amontoa. E, dependendo dos objetivos do cultivo, adubações complementares.
	Adubação complementar	Sugere-se: para o ciclo de 12 meses, 2 aplicações (4 e 8 meses após o transplantio), utilizando 5 l de composto orgânico + 100 ml de fertiprotetor por cova.

Controle fitossanitário	Praticamente desnecessário	Possivelmente seja preciso combater as formigas cortadeiras (saúvas).
Colheita (a partir do ciclo de 18 meses) em covas de 0,8 m x 0,8 m x 0,8 m	Difícil	Torna-se difícil em Latossolo Amarelo. Recomenda-se a colheita fragmentando os rizóforos.
Colheita (ciclo até 12 meses) em covas de 0,4 m x 0,4 m x 0,4 m	Pouca dificuldade	Por não ser muito profundo, facilita retirar as partes fragmentadas.
Partes utilizadas para consumo humano	Rizóforos. Tipo 1 e Tipo 2	Recomenda-se o consumo dessas partes, por apresentarem melhores propriedades organolépticas.
Principal forma de consumo	Massa universal	Essa é a melhor forma para consumir, pois dela se faz todos os pratos.
	Preparo de pratos	Tem sido a melhor opção de consumo.
Manipulação dos rizóforos	Uso de Luvas impermeáveis	A seiva exsudada, quando da manipulação dos rizóforos, causa urticária.
Aproveitamento máximo dos rizóforos	Até 90 %	No mínimo 10 % do peso total dos rizóforos, referente à parte Tipo 3, que não é recomendado para o consumo humano, por conta da palatabilidade.
Armazenamento dos rizóforos <i>in natura</i>	Até 4 meses	Rizóforos seccionados, separados da parte Tipo 3, podem ser armazenados em ambiente seco, ventilado e protegido da luz solar.
Armazenamento dos rizóforos processados	Até 8 meses	Rizóforos cozidos e a massa universal podem ser congelados.
Principais produtos	Pratos culinários	Os principais pratos, já testados, são: escondidinho de carne-de-sol; escondidinho amazônico e <i>consommé</i> .

Tabela 2 – Principais características a serem observadas para o cultivo econômico de cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.).

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas;

A Ma. Flávia P. Dias, Me. Domingos R. Barros; Dr. José Eurico R. de Souza, pelas notáveis contribuições com o projeto C.A.RÁ. (Criando Alternativas Rápidas).

REFERÊNCIAS

ALENCAR, F. H.; YUYAMA, L. K. O.; VAREJÃO, M. J. C.; MARINHO, H. A. **Determinantes e consequências da insegurança alimentar no Amazonas: a influência dos ecossistemas.** ACTA AMAZONICA, vol. 37(3): 413 – 418. 2007.

APPEZZATO DA GLÓRIA, B. **Morfologia de sistemas subterrâneos de plantas – Morphology of plant underground systems.** Belo Horizonte – MG, Brasil. 3i Editora. 2015.

ARAÚJO, T. S. **Desnutrição infantil em Jordão, Estado do Acre, Amazônia Ocidental brasileira.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública. FSP / USP – SP. 2010.

BARROS, I.; MARTINS, C. R.; CINTRA, F. L. D. **Intensificação ecológica da agricultura é uma opção para a preservação ambiental com lucratividade.** Aracaju – SE. Agrosoft Brasil em 16/04/2012. Disponível em www.agrosoft.org.br/agropag/221360.htm. Acesso 18/04/2012.

COUTO, R. S.; FRAGA, F. R. M. **Dioscoreaceae in Flora do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB52648>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

DIAS, F. C. P.; SILVA, E. R. **Análise físico-química de cará-de-espinho (*Dioscorea chondrocarpa* Griseb.) produzido em Manaus.** Brazilian Journal of Development, v. 7, p. 3859-3869. 2021.

EDEOGA, H. O.; OKOLI, B. E. **Histochemical studies in the leaves of some *Dioscorea* L. (*Dioscoreaceae*) and the taxonomic importance.** Feddes Report 106, 113-120 p. 1995.

EMBRAPA. **BRS Novo Horizonte: nova variedade de mandioca para uso industrial.** Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas – BA, Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2018.

FAO, IFAD, UNICEF, PMA e OMS. **O estado da segurança alimentar e nutrição no mundo 2020.** Transformando os sistemas alimentares para dietas saudáveis a preços acessíveis. Roma, FAO. 2020.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Agropecuário 2017 – Amazonas, Brasil.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/pesquisa/24/75511>. Acesso: 06/03/2021. 2017.

KINUPP, V.F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas.** São Paulo – SP, Brasil. Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 2014.

LAWS, B. **50 plantas que mudaram o rumo da história** [tradução de Ivo Korytowski]. Rio de Janeiro: Sextante, 224 p. 2013.

PAIVA-DIAS, F. C.; SILVA, E. R.; BARROS, D. R.; KINUPP, V. F. **Composição físico-química de cará-de-espinho (*Dioscorea altissima* Lam.) produzido no IFAM Campus Manaus Zona Leste.** In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016, Gramados - RS. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Porto Alegre - RS: UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

PÉREZ, J. L. H. Reseñas de Philip McMichael. **Regímenes alimentarios y cuestiones agrarias** (México: Universidad Autónoma de Zacatecas/Miguel Ángel Porrúa, 2015), 260 pp. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales-unam. Revista Mexicana de Sociología 78, núm. 3 : 551-561. 2016.

POF (Pesquisa de Orçamentos Familiares). **POF: 2017-2018: análise da segurança alimentar no Brasil.** IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. 2020.

ROSANELI, C. F.; RIBEIRO, A. L. C.; ASSIS, L.; SILVA, T. M.; SIQUEIRA, J. E. **A fragilidade humana diante da pobreza e da fome.** Rev. bioét. (Impr.). 23 (1): 89-97. 2015.

SILVA, E. R. **Expositor / Apresentação de pratos preparados com cará-de-espinho para degustação**. IX CBA-AGROECOLOGIA. Belém – PA, Brasil. 2015.

SILVA, E. R.; BARROS, D. R.; DIAS, F. P.; KINUPP, V. F.; ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C. **Partes comestíveis e não comestíveis de rizóforos de cará-de-espinho**. Resumos do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos e X CIGR Section IV International Technical Symposium. FAURGS. Gramados – RS, Brasil. 2016a.

SILVA, E. R.; BARROS, D. R.; KINUPP, V. F.; ALFAIA, S. S. AYRES, M. I. C.; COIMBRA, A. B. **Tuberized organs in plants of the Amazon and their potential as food source**. In: Underground structures and their adaptive functions in plant formations. Departamento de Ciências Biológicas – ESALQ / USP. Piracicaba – SP – Brasil. 2015.

SILVA, E. R.; BARROS, D. R.; KINUPP, V. F.; ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C.; COIMBRA, A. B. **Isoporização em Cará-de-espinho (*Dioscorea altissima* Lam.)**. Cadernos de Agroecologia, v. 10, p. 1-5, 2016b.

SILVA, E. R.; OLIVEIRA, L. A.; KINUPP, V. F.; ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C.; BARROS, D. R. **Avaliação preliminar do cultivo de *Dioscorea altissima* Lam**. Cadernos de Agroecologia. Vol 8, No. 2. 2013.

SILVA, L. S. C.; MARTIM, S. R.; SOUZA, R. A. T.; MACHADO, A. R. G.; TEIXEIRA, L. S.; SOUSA, L. B.; VASCONCELLOS, M. C.; TEIXEIRA, M. F. S. **Extração e caracterização de amido de espécies de *Dioscorea* cultivadas na Amazônia**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais 14(3): 439-452. 2019.

SOUZA, J. E. R; SILVA, E. R. **Apresentação de pratos preparados com cará-de-espinho para degustação**. In: Underground structures and their adaptive functions in plant formations. Departamento de Ciências Biológicas – ESALQ / USP. Piracicaba – SP – Brasil. 2015.

SOUZA, J. E. R; SILVA, E. R. **Apresentação de pratos preparados com cará-de-espinho para degustação**. In: I Seminário de Experiência Agroecológicas no Contexto Amazônico. NUSEC/FCA/ Universidade Federal do Amazonas. Manaus – AM, Brasil. 2012.

TEIXEIRA, L. S.; MARTIM, S. R.; SILVA, L. S. C.; KINUPP, V. F.; TEIXEIRA, M. F. S.; PORTO, A. L. F. **Efficiency of Amazonian tubers flours in modulating gut microbiota of male rats**. Innovative Food Science & Emerging Technologies, Volume 38, Part A, 2016.

USDA (United States Department of Agriculture). **Tropical Yams and their potential**. PART 6. Minor Cultivated *Dioscorea* species, 1978.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura conservacionista 84

Agricultura familiar 75, 85, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 108, 111, 113, 114, 115, 116, 123, 124, 125, 138, 139, 140, 146, 147, 152, 176, 183, 185, 228

Agricultura natural 113, 114, 115, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125

Agroecologia 72, 75, 83, 101, 113, 114, 116, 117, 124, 128, 152, 166, 168, 172, 176, 184, 193, 198, 228

Agrofloresta 166, 167

Análise de consumidor 74

B

Bioestimulantes 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54

C

Cadeia produtiva 60, 68, 73, 74, 76, 82, 142, 148

Canais de comercialização 89

Centro acadêmico 166, 167, 171

Comunidades sustentáveis 128

Controle biológico 1, 2, 3, 10, 28, 29, 38, 126, 174, 185, 216, 217, 218, 219, 221, 222, 224, 225, 226, 227

Cultivo agroecológico 166

Cultivo alternativo 166

D

Desenvolvimento sustentável 56, 91, 93, 99, 100, 101, 114, 131, 132, 145, 166, 172

Diversidade 3, 57, 96, 98, 115, 122, 123, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 140, 145, 152, 153, 167, 176, 186, 187, 188, 191, 192, 193, 194, 195, 199, 204, 209, 212, 213, 214, 215, 220

Diversificação socioeconômica 89

E

Ecofeminismo 128, 133, 134, 135, 136, 137

F

Fixação biológica de nitrogênio 104, 111

G

Gênero 15, 17, 102, 104, 105, 128, 134, 136, 194, 207, 208, 213, 220, 221, 223

I

Impacto ambiental 14, 20, 32, 55, 68, 219, 223

Indicadores de sustentabilidade 128, 133, 134

Inoculantes 102, 104, 105, 106, 110

L

Levantamento florístico 186

M

Manejo conservacionista 166

Manejo de plantas daninhas 14, 16, 22, 23, 24, 26, 29, 31, 32, 37, 38

Manejo integrado de pragas 217, 218

Meio ambiente 2, 24, 36, 65, 83, 94, 113, 114, 115, 116, 124, 128, 131, 132, 134, 135, 136, 168, 175, 191, 192, 193, 194, 197, 202, 207, 209, 210, 211, 213, 216, 217

Microrganismos eficientes 173, 175, 178, 179, 180, 181, 182, 183

Mokiti Okada 113, 114, 115, 117, 120, 124, 125

N

Nativas 59, 172, 186, 189, 190

Nutrição microbiana 2

P

Paisagismo sustentável 186, 187, 190

Pecuária familiar 138, 139, 140, 142, 151, 152, 153

Pequeno produtor 89, 96

Pluriatividade 89, 95, 146, 147, 151, 152

Produção orgânica 78, 84, 175, 228

Produtos alternativos 173, 175, 182

Promotores de crescimento 39, 41, 44, 45

S

Segurança alimentar 55, 57, 71, 93, 94, 96, 97, 98, 167, 172

Sistema plantio direto 84, 85, 87

T

Tratamento de sementes 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 104, 105, 109, 110, 173, 175, 183, 184

Tripé da sustentabilidade 89, 94, 96, 97

Z

Zona rural 99, 104, 192, 194, 196, 200, 206, 214

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e seus Campos de Atuação

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

ENGENHARIA AGRONÔMICA:

Ambientes Agrícolas e
seus Campos de Atuação

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