

ENTRE FOLHAS E GENES: estudos multidisciplinares em Biologia Vegetal

Volume 2



Luanna Alves Miranda
Denise dos Santos Vila Verde
Schirley Costalonga
Clarissa Gomes Reis Lopes
Bruno Ayron de Souza Aguiar
Organizadores



ENTRE FOLHAS E GENES: estudos multidisciplinares em Biologia Vegetal

Volume 2



Luanna Alves Miranda
Denise dos Santos Vila Verde
Schirley Costalonga
Clarissa Gomes Reis Lopes
Bruno Ayron de Souza Aguiar
Organizadores



Wissen
editora
2025

Luanna Alves Miranda
Denise dos Santos Vila Verde
Schirley Costalonga
Clarissa Gomes Reis Lopes
Bruno Ayron de Souza Aguiar
Organizadores

ENTRE FOLHAS E GENES: estudos multidisciplinares em Biologia Vegetal

Volume 2

 **Wissen**
editora
Teresina-PI, 2025

©2025 by Wissen Editora
 Copyright © Wissen Editora
 Copyright do texto © 2025 Os autores
 Copyright da edição © Wissen Editora
Todos os direitos reservados

Direitos para esta edição cedidos pelos autores à Wissen Editora.



Todo o conteúdo desta obra, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es). A obra de acesso aberto (Open Access) está protegida por Lei, sob Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional, sendo permitido seu *download* e compartilhamento, desde que atribuído o crédito aos autores, sem alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editores Chefe: Dr. Junielson Soares da Silva
 Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
 Dra. Denise dos Santos Vila Verde
 Dra. Adriana de Sousa Lima

Projeto Gráfico e Diagramação: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Imagem da Capa: Canva

Edição de Arte: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Revisão: Os Autores
 Os Organizadores

Informações sobre a Editora

Wissen Editora
 Homepage: www.editorawissen.com.br
 Teresina – Piauí, Brasil
 E-mail: wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:



@wisseneditora

EQUIPE EDITORIAL**Editores-chefes**

Dr. Junielson Soares da Silva
 Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
 Dra. Denise dos Santos Vila Verde
 Dra. Adriana de Sousa Lima

Equipe de arte e editoração

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

CONSELHO EDITORIAL**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Dr. Felipe Górski - Secretaria de Educação do Paraná (SEED/PR)
 Dra. Patrícia Pato dos Santos - Universidade Anhanguera (Uniderp)
 Dr. Jose Carlos Guimaraes Junior - Governo do Distrito Federal (DF)

Ciências Biológicas e da Saúde

Dra. Francijara Araújo da Silva - Centro Universitário do Norte (Uninorte)
 Dra. Rita di Cássia de Oliveira Angelo - Universidade de Pernambuco (UPE)
 Dra. Ana Isabelle de Gois Queiroz - Centro Universitário Ateneu (UniAteneu)

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Dr. Allan Douglas Bento da Costa - Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
 Dra. Vania Ribeiro Ferreira - Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
 Dr. Agmar José de Jesus Silva – Secretaria de Educação do Amazonas (Seduc/AM)

Linguística, Letras e Artes

Dra. Conceição Maria Alves de A. Guisardi - Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Dr. Isael de Jesus Sena - Culture, Education, Formation, Travail (CIRCEFT)
 Dra. Mareli Eliane Graupe - Universidade do Planalto Catarinense (Uniplac)
 Dr. Rodrigo Avila Colla - Rede Municipal de Ensino de Esteio, RS
 Dr. Erika Giacometti Rocha Berribili - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
 Dr. Douglas Manoel Antonio De Abreu P. Dos Santos - Universidade de São Paulo (USP)
 Dra. Aline Luiza de Carvalho - Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (FHEMIG)
 Dr. José Luiz Esteves - Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR)
 Dr. Claudemir Ramos - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP)
 Dr. Daniela Conegatti Batista – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
 Dr. Wilson de Lima Brito Filho - Universidade Federal da Bahia (UFBA)
 Dr. Cleonice Pereira do Nascimento Bittencourt- Universidade de Brasília (UnB)
 Dr. Jonata Ferreira de Moura - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
 Dra. Renata dos Santos - Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Conselho Técnico Científico

- Me. Anderson de Souza Gallo - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)
 Ma. Antônia Alikaeene de Sá - Universidade Federal do Piauí (UFPI)
 Ma. Talita Benedcta Santos Künast - Universidade Federal do Paraná (UFPR)
 Ma. Irene Suelen de Araújo Gomes – Secretaria de Educação do Ceará (Seduc /CE)
 Ma. Tamires Oliveira Gomes - Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)
 Ma. Aline Rocha Rodrigues - União Das Instituições De Serviços, Ensino E Pesquisa LTDA (UNISEPE)
 Me. Mauricio Pavone Rodrigues - Universidade Cidade de São Paulo (Unicid)
 Ma. Regina Katiuska Bezerra da Silva - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
 Esp. Rubens Barbosa Rezende – Faculdade UniFB
 Me. Luciano Cabral Rios – Secretaria de Educação do Piauí (Seduc/PI)
 Me. Jhenys Maiker Santos - Universidade Federal do Piauí (UFPI)
 Me. Francisco de Paula S. de Araujo Junior - Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
 Ma. Anna Karla Barros da Trindade - Instituto Federal do Piauí (IFPI)
 Ma. Elaine Fernanda dos Santos - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
 Ma. Lilian Regina Araújo dos Santos - Universidade do Grande Rio (Unigranrio)
 Ma. Luziane Said Cometti Lélis - Universidade Federal do Pará (UFPA)
 Ma. Márcia Antônia Dias Catunda - Devry Brasil
 Ma. Marcia Rebeca de Oliveira - Instituto Federal da Bahia (IFBA)
 Ma. Mariana Moraes Azevedo - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
 Ma. Marlova Giuliani Garcia - Instituto Federal Farroupilha (IFFar)
 Ma. Rosana Maria dos Santos - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
 Ma. Rosana Wichineski de Lara de Souza - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
 Ma. Simone Ferreira Angelo - Escola Família Agrícola de Belo Monte - MG
 Ma. Suzel Lima da Silva - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
 Ma. Tatiana Seixas Machado Carpenter - Escola Parque
 Me. Cássio Joaquim Gomes - Instituto Federal de Nova Andradina / Escola E. Manuel Romão
 Me. Daniel Ordane da Costa Vale - Secretaria Municipal de Educação de Contagem
 Me. Diego dos Santos Verri - Secretária da Educação do Rio Grande do Sul
 Me. Fernando Gagno Júnior - SEMED - Guarapari/ES
 Me. Grégory Alves Dionor - Universidade do Estado da Bahia (UNEB)/ Universidade Federal da Bahia (UFBA)
 Me. Lucas Pereira Gandra - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); UNOPAR, Polo Coxim/MS
 Me. Lucas Peres Guimarães – Secretaria Municipal de Educação de Barra Mansa - RJ
 Me. Luiz Otavio Rodrigues Mendes - Universidade Estadual de Maringá (UEM)
 Me. Mateus de Souza Duarte - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
 Me. Milton Carvalho de Sousa Junior - Instituto Federal do Amazonas (IFAM)
 Me. Sebastião Rodrigues Moura - Instituto Federal de Educação do Pará (IFPA)
 Me. Wanderson Diogo A. da Silva - Universidade Regional do Cariri (URCA)
 Ma. Heloisa Fernanda Francisco Batista - Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
 Ma. Telma Regina Stroparo - Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)

Entre Folhas e Genes: pesquisas multidisciplinares em Biologia Vegetal | Miranda *et al.*

Me. Sérgio Saraiva Nazareno dos Anjos - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
(Embrapa)



ENTRE FOLHAS E GENES: pesquisas multidisciplinares em Biologia Vegetal

Volume 2



<http://www.doi.org/10.52832/wed.175>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Entre folhas e genes [livro eletrônico]: estudos multidisciplinares em biologia vegetal: volume 2 / Luanna Alves Miranda ... [et al.] organizadores. -- 2. ed. -- Teresina, PI: Wissen Editora, 2025.

PDF

Vários autores.

Outros organizadores: Denise dos Santos Vila Verde, Schirley Costalonga, Clarissa Gomes Reis Lopes, Bruno Ayron de Souza Aguiar

Bibliografia

ISBN 978-65-85923-69-9

DOI: 10.52832/wed.175

1. Biologia 2. Botânica 3. Genealogia 4. Plantas (Botânica) I. Miranda, Luanna Alves. II. Verde, Denise dos Santos Vila. III. Costalonga, Schirley. IV. Lopes, Clarissa Gomes Reis. V. Aguiar, Bruno Ayron de Souza

25-295666.1

CDD-581.4

Índices para catálogo sistemático:

1. Plantas: Botânica 581.4

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

Informações sobre a Wissen Editora

Homepage: www.editorawissen.com.br

Teresina - Piauí, Brasil

E-mail: wisseneditora@gmail.com

Como citar ABNT: MIRANDA, L. A.; VILA VERDE, D. dos S.; COSTALONGA, S.; Lopes, C. G. R.; AGUIAR, B. A. de S. **Entre Folhas e Genes: pesquisas multidisciplinares em Biologia Vegetal.** v. 2, Teresina-PI: Wissen Editora, 2025. 116 p.
DOI: <http://www.doi.org/10.52832/wed.175>

 **Wissen**
editora
Teresina-PI, 2025

SOBRE OS ORGANIZADORES

Luanna Alves Miranda



Doutoranda e Mestre em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com ampla experiência na análise de Fito-citogenotoxicidade, meu trabalho concentra-se na investigação da toxicidade de pesticidas nos ecossistemas. Graduada em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), onde também atuei como bolsista do programa PIBID de iniciação à docência e como voluntária no Programa Institucional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PICT). Minha trajetória acadêmica e profissional reflete meu compromisso com a pesquisa e o desenvolvimento científico, buscando contribuir para o avanço do conhecimento em minha área de atuação.

Denise dos Santos Vila Verde



Professora substituta (2025) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), lecionando as disciplinas de Dendrologia, Silvicultura, Pesquisa Orientada, Inventário florestal e Fundamentos da Natureza Aplicados à Agroecologia. Doutora em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC (2020-2024), como bolsista CAPES, com tese focada na indução de haploides e poliploides em citros, além de colaborações em pesquisas com mandioca, mamão e inhame. Mestre em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB (2020), com pesquisa desenvolvida na Embrapa Mandioca e Fruticultura sobre a conservação in vitro de germoplasma de inhame, também como bolsista CAPES. Especialista em Estatística Aplicada pela UNOPAR (2022-2023) e licenciada em Biologia pela Cruzeiro do Sul Virtual (2020-2021), possui ainda graduação em Engenharia Florestal pela UFRB, com atuação como bolsista FAPESB em Ciência do Solo (2014-2015). Entre 2015 e 2018, atuou como bolsista FAPESB/CNPq no Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Mandioca e Fruticultura, com experiência em micropropagação de citros, mandioca, inhame e mamão. Tem experiência como professora conteudista, autora, revisora, leitora crítica, validadora de questões e de materiais didáticos, atuando em diferentes áreas do conhecimento e no desenvolvimento de oficinas e materiais pedagógicos. Atua ainda na organização de eventos científicos da Bio10 Digital Cursos, sendo também Editora-chefe da Wissen Editora, contribuindo diretamente para a produção, revisão e disseminação do conhecimento científico em diversas áreas do saber.

Schirley Costalonga 

Bióloga, Doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo, onde é, atualmente, professora voluntária do curso de Ciências Biológicas. Servidora pública efetiva do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo, tem mestrado e pós-doutorado em Biologia Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo e especialização em Ecologia e Gestão Ambiental. Atua com restauração ecológica, mutagenicidade e alelopatia em espécies exóticas invasoras, manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação e ecofisiologia vegetal.

Clarissa Gomes Reis Lopes 

Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (2003), mestre (2007) e doutora (2011) em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Atualmente é docente do curso de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí (UFPI) e do Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA-UFPI). Realiza pesquisas principalmente na área de ecologia vegetal, conservação da natureza e regeneração de áreas antropizadas dos ecossistemas nordestinos.

Bruno Ayron de Souza Aguiar 

Possuo graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Especialização em Biodiversidade e Agricultura pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Mestrado e Doutorado em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Atualmente, sou professor/pesquisador do departamento de Biologia da Universidade Federal do Piauí (UFPI), com vínculo ao laboratório de Ecofisiologia e Biologia da Conservação (LEBCon/CCN2). Minha área de pesquisa concentra-se em Ecologia de Populações e Ecofisiologia Vegetal. Investigo como os múltiplos estresses ambientais influenciam o crescimento e a reprodução das populações herbáceas/arbustivas/arbóreas de florestas tropicais sazonalmente secas e formações savânicas brasileiras.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	14
CAPÍTULO 1.....	15
PRESERVAÇÃO DA CAATINGA: INFLUÊNCIA DA IDADE DAS SEMENTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Erythrina velutina</i>	15
Matheus Ribeiro Santana   	15
José Aliçandro Bezerra da Silva   	15
Anderson da Silva Santos   	15
Diego Ariel Meloni   	15
Giovani Evangelista Santos   	15
Thiago Ribeiro Almeida   	15
Italla Mikelly Barbosa   	15
Lincoln Monteiro Bagagi   	15
DOI: 10.52832/wed.175.1007 	15
CAPÍTULO 2	28
DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE <i>Schinus terebinthifolia</i> RADDI NO BRASIL	28
Leandro Lima Narcizo   	28
DOI: 10.52832/wed.175.1008 	28
CAPÍTULO 3	37
ASSOCIAÇÃO ECOLÓGICA ENTRE ARANHAS E LÍQUENS	37
Ludmila Ferreira   	37
Laryssa Stefany de Azevedo Santos   	37
Áurea Catarine Brandão de Souza   	37
Samuel Rodrigues de Holanda   	37
Daniel dos Santos Rocha   	37
Helena de Paula Gonçalves Lima   	37
Carla Raissa Cardoso Figueredo   	37
Yasmin Rita Alves Aguiar de Paula   	37
Iane Paula Rego Cunha Dias   	37
Regiane Saturnino   	37
DOI: 10.52832/wed.175.1009 	37
CAPÍTULO 4	46
CULTIVO E DESENVOLVIMENTO IN VITRO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE ORQUÍDEAS.....	46
Fernanda Miranda da Silva   	46

Samuel Silva de Miranda	46
Sylvia Cristina Pinho Teixeira de Azevedo	46
Leidiane de Cássia de Sousa Lima	46
Wellygton Lopes da Gama	46
Ana Maria Moreira Fernandes	46
Felipe Fajardo Villela Antolin Barberena	46
Herica Santos de Oliveira	46
Vicente Savonitti Miranda	46
Joanne Moraes de Melo Souza	46
DOI: 10.52832/wed.175.1010	46
CAPÍTULO 5	57
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA CONVENCIONAL E TRANSGÊNICAS COM E SEM CONTROLE AMBIENTAL	57
Priscylla Martins Carrijo Prado	57
Gabriela Silva Mendes Coutinho	57
Alline Emannuelle Chaves Ribeiro	57
Aryane Ribeiro Oliveira	57
Ítalo Careli-Gondim	57
Márcio Caliarí	57
Marivone Moreira dos Santos	57
Manoel Soares Soares Júnior	57
DOI: 10.52832/wed.175.1011	57
CAPÍTULO 6	72
PRINCIPAIS APLICAÇÕES DA QUÍMICA NA BIOTECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL MODERNA	72
Milena Gaion Malosso	72
Tatiana Gaion Malosso	72
DOI: 10.52832/wed.175.1012	72
CAPÍTULO 7	86
APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL ENRIQUECIDO COM NANOFIBRAS DE CELULOSE PARA PROLONGAR A VIDA PÓS-COLHEITA DE MORANGOS	86
Ítalo Careli-Gondim	86
Aryane Ribeiro Oliveira	86
Gabriela Silva Mendes Coutinho	86

Ana Beatriz Silva Araújo   	86
Priscilla Martins Carrijo Prado   	86
Eduardo Valério de Barros Vilas Boas   	86
Márcio Caliarí   	86
Manoel Soares Soares Júnior   	86
DOI: 10.52832/wed.175.1013 	86
CAPÍTULO 8	106
QUINTAIS CAMPONESES E AS RELAÇÕES ENTRE AS MULHERES E AS PLANTAS NO ASSENTAMENTO SANTA MÔNICA, TERENOS, MS	106
Damaris Pereira Bordin   	106
Orientadora: Andréia Sangalli   	106
DOI: 10.52832/wed.175.1014 	106

APRESENTAÇÃO

O e-book “Entre Folhas e Genes: pesquisas multidisciplinares em Biologia Vegetal – Volume 2” reúne uma seleção de estudos inovadores e diversificados que refletem a riqueza e a complexidade da Biologia Vegetal. Este volume destaca tanto as contribuições voltadas à conservação e ao entendimento das relações ecológicas, quanto às aplicações tecnológicas e socioambientais da ciência, reafirmando o compromisso dos autores em valorizar e difundir o conhecimento científico.

No Capítulo 1, é analisada a influência da idade das sementes de *Erythrina velutina* na produção de mudas, oferecendo subsídios para estratégias de restauração e preservação da Caatinga. E o Capítulo 2 aborda a distribuição geográfica de *Schinus terebinthifolia* no Brasil, fornecendo informações essenciais para conservação e uso sustentável dessa espécie.

O Capítulo 3 investiga a associação ecológica entre aranhas e líquens, revelando interações pouco estudadas e que enriquecem a compreensão dos ecossistemas. Já no Capítulo 4, são apresentadas técnicas de cultivo e desenvolvimento *in vitro* de diferentes espécies de orquídeas, contribuindo para a conservação e propagação dessas plantas de grande valor ornamental e ecológico.

O Capítulo 5 avalia o armazenamento de sementes de soja convencional e transgênica, sob condições com e sem controle ambiental, discutindo a manutenção da viabilidade e qualidade das sementes. Enquanto isso, o Capítulo 6 explora as principais aplicações da química na biotecnologia agroindustrial moderna, destacando como a interdisciplinaridade tem impulsionado inovações no setor.

No Capítulo 7, é discutida a aplicação de revestimento comestível enriquecido com nanofibras de celulose para prolongar a vida pós-colheita de morangos, apresentando soluções sustentáveis para conservação de alimentos. Por fim, o Capítulo 8 analisa os quintais camponeses e as relações entre mulheres e plantas no Assentamento Santa Mônica (MS), evidenciando a dimensão cultural, social e ecológica desses espaços de cultivo.

Este volume reafirma o papel da Biologia Vegetal como campo multidisciplinar, capaz de conectar ciência, tecnologia, ecologia e sociedade. Acreditamos que as pesquisas aqui reunidas servirão de inspiração para novas investigações e fortalecerão a valorização da biodiversidade e das práticas sustentáveis.

Agradecemos a todos os autores que contribuíram para a realização desta obra e convidamos os leitores a explorarem, com curiosidade e sensibilidade, os caminhos que se entrelaçam entre folhas e genes.

Luanna Alves Miranda



CAPÍTULO 1

PRESERVAÇÃO DA CAATINGA: INFLUÊNCIA DA IDADE DAS SEMENTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Erythrina velutina*

PRESERVATION OF THE CAATINGA: INFLUENCE OF SEED AGE ON THE SEEDLING PRODUCTION OF *Erythrina velutina*

Matheus Ribeiro Santana   

Graduado em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Juazeiro-BA, Brasil

José Aliçandro Bezerra da Silva   

Doutor em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas-SP, Brasil.
Professor Titular, Colegiado do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Juazeiro – BA, Brasil

Anderson da Silva Santos   

Graduado em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Juazeiro-BA, Brasil

Diego Ariel Meloni   

Doutor em Ciências Florestais, Universidade Estadual de Santiago Del Estero, Santiago del Estero, Argentina; Professor Doutor, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Professor, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Santiago del Estero, Argentina

Giovani Evangelista Santos   

Mestrando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Juazeiro-BA, Brasil

Thiago Ribeiro Almeida   

Mestrando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Juazeiro-BA, Brasil

Italla Mikelly Barbosa   

Mestranda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Juazeiro-BA, Brasil

Lincoln Monteiro Bagagi   

Mestrando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Juazeiro-BA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.175.1007 

Resumo: No Nordeste do Brasil, encontra-se a Caatinga, um bioma exclusivamente brasileiro, nesta região pode ser encontrada a espécie *Erythrina velutina*, conhecida como Mulungu. Esta abriga uma grande diversidade de espécies únicas. Entretanto devido à ação antrópica, há uma necessidade extrema de implantações de medidas de preservação deste bioma, pois, anos após anos há redução drástica da sua biodiversidade devido as atividades agropecuárias, extração ilegal de madeira entre outras que estão ameaçando a base genética do bioma. O presente trabalho teve como objetivo avaliar como o envelhecimento das sementes, como fator influenciador da capacidade de germinação e produção de plântulas Mulungu (*Erythrina velutina*). Os experimentos foram conduzidos no viveiro, localizado no Campus da Universidade Federal do Vale do São Francisco, cidade de Juazeiro - BA. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, estudando dois lotes de sementes com diferentes idades. Para cada tratamento, foram utilizadas quatro repetições, com trinta sementes cada, totalizando cento e vinte unidades amostrais. Após a semeadura, foram feitas as seguintes determinações: Índice Velocidade de emergência das plântulas, Tempo Médio de germinação e velocidade média de germinação, diâmetro do caule, número de folhas, altura da planta, índices de clorofila a e b, massa fresca e massa seca. Foi possível verificar o tempo de envelhecimento das sementes. Constatou-se após o período de estudo que o tempo de envelhecimento das sementes de Mulungu, a partir das suas coletas, em campo, favoreceu o desenvolvimento morfológico das plântulas e potencial a capacidade de produção de mudas.

Palavras-chave: Senescência. Morfologia. Viabilidade de semente. Semiárido. Biomassa.

Abstract: The Caatinga, located in Northeastern Brazil, is a biome exclusive to the country and home to a wide variety of endemic plant species. Among these is *Erythrina velutina*, commonly known as Mulungu, a tree traditionally used in folk medicine. However, increasing anthropogenic disturbances have led to severe degradation of the Caatinga's biodiversity and genetic resources, primarily due to unsustainable agricultural expansion and illegal timber extraction. This study aimed to assess the influence of seed aging on the germination performance and early morphological development of *E. velutina* seedlings. The experiment was conducted in a nursery at the Federal University of Vale do São Francisco, Juazeiro, Bahia, Brazil, using a completely randomized design with two seed lots of different ages. Each treatment consisted of four replicates of 30 seeds, totaling 120 experimental units. The evaluated parameters included emergence speed index (ESI), mean germination time, mean germination rate, stem diameter, number of leaves, plant height, chlorophyll a and b content, fresh biomass, and dry biomass. The results demonstrated that seed aging, from the time of collection in the field, positively influenced seedling morphological development and improved the potential for Mulungu seedling production.

Keywords: Senescence. Morphology. Seed viability. Semi-arid. Biomass.

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é um bioma brasileiro bastante desvalorizado e mal conhecido em termos botânicos. Esta situação se dá em função de um estereótipo de que a Caatinga é o resultado da modificação de uma outra formação vegetal, estando associada a uma diversidade muito baixa de plantas, sem espécies endêmicas e altamente modificada pelas ações antrópicas. O bioma atualmente está sendo alterado em toda a sua extensão, porém a Caatinga contém uma grande variedade de espécies, constituindo diferentes tipos de vegetação, com elevado número de espécies.



Mas, ainda existem remanescentes de vegetação bastante preservada, que incluem um número expressivo de táxons raros e endêmicos (Conforto *et al.*, 2014; Pereira *et al.*, 2022).

O bioma Caatinga é característico do semiárido brasileiro, destacando-se por apresentar vegetação adaptada às condições da região, com alta radiação, baixa disponibilidade hídrica e presenças de área com alto nível de salinidade. A família Fabaceae quanto a presença de espécies nessa região, apresenta grande destaque populacional na Caatinga, devido à grande diversidade de espécies, constituída por 293, distribuídas em três subfamílias: Faboideae, Mimosoideae e Caesalpinioideae (Silva *et al.*, 2021).

O Mulungu (*Erythrina velutina* Willd.- Leguminosae) é uma espécie arbórea nativa de médio porte, variando de 5 a 10 m de altura. Encontrada em matas ciliares principalmente na Caatinga em solos de fertilidade alta. Utilizado para sombreamento, aplicação em paisagismo urbano pela sua beleza florística vermelha que atraem beija-flores para polinização. Sua emergência ocorre de 12 e 25 dias em função da sua dormência do tipo tegumentar ou denominado de semente dura. O percentual de germinação varia de 19% a 87% e o crescimento é rápido (Lorenzi, 2002; Poderoso *et al.*, 2010).

De acordo com processo evolutivo das espécies vegetais, existem determinados grupos de plantas que produzem sementes que, mesmo em condições favoráveis para ativação do processo de germinação, este evento não ocorre, ou seja, mesmo impostas condições favoráveis de temperatura, água, oxigênio a germinação, com posterior emergência de plântulas não correm. Sementes que apresentam essas características são denominadas dormentes e precisam de métodos pré-germinativos que contribuam para sua germinação (Oliveira *et al.*, 2016; Silva Junior *et al.*, 2012).

A dormência das sementes ocorre devido fatores como: impermeabilidade do tegumento à água, gases, necessidade de luz ou temperatura favorável. A característica dessa impermeabilidade é de apresentar estrutura externa dura e resistente que confere longevidade do embrião para permanecer viável no solo durante tempo prolongado em condições de adversidade climática, podendo germinar em situação de embebição de água quando as condições do ambiente se tornem favoráveis (Silva *et al.*, 2007, Pinheiro *et al.*, 2021)).

A dormência tegumentar das sementes pode ser quebrada com tratamentos científicos que funcionam bem em leguminosas, utilizando escarificação mecânica com martelo, alicate, lixa. Exemplos de uso desses métodos podem ser verificados no trabalho de Pereira *et al.* (2021) que estudou a quebra da dormência em *Stryphnodendron pulcherrimum*.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do envelhecimento de sementes sobre a capacidade de germinação, emergência de plântulas de Mulungu (*Erythrina velutina*).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado e conduzido no viveiro, localizado no Campus da Universidade Federal do Vale do São Francisco, cidade de Juazeiro – BA, localizado a uma altitude de 380 metros e a 09°23'22" S e 40°24'47"O.

O delineamento o experimental utilizado foi inteiramente casualizado, analisando dois lotes de sementes, com diferentes idades. Os lotes de sementes de Mulungu foram coletados na data 26 de agosto de 2017 (Na cidade de Afrânio, estado de Pernambuco) e na data 13 de setembro de 2018 (No município de Sertânia, estado de Pernambuco). Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições, com trinta sementes cada, totalizando cento e vinte unidades amostrais por tratamento (Figura 1). O experimento avaliando a emergência foi realizado duas vezes ao longo do ano, do dia 8 de Março a 8 de Maio de 2019 e do dia 18 de Maio a 18 de Julho de 2019, correspondentes ao ciclo 1 e ciclo 2 respectivamente.

Inicialmente a preparação do substrato para realização dos experimentos foi feita utilizando o solo tipo Latossolo, com areia e húmus de minhoca nas proporções de 2:1:1 respectivamente. O substrato foi colocado em sacos pretos de mudas de dimensão 18 cm x 24 cm, onde foram dispostos em bancadas suspensas a 1m do solo, no interior do viveiro, protegendo o ambiente de possíveis agentes invasores.

O método de escarificação usado nas sementes de Mulungu foi o mecânico, baseado no trabalho de Matheus et al., 2017, com o procedimento fundamentado no lixamento das sementes na região oposta ao hilo da semente sem exceder a camada interna para não danificar o embrião conforme a figura 5, em seguida foi feita a semeadura.

Para análises do processo de emergência das espécies e das características morfo-fisiológicas foram considerados dois ciclos de avaliação: de 8 de Março a 8 de Maio de 2019 e, do dia 18 de Maio a 18 de Julho de 2019, Ciclo 1 e Ciclo 2 respectivamente.



Figura 1 - Estruturação dos experimentos de avaliação do processo de germinação e de emergência das plântulas, a partir da utilização de sementes da espécie de Mulungu com diferentes idades.



Fonte: Autores, 2025.

2.1 Teste de tetrazólio – Viabilidade de embriões

A metodologia usada no teste de tetrazólio foi baseado no comunicado técnico 130 da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA- SEMIÁRIDO), utilizando quatro repetições com quatro sementes, para cada repetição com auxílio do alicate foi feito o rompimento do tegumento das sementes de Mulungu, sendo muito importante ter o cuidado para não ferir o embrião. Para realizar o teste de viabilidade realizou-se o procedimento utilizando solução de 1000 mL de 2,35-trifeniltetrazólio, na concentração de 0,25%, colocadas as sementes em tubos de ensaio, que foram acondicionados em estufa a 50°C durante 90 minutos.

2.2 Determinação das variáveis morfológicas

Foram feitas as determinações do diâmetro do caule (mm), número de folhas, número de ramos, altura da planta (cm): Foram coletados dados de doze plântulas, três de cada uma das quatro repetições. O diâmetro do caule foi medido com auxílio do paquímetro e a altura da planta com régua.

2.3 Determinação da produção de biomassa

A produção de biomassa das plântulas de *Erythrina velutina* foi avaliada ao final dos experimentos. As plantas foram cuidadosamente removidas do substrato, na determinação da biomassa do sistema radicular, estas foram lavadas em água corrente para a retirada de resíduos

aderidos às raízes. Em seguida, cada plântula foi separada manualmente em três frações: caule, folhas e raízes.

A biomassa fresca de cada parte foi determinada imediatamente após a separação, utilizando uma balança analítica de precisão (0,0001 g). As amostras foram pesadas individualmente e os valores registrados em gramas (g).

Para a obtenção da biomassa seca, as mesmas amostras foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de circulação de ar forçado a $60 \pm 2^\circ\text{C}$ até atingirem massa constante. Após o resfriamento em dessecador, a pesagem final foi realizada na mesma balança analítica. Os valores de biomassa seca também foram expressos em gramas (g).

2.4 Estudo do processo de emergência das plântulas

A emergência das plântulas de *Erythrina velutina* foi avaliada diariamente, iniciando-se no primeiro dia após a semeadura (DAS) e estendendo-se até o 60º dia. Foram realizadas contagens diárias das plântulas normais durante 60 dias com os índices, calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962).

A seguir, para os cálculos de porcentagem de germinação, tempo médio, velocidade e frequência relativa de germinação foram realizados de acordo com Labouriau e Valadares (1976):

Em que: t = tempo médio de incubação; n_i = número de sementes germinadas por dia; t_i = tempo de incubação (dias).

2.4.1 Índice velocidade de emergência (IVE)

Foram realizadas contagens diárias das plântulas normais durante 60 dias e o índice, calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$IVG = \left(\frac{G_1}{N_1}\right) + \left(\frac{G_2}{N_2}\right) + \dots + \left(\frac{G_n}{N_n}\right) \quad (1)$$

Onde: IVG = Índice de Velocidade de Germinação; $G_1, G_2, \dots, G_n$ = número de sementes germinadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem; $N_1, N_2, \dots, N_n$ = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

2.4.2 Tempo Médio de emergência (t)

$$TMG = \frac{\sum n_i \times t_i}{\sum n_i}$$

Onde: TMG = Tempo Médio de germinação (dias); n_i = número de sementes germinadas em um determinado intervalo de tempo; t_i = tempo correspondente à germinação das sementes no respectivo intervalo.

2.4.3 Porcentagem de emergência (G)

$$G = \left(\frac{\sum n_i}{N} \right) \times 100$$

Onde: G = porcentagem de germinação; n = número de sementes germinadas; N = número total de sementes colocadas para germinar (120).

2.4.4 Velocidade média de emergência (VMG)

$$VMG = \frac{1}{t}$$

Onde: VMG = velocidade média de germinação; t = tempo médio de germinação.

2.4.5 Frequência relativa de emergência (Fr)

$$Fr = \frac{ni}{\sum_{i=1}^k ni}$$

Onde: Fr = frequência relativa de germinação; ni = número de sementes germinadas por dia; ni = número total de sementes germinadas.

2.5 Índice de Clorofila

Foram selecionadas folhas com características uniformes quanto à cor, tamanho, livre da incidência de doenças. O índice de clorofila foi determinado através do dispositivo portátil ClorofiLOG, modelo CFL 1030, da empresa Falker, que realiza medida instantânea e não destrutiva da folha, dado um valor de absorbância do comprimento de onda na região do vermelho (pico em 650 nm), região de alta absorbância pelas moléculas de clorofila. Foram quantificados os valores relativos ao índice de clorofila A e clorofila B total.

2.6 Análise estatística

Os dados obtidos nos experimentos foram ajustados e analisados com aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

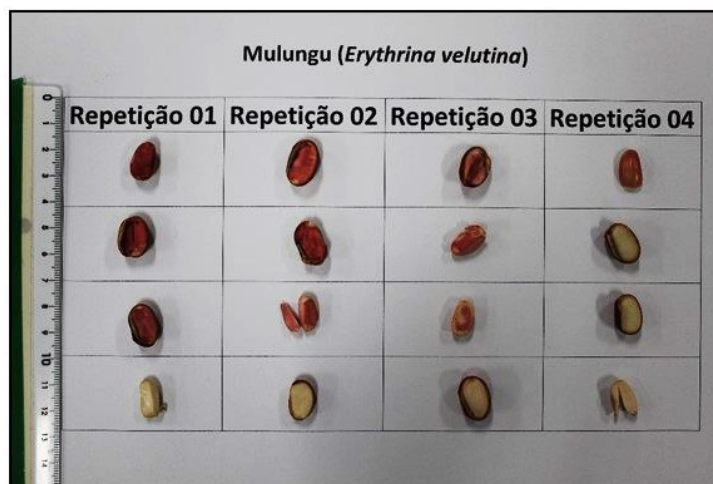
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que o teste de tetrazólio foi feito utilizando secções das sementes, pré-condicionadas em estufa a 50°C durante 90 minutos, constatou-se que cerca de 75% de sementes eram viáveis em sementes de 2017 (Figura 2). Não foi possível realizar o teste de tetrazólio com



sementes de 2018 pelo seu tamanho ser inferior e o seu tegumento não suportou ser quebrado com alicate, fragmentando em vários pedaços.

Figura 2 - Teste de tetrazólio foi feito a partir da escarificação da semente, rompendo o tegumento com auxílio do alicate e pré-condicionada à estufa a 50°C durante 90 minutos, constatou-se cerca de 75% de sementes eram viáveis em sementes de 2017.

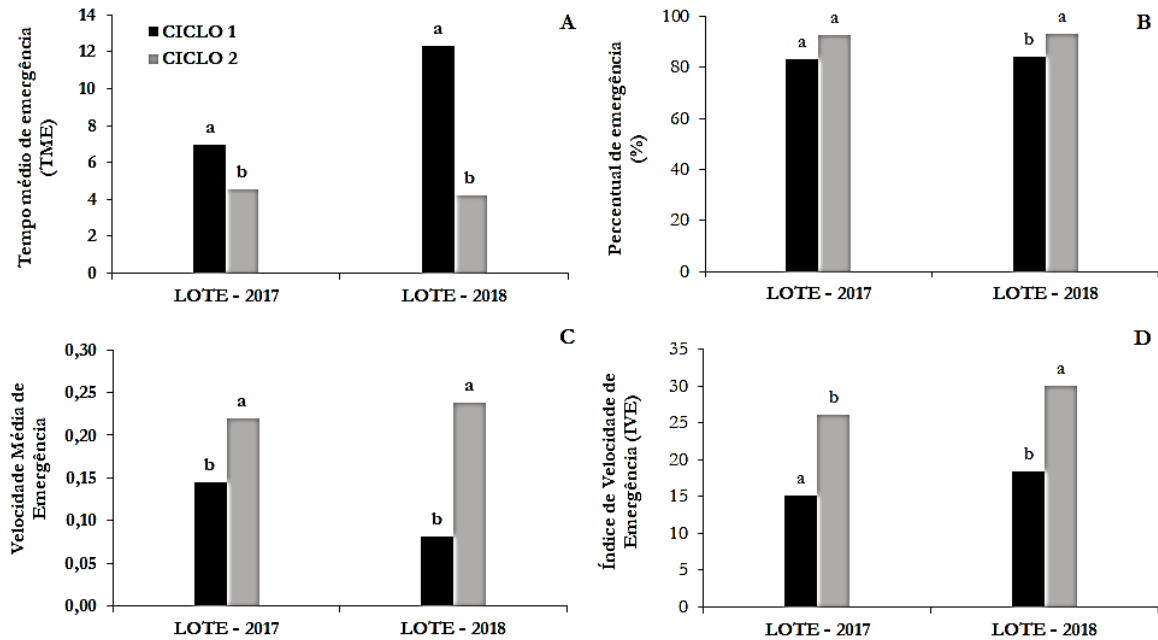


Fonte: Autores, 2025.

Ao analisar o processo de emergência das plântulas (Figura 3), observou-se que, em ambos os ciclos de cultivo, o envelhecimento das sementes contribuiu para melhores desempenhos nas variáveis associadas à emergência, como tempo médio, percentual total, velocidade e índice de velocidade de emergência. Apesar das variações entre os meses avaliados, o envelhecimento parece ter atuado como um processo de condicionamento fisiológico, favorecendo a quebra da dormência e acelerando os mecanismos bioquímicos necessários à germinação. Esse resultado pode estar relacionado à superação de inibições físicas ou fisiológicas naturais das sementes, como a redução da atividade de enzimas inibidoras ou a ativação mais rápida do metabolismo energético, culminando em uma emergência mais eficiente e sincronizada das plântulas.

Analisando o processo de emergência das plantas, figura 3, verificou-se que para os dois ciclos de cultivo, o envelhecimento das sementes, mesmo considerando a diferença entre meses, o envelhecimento das mesmas proporcionou melhores resultados quanto às variáveis tempo médio, percentual, velocidade e índice de velocidade de emergência.

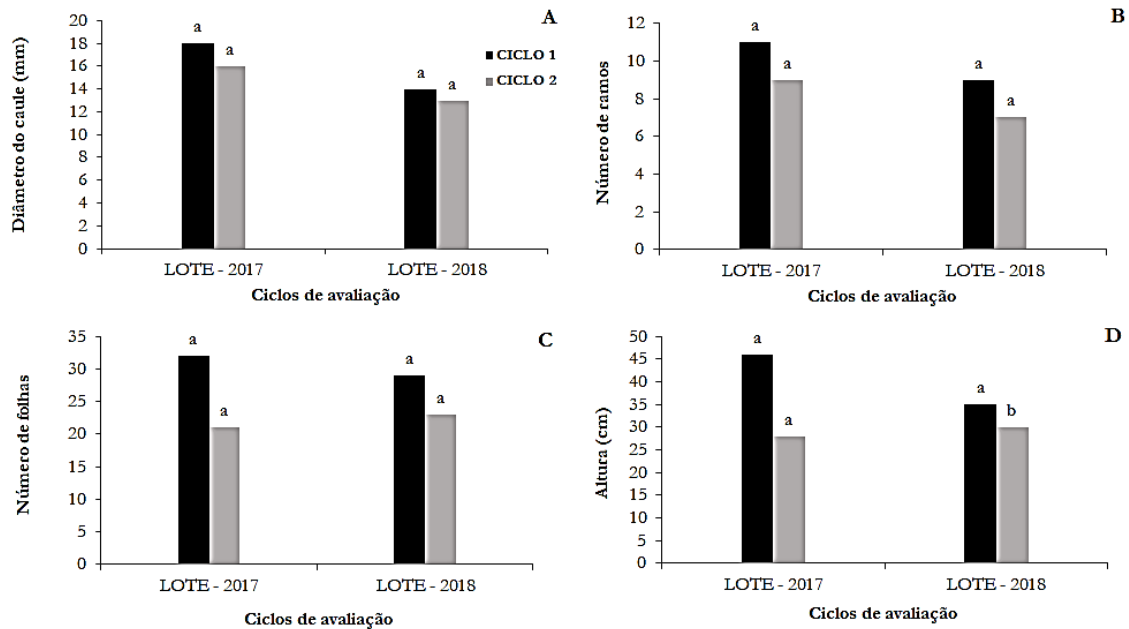
Figura 3 - Tempo médio de emergência - TME (A), percentual de emergência (B), velocidade média de emergência (C), e índice de velocidade de emergência - IVE (D) em plântulas de Mulungu (*Erythrina velutina*). Cultivadas a partir de dois lotes de sementes, correspondentes aos anos de coletas 2017 e 2018, contemplando dos ciclos de avaliação: de 8 de Março a 8 de Maio de 2019 e, do dia 18 de Maio a 18 de Julho de 2019, Ciclo 1 e Ciclo 2 respectivamente.



Fonte: Autores, 2025.

O presente estudo avaliou o processo de germinação e emergência de plantas de Mulungu (*Erythrina velutina* spp.) a partir de sementes coletadas em dois anos distintos, 2017 e 2018, representando, portanto, diferentes idades de armazenamento. A ausência de diferença estatística no processo de formação morfológica (capacidade de formação de caule, ramos e folhas) entre as plântulas originadas desses dois lotes de sementes sugere uma notável estabilidade na qualidade fisiológica e morfológica das sementes de Mulungu, mesmo sob diferentes períodos de armazenamento.

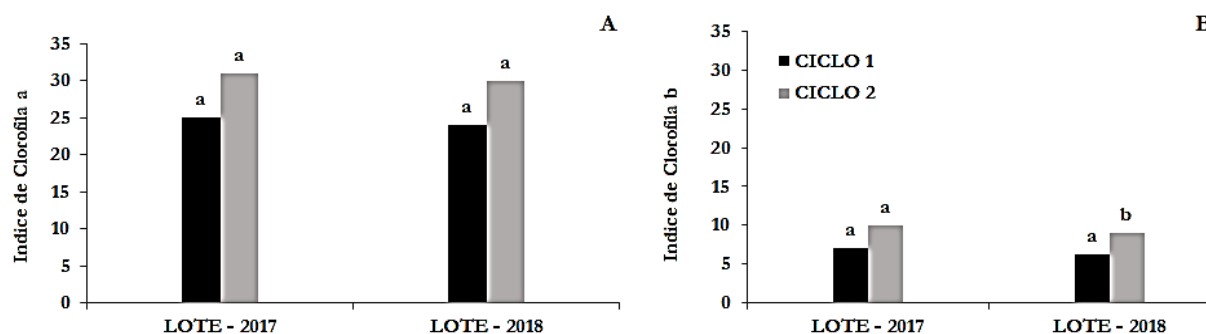
Figura 4 - Diâmetro do caule (A), número de ramos (B), número de folhas (C) e altura das plantas (D) de plântulas de Mulungu (*Erythrina velutina*), cultivadas a partir de dois lotes de sementes, correspondentes aos anos de coletas 2017 e 2018, contemplando dos ciclos de avaliação: de 8 de Março a 8 de Maio de 2019 e, dia 18 de Maio a 18 de Julho de 2019, Ciclo 1 e Ciclo 2 respectivamente.



Fonte: Autores, 2025.

Tradicionalmente, sementes de muitas espécies perdem viabilidade e vigor com o envelhecimento, o que pode se manifestar não apenas em menor taxa ou percentual de germinação, mas também na qualidade das plântulas formadas, resultando em menor desenvolvimento inicial de estruturas como caule, raízes e folhas. A manutenção da capacidade de formar estruturas vegetativas essenciais, como caule, ramos e folhas, em níveis estatisticamente semelhantes para sementes de diferentes anos de coleta, aponta para algumas características intrínsecas da espécie Mulungu ou das condições de armazenamento a que foram submetidas.

Figura 5 - Índice de clorofila a (A) e clorofila b (B) em folhas de plântulas de Mulungu cultivadas a partir de dois lotes de sementes, correspondentes aos anos de coletas 2017 e 2018, contemplando dos ciclos de avaliação: de 8 de Março a 8 de Maio de 2019 e, dia 18 de Maio a 18 de Julho de 2019, Ciclo 1 e Ciclo 2 respectivamente.



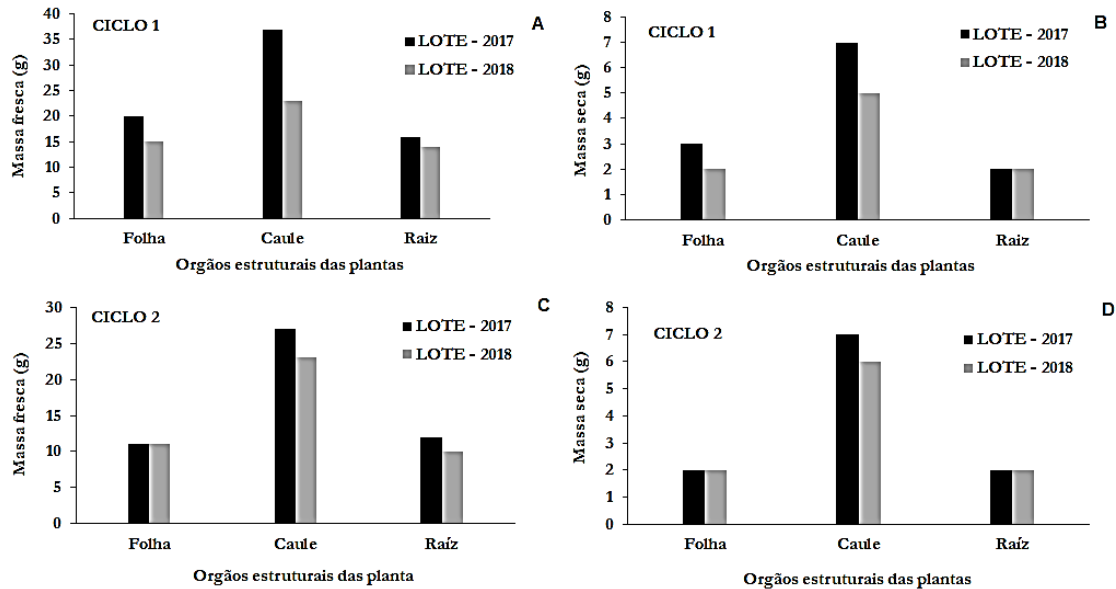
Fonte: Autores, 2025.

A análise dos lotes de sementes coletados nos anos de 2017 e 2018 (Figura 5) revelou que os teores de clorofilas totais, bem como das frações a e b, nas folhas das plântulas de *Erythrina velutina*, mantiveram-se estáveis ao longo do período avaliado. Esse resultado sugere que a biossíntese de clorofilas não foi significativamente afetada entre os dois lotes, indicando uma uniformidade nos processos metabólicos relacionados à formação e acúmulo desses pigmentos.

A estabilidade observada (Figura 5), pode estar associada à manutenção da atividade de enzimas-chave, como a NADPH-protochlorophyllide oxidoreductase, essencial para a conversão de protochlorophyllide em clorofila a, e à adequada integração das clorofilas nas membranas tilacoides dos cloroplastos, onde ocorrem as reações fotoquímicas da fotossíntese. Esses achados reforçam a hipótese de que, independentemente do ano de coleta, a qualidade fisiológica das sementes foi suficiente para assegurar o desenvolvimento fotossintético inicial das plântulas.

A Figura 6 demonstra que a produção de biomassa fresca e seca em plântulas de *Erythrina velutina*, provenientes de sementes com diferentes idades, não apresentou variações significativas entre os tratamentos. Esse resultado indica que a idade das sementes não comprometeu substancialmente processos fisiológicos como a fotossíntese, absorção de nutrientes ou acúmulo de água nos tecidos, entre outros eventos. Os acúmulos de biomassa observados nos diferentes órgãos avaliados, folhas, caules e raízes não apresentaram diferenças significativas, sugerindo que a atividade metabólica envolvida na produção e alocação de fotoassimilados manteve-se estável, independentemente da idade do material propagativo. Esses dados reforçam a viabilidade fisiológica das sementes mais antigas no tocante ao desenvolvimento inicial das plântulas.

Figura 6 - Produção de biomassa foliar, caulinar e de raiz, de plântulas de Mulungu. Foram utilizados dois lotes de sementes, correspondentes aos anos de coletas 2017 e 2018, contemplando dos ciclos de avaliação: de 8 de Março a 8 de Maio de 2019 e, dia 18 de Maio a 18 de Julho de 2019, Ciclo 1 e Ciclo 2 respectivamente.



Fonte: Autores, 2025.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que as sementes de *Erythrina velutina* (Mulungu), mesmo após diferentes períodos de armazenamento (2017 e 2018), mantiveram níveis satisfatórios de viabilidade fisiológica e capacidade de originar plântulas vigorosas. A emergência foi favorecida pelo envelhecimento controlado das sementes, atuando como um condicionamento fisiológico eficiente. Além disso, não foram observadas diferenças significativas na formação morfológica das plântulas nem nos teores de clorofilas a e b, demonstrando estabilidade nos processos metabólicos iniciais do desenvolvimento vegetal. Esses achados evidenciam o potencial de conservação da qualidade fisiológica das sementes de Mulungu ao longo do tempo, quando mantidas sob condições adequadas de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- CONFORTO, E. C. *et al.* Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de *Erythrina mulungu* (Mart. ex. Benth). **Agrarian**, v. 7, n. 24, p. 197-204, 2014.
- COSTA, N. P. *et al.* **Teste de tetrazólio em semente de soja com condicionamento abreviado**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2008. 8 p. (Série Sementes, Circular Técnica, n. 56). Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br>.

LABOURIAU L. G.; VALADARES M. B. 1976. **On the germination of seeds of *Calotropis procera***. Anais da Academia Brasileira de Ciências 48:174-186.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. v. 2. 384 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-77, 1962.

OLIVEIRA, M. K. T. *et al.* Desenvolvimento inicial de *Erythrina velutina* sob restrição hídrica. **Pesquisa florestal brasileira**, v. 36, n. 88, p. 481-488, 2016.

PEREIRA, A. G; CRUZ, E. D.; BARROS, H. S. D. Methods for overcoming dormancy in *Stryphnodendron pulcherrimum* seeds. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 195-199, 2021.

PINHEIRO, R. M. *et al.* Germinative performance of Mulungu seeds (*Ormosia grossa* Rudd) after dormancy overcoming. **Revista Árvore**, v. 45, p. e4532, 2021.

PODEROSO, J. C. M. *et al.* Primeiro registro no Brasil de *Erythrina velutina* Willd. como hospedeira de *Tetranychus neocaledonicus* (Acari: Tetranychidae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, p. 398-401, 2010.

SILVA JUNIOR, V. T. D. *et al.* *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae-Papilionoideae) ocorrente em caatinga e brejo de altitude de Pernambuco: biometria, embebição e germinação. **Revista Árvore**, v. 36, p. 247-257, 2012.

SILVA, K. B. *et al.* Quebra de dormência em sementes de *Erythrina velutina* Willd. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. supl 2, p. 180-182, 2007.

CAPÍTULO 2

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE *Schinus terebinthifolia* RADDI NO BRASIL

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF *Schinus terebinthifolia* Raddi IN BRAZIL

Leandro Lima Narcizo   

Mestre em Biodiversidade e Meio Ambiente, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
Dourados-MS, Brasil

DOI: 10.52832/wed.175.1008 



Resumo: *Schinus terebinthifolia* Raddi popularmente conhecida como pimenta-rosa é uma planta originária da América do Sul. Copilar informações da distribuição geográfica de *Schinus terebinthifolia* Raddi no Brasil. O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de consultas nas bases de dados Google Scholar, PubMed®, ScienceDirect® e SciELO. As palavras chaves utilizadas nas buscas dos artigos foram: “*Schinus terebinthifolia* AND distribuição geográfica no Brasil”, “*Schinus terebinthifolia* AND relato de ocorrência no Brasil” “*Schinus terebinthifolia* AND biogeografia” e “*Schinus terebinthifolia* AND Biomas” nos idiomas inglês e português. Os estudos demonstram uma ampla distribuição geográfica da planta no país, com relatos de ocorrências na região Norte nos estados do Amapá (AP), Pará (PA) e Tocantins (TO); no Nordeste em Alagoas (AL), Bahia (BA), Ceará (CE), Maranhão (MA), Paraíba (PA), Pernambuco (PE), Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN) e Sergipe (SE); no Centro-Oeste em Distrito Federal (DF), Goiás (GO), Mato Grosso do Sul (MS), Mato Grosso (MT); no Sudeste no Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP) e na região Sul no Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS). A ampla distribuição de *Schinus terebinthifolia* Raddi é decorrente alta tolerância a diferentes fatores ambientais, tais como altitude, temperatura, pluviosidade, luminosidade, condições hídricas e edáficas. *Schinus terebinthifolia* Raddi apresenta ampla distribuição geográfica no Brasil presente nos biomas da Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa, devido sua capacidade de adaptação em diferentes condições ambientais.

Palavras-chave: Biomas. Fatores ambientais. Pimenta rosa.

1 INTRODUÇÃO

Schinus terebinthifolia Raddi, Anacardiaceae, é presente na biodiversidade brasileira, conhecida popularmente como pimenta rosa, aroeira vermelha, aroeira prata ou aroeira da praia e, tais nomenclaturas populares variam de acordo com cada região (Neves *et al.*, 2016). Foi descrito por um sueco naturalista Carlus Linnaeus em 1753, designando o gênero *Schinus* L., derivado de “aroeira”, nome latino dado para a árvore Mastic (*Pistacia lentiscus* L.).

A espécie pertence ao gênero *Schinus* que é o maior da família Anacardiaceae na América do Sul, com 28 espécies reconhecidas e 17 variedades de árvores e arbustos nativos de clima temperado, e mais conhecido por suas poucas espécies cultivadas e invasoras. No Brasil são encontradas 12 espécies, sendo 4 endêmicas e 4 sinônimos, facilmente encontradas ao longo da costa brasileira (Silva-Luz *et al.*, 2020). A relato de ocorrências da espécie desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, mas pode ser encontrada no Centro-Oeste e Norte do país (Silva-Luz *et al.*, 2020). Em outros países apresenta uma distribuição geográfica bastante ampla abrangendo desde regiões tropicais e subtropicais e regiões mais temperadas, com registro de ocorrências desde as Américas do Norte e Central, até a América do Sul (Menezes *et al.*, 2020).

S. terebinthifolia Raddi pode ocupar diversos tipos de ambientes e formações vegetais, favorecendo e aumentando as chances de cultivo em diversas regiões do Brasil, o que eleva seu potencial como alternativa para exploração e uso para fins alimentício, farmacêutico, em programas de recuperação de áreas degradadas e arborização (Santos *et al.*, 2004). Os frutos são utilizados para fins alimentícios, o que amplia a perspectiva de exploração econômica desta espécie (Lenzi; Orth,

2004). Logo assim, o presente estudo objetivou copilar informações do relato de ocorrências da distribuição geográfica de *Schinus terebinthifolia* Raddi no Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizada uma revisão literária por meio de consultas nas bases de dados Google Scholar (<https://scholar.google.com.br/>), PubMed® (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) ScienceDirect® (<https://www.sciencedirect.com/search>) e SciELO (<https://search.scielo.org/>). Para refinar as buscas e encontrar resultados mais específicos foram utilizadas palavras chaves combinadas com operador booleano AND: “*Schinus terebinthifolia* AND distribuição geográfica”, “*Schinus terebinthifolia* AND relato de ocorrência” “*Schinus terebinthifolia* AND biogeografia” e “*Schinus terebinthifolia* AND Biomas” nos idiomas inglês e português. Foram selecionados e incluídos nesta revisão apenas artigos científicos originais publicados nos últimos 25 anos (2000 a 2025), que estiveram disponíveis na íntegra e que retratassem a temática. Em relação aos critérios de exclusão, foram descartados artigos de revisão, capítulos de livro, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses e resumos publicados em anais de eventos. Ao finalizar as pesquisas em cada base, as referências duplicadas foram excluídas. O gerenciamento de referências foi realizado através do software Mendeley.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises históricas de *Schinus terebinthifolia* Raddi descreve que a espécie é popularmente conhecida como aroeira, pimenta-rosa e aroeirada-vermelha principalmente pela aparência dos seus frutos (Figura 1), tais nomenclaturas populares são variáveis de acordo com a região a qual é encontrada no território brasileiro (Neves *et al.*, 2016). Pertence à família botânica Anacardiaceae, que engloba gêneros bem difundidos no Brasil como *Anacardium* e *Mangifera* (Rorato *et al.*, 2018).



Figura 1 - Folhas e frutos maduros de *S. terebinthifolia*.

Fonte: Narcizo, 2025.

A espécie foi descrita pela primeira vez em 1820, pelo italiano Giuseppe Raddi (Jones, 1997), e o nome *terebinthifolius* é derivado de “*terebinthus*”, nome em latim para a árvore Terebinto (*Pistacia terebinthus* L.) e “*folium*” de folhas em referências as folhas resinosas da espécie (Gundidza *et al.*, 2009) (Figura 2 A). A espécie apresenta porte arbóreo entre 5 a 10 m de altura (Figura 2 A), copa larga; tronco com diâmetro entre 30 a 60 cm, apresentando casca grossa (Figura 2 B) ; as folhas são compostas com 3 a 10 pares de folíolos imparipinados, aromáticos com tamanho médio entre 3 a 5 cm de comprimento (Figura 2 C); apresenta flores pequenas, masculinas e femininas dispostas em panículas piramidais; frutos do tipo drupa, apresentando coloração avermelhado vivo (Figura 2 C e D) (Gilbert; Favoreto, 2011).

S. terebinthifolia Raddi é uma planta conhecida principalmente pelo seu uso medicinal, sendo comumente utilizada partes da plantas como caule, folhas e frutos. Suas cascas e folhas (Figura 2 B e C) são utilizadas na forma de decocção e/ou infusão e os frutos (Figura 2 D) (Araujo *et al.*, 2018; Cerqueira *et al.*, 2020), são utilizados para fins alimentícios, o que amplia a perspectiva de exploração econômica desta espécie (Azevedo *et al.*, 2015).

Figura 2 - Aspecto geral árvore *S. teribinthifolia* Raddi; B) Cascas do caule; C) Frutos e flores; D) Flores.

Fonte: Narcizo, 2025.

É uma planta originária da América do Sul, compreendendo o Brasil, Paraguai, Uruguai e Leste da Argentina (Azevedo *et al.*, 2015). No Brasil ocorre desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, pode ser encontrada no Centro-Oeste e Norte do país (Figura 3). Esta presente nos biomas da Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa, ocorrendo em área antrópica, campo limpo, floresta ciliar ou galeria, floresta estacional, semidecidual, floresta ombrófila mista, manguezal e restinga, assim como em outros biomas (Silva-Luz *et al.*, 2020). Pode ser encontrada em diferentes partes do mundo (Figura 3), como Europa Mediterrânea, África e Estados Unidos (Fedel-Miryasato, 2014; El-Massry *et al.*, 2009) onde recebe os nomes de: “brazilian peppertree”, “pink pepper” e “christmas berry” (Estados Unidos); “brasilianischer pfeffer” (Alemenha); “pimentero del Brasil” e “copal” (Espanha); e “poivre rose” (França) (Carvalho *et al.*, 2013)

A modelagem ambiental realizada por Garrastazu *et al.* (2013) possibilitou observar a ampla distribuição de ocorrência de *S. terebinthifolia* no território brasileiro (Figura 3), encontrada na região Norte nos estados do Amapá (AP), Pará (PA) e Tocantins (TO); no Nordeste em Alagoas (AL), Bahia (BA), Ceará (CE), Maranhão (MA), Paraíba (PA), Pernambuco (PE), Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN) e Sergipe (SE); no Centro-Oeste em Distrito Federal (DF), Goiás (GO), Mato Grosso do Sul (MS), Mato Grosso (MT); no Sudeste no Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP) e na região Sul no Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS) (Silva-Luz *et al.*, 2020). Sua distribuição é principalmente, em ambientes tropicais e subtropicais costeiros, onde apresenta crescimento rápido, sobretudo em áreas que

sofreram alterações antrópicas, e assim, fazendo com que ela receba o status de espécie pioneira. Cresce em diversos tipos de solos e em áreas que possuem até 2.000 m de altitude (Orwa *et al.*, 2009).

Devido ao seu crescimento rápido e adaptação aos diversos ambientes, a espécie possui potencial para recomposição de mata ciliar e recuperação de áreas degradadas (Ferreti, 2002). Estudos relatam que a planta tem sido utilizada em projetos que objetivam promover a compensação de carbono em áreas degradadas da Mata Atlântica (Rosas *et al.*, 2015) e como alternativa para a diversificação agrícola, tanto para uso alimentício, quanto farmacêutico (Fyfe *et al.*, 2020).

Figura 3 - Relato de ocorrências de *S. terebinthifolia* no Brasil: regiões e estados encontrados.



Fonte: Silva-Luz *et al.* (2020).

Estudos evidenciam que a ampla distribuição de *S. terebinthifolia* é decorrente da alta tolerância a diferentes fatores ambientais, tais como altitude, temperatura, pluviosidade, luminosidade, condições hídricas e edáficas (Carvalho *et al.*, 2013). Conforme Orwa *et al.* (2009) a

espécie apresenta ampla distribuição geográfica nativa e possui a capacidade de sobreviver em diferentes condições ambientais, o que facilita seu estabelecimento em regiões invadidas. Além de sua área nativa de distribuição, pode ser encontrada em diversos países, seja como nativas ou introduzidas (Figura 4).

Nos Estados Unidos, principalmente no estado da Flórida, e em países da África, Ásia e Europa, foi introduzida como planta ornamental e atualmente é considerada uma planta invasora, sendo alvo de controle biológico devido ao seu rápido desenvolvimento e reprodução, e assim, tendo capacidade de alterar a estrutura e a função das espécies nativas presentes nesses territórios (Orwa *et al.*, 2009; Bendaoud *et al.*, 2010). O mapa apresentado (Figura 4) indica os países onde a espécie foi relatada.

Figura 4 - Relato de ocorrências de *S. terebinthifolia* em diferentes países: natural (verde) e introduzida (hachurada).



Fonte: Orwa *et al.*, 2009.

4 CONCLUSÃO

Schinus terebinthifolia Raddi apresenta ampla distribuição geográfica no Brasil presente nos biomas da Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa, devido sua capacidade de adaptação em diferentes condições ambientais.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. S.; SANTOS, E. B.; SILVA, P. P. S.; OLIVEIRA, V. J. S.; BRITO, N. M. Levantamento etnobotânico de espécies vegetais utilizadas na odontologia no Recôncavo Baiano. **SANARE-Revista de Políticas Públicas**, Sobral, v. 17, n. 1, p. 43-50, 2018. DOI: 10.36925/sanare.v17i1.1221.
- AZEVEDO, C. F.; QUIRINO, Z. G. M.; BRUNO, R. L. A. Estudo farmacobotânico de partes aéreas vegetativas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae). **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 17, n. 1, p. 26-35, 2015. DOI: 10.1590/1983-084X/11_090.
- BENDAOUD *et al.* Chemical composition and anticâncer and antioxidant activities of *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi berries essential oils. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 6, p. 466-472, 2010. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2010.01711.x.
- CARVALHO *et al.* *Schinus terebinthifolius* Raddi: chemical composition, biological properties, and toxicity. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 15, n. 1, p. 158-169, 2013. DOI: 10.1590/S1516-05722013000100022.
- CERQUEIRA *et al.* The Use of Medicinal Plants in Maceió, Northeastern Brazil: An Ethnobotanical Survey. **Medicines**, Basel, v. 7, n. 2, p. 7, 2020. DOI: 10.3390/medicines7020007.
- EL-MASSARY *et al.* Chemical compositions and antioxidant/antimicrobial activities of various samples prepared from *Schinus terebinthifolius* leaves cultivated in Egypt. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 5265-5270, 2009. DOI: [10.1021/jf900638c](https://doi.org/10.1021/jf900638c).
- FEDEL-MIRYUSATO *et al.* Evaluation of anti-inflammatory, immunomodulatory, chemopreventive and wound healing potentials from *Schinus terebinthifolius* methanolic extract. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 5, p. 565-575, 2014. DOI: 10.1016/j.bjp.2014.08.004.
- FERRETI, A. R. Modelos de plantio para a restauração. In: Galvão, A. P. M., Medeiros, A. C. de S. Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. Colombo, **Embrapa Florestas**, v. 134 p, 2002. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/292961>. Acesso em: 06 fev. 2025.
- FYFE *et al.* The Nutritional Potential of the Native Australian Green Plum (*Buchanania obovata*) Compared to Other Anacardiaceae Fruit and Nuts. **Frontiers in Nutrition, Switzerland**, v. 7, p. 1-14, 2020. DOI: 10.3389/fnut.2020.600215.
- GARRASTAZU, M.; MATTOS, P. MODELAGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA. IN.: GOMES, L. J.; SILVA-MANN, R.; MATTOS, P. P.; RABBANTI, A. R. C. (Ed.). **Pensando a biodiversidade: aroeira** (*Schinus terebinthifolius* Raddi.), 1. ed. São Cristóvão: editora UFS, 2011. 372 p, 2013. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/964005>. Acesso em: 06 fev. 2025.
- GILBERT B, FAVORETO R. *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Revista Fitos**, v. 6, n. 1, p. 43-56, 2011. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/15842>. Acesso em: 06 fev. 2025.

GUNDIDZA *et al.* The chemical composition and biological activities of essential oil from the fresh leaves of *Schinus terebinthifolius* from Zimbabwe. **African Journal of Biotechnology**, v. 8 (24), p. 7164-7169, 2009. DOI: [10.4314/ajb.v8i24.68817](https://doi.org/10.4314/ajb.v8i24.68817).

LENZI, M.; ORTH, A. I. Caracterização funcional do sistema reprodutivo de aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianópolis-SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.02, p.198-201, 2004. DOI: 10.1590/S0100-29452004000200004.

MENEZES FILHO A. C. P.; DE SOUSA W.C.; CASTRO C. F. S. Composição química dos óleos essenciais de *Schinus molle* e atividade antifúngica em *Sclerotinia sclerotiorum*. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 3, p. 115-123, 2020. DOI: 10.5747/ca.2020.v16.n3.a377.

NEVES *et al.* Cultivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para produção de pimenta-rosa. **Colombo: Embrapa Florestas**, 24 p, 2016. Disponível em [Cultivo da aroeira-vermelha \(Schinus terebinthifolius Raddi\) para produção de pimenta-rosa. - Portal Embrapa](#). Acesso em: 06 fev. 2025.

ORWA *et al.* *Schinus terebinthifolius*. Agroforestre Database: tree reference and selection guide version 4.0. **World Agroforestry Centre**, Kenya, 2009. Disponível em: [Schinus terebinthifolius.PDF](#). Acesso em: 06 fev. 2025.

RORATO *et al.* A. Tolerance and resilience of forest species to frost in restoration planting in southern Brazil. **Restoration Ecology**, v. 26, n. 3, p. 537-542, 2018. DOI: [10.1111/rec.12596](https://doi.org/10.1111/rec.12596).

ROSAS *et al.* Anti-inflammatory effect of *Schinus terebinthifolius* Raddi hydroalcoholic extract on neutrophil migration in zymosan-induced arthritis. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 175, p. 490–498, 2015. DOI: 10.1016/j.jep.2015.10.014.

SANTOS *et al.* Determinação da composição química e do rendimento do óleo essencial de folhas e talos de *Schinus terebinthifolius* Raddi. In: **XII Encontro de Jovens Pesquisadores da UCS**, Caxias do Sul-RS, 2004. Disponível em [paulalucianadossantos.doc](#). Acesso em: 06 fev. 2025.

SILVA-LUZ *et al.* Anacardiaceae na Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Flora Brasil**, 2020. Disponível em [Flora e Funga do Brasil](#). Acesso em: 06 fev. 2025.

CAPÍTULO 3

ASSOCIAÇÃO ECOLÓGICA ENTRE ARANHAS E LÍQUENS

ECOLOGICAL ASSOCIATION BETWEEN SPIDERS AND LICHENS

Ludmila Ferreira   

Acadêmica de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Imperatriz-MA, Brasil

Laryssa Stefany de Azevedo Santos   

Mestranda em Saúde e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Imperatriz-MA, Brasil

Áurea Catarine Brandão de Souza   

Graduada em Química, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Imperatriz-MA, Brasil

Samuel Rodrigues de Holanda   

Acadêmico de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Imperatriz-MA, Brasil

Daniel dos Santos Rocha   

Acadêmico de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Imperatriz-MA, Brasil

Helena de Paula Gonçalves Lima   

Mestranda em Saúde e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Imperatriz-MA, Brasil

Carla Raissa Cardoso Figueredo   

Mestranda em Biodiversidade e Conservação Universidade Federal do Piauí (UFPI), Imperatriz-MA, Brasil

Yasmin Rita Alves Aguiar de Paula   

Mestra em Biodiversidade e Conservação Universidade Federal do Piauí (UFPI), Imperatriz-MA, Brasil

Iane Paula Rego Cunha Dias   

Doutora em Biologia Vegetal, Professora Adjunta IV na Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Imperatriz-MA, Brasil

Regiane Saturnino   

Doutora em Zoologia, Professora Adjunta IV da Universidade Estadual da Região Tocantina do MA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.175.1009 

Resumo: O presente estudo teve como objetivo registrar a ocorrência de aranhas associadas a líquens foliosos da família Parmeliaceae durante uma atividade de coleta na Fazenda São Paulo, em Itaguatins (TO), conduzida pelo Herbário da UEMASUL. A coleta visual manual permitiu a preservação tanto dos líquens quanto das aranhas, que foram posteriormente identificados. Foram registradas as famílias Linyphiidae, Pholcidae, Oonopidae e Gnaphosidae. As observações indicam que os líquens desempenham papel ativo na organização de comunidades de aranhas, funcionando como micro-habitats ricos e funcionais. Essa associação, ainda pouco explorada em ambientes tropicais, levanta hipóteses sobre a contribuição dos líquens para a manutenção da diversidade local, especialmente de predadores de pequeno porte. Os resultados reforçam a importância de considerar os líquens não apenas como elementos botânicos, mas como componentes estruturais relevantes para a ecologia da aracnofauna.

Palavras-chave: Ecologia. Aracnologia. Araneofauna. Fungos Liqueinizados.

Abstract: The present study aimed to record the occurrence of spiders associated with foliose lichens of the Parmeliaceae family during a collection activity at Fazenda São Paulo, in Itaguatins (TO), conducted by the UEMASUL Herbarium. Manual visual collection allowed the preservation of both lichens and spiders, which were later identified. The families Linyphiidae, Pholcidae, Oonopidae and Gnaphosidae were recorded. The observations indicate that lichens play an active role in the organization of spider communities, functioning as rich and functional microhabitats. This association, still little explored in tropical environments, raises hypotheses about the contribution of lichens to the maintenance of local diversity, especially of small predators. The results reinforce the importance of considering lichens not only as botanical elements, but as relevant structural components for the ecology of arachnofauna.

Keywords: Ecology. Arachnology. Araneofauna. Lichenized Fungi.

1 INTRODUÇÃO

Aranhas pertencem ao filo Arthropoda e à ordem Araneae, uma das mais diversas da classe Arachnida (Brescovit, 1999), contando com mais de 50 mil espécies catalogadas em todo o mundo (WSC, 2025). Esses animais se destacam pela grande variedade de hábitos de vida e características morfológicas, o que permite sua adaptação a uma pluralidade de habitats (Benati *et al.*, 2005).

Embora as aranhas tenham colonizado quase todos os ambientes terrestres, desde ilhas árticas até desertos (Foelix, 2010), sua distribuição é afetada por uma gama de condições específicas, tais como altitude, temperatura, umidade, ventos e intensidade luminosa (Azevedo, 2023; Cho *et al.*, 2018; Gonzaga *et al.*, 2007). Além disso, a complexidade do habitat, como o tipo de vegetação, a disponibilidade de presas, a presença de competidores e inimigos naturais, também influenciam sua distribuição e sobrevivência (Foelix, 2010).

A complexidade estrutural da vegetação é amplamente reconhecida como um fator-chave para a diversidade de aranhas (Uetz *et al.*, 1978). Dessa forma, ambientes cuja vegetação é mais diversa em termos de formas, tamanhos e estruturas oferecem mais recursos, abrigos, assim como locais para fixação de teias, forrageamento e reprodução das aranhas (Souza, 2007). Muitas famílias

de aranhas estão associadas a espécies vegetais específicas, como demonstrado em estudos com *Eryngium pandanifolium* (Bassa, 2021; Romero; Vasconcellos-Neto, 2003, 2004a, 2004b).

Pesquisas recentes em áreas protegidas do Maranhão, como o Parque Nacional da Chapada das Mesas e o Parque Natural Municipal Arara Azul, têm demonstrado como fatores ambientais, como a obstrução da vegetação e níveis de umidade, influenciam diretamente a abundância e a composição da comunidade de aranhas (Paula, 2022; Pereira, 2024; Ferreira; Saturnino, 2025; Santos, 2022).

Apesar de avanços nesse campo, uma associação ainda pouco investigada é a interação entre aranhas e líquens. Estudos realizados nas florestas boreais da Escandinávia apontam que líquens contribuem significativamente para a estrutura das comunidades de aranhas, especialmente em copas de *Picea abies* (Norberg, 1978; Gunnarsson, 1988, 1996; Pettersson *et al.*, 1995). Mukherjee *et al.* (2010) também destacaram a importância dos líquens como habitat potencial para aranhas em Robben Island, África do Sul.

Um líquen pode ser definido como uma associação simbiótica entre dois organismos de reinos diferentes: um fungo (Fungi) e uma alga e/ou cianobactéria (Protista ou Monera) (Spielmann; Marcelli, 2006). Essa associação resulta na formação de uma estrutura denominada talo (Moncada; Lücking, 2021). Como pode-se observar, a definição de líquen é ampla e pouco diz sobre as características anatômicas, fisiológicas e comportamentais desse tipo de ser vivo. Essa amplitude não é por acaso. A categoria “líquen” comporta uma enorme quantidade de formas de vida semelhantes na simbiose, mas que se diferem em inúmeros outros aspectos.

O termo “fungo liquenizado” indica a centralidade que os fungos exercem nessa associação. A maior parte do corpo de um líquen é composta pelas hifas de alguma espécie pertencente ao filo Ascomycota ou, raramente, Basidiomycota (Spielmann; Marcelli, 2006). Esse organismo, por completo, é chamado de micobionte, em referência a sua classificação biológica de “fungo”. Já as algas verdes ou cianobactérias que o habitam são denominadas fotobiontes, por serem capazes de realizar fotossíntese, que nesse caso é um serviço ecológico importante para a manutenção da associação simbiótica.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo registrar ocasionalmente a ocorrência de aranhas associadas a líquens da família Parmeliaceae, durante uma coleta realizada no estado do Tocantins, Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional, onde os resultados obtidos se deram a partir de uma coleta realizada na Fazenda São Paulo, situada no município de Itaguatins, estado do Tocantins,

Brasil. Essa atividade foi conduzida sob a coordenação do Herbário da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), integrando um levantamento voltado à identificação e catalogação de líquens da família Parmeliaceae (Zenker, 1827), com foco especial na análise de espécies foliosas.

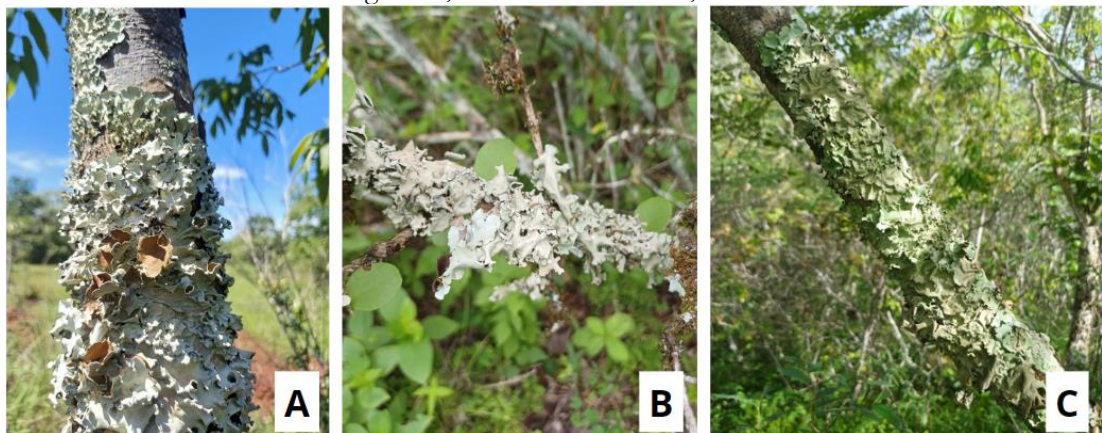
Durante o processo de coleta, foram realizadas inspeções nos líquens encontrados aderidos a diferentes substratos vegetais, como galhos, troncos e folhas de arbustos e árvores da vegetação local. Nessas estruturas, observou-se a presença direta de aranhas, as quais foram registradas e posteriormente coletadas para fins de estudo.

A coleta das aranhas foi efetuada por meio de técnicas manuais de observação visual, de modo a preservar tanto os líquens quanto os espécimes capturados. As amostras de líquens foram devidamente fotografadas em seu local de ocorrência (*in situ*), visando documentar as condições ambientais e os padrões de associação observados. As aranhas, por sua vez, foram acondicionadas em frascos contendo álcool 70% para conservação e posterior identificação taxonômica no Laboratório de Zoologia da UEMASUL, realizada com base em características morfológicas descritas na chave dicotômica de identificação de Brescovit *et al.* (2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os líquens coletados foram identificados como pertencentes à família Parmeliaceae (Figura 1). Entre as famílias de aranhas identificadas, destacam-se: Gnaphosidae com três jovens; Linyphiidae, com quatro jovens; Oonopidae com cinco fêmeas; e Pholcidae a mais abundante, com 1 macho, 16 fêmeas e 12 jovens (Figura 2).

Figura 1 - Líquens da família Parmeliaceae coletados na Fazenda São Paulo, situada no município de Itaguatins, estado do Tocantins, Brasil.



Fonte: Autores, 2025.

Figura 2 - Aranhas amostradas nos líquens da família Parmeliaceae. (A) Oonopidae. (B) Gnaphosidae. (C) Pholcidae. (D) Linyphiidae.



Fonte: Autores, 2025.

Em seu estudo sobre associação de aranhas com líquens, Mukherjee *et al.* (2010) demonstra que dentre as aranhas coletadas, as famílias Gnaphosidae, Linyphidae e Pholcidae se destacam por sua preferência por esse microhabitat. Por sua vez, Nash III (2008) explica que aranhas e outros invertebrados podem explorar os líquens como micro-habitats, aproveitando sua estrutura física para proteção contra predadores, variações ambientais e como suporte para captura de presas. Adicionalmente, Cott (1940) demonstra que algumas aranhas podem confeccionar armadilhas com pedaços de líquens, no qual suas cores harmonizam com as da aranha, a camuflando enquanto permanece em sua armadilha.

Embora a associação entre líquens e aranhas não seja amplamente estudada em muitos ecossistemas, essa interação pode ter implicações importantes para a teia trófica local e a estrutura da comunidade arbórea. Estudos como os de Norberg (1978), Gunnarsson (1988, 1990, 1995, 1996), Pettersson *et al.* (1995), Pettersson (1996) e Esseen *et al.* (1996) demonstram que líquens epífitos e aranhas são táxons que contribuem expressivamente para a biodiversidade das copas de árvores, especialmente do abeto-norueguês (*Picea abies*).

A comunidade de aranhas, por sua vez, é influenciada pela estrutura da vegetação presente nos ramos de abeto. Estudos indicam que tanto o tamanho quanto a densidade média de aranhas aumentam em resposta à maior complexidade estrutural da vegetação. Fatores como a densidade

de agulhas (Gunnarsson 1988, 1990, 1996) e a presença de líquens macroscópicos fruticosos e foliáceos (Pettersson *et al.* 1995; Pettersson 1996) influenciam diretamente essa estrutura.

Tais variações sugerem uma relação funcional positiva entre a riqueza de espécies de macrolíquens e a diversidade de aranhas em florestas boreais da Suécia central. O aumento na riqueza de líquens fruticosos e foliáceos parece criar um microhabitat mais complexo, que favorece o estabelecimento de um maior número de espécies de aranhas nos ramos das árvores (Gunnarsson; Hake; Hultengren, 2003).

Além disso, a complexidade estrutural dos líquens influencia a distribuição de tamanho de artrópodes associados (Shorrocks *et al.* 1991). Esses organismos fornecem recursos importantes como alimento, abrigo e locais de oviposição para diversos táxons de artrópodes. Estudos anteriores mostraram que a abundância de presas potenciais para aranhas, como ácaros, colêmbolos e psocídeos, está positivamente correlacionada com a biomassa de líquens (Stubbs 1989; Pettersson *et al.* 1995).

Ainda que não tenha sido registrada neste estudo, uma evidência interessante da importância dos líquens para as aranhas pode ser observada no comportamento críptico da espécie *Eustala perfida* (Araneidae), conforme descrito por Messas (2013). Nesse trabalho, o autor relatou que essa aranha é encontrada com maior frequência em troncos rugosos cobertos por musgos e líquens, locais onde constrói suas teias e permanece oculta durante o dia. Esta espécie apresenta coloração críptica e polimorfismo cromático, o que a torna visualmente indistinguível do substrato em que repousa, uma adaptação que favorece tanto a evasão de predadores quanto a captura de presas. Sua coloração varia entre tons de verde, preto, branco e vermelho, acompanhando o estágio de desenvolvimento, o que reforça seu mimetismo com o ambiente (Messas, 2013).

Apesar dessas evidências sobre a função ecológica dos líquens para as aranhas, é importante salientar que este trabalho se trata de um estudo observacional. Os espécimes foram registrados por busca visual, sendo provável que tenham sido coletados somente aqueles que percorriam e/ou utilizavam os líquens para aplicar suas teias. Sugere-se, portanto, que a estrutura líquênica possa representar um micro-habitat com grande potencial para esses animais.

Essa associação, ainda pouco explorada em ambientes tropicais, reforça a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a ecologia funcional dos líquens como elementos estruturantes da biodiversidade em microescala. Além disso, destaca-se o papel dos líquens não somente como estruturas físicas passivas, mas como componentes ecologicamente ativos nos ecossistemas, influenciando diretamente a distribuição, abundância e comportamento de predadores invertebrados. Tais interações, ainda pouco documentadas, revelam a complexidade dos ecossistemas em escala reduzida e a importância de sua conservação.

4 CONCLUSÃO

Os líquens da família Parmeliaceae podem oferecer suporte para diferentes famílias de aranhas, atuando como micro-habitats por fornecer alimento, abrigo, camuflagem, facilitação para caça, locais de oviposição e construção de teias. Dessa forma, influenciando as relações tróficas e contribuindo para a complexidade e estabilidade das redes alimentares em pequena escala. Além disso, sua complexidade estrutural parece influenciar diretamente a composição de outros grupos de artrópodes associados, uma vez que o espaço físico restrito pode favorecer organismos de menor porte ou selecionar morfologias compatíveis com a ocupação e camuflagem nesse ambiente. Diante disso, estudos futuros podem aprofundar a compreensão das interações entre líquens e invertebrados, bem como sua influência na estrutura das comunidades artrópodes.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, R. **Efeitos do gradiente de elevação em assembleias de aranhas edáficas em um brejo de altitude cearense**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 98. 2023.
- BASSA, P. G. **Variações estruturais ligadas à fenologia em plantas de *Eryngium*: consequências para as comunidades de aranhas**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, p. 70. 2021.
- BENATI, K. R. *et al.* Aspectos comparativos das comunidades de aranhas (Araneae) em dois remanescentes de Mata Atlântica do Estado da Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, p. 79-87, 2005.
- BRESCOVIT, A.D. Araneae. In: C.R.F. Brandão & E.M. Cancelo (eds.). Invertebrados Terrestres. Biodiversidade do Estado de São Paulo. Síntese do conhecimento ao final do século XX. (Joly, C.A. & Bicudo, C.E.M. orgs.). **FAPESP**, São Paulo, v. 5, p. 45-56, 1999.
- CHO, M. *et al.* An observational study of ballooning in large spiders: Nanoscale multifibers enable large spiders' soaring flight. **PLoS biology**, v. 16, n. 6, p. e2004405, 2018.
- Cott, H. B. **Adaptive Colouration in Animals**. London: Methuen. 1940.
- ESSEEN, P. A.; RENHORN, K. E.; PETERSSON, R. B. Epiphytic lichen biomass in managed and old-growth boreal forests: effect of branch quality. **Ecological Applications**, v. 6, n. 1, p. 228-238, 1996.
- FERREIRA, L.; SATURNINO, R. Levantamento de aranhas (arachnida, araneae) na região do horto arara azul, maranhão, brasil. **Anais da VII Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão**. (2025). Editora Universitária UEMASUL.
<https://livros.uemasul.edu.br/index.php/inicio/catalog/book/11>
- FOELIX, R. **Biology of spiders**. Oxford university press, 2010.



GUNNARSSON, B. Arthropods and passerine birds in coniferous forest: The impact of acidification and needle-loss. **Ecological Bulletins**, p. 248-258, 1995.

GUNNARSSON, B. Bird predation and vegetation structure affecting spruce-living arthropods in a temperate forest. **Journal of Animal Ecology**, p. 389-397, 1996.

GUNNARSSON, B. Spruce-living spiders and forest decline; the importance of needle-loss. **Biological Conservation**, v. 43, n. 4, p. 309-319, 1988.

GUNNARSSON, B. Vegetation structure and the abundance and size distribution of spruce-living spiders. **The Journal of Animal Ecology**, p. 743-752, 1990.

GUNNARSSON, B.; HAKE, M.; HULTENGREN, S. A functional relationship between species richness of spiders and lichens in spruce. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, p. 685-693, 2003.

LACERDA, I. P. **Preferência de hábitat e escolha de sítio de forrageio por *Peucetia flava* (Araneae, Oxyopidae) associada a *Chamaecrista neesiana* (Fabaceae)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, p.15. 2018.

MESSA, Y. F. **História natural e ecologia populacional de *Eustala perfida* mello leitão, 1947 (araneae, araneidae) na serra do japi, jundiá, São Paulo - Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 122. 2013.

MONCADA, B.; LUCKING, R. **Introducción a la Biología y Taxonomía de los Líquenes Colombianos: Una Guía para Reconocer su Biodiversidad e Importancia**. 2021.

MUKHERJEE, A. *et al.* Association of spiders and lichen on Robben Island, South Africa: a case report. **Journal of Threatened Taxa**, p. 815-819, 2010.

NASH III, T. H. **Lichen Biology**. Arizona State University, USA, 2018.

NORBERG, R. A. Energy content of some spiders and insects on branches of spruce (*Picea abies*) in winter; prey of certain passerine birds. **Oikos**, p. 222-229, 1978.

PAULA, Y. R. A. A. **Comunidade de aranhas diurnas em diferentes áreas de cerrado no parque nacional da chapada das mesas, Maranhão, Brasil**. Trabalho de conclusão de curso (Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Da Região Tocantina Do Maranhão. Maranhão, p. 51. 2022.

PEDROSO, E. T. **História natural e comportamento no pseudoescorpião social *Paratenoides nidificator* (Balzan, 1888) (Arachnida): cuidado parental, cooperação e divisão de trabalho**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Uberlândia, 2007.

PEDROSO, E. T.; DEL-CLARO, K. A Sociedade Secreta dos Pseudoescorpiões. **Ciência Hoje**, 2008. v.43, n° 253, p 32-37.

PEREIRA, W. S. **Comunidade de aranhas diurnas em vegetação arbóreo-arbustiva no parque nacional da chapada das mesas, Maranhão, Brasil**. Trabalho de conclusão de curso

(Ciências Biológicas) - universidade estadual da região tocantina do maranhão. Maranhão, p. 50. 2024.

PETTERSSON, R. B. Effect of forestry on the abundance and diversity of arboreal spiders in the boreal spruce forest. **Ecography**, v. 19, n. 3, p. 221-228, 1996.

PETTERSSON, R. B. *et al.* Invertebrate communities in boreal forest canopies as influenced by forestry and lichens with implications for passerine birds. **Biological Conservation**, v. 74, n. 1, p. 57-63, 1995.

RICALDE, M. G. D. *et al.* Feijão-bravo-do-Ceará (*Canavalia brasiliensis*) pode ser uma planta atrativa para inimigos naturais? Avaliação da artropodofauna associada à cultura. **Cadernos de Agroecologia**, v. 19, n. 1, 2024.

ROMERO, G. Q.; VASCONCELLOS-NETO, J. Foraging by the flower-dwelling spider, *Misumenops argenteus* (Thomisidae), at high prey density sites. **Journal of Natural History**, v. 38, n. 10, p. 1287-1296, 2004a.

ROMERO, G. Q.; VASCONCELLOS-NETO, J.. Natural history of *Misumenops argenteus* (Thomisidae): seasonality and diet on *Trichogoniopsis adenantha* (Asteraceae). **The Journal of Arachnology**, v. 31, n. 2, p. 297-304, 2003.

ROMERO, G. Q.; VASCONCELLOS-NETO, J. Spatial distribution patterns of jumping spiders associated with terrestrial bromeliads. **Biotropica**, v. 36, n. 4, p. 596-601, 2004b.

SANTOS, L. S. A. **Diversidade de araneidae (araneae, arachnida) do sul e oeste do Maranhão, Brasil**. Trabalho de conclusão de curso (Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão. Maranhão, p. 72. 2022.

SHORROCKS, B. *et al.* The fractal dimension of lichens and the distribution of arthropod body lengths. **Functional Ecology**, p. 457-460, 1991.

SOUZA, A. L. T. Influência da estrutura do habitat na abundância e diversidade de aranhas. *In*: GONZAGA, M. O.; SANTOS, A. J.; JAPYASSÚ, H. F. (Org.). **Ecologia e Comportamento de Aranhas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2007. p. 25-43.

SPIELMANN, A. A.; MARCELLI, M. P. **Fungos Liqueenizados (Líquens)**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.

STUBBS, Constance S. *Patterns* of distribution and abundance of corticolous lichens and their invertebrate associates on *Quercus rubra* in Maine. **Bryologist**, p. 453-460, 1989.

UETZ, G. W.; JOHNSON, A. D.; SCHEMSKE, D. W. Web placement, web structure, and prey capture in orb-weaving spiders. *Bull. Br. Arachnol. Soc.*, v. 4, p. 141-148, 1978.

World Spider Catalog. World Spider Catalog. Version 26. **Natural History Museum Bern**, online at <http://wsc.nmbe.ch>, accessed on 25 fev. 2025, 2025. DOI: 10.24436/2

CAPÍTULO 4

CULTIVO E DESENVOLVIMENTO IN VITRO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE ORQUÍDEAS

IN VITRO CULTIVATION AND DEVELOPMENT OF DIFFERENT SPECIES OF ORCHIDS

Fernanda Miranda da Silva   

Estudante de graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, Brasil

Samuel Silva de Miranda   

Estudante de graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, Brasil

Sylvia Cristina Pinho Teixeira de Azevedo   

Estudante de graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, Brasil

Leidiane de Cássia de Sousa Lima   

Mestranda em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, Brasil

Wellygton Lopes da Gama   

Estudante de graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, Brasil

Ana Maria Moreira Fernandes   

Doutora em Ciências Ambientais, Docente da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, Brasil

Felipe Fajardo Villela Antolin Barberena   

Doutor em Botânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Docente da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Capitão Poço-PA, Brasil

Herica Santos de Oliveira   

Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Docente do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, Brasil

Vicente Savonitti Miranda   

Doutor em Biotecnologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Docente do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, Brasil

Joanne Moraes de Melo Souza   

Doutora em Química pela Universidade Federal do Pará, Docente do Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos (ISARH), Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém-PA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.175.1010 

Resumo: A pesquisa teve como objetivo desenvolver protocolos de germinação e multiplicação *in vitro* para as espécies de orquídeas *Camaridium ochroleucum*, *Epidendrum nocturnum* e *Epidendrum carpophorum*. O experimento foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia Vegetal da UFRA, em Belém-PA. Para a germinação *in vitro*, sementes imaturas de *Camaridium ochroleucum* e *Epidendrum nocturnum* foram coletadas de cápsulas fechadas, desinfestadas e inoculadas em frascos contendo meio de cultura MS completo e ½ MS, suplementados com carvão ativado e diferentes concentrações de sacarose (1%, 2% e 3%). O delineamento foi inteiramente casualizado, com 2 a 3 repetições, avaliando-se a formação de protocormos a cada 30 dias. Na etapa de multiplicação *in vitro*, plântulas germinadas *in vitro* de *E. carpophorum* foram cultivadas em MS com quatro diferentes concentrações de sais (50%, 100%, 150% e 200%), combinadas a dois tipos de vedação: tampa plástica e papel alumínio. As variáveis analisadas incluíram altura da parte aérea, número de folhas, número e comprimento de raízes e massa fresca total, após 84 dias de cultivo. Os resultados demonstraram que *C. ochroleucum* apresentou germinação em tratamentos com menor concentração de sais e sacarose, enquanto *E. nocturnum* não germinou nos primeiros 60 dias. Já na multiplicação de *E. carpophorum*, os melhores resultados foram observados com 150% de MS e tampa plástica (T3P), embora o tratamento com papel alumínio e 50% de sais (T1A) tenha promovido maior desenvolvimento radicular e massa fresca. Conclui-se que tanto os nutrientes quanto o tipo de vedação influenciam significativamente o cultivo *in vitro* dessas espécies.

Palavras-chave: *In vitro*. Orquídea. Protocormo. Semente.

Abstract: The study aimed to develop *in vitro* germination and multiplication protocols for the orchid species *Camaridium ochroleucum*, *Epidendrum nocturnum*, and *Epidendrum carpophorum*. It was carried out at the Plant Biotechnology Laboratory of UFRA, in Belém, Brazil. For germination, immature seeds were taken from closed capsules, disinfected, and inoculated into flasks containing full-strength and half-strength MS medium, supplemented with activated charcoal and varying sucrose concentrations (1%, 2%, and 3%). A completely randomized design was used, with two to three replications, assessing protocorm formation every 30 days. During the multiplication phase, aseptic *E. carpophorum* seedlings were cultivated on MS medium with four salt concentrations (50%, 100%, 150%, and 200%) and two sealing types: plastic cap and aluminum foil. After 84 days, variables such as shoot height, number of leaves, root number and length, and total fresh mass were evaluated. Results showed that *C. ochroleucum* germinated better under treatments with lower salt and sucrose levels, while *E. nocturnum* did not germinate within the first 60 days. In the multiplication stage of *E. carpophorum*, the best performance was observed using 150% MS and plastic sealing (T3P), although the treatment with aluminum foil and 50% salts (T1A) favored greater root development and fresh mass. The findings suggest that both nutrient concentration and sealing method have a significant influence on the *in vitro* cultivation of these orchid species.

Keywords: *In vitro*. Orchid. Protocorm. Seed.

1 INTRODUÇÃO

A família Orchidaceae é considerada uma das maiores famílias dentre as angiospermas, sendo constituída por aproximadamente 28.000 espécies aceitas, distribuídas em cerca de 850 gêneros (Govaerts *et al.*, 2011). As orquídeas são plantas herbáceas perenes bastante diversificadas em relação ao tamanho, forma dos caules, folhas e cor de suas flores (Schneider *et al.*, 2012). Devido às diferenças morfológicas, fisiológicas e genéticas entre as espécies de orquídeas, o desenvolvimento vegetal varia significativamente entre elas.

A espécie *Camaridium ochroleucum* Lindl. apresenta hábito predominantemente epífita e rupícola, com registros de ocorrência no norte, nordeste, centro-oeste e suldeste do território brasileiro. Por sua vez, a espécie *Epidendrum nocturnum* Jacq., pode ocorrer como epífita, rupícola ou terrestre, possuindo ampla distribuição geográfica no Brasil. A espécie *Epidendrum carpophorum* Barb.Rodr. é classificada como uma orquídea epífita facultativa, amplamente distribuída nos biomas Amazônia, Caatinga e Mata Atlântica, com ocorrência documentada nos estados do Amapá, Amazonas, Bahia, Pará e Rio de Janeiro (Barros *et al.*, 2015).

O ciclo de vida das orquídeas é bastante específico e distinto em comparação com outras famílias de plantas. Em seu ambiente natural, suas sementes enfrentam desafios para germinar devido à ausência de reservas nutricionais adequadas (Soares *et al.*, 2017). Com isso, o cultivo *in vitro* surge como uma alternativa segura para facilitar o desenvolvimento de espécies de orquídeas. De acordo com Maciel *et al.* (2000), a utilização da micropropagação vegetal apresenta-se como uma estratégia eficaz, especialmente por meio do cultivo *in vitro*, amplamente adotado no cultivo de espécies ornamentais. Essa metodologia possibilita a multiplicação de mudas em grande escala, em um intervalo reduzido de tempo e independentemente da estação. Já para Grattapaglia e Machado (1998), a clonagem rápida de plantas por meio dessa abordagem torna-se uma ferramenta importante na produção de mudas com qualidade superior, favorecendo não apenas a recuperação de espécies em risco, mas também sua reintrodução em ambientes naturais.

O objetivo da pesquisa foi estudar o comportamento de diferentes espécies de orquídeas na germinação e desenvolvimento *in vitro* para o desenvolvimento de protocolo eficiente de cultivo *in vitro* destas espécies.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Belém, durante o período de dezembro a julho de 2024.

2.2 Material vegetal para a germinação *in vitro*

Cápsulas imaturas e fechadas de orquídeas das variedades *Camaridium ochroleucum* e *Epidendrum nocturnum* foram coletadas, respectivamente, no Viveiro do Campos em Capitão Poço e no Bosque Rodrigues Alves em Belém para a utilização no cultivo *in vitro*.



2.3 Germinação *in vitro* de *Camaridium ochroleucum* e *Epidendrum nocturnum*

As cápsulas foram inicialmente submetidas a um processo de desinfecção, o qual consistiu em lavagem em água corrente com detergente neutro, visando à remoção de impurezas. Posteriormente em Câmara de Fluxo Lâminar, as cápsulas foram imersas em solução de álcool etílico 70% (v/v) por 1 minuto, e desinfestadas em solução comercial de hipoclorito a 2,0-2,5% (v/v) com 3 gotas de Tween por 50 minutos, seguido de lavagem por três vezes em água destilada autoclavada. Após a desinfestação, dentro da Câmara de Fluxo Lâminar, as cápsulas foram abertas com o auxílio de bisturi e as sementes inoculadas em frascos contendo meio de cultura.

Para a germinação *in vitro* foram utilizados dois meios de cultura, o meio Murashige e Skoog (MS) e um segundo meio contendo a metade das concentrações dos sais do meio MS (½ MS), com diferentes concentrações de sacarose (1%, 2% e 3%), suplementado com 2,5 gL⁻¹ de carvão ativado, de acordo com o Tabela 1. As sementes inoculadas nos frascos contendo os meios de cultura foram mantidas em sala de crescimento com temperatura de 27⁰C ± 2⁰C e fotoperíodo de 16h de luz.

Tabela 1 - Distribuição dos Tratamentos utilizados no experimento para a germinação *in vitro* das orquídeas *Camaridium ochroleucum* e *Epidendrum nocturnum*.

Tratamentos	Meio de cultura	Sacarose (g)
T1	MS	3%
T2	MS	2%
T3	MS	1%
T4	1/2 MS	3%
T5	1/2 MS	2%
T6	1/2 MS	1%

Fonte: Autores, 2024.

O delineamento experimental utilizado nesta pesquisa foi o inteiramente casualizado. A porcentagem de germinação *in vitro* foi avaliada mensalmente a cada 30 dias. Foram consideradas sementes germinadas aquelas que apresentaram protocormos desenvolvidos.

2.4 Multiplicação *in vitro* de *Epidendrum Carpoporum*

Para a multiplicação *in vitro*, foram utilizadas plântulas saudáveis e assépticas da orquídea *Epidendrum carpoporum*.

Neste experimento, foram avaliados a multiplicação *in vitro* de *E. carpoporum* em diferentes concentrações dos sais do meio MS Murashige e Skoog (1962): 50% dos sais, T2 100% dos sais, T3 150% dos sais e T4 utilizou-se 200% dos sais. Todos os tratamentos foram suplementados com 30g L⁻¹ sacarose por e 2g L⁻¹ de Phytigel. O pH do meio foi ajustado a 5,8 e posteriormente submetido a autoclave a 120⁰C por 20 minutos para esterilização.

Também foi avaliado a influência de dois tipos diferentes de vedação dos frascos na morfogênese das plântulas multiplicadas *in vitro*: tampa de polietileno (P) e papel alumínio (A) (Figura 1).

Figura 1 - Frascos com *Epidendrum carpopborum* vedados com papel alumínio e vedados com tampa de polietileno.



Fonte: Autores, 2024.

Sendo designados os tratamentos de acordo com a Tabela 2. As plântulas foram mantidas em sala de crescimento com temperatura em $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ com fotoperíodo de 16h luz por 84 dias. Ao final do experimento avaliou-se as seguintes variáveis: Altura da parte aérea (cm), número de folhas, número de raízes, massa fresca total (g), comprimento da raiz (cm) e o porcentagem de contaminações.

O delineamento experimental utilizado nesta pesquisa foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2, com quatro concentrações de sais do meio MS e duas vedações diferentes, totalizando 8 tratamentos, cada tratamento com 5 repetições, cada repetição representada por um frasco contendo uma plântula por frasco. Os dados obtidos foram analisados e submetidos a cálculo de média.

Tabela 2 - Distribuição dos Tratamentos utilizados no experimento para a micropropagação *in vitro* de *Epidendrum carpopborum*.

TRATAMENTOS	TIPO DE VEDAÇÃO	MEIO DE CULTURA
T1P	Tampa de polietileno	50% MS
T2P		100% MS
T3P		150% MS
T4P		200% MS
T1A		50% MS

T2A	Tampa de alumínio	100% MS
T3A		150% MS
T4A		200% MS

Fonte: Autores, 2024.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Germinação *in vitro* de *Camaridium ochroleucum* e *Epidendrum Nocturnum*

Na presente pesquisa precedeu-se uma análise dos tratamentos no período inicial de 30 e 60 dias após a inoculação de sementes em meio de cultura, para a observação da germinação das sementes, em específico a formação dos protocormos, estruturas iniciais resultantes da germinação das sementes de orquídeas, que se desenvolvem em um ponto vegetativo de onde surge o primeiro ramo da planta.

Os resultados preliminares indicam a ausência de desenvolvimento de protocormos na espécie *Epidendrum nocturnum*, o que sugere a espécie possui uma germinação lenta das sementes utilizadas nos meios de cultura testados (Tabela 3). Silva *et al.* (2016) observaram que sementes obtidas por polinização manual e utilizadas em germinação assimbiótica resultaram na formação de protocormos de *Epidendrum nocturnum* aos quinze dias após a semeadura em meio MS, destacando a eficiência do protocolo utilizado.

Por outro lado, a espécie *Camaridium ochroleucum* iniciou o desenvolvimento protocormos nos tratamentos com baixa concentração de sais como o T3 (MS com 1% de sacarose) e nos tratamentos T4 e T5, com em meio 1/2 MS, respectivamente, com 3 e 2% de sacarose, o que pode indicar que a espécie tem uma germinação mais rápida e a influência de poucos sais para a germinação *in vitro*.

Tabela 3 - Porcentagem de desenvolvimento de protocormos nos primeiros 60 dias em diferentes meios de cultura para a germinação *in vitro* para as espécies de Orquídeas *Epidendrum nocturnum* e *Camaridium ochroleucum*.

Espécie	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>E. nocturnum</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>C. ochroleucum</i>	0%	0%	33,3%	33,3%	33,3%	0%

Fonte: Autores, 2024.

No entanto, dada a fase inicial da pesquisa, é importante considerar que esses resultados podem ser influenciados por diversos fatores e ainda não fornecem uma visão completa do comportamento dessas espécies. Seria relevante aprofundar a investigação das variáveis envolvidas

nos tratamentos para compreender melhor seus impactos na germinação das sementes de cada espécie.

Também se avaliaram os tratamentos que obtiveram contaminação ao longo do período para a espécie *Epidendrum nocturnum* e posteriormente para a espécie *Camaridium ochroleucum* (Tabela 4). Para a espécie *Epidendrum nocturnum*, apenas o tratamento T4 contaminação (50%). Por outro lado, na espécie *Camaridium ochroleucum* houve contaminação em diferentes tratamentos, com 100% de contaminação nos tratamentos T2 e T6, e 33,3% nos tratamentos T3 e 33,3% no T5.

A contaminação *in vitro* pode ser influenciada por uma variedade de fatores, incluindo a qualidade condições de cultivo, manipulação experimental e até mesmo características inerentes das sementes de cada espécies. É crucial reconhecer que a presença de contaminação pode afetar significativamente os resultados experimentais da geminação *in vitro*.

Tabela 4 - Porcentagem de Contaminação nos primeiros 60 dias de germinação *in vitro* em diferentes meios de cultura para as espécies de orquídeas *Epidendrum nocturnum* e *Camaridium ochroleucum*.

Espécie	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>E.nocturnum</i>	0%	0%	0%	50%	0%	0%
<i>C.ochroleucum</i>	0%	100%	33,3%	0%	33,3%	100%

Fonte: Autores, 2024.

3.2 Multiplicação *in vitro* de *Epidendrum Carpophorum*

A multiplicação *in vitro* de *Epidendrum carpophorum* foi analisada aos 81 dias após a inoculação, para o acompanhamento das variáveis propostas. De acordo com os dados da Tabela 3, observa-se que os tratamentos influenciaram de forma diferente a altura da parte aérea, pode-se observar que houve variação em todos os tratamentos, destacando-se o tratamento T3P (150% de MS com tampa de plástico) com maior altura (0,72 cm).

Quanto ao número médio de folhas obtidas para os frascos com tampa plástica, conforme apresentado na Tabela 5, os dados foram analisados da seguinte forma: o tratamento T3P, com 150% das concentrações do Meio MS, destacou-se com a maior média de 9,80 folhas, enquanto que o tratamento T4P apresentou a média de 5,40 folhas, sendo a menor entre os tratamentos.

No estudo realizado, foram analisados os resultados referentes ao número de raízes entre os diferentes tratamentos. Observou-se uma variação, com a menor média de 4,60 raízes e a maior média de 6,60 raízes para os tratamentos com tampa plástica. Os referidos resultados evidenciam as diferenças na resposta aos tratamentos aplicados. Para a variável comprimento de raiz, o tratamento T1P, com 50% dos sais, obteve um comprimento médio superior de 2,70 em relação aos demais tratamentos. O Tratamento T2P, utilizando 100% dos sais, apresentou um comprimento médio de 2,12 cm. O Tratamento T3P, com 150% dos sais, alcançou um comprimento médio de



2,22 cm. Por fim, o Tratamento T4P, com 200% dos sais do meio MS, demonstrou a menor média de 1,24 cm.

A massa fresca total das plântulas de *E. carpophorum* apresentou maior peso médio registrado foi de 0,3048 g no tratamento T3P.

Tabela 5 – Avaliação da Multiplicação *in vitro* de *Epidendrum carpophorum* com vedação de frascos com tampa plástica (P) em diferentes concentrações de sais do meio MS.

Tratamento	A (cm)	NF	NR	CR (cm)	MF (g)
T1P	0,56	5,80	6,00	2,70	0,233
T2P	0,68	7,40	6,40	2,12	0,193
T3P	0,72	9,80	6,60	2,22	0,305
T4P	0,60	5,40	4,60	1,24	0,122

Nota: médias das análises de altura da parte aérea (A), número de folhas (NF), número de raízes (NR), comprimento de raiz (CR) e massa fresca total (MF), T1 (50% MS), T2 (100%MS), T3 (150% MS) e T4 (200%MS).

Fonte: Autores, 2024.

Os dados obtidos demonstraram diferenças, em centímetros, da parte aérea de *E. carpophorum* em resposta aos diferentes tratamentos com tampa de papel alumínio (Tabela 6). O tratamento T1A apresentou a maior média de altura (1,44 cm). Os resultados demonstraram diferenças na avaliação de média no número médio de folhas e raízes entre os tratamentos (Tabela 6). O tratamento T1A apresentou o maior número médio de folhas, com média de 7,20 e 7,40 em relação as raízes, indicando um maior desenvolvimento vegetativo em comparação aos demais tratamentos. Os tratamentos T2A e T3A apresentaram valores intermediários, enquanto o tratamento T4A apresentou os menores valores para ambas as variáveis. Já ao analisar o comprimento radicular, observou-se diferenças marcantes entre os tratamentos. As plantas submetidas ao tratamento T1A apresentaram raízes significativamente mais longas. Concomitante, a massa média total das plantas também variou consideravelmente entre os tratamentos. O grupo T1A exibiu a maior massa (0,256 g).

A análise comparativa dos resultados indica que os tratamentos com tampa de papel alumínio influenciaram positivamente o desenvolvimento radicular e o crescimento geral das plantas. Isso sugere que o alumínio pode ter contribuído para a regulação da luminosidade e da temperatura no sistema radicular, favorecendo tanto o desenvolvimento das raízes quanto o crescimento geral das plantas. Donini, Figueiredo e Schuch (2011), observaram que o uso de papel alumínio como vedação, combinado ao nitrato de prata, resultou em maior número de folhas e maior alongamento dos brotos de oliveira ‘Arbequina’ cultivados *in vitro*, indicando melhora nas condições do microambiente.

Tabela 6 – Avaliação da Multiplicação *in vitro* de *Epidendrum carpoporum* com vedação de frascos com tampa de alumínio (A) em diferentes concentrações de sais do meio MS.

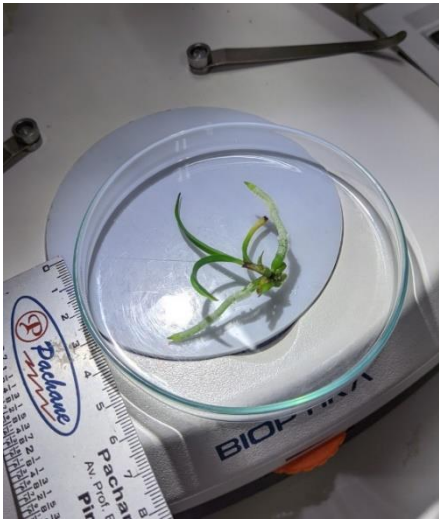
Tratamento	A (cm)	NF	NR	CR (cm)	MF (g)
T1A	1,44	7,20	7,40	2,36	0,256
T2A	0,52	6,80	4,60	2,04	0,158
T3A	0,73	3,80	5,00	0,97	0,065
T4A	0,40	3,60	4,20	0,88	0,047

Nota: média das análises de altura da parte aérea (A), número de folhas (NF), número de raízes (NR), comprimento de raiz (CR) e massa fresca total (MF) T1 (50% MS), T2 (100%MS), T3 (150% MS) e T4 (200%MS).

Fonte: Autores, 2024.

Os dados coletados nesta pesquisa demonstraram que as diferentes concentrações do meio MS de cultura de Murashige e Skoog (1962) e as variações nos tipos de vedação, plástico e papel alumínio, exerceram influência positiva sobre o crescimento e o desenvolvimento de *E. carpoporum*. As variáveis analisadas, como número de folhas, raízes, altura da parte aérea e massa fresca, demonstraram respostas distintas aos tratamentos aplicados. Em relação aos tratamentos com tampa de papel alumínio, o tratamento T1A (Figura 2) demonstrou bons resultados entre em todas as variáveis analisadas. Tais resultados indicam uma possível interferência do material utilizado no desenvolvimento da planta, assim como a concentração menor de sais influenciou positivamente o crescimento vegetal das orquídeas. Tsutsumoto (2024), observou que concentrações reduzidas de sais e o uso de materiais naturais no cultivo *in vitro* favoreceram o crescimento de orquídeas nativas. Essas pesquisas reforçam a ideia de que a menor concentração de sais e o uso de tampa de papel alumínio podem ter influenciado positivamente o desenvolvimento vegetal.

Figura 2 - *Epidendrum carpoporum* retirado de um frasco do Tratamento 1 com tampa de alumínio.



Fonte: Autores, 2024.

A comparação entre os tratamentos com tampa de plástico e alumínio indica que o tipo de vedação também influenciou diretamente o desenvolvimento das plantas. Em geral, os tratamentos com tampa de alumínio, tratamentos A, apresentaram bons resultados em relação à altura da parte aérea e ao número de folhas, sugerindo que esse tipo de cobertura pode ter proporcionado um microambiente mais favorável ao crescimento.

Os resultados indicam uma relação positiva entre a concentração do meio de cultura, o número de folhas e a massa fresca total. Plantas com maior número de folhas tendem a apresentar maior capacidade fotossintética, o que resulta em uma maior produção de biomassa e, conseqüentemente, maior massa fresca. Além disso, a relação entre o número de raízes e a altura da parte aérea sugere que um sistema radicular mais desenvolvido pode fornecer maior suporte e absorção de nutrientes, contribuindo para o crescimento em altura.

4 CONCLUSÃO

4.1 Germinação *in vitro* de *Camaridium ochroleucum* e *Epidendrum nocturnum*

Conclui-se que a espécie *Camaridium ochroleucum* reagiu melhor aos meios testados em relação a outra espécie. A menor concentração de sacarose mostrou-se eficiente na germinação desta espécie quando inoculadas em Meio MS, para o meio 1/2MS a germinação foi satisfatória nos dois tratamentos que não foram afetados por contaminação. Sugere-se a realização de mais pesquisas testando outros meios de cultura.

4.2 Multiplicação *in vitro* de *Epidendrum carphorum*

Considerando os resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que a concentração dos sais do meio de cultura MS e o tipo de cobertura utilizados nos vasos influenciaram significativamente o crescimento e desenvolvimento de plântulas de *E. carphorum*.

A pesquisa mostrou que a maneira como as mudas de orquídea *E. carphorum* são cultivadas influencia diretamente no seu crescimento. Ao variar a concentração de nutrientes e o tipo de vedação dos frascos, observou-se diferenças no desenvolvimento das plantas.

As tampas de plástico, em geral, favoreceram o crescimento vegetativo, enquanto as de papel alumínio promoveram um desenvolvimento mais equilibrado entre a parte aérea e as raízes. Esses resultados indicam que tanto a nutrição quanto a luminosidade nas raízes são fatores importantes para o desenvolvimento da espécie.

REFERÊNCIAS

BARROS, F. de; VINHOS, F.; RODRIGUES, V.T.; BARBARENA, F.F.V.A.; FRAGA, C.N.; PESSOA, E.M.; FORTES, W.; NETO, L.; FURTADO, S.G.; NARDY, C.; AZEVEDO, C.O.;

GUIMARÃES, L.R.S. **Orchidaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB11266>

DONINI, L. P.; FIGUEIREDO, G. S.; SCHUCH, M. W. **Nitrato de prata e diferentes tipos de vedação na multiplicação in vitro de oliveira ‘Arbequina’**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 9, p. 1533–1538, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/dvcLNQZfZjNWbWqLPk4H5JF/>.. Acesso em: 20 de jun. 2025.

GOVAERTS, R. *et al.* **World Checklist of Orchidaceae**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2011. Disponível em: <https://wmsp.science.kew.org>. Acesso em: 25 jun. 2025.

GRATTAPLAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. *In*: TORRES, A. C. *et al.* (Org.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPq, 1998. p. 183–260.

MACIEL, A. L. R.; SILVA, A. B.; PASQUAL, M. Aclimação de plantas de violeta (*Saintpaulia ionantha* Wendl.) obtidas in vitro: efeitos do substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 9–12, 2000.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 473–497, 1962.

SCHNEIDERS, D.; PESCADOR, R.; BOOZ, M. R.; SUZUKI, R. M. Germinação, crescimento e desenvolvimento in vitro de orquídeas (*Cattleya* spp., Orchidaceae). **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 185-191, 2012.

SOARES, J. S.; RIBEIRO, L. M.; SORGATO, J. C. Germinação e crescimento in vitro de *Dendrobium nobile* Lindl. sem subcultivo em meio de cultura alternativo/seed quantity on in vitro cultivation of *Dendrobium nobile* Lindl. in alternative culture media without subculture. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 11, p. 365-372, 2017.

SILVA, C. S.; ARAÚJO, L. G.; SOUSA, K. C. I.; CARVALHO, J. B. C.; GONÇALVES, L. A.; CARNEIRO, L. L. Cultivo in vitro de *Epidendrum nocturnum* (Orchidaceae) ocorrente no Cerrado da região Centro-Oeste. **Rodriguésia**, v. 67, n. 4, p.1083-1091, 2016.

TSUTSUMOTO, NAYRA YUMI. **Crescimento in vitro e aclimação de orquídeas nativas com potencial ornamental e paisagístico**. 2024. 119 f. tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Ilha Solteira, 2024.

CAPÍTULO 5

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA CONVENCIONAL E TRANSGÊNICAS COM E SEM CONTROLE AMBIENTAL

STORAGE OF CONVENTIONAL AND TRANSGENIC SOYBEAN SEEDS WITH AND
WITHOUT ENVIRONMENTAL CONTROL

Priscylla Martins Carrijo Prado   

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, Brasil

Gabriela Silva Mendes Coutinho   

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, Brasil

Alline Emannuelle Chaves Ribeiro   

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, Brasil

Aryane Ribeiro Oliveira   

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, Brasil

Ítalo Careli-Gondim   

Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, Brasil

Márcio Caliar   

Doutor em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Goiânia-GO, Brasil

Marivone Moreira dos Santos   

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás, Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Departamento de Agricultura, Goiânia-GO, Brasil

Manoel Soares Soares Júnior   

Doutor em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Goiânia-GO, Brasil

DOI: 10.52832/wed.175.1011 

Resumo: Cultivares geneticamente modificados podem reduzir custos e melhorar os rendimentos e a lucratividade da lavoura de soja. Contudo, ainda existe carência de informações a respeito da pós-colheita das sementes produzidas com as diferentes tecnologias genéticas, e há relatos de que as sementes transgênicas vêm apresentando decréscimo significativo na sua qualidade ao longo do armazenamento, em comparação a cultivares convencionais. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar as alterações nas propriedades físicas, fisiológicas e físico-químicas de sementes de soja de cultivares transgênicas e convencional durante o armazenamento sob condições com e sem controle ambiental. No intuito de gerar informações principalmente para os produtores de soja que produzem suas próprias sementes. Delineamento inteiramente casualizado foi utilizado, com esquema fatorial 3x2x5, sendo três cultivares, duas condições de armazenamento e cinco tempos de avaliações, a cada 45 dias. A cultivar afetou a maioria das propriedades químicas e físico-químicas, já o tempo e as condições de armazenamento as propriedades fisiológicas e a Aw. O ambiente em Goiânia preserva a germinação das três cultivares por 180 dias, contudo o vigor da cultivar NS 7780 IPRO foi mantido por apenas 90 dias, e a partir de 45 dias já estavam fora dos padrões as cultivares BRS 284 e Desafio RR. A viabilidade da cultivar NS 7780 IPRO foi preservada por 45 dias, da BRS 284 por 90 dias e da Desafio RR por quase todo o armazenamento. O ambiente controlado é o mais indicado para preservar as propriedades fisiológicas das sementes de soja.

Palavras-chave: *Glycine max* L. Roundup Read. Propriedades fisiológica. Propriedades físico-químicas.

Abstract: Genetically modified cultivars have the potential to reduce costs, improve yields, and enhance the profitability of soybean farming. However, there remains a lack of information regarding the post-harvest quality of seeds produced using different genetic technologies. Reports indicate that transgenic seeds have exhibited a significant decline in quality during storage compared to conventional cultivars. This study aimed to evaluate changes in the physical, physiological, and physicochemical properties of soybean seeds from transgenic and conventional cultivars during storage under controlled and uncontrolled environmental conditions. The primary goal was to provide relevant information to soybean producers who generate their own seeds. A completely randomized design was employed, following a 3×2×5 factorial scheme, considering three cultivars, two storage conditions, and five evaluation intervals every 45 days. The cultivar significantly influenced most of the chemical and physicochemical properties, while storage time and conditions predominantly affected physiological properties and water activity (*Aw*). In Goiânia's environmental conditions, seed germination was preserved in all three cultivars for up to 180 days. However, the vigor of cultivar NS 7780 IPRO was maintained for only 90 days, while cultivars BRS 284 and Desafio RR fell below quality standards after just 45 days. Seed viability was preserved for 45 days in cultivar NS 7780 IPRO, 90 days in BRS 284, and nearly the entire storage period in Desafio RR. Overall, controlled storage conditions were found to be the most effective in preserving the physiological properties of soybean seeds.

Keywords: *Glycine max* L.. Roundup Ready. Physiological properties. Physicochemical properties.

1 INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* L., é uma leguminosa utilizada na composição de rações para alimentação animal e humana, sendo aproveitados quase todos os subprodutos do seu processamento, como cascas, resíduos da limpeza dos grãos e da extração de óleo (Mateus *et al.*, 2017). Devido à grande utilização, o cultivo de soja vem aumentando a cada safra, posicionando o



Brasil como o maior exportador desse grão, além de ser o segundo maior produtor em nível mundial (Conab, 2019).

O genótipo, além de rendimentos mais altos, influencia na tolerância ao estresse térmico e hídrico das sementes, apresentando diferentes níveis de capacidade ao armazenamento (Carvalho *et al.*, 2014a). Os produtores de soja que produzem suas próprias sementes precisam armazená-las durante o período entre a colheita e o próximo cultivo, mas normalmente não possuem locais adequados, e geralmente as armazenam sem nenhum tipo de controle ambiental. Por outro lado, se as sementes forem adquiridas pelo produtor em uma empresa, o produto certamente teria sido armazenado em condições controladas de temperatura do ar, umidade relativa do ar e teor de umidade na semente (abaixo de 13%), dentro dos padrões exigidos para comercialização. Se as sementes não forem semeadas imediatamente após a colheita, estarão suscetíveis a alterações nas suas propriedades fisiológicas e físico-químicas, que serão influenciadas pelas condições de armazenamento (Brandelero *et al.*, 2019).

Trabalhos apontam que sementes de soja de tecnologia transgênica, apesar do maior teor de lignina, que indica maior resistência a danos, reduzem o poder fisiológico com maior ou igual significância do que cultivares convencional (Carvalho *et al.*, 2012, 2014b). Prado *et al.*, (2020) avaliaram se o tempo de armazenamento e as condições de armazenamento (com controle: 12 ° C $\pm$ 2 e 70% $\pm$ 5 UR e sem controle ambiental) afetam as propriedades físicas, químicas e fisiológicas das sementes de soja da cultivar NS 7780 IPRO, e reportaram que a condição ambiental não preservou as propriedades fisiológicas das sementes de soja desta cultivar por um período superior a 90 dias. A germinação das sementes permaneceu adequada até o final do armazenamento controlado (360 dias) e o vigor estava dentro dos padrões estabelecidos para comercialização até 180 dias de armazenamento.

Greggio e Bonini (2014) constataram que o armazenamento, no caso de oleaginosas, é o principal fator para o aumento de acidez do óleo bruto, o que aumenta o custo para refino desse material, além de maiores perdas de matéria graxa e proteína, essenciais para o rendimento de óleo e qualidade do farelo de soja, respectivamente.

Tais estudos demonstram a importância de se conhecer a influência da pós-colheita na qualidade de sementes e de novos genótipos de soja disponíveis no mercado, a fim de garantir sua conservação e a produção da próxima safra. A partir desta problemática, o objetivo deste estudo foi avaliar as alterações nas propriedades fisiológicas, físicas e físico-químicas de sementes de soja de cultivares transgênicas e convencional durante o armazenamento sob condições com e sem controle ambiental, com intuito de gerar informações principalmente para quem produz suas próprias sementes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

As sementes da cultivar BRS 284 (tecnologia convencional) foram cultivadas em Santo Antônio de Goiás-GO; as da cultivar Desafio RR (8473 RSF) (tecnologia RR, que indica resistência ao herbicida glifosato) em Chapadão do Céu; e as da cultivar NS 7780 IPRO, em Cristalina/GO, e foram colhidas entre 24 de fevereiro e 20 de abril de 2019.

2.2 Métodos

O experimento foi desenvolvido em Goiânia, Goiás, Brasil, no período de 10 de maio a 06 de novembro de 2019. As amostras foram homogeneizadas, quarteadas e avaliadas quanto à qualidade fisiológica e físico-químicas. Em seguida, as sementes foram divididas em duas sub-amostras, acondicionadas em embalagens de polipropileno trançado e mantidas sob armazenamento, sendo uma armazenada em ambiente controlado, com temperatura de $12\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e umidade relativa do ar (UR) de $70\% \pm 5$, e a outra permaneceu em ambiente sem controle, cujas condições variaram conforme os dados registrados na estação meteorológica (UFG, 2020). Um Delineamento Inteiramente Casualizado foi utilizado, com esquema fatorial $3 \times 2 \times 5$, sendo 3 cultivares de soja, 2 condições de armazenamento (ambiente controlado e não controlado) e 5 avaliações periódicas (a cada 45 dias), em três repetições originais.

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com a AOAC (2016). A umidade pelo método de secagem em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ até peso constante (método 925.45b); o teor de lipídios por extração com éter de petróleo em *Saxhlet* (método 920.39); o teor de nitrogênio total pelo método micro Kjeldahl, que multiplicado por 6,25 resultou na estimativa do teor de proteína bruta (método 960.52); o teor de cinzas por incineração em forno mufla a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ até completa carbonização (método 923.03); e o teor de carboidratos pela diferença entre a somatória dos componentes e 100 (FAO, 2003).

Também foi determinada a atividade de água, utilizando equipamento digital de bancada (AquaLab, CX-2-T, Washington, EUA); o pH, a partir da adição de 2,5 g da amostra em 25 mL de água destilada e medição em potenciômetro digital (método 981.12); e a acidez total por titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 N (método 947.05). Os parâmetros instrumentais de cor luminosidade (L^*), e as coordenadas de cromaticidade a^* (+vermelho/-verde) e b^* (+amarelo/-azul) foram determinados por meio de leitura direta em colorímetro portátil (Konica Minolta, CR-10, Osaka, Japão), e calculou-se o valor do ângulo Hue ou tonalidade (Ribeiro *et al.*, 2020).

A condutividade elétrica dos exsudatos ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) foi medida em condutivímetro (ION, DDS-12DW, Jundiaí, Brasil) após 25 sementes permanecerem submersas em 75 mL de água

destilada por 16h, a 25°C, em quatro repetições (Brandão Junior *et al.*, 1997). O teste de tetrazólio para avaliar o vigor e viabilidade (%) das amostras foi realizado de acordo com a Regra para Análise de Sementes (Brasil, 2009) e a classificação de 1 a 8, sendo de 1-3 o percentual de vigor e de 1-5 o percentual de viabilidade, conforme metodologia de França Neto *et al.* (1998). E a análise de germinação padrão (%), com contagens após oito dias, também seguindo a metodologia de Brasil (2009).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, análise de regressão, análise dos componentes principais e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis independentes cultivar, tempo de armazenamento e condição de armazenamento, e todas as suas interações afetaram significativamente ($p < 0,01$) a umidade, atividade de água (A_w), luminosidade (L^*), ângulo Hue (H°), vigor e germinação, conforme a análise de variância fatorial (Tabela 1). Enquanto que para acidez total titulável (ATT), viabilidade e condutividade elétrica (CE) somente a condição ($p = 0,15$), a cultivar ($p = 0,07$) e a interação cultivar*condição ($p = 0,19$), não foram significativas. Na análise de regressão para ATT , A_w , L^* , H° , vigor, viabilidade e CE em função do tempo, modelos significativos ($p < 0,05$) foram ajustados para as três cultivares avaliadas em ambas as condições de armazenagem. Não apresentaram modelos significativos ($p > 0,05$): umidade e germinação da cultivar NS 7780 IPRO armazenada em condição controlada, cinzas das cultivares BRS 284 e Desafio RR sem controle ambiental, lipídios das cultivares BRS 284 e Desafio RR, proteína da cultivar BRS 284 e das cultivares Desafio RR e NS 7780 IPRO 7780 em condição controlada, carboidratos das cultivares BRS 284 e NS 7780 IPRO e pH da cultivar Desafio RR.

A umidade das sementes de soja reduziu ao longo do armazenamento nas três cultivares de soja e em ambas as condições de armazenagem, com maior intensidade na condição sem controle de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 1). A região em que as sementes foram armazenadas (Goiânia-GO) possui condições climáticas bem definidas, período chuvoso e seco, e o experimento ocorreu no período mais seco com o início das chuvas (junho a novembro), o que pode ter contribuído para a maior perda de umidade nas sementes expostas as variações climáticas.

O teor de cinzas não foi influenciado pela condição de armazenamento, mas foram observadas alterações ao longo do tempo e entre as cultivares (Figura 1). O teor de cinzas aumentou após 180 dias de armazenamento, e na cultivar BRS 284 (convencional) foram verificados os maiores teores desde o início da pesquisa, variando de 5,29% a 5,88%, seguida pela Desafio RR (5,06% a 5,42%) e NS 7780 IPRO (4,98% a 5,32%) (Fig. 1).

Tabela 1 - Nível de significância dos efeitos da cultivar, tempo de armazenamento, condição de armazenamento e suas interações, sobre as propriedades físicas, físico-químicas e fisiológicas de sementes de soja das cultivares BRS 284 (convencional), Desafio RR e NS 7780 IPRO (transgênicas), armazenadas sob condições controladas (umidade relativa do ar de $70 \pm 5\%$ e temperatura de $12 \pm 2^\circ\text{C}$) e sem controle, durante 360 dias.

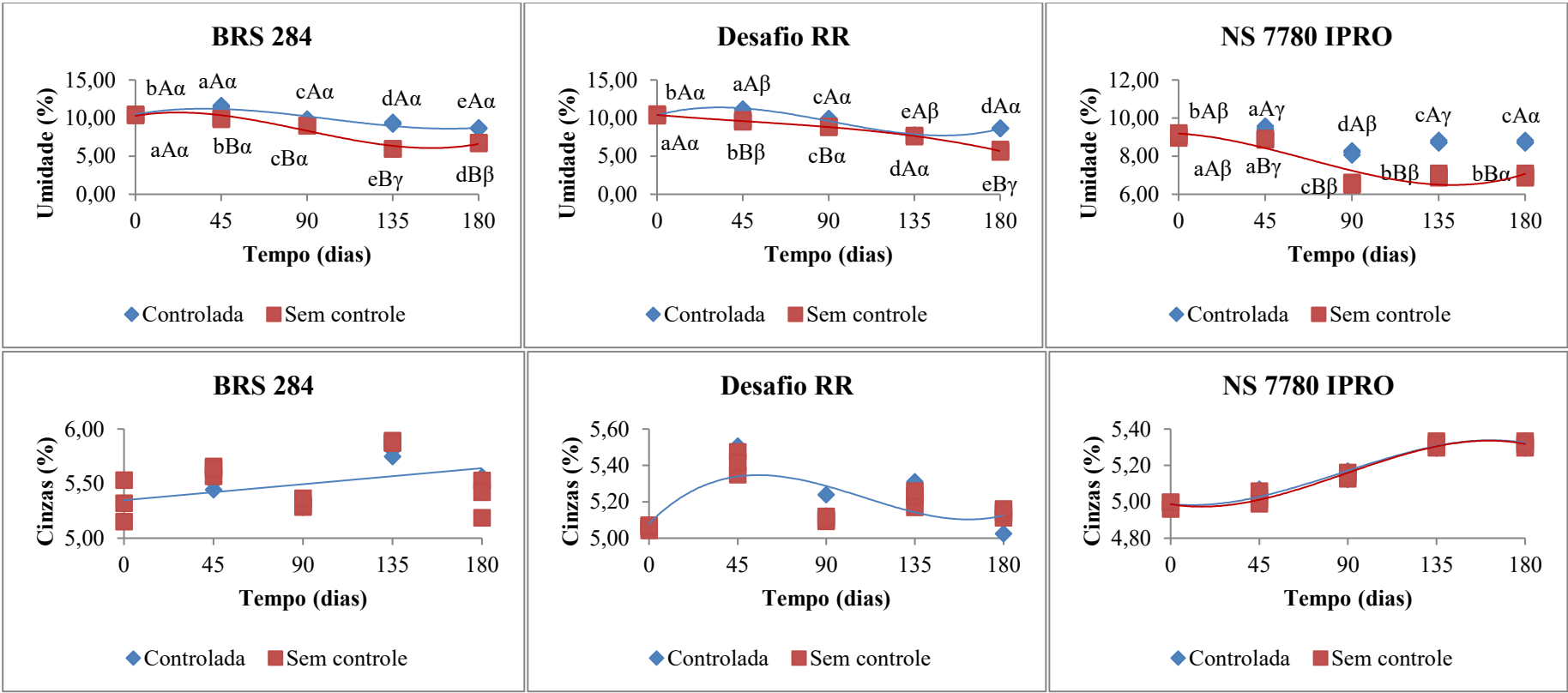
Efeito	Nível de significância (p)						
	Umid. ¹	Cinz. ²	Lipíd. ³	Prot. ⁴	Carb. ⁵	pH ⁶	ATT ⁷
Média	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tempo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Condição	0,00	0,93	0,00	0,03	0,00	0,22	0,15
Cultivar*Tempo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivar*Cond.	0,00	0,83	0,05	0,06	0,43	0,70	0,00
Tempo*Cond.	0,00	0,52	0,19	0,24	0,20	0,66	0,00
Cultivar*Tempo*Cond.	0,00	0,16	0,43	0,16	0,21	0,35	0,00
	Aw ⁸	L* ⁹	H° ¹⁰	Vigor ¹¹	Viab. ¹²	Germ. ¹³	CE ¹⁴
Média	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
Tempo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Condição	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivar*Tempo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivar*Cond.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19
Tempo*Cond.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cultivar*Tempo*Cond.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

¹Umidade (%); ²Cinzas (%); ³Lipídios (%); ⁴Proteína (%); ⁵Carboidratos (%); ⁶pH (adimensional); ⁷Acidez total titulável (%); ⁸Atividade de água (adimensional); ⁹Luminosidade (adimensional); ¹⁰Ângulo Hue (graus); ¹¹Vigor (%); ¹²Viabilidade (%); ¹³Germinação (%); ¹⁴Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)

Fonte: Autores, 2025.

Os lipídios apresentaram variação no tempo apenas para a cultivar NS 7780 IPRO, aumentando de 21,03% para mais de 23% durante os 180 dias, enquanto para a cultivar BRS 284 a variação foi de 24,62% a 24,76% e 24,13%, nas condições com e sem controle, e para a cultivar Desafio RR de 23,50% a 23,99% e 23,04%, respectivamente. A cultivar Desafio RR apresentou resultados superiores para proteína, 37,22% a 37,67%, no ambiente controlado e 35,70% no sem controle, e resultados inferiores para carboidratos (34,22% a 33,24% no ambiente controlado e 36,12% no sem controle). Enquanto as cultivares BRS 284 e NS 7780 IPRO obtiveram resultados semelhantes para proteína e para carboidratos, a cultivar NS 7780 IPRO se destacou entre as cultivares, com resultados mais elevados até o fim do armazenamento (38,34% a 36,70% no ambiente controlado e 37,01% no sem controle).

Figura 1 - Umidade e cinzas das sementes de soja, cultivares BRS 284, Desafio RR e NS 7780 IPRO, armazenadas sob condições controladas (umidade relativa do ar de 70 % ± 5 e temperatura de 12 °C ± 2) e sem controle, durante 360 dias. Letras minúsculas diferentes indicam que as médias nos tempos de armazenamento diferiram ($p \leq 0,05$) na mesma condição; letras maiúsculas diferentes representam que as médias nas condições de armazenamento diferiram ($p \leq 0,05$) no mesmo tempo; e diferentes letras gregas indicam diferença ($p \leq 0,05$) entre as cultivares em cada tempo e condição.



Fonte: Autores, 2025.

A ATT aumentou significativamente, cerca de 3%, ao longo do tempo para as três cultivares nas duas condições armazenamento, sendo que as cultivares transgênicas apresentaram maior índice de acidez, quando comparadas a convencional (Figura 2). A NS 7780 IPRO apresentou maiores valores desde o início do armazenamento, 11,69% a 14,22%, contudo a cultivar Desafio RR, que obteve menor ATT no início (9,37%), não diferiu da NS 7780 IPRO aos 180 dias na condição sem controle, pois aumentou para 14,78%.

A Aw reduziu ao longo do tempo em ambas as condições de armazenamento, com menores valores na condição sem controle (Figura 2). A cultivar NS 7780 IPRO apresentou os valores mais baixos até 135 dias e aos 180 dias os mais altos, quando comparada às outras duas cultivares que só se diferiram a partir de 135 dias, seguindo a mesma tendência da umidade das sementes. A Aw pode indicar o nível das reações bioquímicas e do desenvolvimento microbiano. Portanto, é possível inferir que as cultivares BRS 284 e Desafio RR estavam mais propícias ao desenvolvimento microbiano, por apresentarem valores de atividade de água acima de 0,6 até 90 dias em condição controlada e até 45 dias em condição sem controle.

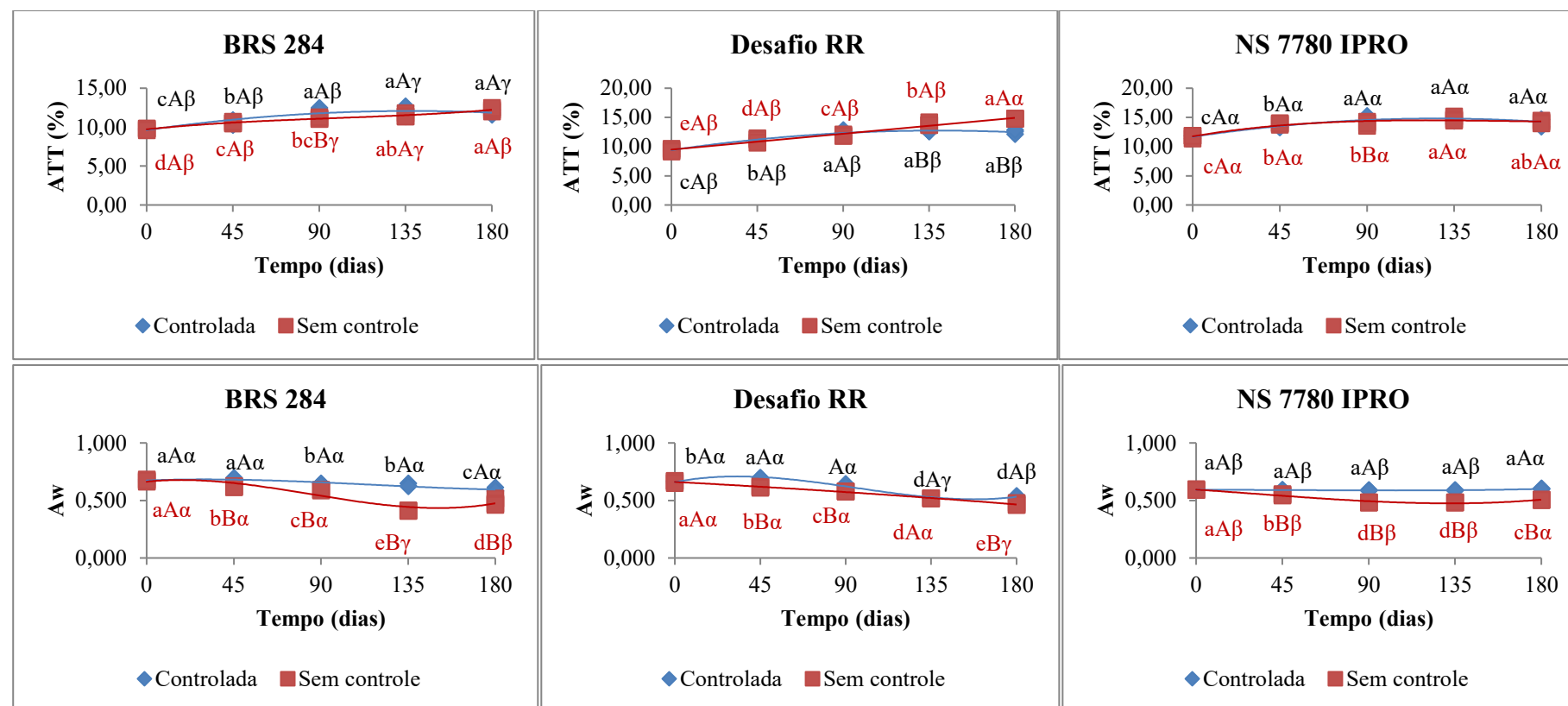
A L^* e o H° aumentaram durante o tempo, exceto o H° na condição de armazenamento sem controle ambiental para as cultivares Desafio RR, o qual não foi alterado, e na NS 7780 IPRO, onde houve redução do valor (Figura 3). Este aumento indicou que as sementes estavam se tornando mais claras, devido a L^* se tornar mais próxima de 100 (branco), além do ângulo Hue tender à 90° , o que indica uma coloração mais próxima do amarelo, e mais distante do vermelho (0°). A cultivar NS 7780 IPRO apresentou maiores valores de L^* até 135 dias em ambas as condições de armazenamento. Aos 180 dias, em condição controlada, as cultivares não diferiram, enquanto, sem controle, a Desafio RR obteve maior L^* , seguida da BRS 284.

Houve redução na qualidade fisiológica das sementes de soja das três cultivares durante o tempo de armazenamento (Figuras 4 e 5). O vigor, a viabilidade e a germinação apresentaram decréscimos, com maior intensidade na condição sem controle, consequentemente, a CE das sementes aumentou ao longo do tempo, confirmando a redução da permeabilidade das membranas com a perda da qualidade.

As sementes de soja podem ser comercializadas por até nove meses, desde que apresentem no mínimo 80% de germinação. Em ambiente controlado, o vigor das três cultivares manteve-se acima desse limite por 90 dias. Já em ambiente sem controle, BRS 284 e Desafio RR apresentaram vigor abaixo de 80% após 45 dias, enquanto NS 7780 IPRO manteve-se acima desse valor até 90 dias.

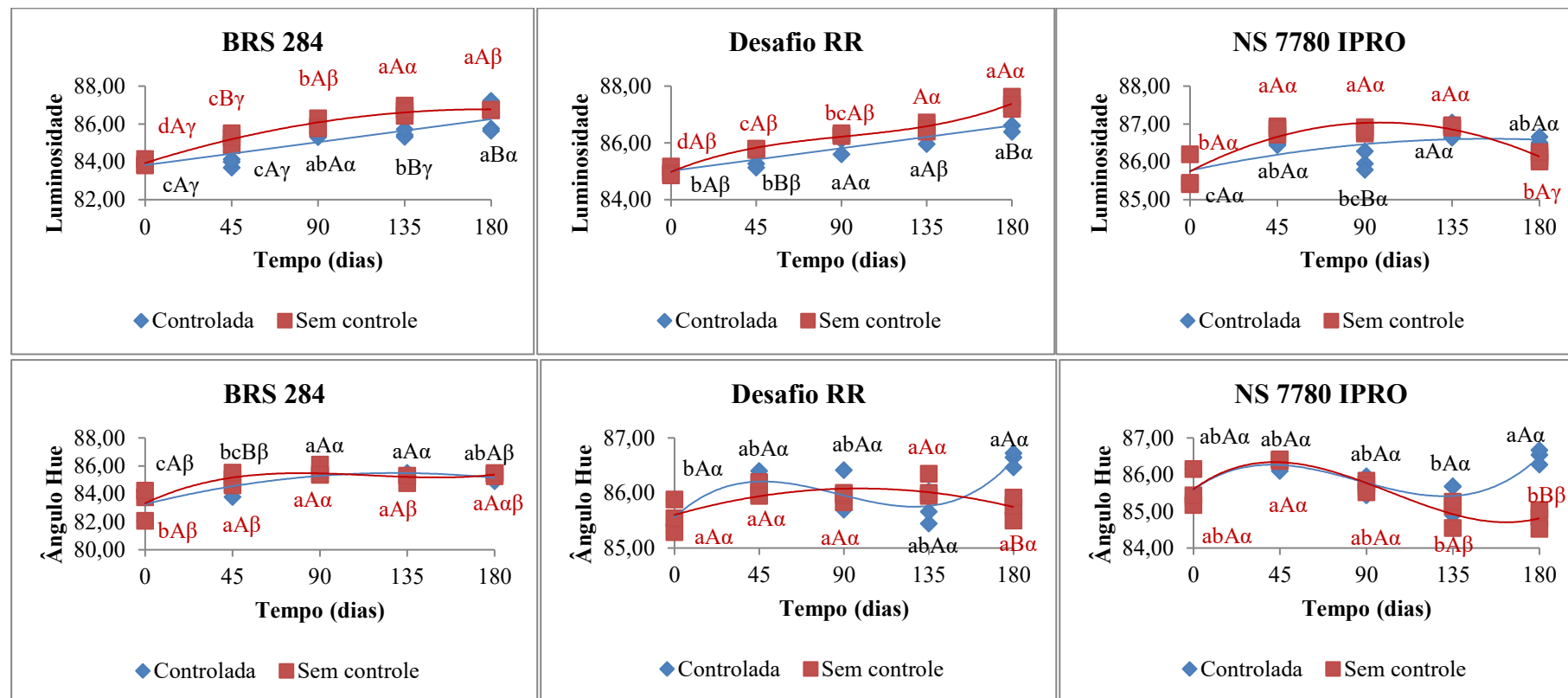


Figura 2 - Acidez (ATT) e atividade de água (Aw) das sementes de soja, cultivares BRS 284, Desafio RR e NS 7780 IPRO, armazenadas sob condições controladas (umidade relativa do ar de $70\% \pm 5$ e temperatura de $12\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$) e sem controle, durante 360 dias. Letras minúsculas diferentes indicam que as médias nos tempos de armazenamento diferiram ($p \leq 0,05$) na mesma condição; letras maiúsculas diferentes representam que as médias nas condições de armazenamento diferiram ($p \leq 0,05$) no mesmo tempo; e diferentes letras gregas indicam diferença ($p \leq 0,05$) entre as cultivares em cada tempo e condição.



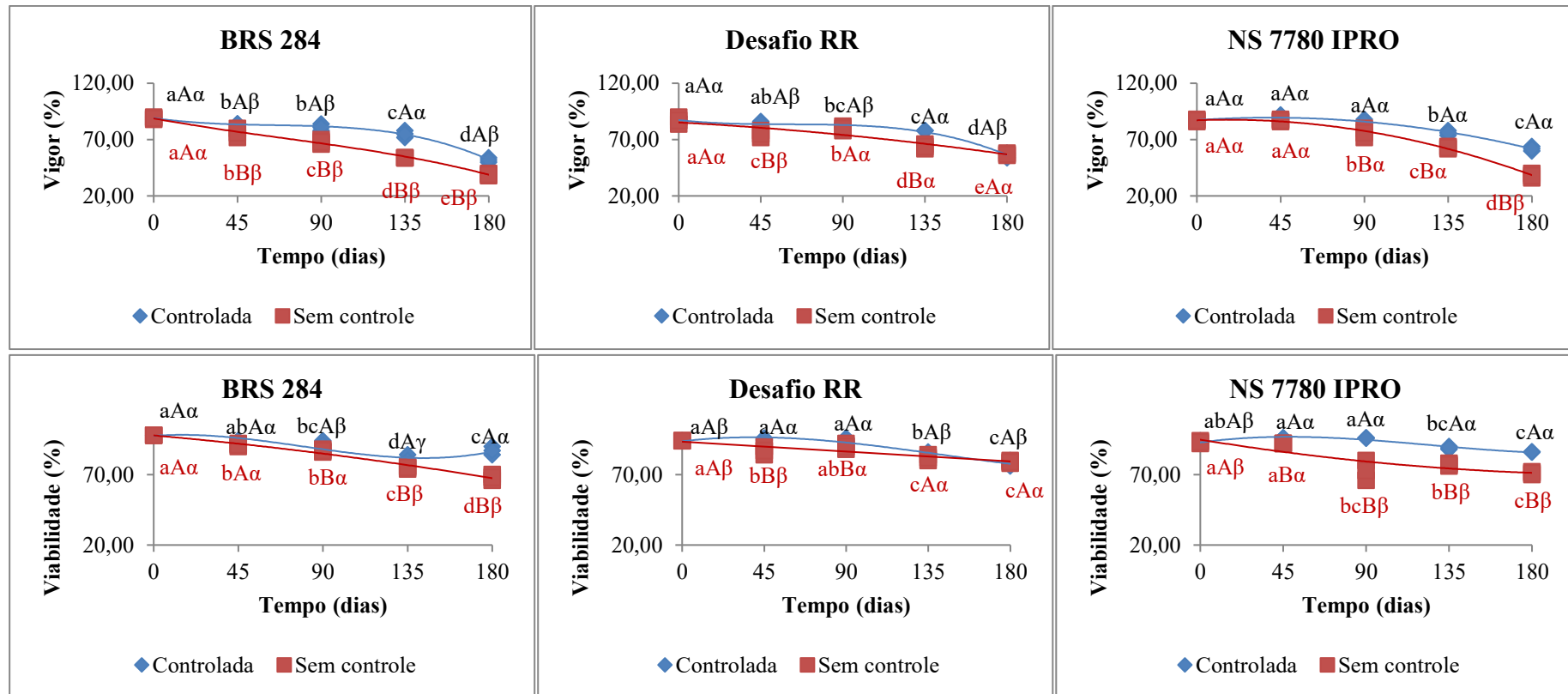
Fonte: Autores, 2025.

Figura 3 - Luminosidade e ângulo Hue das sementes de soja, cultivares BRS 284, Desafio RR e NS 7780 IPRO, armazenadas sob condições controladas (umidade relativa do ar de $70\% \pm 5$ e temperatura de $12\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$) e sem controle, durante 360 dias. Letras minúsculas diferentes indicam que as médias nos tempos de armazenamento diferiram ($p \leq 0,05$) na mesma condição; letras maiúsculas diferentes representam que as médias nas condições de armazenamento diferiram ($p \leq 0,05$) no mesmo tempo; e diferentes letras gregas indicam diferença ($p \leq 0,05$) entre as cultivares em cada tempo e condição.



Fonte: Autores, 2025.

Figura 4 - Vigor e viabilidade das sementes de soja, cultivares BRS 284, Desafio RR e NS 7780 IPRO, armazenadas sob condições controladas (umidade relativa do ar de $70\% \pm 5$ e temperatura de $12\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$) e sem controle, durante 360 dias. Letras minúsculas diferentes indicam que as médias nos tempos de armazenamento diferiram ($p \leq 0,05$) na mesma condição; letras maiúsculas diferentes representam que as médias nas condições de armazenamento diferiram ($p \leq 0,05$) no mesmo tempo; e diferentes letras gregas indicam diferença ($p \leq 0,05$) entre as cultivares em cada tempo e condição.

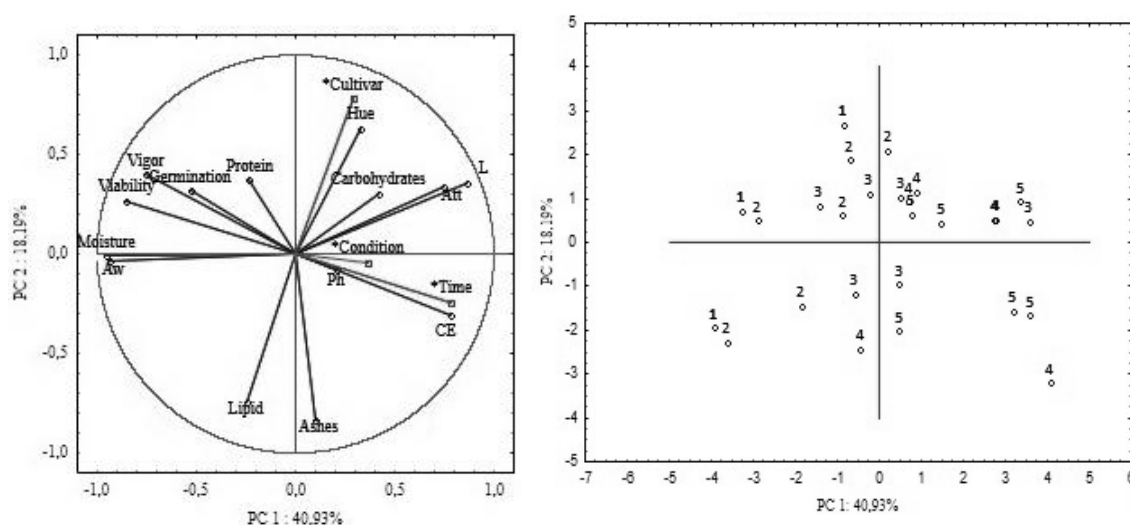


Fonte: Autores, 2025.

A viabilidade (Figura 4) e a germinação (Figura 5) em ambiente controlado mantiveram resultados acima de 80% até o fim do armazenamento para as três cultivares, com exceção da viabilidade da Desafio RR aos 180 dias, que foi 78%. E, em ambiente sem controle, a cultivar NS 7780 IPRO preservou a viabilidade por 45 dias, a BRS 284 por 90 dias e a Desafio RR por quase todo o armazenamento, estando aos 180 dias apenas 1% abaixo do ideal (80%). Aos 180 dias, o percentual de germinação das três cultivares em ambiente sem controle permaneceu acima de 86%, contudo as cultivares BRS 284 e Desafio RR apresentaram valores quase 30% abaixo aos 135 dias.

A CE aumentou significativamente, cerca de 50%, até o fim do armazenamento para as três cultivares, nas duas condições (Figura 5). Os aumentos foram de: 68,56 a 120,61 e 131,42 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para a cultivar BRS 284; de 64,68 a 95,89 e 114,77 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para a cultivar Desafio RR; e de 57,84 a 118,74 e 145,12 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para a NS 7780 IPRO, na condição com e sem controle respectivamente. Na análise de componentes principais (ACP) (Figura 6A) verificou-se que os vetores próximos como a umidade, a atividade de água e o vigor com a viabilidade, apresentaram maior correlação.

Figura 6 - Análise de componentes principais das propriedades fisiológicas e físico-químicas das cultivares BRS 284, Desafio RR e NS 7780 IPRO, armazenadas sob condições controladas (umidade relativa do ar de 70 % $\pm$ 5 e temperatura de 12 °C $\pm$ 2) e sem controle, durante 360 dias.



Fonte: Autores, 2025.

Os pontos da CP₁ podem ser obtidos pela Equação (1) e CP₂ pela Equação (2) nas quais as variáveis X₁-X₁₆ são respectivamente: umidade, cinzas, lipídios, proteína, carboidratos, pH, ATT*, Aw, L*, H°, vigor, viabilidade, germinação, CE, tempo e condição de armazenamento.

$$CP_1 = X_1 - X_2 - 0,447X_3 + 0,136X_4 + 0,096X_5 - 0,0487X_6 + 0,659X_7 - 0,905X_8 - 0,043X_9 - 0,455X_{10} - 0,945X_{11} - 0,946X_{12} - 0,889X_{13} - 0,017X_{14} + 0,528X_{15} + 0,566X_{16}$$

(Equação 1)

$$CP_2 = X_1 - X_2 - 0,447X_3 + 0,136X_4 + 0,096X_5 - 0,0487X_6 + 0,659X_7 - 0,905X_8 - 0,043X_9 - 0,455X_{10} - 0,945X_{11} - 0,946X_{12} - 0,889X_{13} - 0,017X_{14} + 0,528X_{15} + 0,566X_{16}$$

(Equação 2)

De acordo com a ACP, a cultivar afetou a umidade, cinzas, lipídios e *Aw* inversamente, indicando que com a inserção de transgenia, as sementes podem reduzir esses parâmetros. Enquanto que carboidratos, ATT e a cor instrumental sofreram influência positiva, assim as transgênicas apresentaram maiores valores desses parâmetros. O tempo apresentou influência inversamente proporcional (vetores opostos e correlação negativa) com as propriedades fisiológicas, assim como a umidade e *Aw*, demonstrando que durante o armazenamento esses parâmetros diminuiram.

A condição de armazenamento além de influenciar inversamente o vigor, viabilidade e germinação, também influenciou a *Aw*, demonstrando que o armazenamento sem controle proporciona redução desses parâmetros. A cultivar afetou a umidade, cinzas, lipídios e *Aw* inversamente, indicando que com a inserção de transgenia, as sementes podem reduzir esses parâmetros. Enquanto carboidratos, ATT e a cor instrumental sofreram influência positiva, demonstrando que as transgênicas apresentaram maiores valores desses parâmetros.

Dos tempos de avaliação na ACP (Figura 6B), observa-se que o 1 (0 dias), 2 (45 dias) se concentraram nos quadrantes da esquerda, influenciando mais nas respostas das propriedades fisiológicas, umidade, *Aw*, lipídios e proteína enquanto os tempos 4 (135 dias) e 5 (180 dias) se mantiveram nos quadrantes da direita, tendo maior influência em propriedades físico-químicas como cinzas, carboidratos, ATT, L, °Hue, além da CE. O tempo 3 (90 dias) como ficou mais próximo do centro, e distribuído nos quatro quadrantes, pode ter pouca influência nas respostas, ou apresentado influência nas propriedades com vetores próximos ao eixo, como o pH e a variável independente condição de armazenamento.

4 CONCLUSÃO

A cultivar influenciou as propriedades químicas e físico-químicas, enquanto tempo e condições de armazenamento afetaram as propriedades fisiológicas e a *Aw*. Em Goiânia, a germinação foi preservada por 180 dias, mas o vigor da NS 7780 IPRO manteve-se por 90 dias, e BRS 284 e Desafio RR saíram dos padrões após 45 dias. A viabilidade da NS 7780 IPRO foi mantida por 45 dias, da BRS 284



por 90 dias e da Desafio RR por quase todo o período. O armazenamento controlado é o mais adequado para preservar a qualidade das sementes. Assim, produtores que utilizam suas próprias sementes devem antecipar a semeadura para minimizar perdas fisiológicas decorrentes do armazenamento em ambiente sem controle.

Agradecimentos e Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), além das empresas Uniggel Sementes e Embrapa Arroz e Feijão que colaboraram com a doação do material.

REFERÊNCIAS

- AOAC, Association of Official Analytical Chemistry. 2016. **Official methods of analysis**, 19, 3000p.
- BRANDÃO JUNIOR, R. D. S.; RIBEIRO, D. C. A.; BERNARDINO FILHO, J. R.; VIEIRA, M. G. G. C. **Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes**. Inf. ABRATES, 7ed, 184 p. 1997.
- BRANDELERO, W.; BARBACOV, A.; ROSBACH, M. G. de O.; VIEBRANTZ, C.; GIRARDI, L. B.; MAYER, A. R. Casassola, A. Soybean seed vigor and viability in response to humidity during the long storage process. **Brazilian Journal of Development**. n 5, 342–350, 2019.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 397. 2009.
- CARVALHO, E. R.; DA ROSA MAVAIEIE, D. P.; OLIVEIRA, J. A.; DE CARVALHO, M.V.; VIEIRA, A. R. Isozyme alterations in soybean cultivar seeds at different storage conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 49, 967–976, 2014a. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014001200007>
- CARVALHO, E. R.; OLIVEIRA, J. A.; CALDEIRA, C. M. Physiological quality of seeds in conventional and glyphosate-resistant soybean produced by foliar application of manganese. **Bragantia** 73, 219–228, 2014b. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0096>.
- CARVALHO, T. C. DE; GRZYBOWSKI, C. R. DE S.; OHLSON, O. D. C. PANOBIANCO, M. Comparison of physiological quality of soybean seeds and their transgenic derivatives. **Revista Brasileira de Sementes**, n. 34, 164–170, 2012.
- CONAB, Companhia Nacional de abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos: safra 2018/19**, n. 6, 11 p. 2019. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>.
- FAO, Food and Agriculture Organization. **Food Energy – Methods of analysis and conversion factors**. FAO: Food and Nutrition, Roma, 2003..



FRANÇA NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Documento 116. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 72p., 1998.

GREGGIO, E. A.; BONINI, E. A. Soybean quality and oil acidity rates. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - Revista Cesumar**, v.7, 645–658, 2014.

MATEUS, R. G.; PEREIRA, L. C.; JADOSKI, C. J.; GUILHERME, D.; ALVES, R. T. B. Bromatological chemical composition of different soybean by products. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 11, 79–85, 2017. <https://doi.org/10.5935/pact.v11.n1.09>.

PRADO, P. M. C.; RIBEIRO, A. E. C.; COUTINHO, G. S. M.; OLIVEIRA, É. R.; CALIARI, M.; SANTOS, M. M.; SOARES JÚNIOR, M. S. Physiological and physical-chemical properties of soybean seed with IPRO technology during storage with and without environmental control. **Research, Society and Development**, v. 9, e86973898, 2020. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

RIBEIRO, A. E. C.; OLIVEIRA, A. R.; DA SILVA, A. C. M.; CALIARI, M.; JÚNIOR, M. S. S. Physicochemical quality and sensory acceptance of toasts with partial replacement of wheat flour by maize biomass flour. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, 3843-3851, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04416-3>.

UFG, Universidade Federal de Goiás. **Dados meteorológicos: Estação Convencional da Escola de Agronomia**, 2019. Disponível em: <https://www.agro.ufg.br/p/7944-estacao-agrometeorologica>.



CAPÍTULO 6

PRINCIPAIS APLICAÇÕES DA QUÍMICA NA BIOTECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL MODERNA

MAIN APPLICATIONS OF CHEMISTRY IN MODERN AGRICULTURAL
BIOTECHNOLOGY

Milena Gaion Malosso   

Doutora em Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Coari-AM, Brasil

Tatiana Gaion Malosso   

Mestre em Bioengenharia, Instituto Federal do Amazonas (UFAM), Tefé-AM, Brasil

DOI: 10.52832/wed.175.1012 



Resumo: A química aplicada à biotecnologia agroindustrial, também conhecida como biotecnologia verde, utiliza princípios químicos para desenvolver soluções que aumentam a produtividade, reduzem impactos ambientais e melhoram a qualidade dos alimentos. O objetivo desse estudo é demonstrar a relevância da química na biotecnologia agrícola, abordando sua contribuição em diversas frentes, como fertilizantes, pesticidas, transgênicos, controle de qualidade e biorremediação. A metodologia baseou-se na revisão de literatura nas bases do Google utilizando os termos “principais aplicações da química na biotecnologia agrícola moderna. Obteve-se com isso resultados de textos que incluíam o estudo de fertilizantes de liberação controlada, pesticidas seletivos, formulação de meios de cultura para tecidos vegetais, biopesticidas, técnicas analíticas para monitoramento e processos de fermentação na produção de biocombustíveis, que demonstraram que a química é essencial para otimizar a absorção de nutrientes, minimizar danos ambientais, garantir a segurança alimentar e aprimorar a eficiência dos processos biotecnológicos. Além disso, encontrou-se que o uso de análises químicas permite a detecção de contaminantes e o controle da qualidade dos produtos agrícolas. Dessa forma, concluiu-se que a interação entre química e biotecnologia agrícola é indispensável para uma produção mais sustentável e eficiente, contribuindo significativamente para a segurança alimentar e a preservação ambiental.

Palavras-chave: Biotecnologia verde. Química agrícola. Sustentabilidade. Empregos da Biotecnologia. Cultivo de plantas *in vitro*.

Abstract: Chemistry applied to agroindustrial biotechnology, also known as green biotechnology, uses chemical principles to develop solutions that increase productivity, reduce environmental impacts and improve food quality. The objective of this study is to demonstrate the relevance of chemistry in agricultural biotechnology, addressing its contribution on several fronts, such as fertilizers, pesticides, GMOs, quality control and bioremediation. The methodology was based on a literature review on Google databases using the terms “main applications of chemistry in modern agricultural biotechnology. This resulted in results from texts that included the study of controlled-release fertilizers, selective pesticides, formulation of culture media for plant tissues, biopesticides, analytical techniques for monitoring and fermentation processes in the production of biofuels, which demonstrated that chemistry is essential to optimize processes in the production of biofuels, which demonstrated that chemistry is essential to optimize nutrient absorption, minimize environmental damage, ensure food safety and improve the efficiency of biotechnological processes. Furthermore, it was found that the use of chemical analyzes allows the detection of contaminants and the control of the quality of agricultural products. Therefore, it was concluded that the interaction between chemistry and agricultural biotechnology is essential for more sustainable and efficient production, contributing significantly to food security and environmental preservation.

Keywords: Green biotechnology. Agricultural chemistry. Sustainability. Biotechnology areas. In vitro plant cultivation.

1 INTRODUÇÃO

A química desempenha um papel central na evolução da biotecnologia agroindustrial moderna, possibilitando o desenvolvimento de tecnologias inovadoras que aumentam a produtividade agrícola, reduzem impactos ambientais e garantem a segurança alimentar (Martins *et al.*, 2024). A interação entre processos químicos e biotecnológicos tem permitido avanços significativos na formulação de fertilizantes de liberação controlada, na produção de pesticidas



seletivos, na criação de culturas geneticamente modificadas e na biorremediação de solos contaminados (Seghese e de Sena, 2023).

Além disso, a química é fundamental na extração e purificação de bioativos naturais, na otimização de processos fermentativos para a produção de biocombustíveis e no controle de qualidade de alimentos e produtos agrícolas (Lasmar, 2024). Técnicas analíticas avançadas, como cromatografia e espectrometria de massa, permitem a detecção precisa de contaminantes e resíduos químicos, assegurando que os produtos agroindustriais atendam às normas de segurança e regulamentação (Tolentino Junior *et al.*, 2021).

Dessa forma, a integração da química com a biotecnologia agroindustrial não apenas melhora a eficiência dos sistemas de produção, mas também promove soluções sustentáveis, contribuindo para a redução do uso de recursos naturais e para a mitigação dos impactos ambientais da agricultura (Oliveira *et al.*, 2022). Neste contexto, compreender as principais aplicações da química na biotecnologia agroindustrial moderna é essencial para impulsionar a inovação e enfrentar os desafios globais da segurança alimentar e sustentabilidade (Neves, 2023).

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento de literatura sobre este tema, tendo em vista sua importância.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento de literatura nas bases do Google utilizando as palavras-chave “principais aplicações da química na biotecnologia agroindustrial moderna”, onde foram encontrados 1.210 textos que tiveram como critério de inclusão ser livro, capítulo de livro ou artigo de revista indexada publicada nos últimos cinco anos e estar escrito em Língua Portuguesa. Foram excluídos os textos que não puderam ser abertos na íntegra ou cujo conteúdo não era inerente ao tema em estudo

3 RESULTADOS

Durante a análise dos textos, encontramos como principais temas sobre a aplicação da química a biotecnologia agroindustrial: a biotecnologia aplicada à agricultura e a biotecnologia aplicada a indústria, dos quais foram distribuídos nos tópicos a seguir:

3.1 Biotecnologia Aplicada à Agricultura

A química tem uma aplicação essencial e abrangente na biotecnologia agrícola, que abrange as inovações voltadas para a agricultura, visto que é fundamental para a criação de novas tecnologias que melhoram a produtividade agrícola, a qualidade dos alimentos e a sustentabilidade do setor



(Pinto-Zevallos; Zarbin, 2013). A seguir, detalha-se como a química é aplicada na biotecnologia agrícola, com exemplos práticos.

3.1.1 Desenvolvimento de fertilizantes

Os fertilizantes são compostos químicos que fornecem nutrientes essenciais às plantas, como nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) (Raj *et al.*, 2022). A química desempenha um papel crucial na formulação desses fertilizantes para garantir que eles sejam eficazes, de liberação controlada e minimizem impactos ambientais (Silva, 2024).

Segundo este mesmo autor (2024), como exemplo, pode-se citar fertilizantes de liberação controlada (como os revestidos com polímeros) liberam os nutrientes gradualmente, minimizando perdas por lixiviação e maximizando a eficiência do uso de nutrientes. O conhecimento químico sobre a interação dos nutrientes com o solo e as plantas permite o design de formulações específicas para diferentes tipos de culturas (Cechinel Filho; Zanchett, 2020).

3.1.2 Produção de pesticidas e herbicidas

A química é essencial no desenvolvimento de pesticidas e herbicidas, compostos que ajudam a proteger as plantas de pragas, doenças e ervas daninhas (Reis *et al.*, 2021). Segundo os mesmos autores, a química orgânica é usada para sintetizar compostos que são seletivos e eficazes, atingindo as pragas sem danificar as plantas ou o meio ambiente.

O glifosato, um herbicida de amplo espectro amplamente utilizado, foi desenvolvido por meio de estudos químicos sobre a inibição da enzima EPSP sintase, que é crucial para a biossíntese de aminoácidos nas plantas, mas ausente em humanos e animais, garantindo sua seletividade (Silva e Alves, 2023).

3.1.3 Química de micronutrientes e biotecnologia de biofortificação

Além dos macronutrientes, as plantas também necessitam de micronutrientes como zinco, ferro e manganês (Pauchner, 2020). A química de micronutrientes envolve o estudo da disponibilidade desses elementos no solo e o desenvolvimento de formulações que possam ser absorvidas pelas plantas de forma mais eficiente (Brady e Weil, 2013).

A biofortificação química é usada para aumentar o conteúdo de micronutrientes em alimentos (Lima *et al.*, 2021). Estes autores explicam que o arroz biofortificado com ferro, por exemplo, é resultado de processos biotecnológicos e químicos que garantem a biodisponibilidade do nutriente nas plantas.



3.1.4 Cultura de Tecidos Vegetais

A química é imprescindível na cultura de tecidos vegetais, uma técnica de clonagem que permite a propagação rápida de plantas a partir de células ou tecidos vegetais (Epósito-Polesi, 2020). A preparação do meio de cultura, que contém nutrientes e reguladores de crescimento, é baseada em princípios químicos (Goodman; Sorj; Wilkinson, 2008).

Os meios de cultura como o de Murashige e Skoog (MS) são formulados quimicamente com sais minerais, açúcares, vitaminas e reguladores de crescimento (auxinas e/ou citocininas) para promover a regeneração de plantas inteiras a partir de pequenos fragmentos de tecido e a técnica de micropropagação é usada em larga escala para a produção de mudas de plantas como batata, banana e cana-de-açúcar (Torres; Caldas; Buso, 1998).

3.1.5 Química do transgênicos

A engenharia genética, que é uma parte da biotecnologia verde, depende de processos químicos para a manipulação do DNA vegetal (da Silva *et al.*, 2024). A inserção de genes que conferem características desejáveis às plantas, como resistência a pragas ou tolerância a herbicidas, requer conhecimento detalhado sobre a química dos ácidos nucleicos (Dantas, 2023).

Segundo Carneiro *et al.* (2009) desenvolvimento de plantas transgênicas, como o milho Bt, que contém um gene da bactéria *Bacillus thuringiensis*, utiliza a química de ácidos nucleicos para inserir o gene no genoma da planta e assim, esse gene confere à planta a capacidade de produzir uma toxina que mata insetos-praga, reduzindo a necessidade de pesticidas químicos.

3.1.6 Biorremediação e química ambiental

A agrobiotecnologia também envolve o uso de microrganismos para a biorremediação, que é a descontaminação de solos e águas poluídas (Melo, 2021). A química é utilizada para entender como as reações bioquímicas de degradação de poluentes ocorrem e como otimizar o processo de remediação (Peralta, 2022).

O uso de microrganismos geneticamente modificados ou selecionados para degradar pesticidas ou resíduos tóxicos no solo depende da compreensão química dos ciclos de nutrientes e da estrutura molecular dos compostos a serem degradados (Melo, 2021). Assim, compostos como hidrocarbonetos derivados de petróleo podem ser decompostos em moléculas menos nocivas (Wetler-Tonini, Rezende e Grativol, 2010).



3.1.7 Desenvolvimento de biopesticidas

Os biopesticidas desenvolvidos a partir de fontes biológicas como plantas, microrganismos ou minerais, são uma alternativa mais sustentável aos pesticidas químicos convencionais (Lengai; Muthomi, 2018). A química é usada para identificar, isolar e otimizar esses compostos naturais, tornando-os viáveis para uso comercial (Pillon *et al.*, 2020).

De acordo com Dallegrave (2017), os piretroides, compostos derivados das flores de crisântemo, são biopesticidas amplamente utilizados porque, quimicamente, esses compostos agem nos canais de sódio dos insetos, causando paralisia e morte, mas são relativamente seguros para humanos e animais.

3.1.8 Técnicas de análise química em agricultura

A Química Analítica desempenha um papel vital na agricultura moderna, auxiliando no monitoramento da qualidade do solo, água e produtos agrícolas (Souza, 2025). Segundo este autor, as técnicas químicas, como cromatografia, espectrometria de massa e espectrofotometria, são usadas para analisar a presença de nutrientes, contaminantes e resíduos químicos em alimentos.

A cromatografia de gás é usada para detectar resíduos de pesticidas em frutas e vegetais. Isso é essencial para garantir que os níveis de pesticidas estejam dentro dos limites regulamentares e seguros para consumo (Jardim; Andrade, 2009).

3.1.9 Química dos processos de Fermentação

Segunda Lima *et al.* (2001), a fermentação é um processo biotecnológico amplamente utilizado na produção de alimentos e bebidas, bem como na criação de biofertilizantes e biopesticidas. De acordo com esses autores, o processo químico envolve a conversão de açúcares em compostos úteis, como etanol ou ácido lático, por ação de microrganismos.

A produção de biocombustíveis a partir de biomassa vegetal depende de processos químicos de fermentação, como exemplo, cita-se o etanol que é produzido pela fermentação dos açúcares presentes em culturas como a cana-de-açúcar e o milho, por microrganismos que transformam glicose em etanol e dióxido de carbono (Resende, 2018).

3.1.10 Química de controle de qualidade de alimentos

O controle de qualidade de alimentos agrícolas e processados é uma área da biotecnologia agroindustrial onde a química desempenha um papel fundamental, visto que métodos químicos são usados para garantir a segurança, qualidade nutricional e a ausência de contaminantes nos produtos alimentícios (Fellows, 2019). Segundo este autor, a espectrofotometria é utilizada para medir o teor



de vitaminas e minerais nos alimentos fortificados, garantindo que o valor nutricional declarado nas embalagens seja preciso.

3.1.11 Desenvolvimento de produtos biotecnológicos naturais

De acordo com Lincoln *et al.* (2017), os produtos naturais derivados de plantas são usados como bioestimulantes e promotores de crescimento em plantas e a química é empregada na extração, purificação e formulação desses compostos para uso agrícola.

O ácido salicílico, uma molécula sinalizadora nas plantas, é usado para induzir resistência sistêmica adquirida, um mecanismo de defesa natural das plantas contra doenças (Tripathi; Raikhy; Kumar, 2019). Esses autores explicam que o estudo químico dessa molécula e sua aplicação em cultivos promove maior resistência a patógenos sem o uso de pesticidas sintéticos.

Como se pode verificar, a química é indispensável para a biotecnologia agroindustrial, contribuindo com soluções inovadoras e sustentáveis para aumentar a produtividade, proteger as plantas e melhorar a qualidade dos alimentos. Desde a síntese de fertilizantes e pesticidas até a engenharia genética e o controle de qualidade, a Química fornece as bases científicas para a agricultura moderna, garantindo que a produção de alimentos seja eficiente, segura e sustentável.

3.2 Biotecnologia Industrial

A química desempenha um papel fundamental na biotecnologia industrial, integrando conhecimentos químicos para o desenvolvimento de processos biotecnológicos baseados em plantas mais eficientes e sustentáveis (Schroeder, 2006), tendo em vista que essa interdisciplinaridade resulta em avanços significativos na produção de bioprodutos, como biofármacos, biocombustíveis, enzimas e materiais biodegradáveis.

A química é utilizada na biotecnologia industrial de diversas maneiras, das quais algumas são descritas a seguir:

3.2.1 Síntese de biomoléculas

Químicos projetam substratos e moléculas precursores que podem ser convertidos por organismos vivos (como plantas, bactérias, fungos ou leveduras) em compostos de interesse, como pode citar-se, por exemplo a produção de ácido láctico (usado no bioplástico PLA) a partir de açúcares fermentáveis (Neves, 2023).



3.2.2 Engenharia de enzimas:

A química contribui para entender e modificar a estrutura e função de enzimas, tornando-as mais eficientes, estáveis ou específicas para determinados processos industriais de plantas. Assim, pode-se, por exemplo, melhorar enzimas para produção de detergentes que atuem em baixas temperaturas, reduzindo o consumo energético (Silva, 2014).

3.2.3 Catálise enzimática e biocatalisadores

Os processos químicos tradicionais são substituídos ou aprimorados por biocatalisadores que operam em condições mais brandas e ambientalmente amigáveis, tal como é o uso de lipases na síntese de ésteres aromáticos para a indústria de cosméticos a base de plantas (Requena *et al.*, 2024).

3.2.4 Produção de biocombustíveis

A química auxilia na conversão de matérias-primas renováveis (como biomassa lignocelulósica ou óleos vegetais) em biocombustíveis, utilizando processos químicos e enzimáticos, tais como a transesterificação de óleos para produzir biodiesel (Silva, Chagas e Cruz, 2012).

3.2.5 Desenvolvimento de biofármacos e bioativos

Segundo Vitolo (2015), integra-se a síntese química para criar ou modificar moléculas bioativas de plantas produzidas por processos biotecnológicos, otimizando seu desempenho ou reduzindo efeitos colaterais e assim, pode-se citar como exemplo a produção de insulina humana recombinante em bactérias, fungos e plantas, com ajustes químicos para melhorar estabilidade e eficácia.

3.2.6 Química analítica para controle e monitoramento

Técnicas químicas são usadas para monitorar processos biotecnológicos de plantas em tempo real, garantindo qualidade e eficiência na produção. A cromatografia utilizada para purificação de proteínas recombinantes é exemplo disso (Kilikian; Pessoa Junior, 2020).

São outros exemplo de aplicação da Química na Biotecnologia a produção de bioplásticos a partir de plantas, uma vez que químicos atuam no design e modificação de monômeros derivados de biomassa, como o amido, o ácido succínico e o ácido polilático (Abrahansohn, 2021), a fermentação para bioprodutos, já que a química otimiza o ambiente de fermentação (pH, nutrientes, substratos) para aumentar o rendimento de produtos como o etanol e antibióticos e a



síntese de aminoácidos, uma vez que a engenharia química auxilia no uso de rotas biotecnológicas para produção de aminoácidos essenciais, tais como a lisina, para a nutrição animal (Alterthum, 2001).

As vantagens da interdisciplinaridade entre química e biotecnologia industrial encontram-se na sustentabilidade, pois induzem a redução de uso de reagentes tóxicos e da geração de resíduos e a utilização de recursos renováveis, como biomassa, em vez de derivados de petróleo (Schemberg, 2010). Outra vantagem é a eficiência energética gerada, tendo em visto que processos biotecnológicos operam em condições moderadas de temperatura e pressão, consumindo menos energia (Borba; Gaspar, 2010).

Há de se citar também a produção personalizada, cujo maior controle químico permite ajustar características de produtos biotecnológicos, como biofármacos ou polímeros biodegradáveis, incorrendo assim na redução de custos, porque processos mais simples e menos intensivos em energia tornam a produção economicamente viável, especialmente em larga escala. Dessa forma, é gerada a inovação tecnológica através de novos produtos e processos desenvolvidos unindo o entendimento químico das reações com o poder catalítico dos sistemas biológicos.

Assim, a sinergia entre química e biotecnologia é essencial para enfrentar desafios globais, como a transição energética, o combate à poluição e o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis e inovadoras para a sociedade.

4 CONCLUSÃO

A Química desempenha um papel essencial na biotecnologia agroindustrial moderna, impulsionando avanços que melhoram a produtividade, a sustentabilidade e a segurança dos processos agrícolas e industriais. Desde a formulação de fertilizantes e pesticidas seletivos até a engenharia de enzimas e o desenvolvimento de bioprodutos, a interação entre a Química e a Biotecnologia tem possibilitado soluções inovadoras para desafios globais, como a segurança alimentar, a redução de impactos ambientais e a substituição de recursos não renováveis.

A revisão realizada evidenciou que a Química não apenas aprimora processos já existentes, mas também possibilita o desenvolvimento de novas tecnologias, como culturas transgênicas, biocombustíveis e biomateriais. Além disso, o uso de técnicas químicas analíticas é indispensável para garantir a qualidade e a segurança de produtos agrícolas e industriais, assegurando que atendam às regulamentações e padrões exigidos.

Dessa forma, a sinergia entre Química e Biotecnologia Agroindustrial não apenas contribui para o avanço científico e tecnológico, mas também promove práticas mais sustentáveis, reduzindo impactos ambientais e otimizando o uso de recursos naturais. O aprofundamento dessa



relação se mostra fundamental para enfrentar os desafios do futuro e garantir um desenvolvimento industrial e agrícola mais eficiente, seguro e ambientalmente responsável.

REFERÊNCIAS

ABRAHANSON, I. de A. **A ciência que nos rodeia: contos sobre ciência e tecnologia para jovens curiosos**. 1ª Edição. Curitiba: Artêra Editorial, 2021. Retirado de: [A Ciência que nos Rodeia: Contos Sobre Ciência e Tecnologia para Jovens Cur... - Google Books](#). Acesso em 21 fev. 2025.

ALTERTHUM, Flávio (Org.) Coleção Biotecnologia Industrial – Volume 1: Fundamentos. 2ª Edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001. Retirado de [Biotecnologia industrial vol. 1 - Google Books](#). Acesso em 21 fev. 2025.

BORBA, M. C. V.; GASPAR, N. F. **Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho**. São Paulo: FAPESP, 2020. Retirado de: [capa-energia-sustentavel.indd](#). Acesso em 21 fev. 2025.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades do solo**. 3ª Edição. Porto Alegre Bookman. Retirado de: [Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos - Google Books](#). Acesso em 20 fev. 2025.

CARNEIRO, A. A.; GUIMARÃES, C. T.; VALICENTE, F. H.; WALQUIL, J. M.; VASCONCELOS, M. J. V.; CARNEIRO, N. P.; MENDES, S. M. **Milho Bt: teoria e prática da produção de plantas transgênicas resistentes a insetos-pragas**. Circular técnica 135 do Ministério da Agricultura Pecuária e Desenvolvimento, 26 p., 2009. Retirado de: [Circular135](#). Acesso em 20 fev. 2025.

CECHINEL FILHO, V.; ZANCHETT, C. S. C. **Fitoterapia avançada: uma abordagem química, biológica e nutricional**. 1ª Edição. Porto Alegre: ARTMED, 62 p., 2020. Retirado de: [Fitoterapia Avançada: Uma Abordagem Química, Biológica e Nutricional - Valdir Cechinel Filho, Camile Cecconi Cechinel Zanchett - Google Livros](#). Acesso em 20 fev. 2025.

DANTAS, S. de J. Do convencional ao genômico: uma revisão sobre os métodos de melhoramento genéticos de arroz. **Revista Acadêmica Digital**. Edição Nº 61, p. 1 – 17., 2023. Retirado de: [MODELO PARA ELABORAÇÃO E FORMATAÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS](#). Acesso em 20 fev. 2025.

EPÓSTIO-POLESI, N. P. Contaminação versus manifestação endofítica: implicações do cultivo *in vitro* de plantas. **Rodriguésia**, v. 71, 15 p. Retirado de: [scielo.br/j/rod/a/KRfLnLTP6V8br3fRRfQKGVKf/?format=pdf&lang=pt](#). Acesso em 20 fev. 2025.

GOODMAN, D.; SORJ, B.; WILKINSON, J. **Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2028. Retirado de: [Da lavoura às biotecnologias - Google Books](#). Acesso em 20 de fev. de 2025.

DALLEGRAVE, A. **Inseticidas Piretróides: do desenvolvimnto analítico ao nível de resíduos em alimentos de origem animal**, 2017. (Tese de Doutorado) – Química. Porto

Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Retirado de: [001052721.pdf](#). Acesso em 20 fev. 2025.

FELLOWS, J. P. **Tecnologia do processamento de alimentos: teoria e prática**. 1ª Edição. Porto Alegre: ARTMED, 2019. Retorado de: [Tecnologia do Processamento de Alimentos - 4.ed. - Google Books](#). Acesso em 20 fev. 2025.

JARDIM, I. C. S. F.; ANDRADE, J. de A.; de QUEIROZ, S. C. do N. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global – um enfoque às maçãs. **Química Nova**. v. 32, n. 4, p. 996-1012, 2009. Retirado de: [SciELO Brasil - Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global - Um enfoque às maçãs Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global - Um enfoque às maçãs](#). Acesso em 20 fev. 2025.

KILIKIAN, B. V.; PESSOA JUNIOR, A. **Purificação de produtos biotecnológicos: operações e processos com aplicação industrial**. 2ª Edição Revista e Ampliada. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2020. Retirado de: [Purificação de produtos biotecnológicos - Google Books](#). Acesso em 21 fev. 2025.

LASMAR, D. J. **A utilização dos processos biotecnológicos como diferencial produtivo das empresas nas incubadoras de negócios de Manaus – AM**. (Dissertação de Mestrado) – Biotecnologia. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024. Retirado de: [TEDE: A utilização dos processos biotecnológicos como diferencial produtivo das empresas nas incubadoras de negócios em Manaus-AM](#). Acesso em 19 fev. 2025.

LENGAI, G. M. W.; MUTHOMI, J. W. Biopesticidas e o seu papel na produção agroindustrial sustentável. **Journal of Bioscience and Medicine**. v. 16, n. 6, 2018. Retirado de: [Biopesticides and Their Role in Sustainable Agricultural Production](#). Acesso em 20 fev. 2025.

LIMA, F. de S.; SOUZA, R. da P. M.; BRITO, E. R.; dos SANTOS, T. R.; XAVIER, P. P. C.; BRITO, R. R.; VALETE, R. L. P.; LEAL, V. P. A.; de OLIVEIRA, V. A. **Biofortificação de alimentos: métodos de campo utilizados no enriquecimento de partes comestíveis de vegetais com zinco e o enriquecimento da desnutrição humana**. 1ª Edição. Bahia: Editora Científica, 2021. Retirado de: [210805916.pdf](#). Acesso em 20 fev. 2025.

LIMA, U. de A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia Industrial volume 3: processos fermentativos e enzimáticos**. 7ª Edição. São Paulo: Edigard Blüncher LTDA, 2016. Retirado de: [BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL - Google Books](#). Acesso em 20 fev. 2025.

LINCOLN, T.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª Edição. Porto Alegre: ARTMED, 2019. Retirado de: [Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal - 6ed - Google Books](#). Acesso em 20 fev. 2025.

MARTINS, G. A. de S.; dos SANTOS, T. D.; da SILVA, W. G.; MARINHO, G. S. P. (ORGs.). **Ciência básicas para o desenvolvimento sustentável**. 1ª Edição. Curitiba: Editora CVR, 118p, 2024. Retirado de: [Editora CRV](#). Acesso em 19 fev. 2025.

MELO, I. S. de. Biorremediação. **Agricultura e Meio Ambiente**. 2021. Retorado de: [Biorremediação - Portal Embrapa](#). Acesso em 20 fev. 2025

NEVES, E. Bioinsumos: bactérias e fungos podem revolucionar o agro do Brasil. **Veja Negócios**, 2023. Retirado de : [Bioinsumos: bactérias e fungos podem revolucionar... | VEJA](#). Acesso em 20 fev. 2025.

NEVES, M. F. Biotecnologias: o que são e qual a sua importância para o agro – como a tecnologia genética tem contribuído o desenvolvimento sustentável da produção. **Veja Negócios**, 2024. Retirado de: [Biotecnologias: o que são e qual a sua importância... | VEJA](#). Acesso em 19 fev. 2025.

OLIVEIRA, J.; FIGUEIREDO, M. do V. B.; LIRA JUNIOR, M. de A.; PORTO, A. L. Figueiredo; de CARVALHO, Eric Xavier; DUARTE NETO, José Manoel Wenderley; WANDERLEY, Maria Carolina de Albuquerque. **Biotecnologia e Bioinsumos: chave para uma agricultura sustentável**. 20 p. 2022. Retirado de: [oliveiraetal2022.pdf](#). Acesso em 19 fev. 2025.

PINTO-ZEBALLOS, D. M.; ZARBIN, P. H. G. A química na agricultura: perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. **Química Nova**. v. 36, n. 10, p. 1509-1513, 2013. Retirado de: [SciELO Brasil - A Química na agricultura: perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis](#) **A Química na agricultura: perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis**. Acesso em 19 fev. 2025.

PRAUCHNER, C. A. **A importância do selênio para a agropecuária e saúde humana**. 1ª Edição. Santa Maria/ES: UFSM., 376 p. 2014. Retirado de: [A importância do selênio para a agropecuária e saúde humana - Carlos André Prauchner - Google Livros](#). Acesso em 20 de fevereiro de 2025.

PERALTA, R. M. (ORG.). **Biodegradação e Biorremediação**. 1ª Edição. Canoas/RS: Editora Mérida Publishers, 2022. Retirado de: [bio.pdf](#). Acesso em: 20 de fev. 2025.

PILLON, A. C.; SELEGATO, D. M.; FERNANDES, R. P.; BUENO, P. C. P.; PINHO, D. R.; CARNEVALE NETO, F.; FREIRE, R. T.; CASTRO-GAMBOA, Y.; BOLZANI, V. S.; LOPES, N. P. Metabólica de plantas: métodos e desafios. **Química Nova**. v. 43, n. 3, p. 329-354, 2020. Retirado de: [SciELO Brasil - METABOLÔMICA DE PLANTAS: MÉTODOS E DESAFIOS](#) **METABOLÔMICA DE PLANTAS: MÉTODOS E DESAFIOS**. Acesso em 20 fev. 2025.

RAJ, M.; TIRATH, R.; YOUNGKYU, L.; ASHUTOSH, K. P.; DEEPAK, K.; REETA, R. S.; SAURABH, S.; JAY, P. V.; SANG-HYOUN, K. Recent updates in biohydrogen production strategies and life-cycle assessment for sustainable future. **Bioresource Technology**. v 366, 2022. Retorado de: [Recent updates in biohydrogen production strategies and life-cycle assessment for sustainable future - ScienceDirect](#). Acesso em 19 fev. 2025.

REIS, M. C. dos; MARTINEZ, M. E. M.; dos SANTOS, R. R.; dos REIS, P. C.; de ALEXANDRIA, A. R. Pesticidas verdes: um estudo de agrotóxicos ambientalmente amigáveis usando mapeamento patentário. **Revista INGI – Indicação Geográfica e Inovação**. v. 5, n. 3, p. 1290 – 1307, 2021. Retirado de: [161-827-1-PB.pdf](#). Acesso em 20 fev. 2025.

SEGHESE, M. A.; de SENA, J. O. A. **Agrotóxicos, transgênicos na agricultura e saúde humana no Estado do Paraná – Brasil**. Ciências da Saúde e suas Descobertas Científicas. p. 1 – 63, 2023. Retirado de: [Agrotóxicos, transgênicos na agricultura e saúde humana no estado do Paraná-Brasil | Seven Editora](#). Acesso em 19 fev. 2025.

RESENDE, R. R. **Biotecnologia aplicada a Agro&Indústria: Fundamentos e aplicações – Volume 4**. 1ª Edição. São Paulo: Editora Edigard Blüncher, 2018. Retirado de: [Biotecnologia aplicada à agro&indústria - Google Books](#). Acesso em: 20 fev. 2025.

REQUENA, S. O.; MONTIEL, C.; MÁXIMO, F.; GÓMEZ, M.; MURCIA, M. D.; BASTIDA, J. **Esters in the food and cosmetics industries: an overview of the reactors used in their biocatalytic synthesis**. **MATERIALS**. Ed. 4, v. 17, n. 1, 2024. Retirado de: [Esters in the Food and Cosmetic Industries: An Overview of the Reactors Used in Their Biocatalytic Synthesis - PMC](#).

Acesso em 20 de fev.2025.

SILVA, C. M.; de AZEVEDO, G. A.; FRADE, L. F. da S.; BARRETO, A. V. R.; SOARES, J. V.; da SILVA, M. P.; MARQUES, D. F.; GOMES, J. de S.; CANUTO, R. E. das F.; da SILVA, A. V. Melhoramento genético de plantas para adaptabilidade às mudanças climáticas. **Revista de Gestão e Secretariado**. v. 15, n. 9, 19 p., 2024. Retirado de: [Melhoramento genético de plantas para adaptabilidade às mudanças climáticas | Revista de Gestão e Secretariado](#). Acesso em 20 fev. 2024

SILVA, F. de F. **Uso de fertilizantes de eficiência aumentada na agricultura**. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Agronomia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2024. Retirado de: [TCC Franciele Freitas Silva Agronomia - 2024.pdf](#). Acesso em 20 fev. 2025.

SILVA, K. A. C. da. **Principais enzimas como aditivos na indústria de panificação**. 2014. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Engenharia Bioquímica. Lorena, Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo. Retirado de: [TCC Karina v.final2](#). Acesso em 20 fev. 2025.

SILVA, K. L. da; das CHAGAS, K. C.; da CRUZ, M. C. P. Produção de biocombustíveis a partir de resíduos vegetais. **Revista de Divulgação de Projetos Universidade PETROBRAS e IF Fluminense**. v. 2, n. 1, p. 183 – 189, 2012. Retirado de: [essentia,+26-produção+de+biocombustiveis\(183-189\).pdf](#). Acesso em 21 fev. 2025.

SILVA, L. G. B. da; ALVES, J. M. M. **Pré-avaliação da viabilidade técnica e econômica da proposta de produção de derivado de glifosato no Brasil**. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Engenharia Química. Escola de Química, Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Retirado de: [Pantheon: Pré-avaliação de viabilidade técnica e econômica de proposta de produção de derivado de glifosato no brasil](#). Acesso em 20 fev. 2025.

SCHEMBERG, A. C. G. Biotecnologia e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**. v. 10, n. 70, 11 p., 2010. Retirado de: [SciELO Brasil - Biotecnologia e desenvolvimento sustentável Biotecnologia e desenvolvimento sustentável](#). Acesso em 21 fev 2025.

SCHROEDER, L. F. A nova química – Biotecnologia revoluciona química fina. **Revista Facto**. Ano 1, Edição 2, 2006. Retirado de: [A Nova Química - Biotecnologia revoluciona química fina - ABIFINA](#). Acessado em 20 fev 2025.

SOUZA, P. F. de. Química Analítica na agricultura. **FATEP ARTIGOS**. Retirado de: [Química Analítica na agricultura | Fatep Piracicaba](#). Acesso em 20 fev. 2025.

TOLENTINO JUNIOR, D. S.; SANTOS, S. N.; MARQUES, A. B. de S.; FARIAS, K. P.; SOUZA, A. B.; LIMA G. N.; RODRIGUES, J. L. Revisão sobre cromatografia líquida acoplada

a espectrometria de massa aplicada à análise toxicológica de alimentos. **Research, Society and Development**. p. 1 – 14, 2021. Retirado de:

[Revisao sobre cromatografia liquida acoplada a esp.pdf](#). Acesso em 19 fev. 2025.

TORRES, A. C.; CALDAS, L.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos vegetais e transformação genética de plantas**. 1º Edição. Brasília: EMBRAPA, 864 P, 1998. Retirado de: [Cultura de tecidos e transformação genética de plantas - Google Books](#). Acesso em 20 fev. 2025.

TRIPATHI, D.; RAIKHY, G.; KUMAR, D. Chemical elicitors of systemic acquired resistance – Salicylic acids and its functional analogs. **Current Plant Biology**. v. 17, p. 48 – 59. Retirado de: [Chemical elicitors of systemic acquired resistance—Salicylic acid and its functional analogs - ScienceDirect](#). Acesso em 20 fev. 2025.

VITOLO, M. (Coord.). **Biotecnologia Farmacêutica: Aspectos sobre aplicação industrial**. 1º Edição. São Paulo: Editora Edigard Blücher, 2015. Retirado de: [Biotecnologia farmacêutica - Google Books](#). Acesso em 21 fev. 2025.

WELTER-TONINI, M. R. C.; de REZENDE, C. E.; GRATIVOL, A. D. Degradação e biorremediação de compostos de petróleo por bactérias: revisão. **Oecologia Australis**. v. 14, n. 4, p. 1010-1020, 2010. Retirado de: [camiladebarros,+PROVA #520\(2\).pdf](#). Acesso em: 20 fev. 2025.



CAPÍTULO 7

APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL ENRIQUECIDO COM NANOFIBRAS DE CELULOSE PARA PROLONGAR A VIDA PÓS-COLHEITA DE MORANGOS

APPLICATION OF EDIBLE COATING ENRICHED WITH CELLULOSE NANOFIBERS
TO EXTEND THE POST-HARVEST LIFE OF STRAWBERRIES

Ítalo Careli-Gondim   

Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, Brasil

Aryane Ribeiro Oliveira   

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, Brasil

Gabriela Silva Mendes Coutinho   

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, Brasil

Ana Beatriz Silva Araújo   

Doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil

Priscilla Martins Carrijo Prado   

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, Brasil

Eduardo Valério de Barros Vilas Boas   

Doutor em Ciência de Alimentos pela Universidade Federal de Lavras, Docente da Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos, Lavras-MG, Brasil

Márcio Caliar   

Doutor em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Goiânia-GO, Brasil

Manoel Soares Soares Júnior   

Doutor em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Goiânia-GO, Brasil

DOI: 10.52832/wed.175.1013 

Resumo: O estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tempo de armazenamento refrigerado e do revestimento comestível, feito de farinha de arroz, pectina cítrica, sorbitol, sorbato de potássio e nanofibras de celulose da casca de arroz, na qualidade dos morangos "Camino Real". Os parâmetros físicos, químicos e fisiológicos dos morangos com e sem revestimento (controle), armazenados sob refrigeração, foram analisados em um Delineamento Inteiramente Casualizado e esquema fatorial. Os resultados indicaram que o teor de sólidos solúveis, a pectina solúvel e o percentual de proteção à oxidação foram significativamente influenciados pelo revestimento comestível, tempo de armazenamento e interação entre ambos. A perda de massa, firmeza e acidez total dos frutos variaram com o revestimento e o tempo de armazenamento. Outros parâmetros, como: teores de ácido ascórbico, compostos fenólicos, açúcares totais, pectina total e atividade antioxidante, foram influenciados apenas pelo tempo de armazenamento. O sorbato de potássio no revestimento atuou como agente antimicrobiano, contribuindo para estender a vida útil dos morangos revestidos. Conclui-se que o revestimento comestível pode dobrar a vida útil dos morangos "Camino Real" durante o armazenamento refrigerado, preservando sua qualidade. Este estudo sugere que os revestimentos comestíveis são uma estratégia eficaz e sustentável para prolongar a vida útil e manter a qualidade dos morangos frescos durante o armazenamento.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch.. Casca de arroz. Sorbitol. Armazenamento.

Abstract: The study aimed to evaluate the effect of refrigerated storage time and an edible coating made from rice flour, citrus pectin, sorbitol, potassium sorbate, and cellulose nanofibers from rice husks on the quality of "Camino Real" strawberries. Physical, chemical, and physiological parameters of strawberries with and without coating (control), stored under refrigeration, were analyzed in a Completely Randomized Design and factorial scheme. The results indicated that the soluble solids content, soluble pectin, and percentage of oxidation protection were significantly influenced by the edible coating, storage time, and their interaction. Mass loss, firmness, and total acidity of the fruits varied with the coating and storage time. Other parameters, such as ascorbic acid content, phenolic compounds, total sugars, total pectin, and antioxidant activity, were influenced only by storage time. Potassium sorbate in the coating acted as an antimicrobial agent, helping to extend the shelf life of coated strawberries. The study concluded that the edible coating could double the shelf life of "Camino Real" strawberries during refrigerated storage while preserving their quality. This research suggests that edible coatings are an effective and sustainable strategy to prolong the shelf life and maintain the quality of fresh strawberries during storage.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch.. Rice husk. Sorbitol. Storage.

1 INTRODUÇÃO

A insegurança alimentar é considerada um problema grave presente no mundo (World Bank, 2025). De acordo com a *Food and Agriculture Organization* (FAO) *et al.* (2024), cerca de 29% da população mundial sofreu algum nível de insegurança alimentar. No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024) estima que 27,6% da população está em situação de insegurança alimentar.

Diante desse cenário preocupante, torna-se essencial incentivar avanços nas pesquisas em busca de novas tecnologias para conservar os alimentos e preservar a qualidade nutricional. Dessa forma, garante-se à população o acesso físico e econômico a alimentos seguros e nutritivos, em quantidades suficientes para atender às suas necessidades e preferências alimentares. Além disso, é



crucial considerar a sustentabilidade nos processos produtivos, promovendo uma vida ativa e saudável para todos (Brasil, 2014; FAO *et al.*, 2024).

Uma alternativa é o uso de revestimentos comestíveis na pós-colheita de frutos, que visam estender a vida útil e preservar suas características, preenchendo parcialmente defeitos da casca e reduzindo a perda de umidade, taxa respiratória, produção de etileno e velocidade de maturação e senescência (Andriani; Handayani, 2023; Velickova *et al.*, 2013).

Além disso, o uso de revestimentos comestíveis é considerado o futuro da indústria de embalagens, pois contribui para a redução dos problemas ambientais gerados por embalagens tradicionais (Carrillo-Lomelí *et al.*, 2024; Thakur *et al.*, 2016). Estudos sobre o uso de revestimentos comestíveis em pós-colheita de frutas e hortaliças *in natura*, ou minimamente processadas, têm mostrado resultados satisfatórios. Esses revestimentos contribuem para a redução do metabolismo e, conseqüentemente, retardam a maturação e a senescência, como observado em abacates (Careli-Gondim *et al.*, 2020), alho minimamente processado (Torun; Ozdemir, 2022), pêssegos (Gao *et al.*, 2016), morangos (Al-Hilifi *et al.*, 2024a), maçãs (Rashid *et al.*, 2020), tâmaras (Abu-Shama *et al.*, 2020), dentre outros.

Os materiais utilizados na formulação de revestimento comestíveis devem ser abundantes e considerados seguros para uso em alimentos, conforme recomendado pela *Food and Drug Administration* (FDA) e publicado pela *Generally Recognized as Safe* (FDA, 2023). Caminhando em direção ao desenvolvimento sustentável, a criação de materiais inovadores com capacidade de rápida degradação no ambiente apresenta-se como uma solução promissora para diminuir significativamente o acúmulo de resíduos provenientes de embalagens plásticas (Dhall; Alam, 2020).

Os coprodutos agroindustriais possuem esses atributos, além de serem de baixo custo, desde que manejados de forma adequada, com procedimentos que previnam as contaminações física, química ou microbiológica (Assis; Britto, 2014). Além disso, sua utilização contribui para a redução de possíveis impactos no ambiente (Ruzene *et al.*, 2008). Com o desenvolvimento de novos biopolímeros, o crescimento de grupos de pesquisa dedicados a essa área e, sobretudo, o interesse demonstrado pelos setores produtivo e logístico em adotar essa inovação tecnológica, espera-se que a aplicação de revestimentos comestíveis se torne em breve uma prática comum, amplamente utilizada para preservar produtos, especialmente os de origem tropical, em médias e grandes escalas (Assis; Britto, 2014).

A indústria de beneficiamento de arroz gera grandes volumes de casca (rica em celulose) e grãos quebrados (fonte de amido e proteínas), enquanto o processamento de suco de laranja separa o albedo (rico em pectina). Estes coprodutos, após preparação, poderiam constituir a base dos revestimentos comestíveis. Vimos que estudos demonstraram que revestimentos contendo farinha



de arroz apresentaram resultados satisfatórios (Thakur *et al.*, 2016; Trigo *et al.*, 2012). O gel amido do arroz é reforçado pela ação geleificante e estabilizante da pectina cítrica, potencializando a aplicação dos mesmos em embalagens para alimentos (Gorrasi; Bugatti, 2016; Oliveira *et al.*, 2012).

A celulose é um produto promissor para a elaboração de fibras de celulose e extração de nanocristais de celulose, com aplicações em hidrogéis e embalagens biodegradáveis. Portanto, é um coproduto com atributos de interesse para a formulação de revestimentos comestíveis (Johar *et al.*, 2012; Ooi *et al.*, 2016).

Para melhorar a conservação da matriz do revestimento comestível, a adição de outros compostos pode ser benéfica. Quando combinados com o sorbitol (que atua como plastificante) e o sorbato de potássio (com ação antimicrobiana), esses componentes podem melhorar as propriedades mecânicas e a aderência do revestimento na superfície dos frutos. O sorbitol permite melhor mobilidade das cadeias, aumentando a resistência e homogeneidade do revestimento à base de amido, além de aumentar a viscosidade da pasta foram maiores com o uso como plastificante (Isotton *et al.*, 2015; Juansang *et al.*, 2015).

O uso de antimicrobianos incorporados vem evidenciando grande apelo à indústria de embalagens, como o sorbato de potássio. Estudos demonstram vantagens deste produto em comparação a outros conservantes tradicionais nos alimentos (Barzegar *et al.*, 2014; Pérez *et al.*, 2014). Sayanjali Ghanbarzadeh e Ghiassifar, (2011) verificaram que o uso do sorbato de potássio contribui para uma maior flexibilidade do revestimento e é uma alternativa viável para o controle do crescimento de colônias micotoxigênicas.

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é um fruto não climatério, cuja aparência, firmeza, sabor e composição química são considerados como atributos de qualidade pelo consumidor. Sua vida útil é muito curta, devido sua alta susceptibilidade a danos mecânicos, perda da firmeza e deterioração fúngica, que restringem sua comercialização (Vu *et al.*, 2011).

Portanto, a aplicação de tecnologias de conservação, como revestimentos comestíveis, é essencial para prolongar sua durabilidade e manter suas qualidades sensoriais e nutricionais. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tempo de armazenamento refrigerado e do revestimento comestível, obtido a partir de farinha de arroz, pectina cítrica, sorbitol, sorbato de potássio e nanofibras de celulose sobre a qualidade de morangos “Camino Real”.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção e Preparo dos Frutos

Os frutos foram colhidos manualmente, no início da manhã, no ponto de maturação comercial. Os morangos (*Fragaria x ananassa* Duch. cv “Camino Real”) foram adquiridos de um



produtor de Itutinga, MG, Brasil, com diâmetro médio longitudinal de $5,85 \text{ cm} \pm 0,23$, diâmetro transversal de $3,92 \text{ cm} \pm 0,20$ e peso médio de $34,43 \text{ g} \pm 2,27$.

Os frutos foram imediatamente transportados ao Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, onde foram lavados, sanitizados em solução de hipoclorito (200 mg L^{-1}) por 15 min, enxaguados, secos a 25°C , e separados aleatoriamente em dois grupos: frutos controle (não revestidos) e frutos revestidos.

2.2 Preparação e Aplicação da Solução Filmogênica e Montagem dos Ensaios

A partir de estudos preliminares, a solução filmogênica foi formulada com $5 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de farinha de grãos de arroz quebrados padronizada, $5 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de pectina cítrica (P.A.), $25 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de solução de sorbitol ($70 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$, m/v), $3 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de nanofibras de celulose de casca de arroz, $2 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de solução de sorbato de potássio ($0,1 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$, m/v) em 1 L de água destilada. A mistura foi aquecida sob constante agitação até a gelatinização do amido da farinha de arroz e a solubilização da pectina.

Os frutos foram imersos na solução filmogênica a 20°C por 2 a 3 min, de modo que o revestimento ficasse uniformemente distribuído sobre toda a superfície dos frutos, e secos naturalmente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2$). Os frutos controle foram imersos em água destilada e secos naturalmente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2$). Após secos, os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, cerca de 150 g de morangos por bandeja, cada bandeja representando uma repetição. Os morangos foram armazenados a $1^{\circ}\text{C} \pm 2$ a $75\% \pm 10 \text{ URA}$. A umidade e temperatura do ar foram monitoradas com um termo-higrômetro digital (Equitherm, TH-439, Porto Alegre, Brasil).

Os ensaios de armazenamento dos frutos ocorreram de forma distinta: ensaios não destrutivos e destrutivos. O ensaio não destrutivo, que tinham amostras exclusivas, avaliou a perda de massa, com análises realizadas diariamente. O Delineamento Inteiramente Casualizado, em esquema fatorial (2×10): dois tratamentos e 10 dias de avaliações consecutivas, com três repetições originais.

O ensaio destrutivo utilizou Delineamento Inteiramente Casualizado, em esquema fatorial (2×6): dois tratamentos e seis dias não consecutivos de avaliação, com três repetições originais. O aparecimento de colônias fúngicas visíveis a olho nú, ao longo do tempo de armazenamento finalizou o experimento.

2.3 Perda de Massa

A perda de massa foi avaliada em balança semianalítica (Mettler, PC 2000, Barueri, Brasil). Cada bandeja representou uma repetição. A perda de massa (PM) dos frutos foi expressa em



percentagem, considerando a diferença entre a massa inicial dos frutos (P_i) e a massa obtida a cada intervalo de tempo de amostragem (P_f) (Equação 1):

$$PM = \left(\frac{(P_i - P_f)}{P_i} \right) \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

2.4 Firmeza

A firmeza foi determinada individualmente no fruto inteiro. As medidas foram realizadas na região equatorial em dois pontos equidistantes, com auxílio de um penetrômetro digital (*Fruit Hardness Tester*, PTR-300, São Paulo, Brasil), com sonda de 5 mm de diâmetro. Os resultados foram expressos em Newton (N).

2.5 Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total

Os sólidos solúveis totais foram estimados por refratometria, utilizando-se refratômetro digital (Reichert, AR200, Nova York, EUA), com compensação de temperatura automática a 25°C. Os resultados expressos em °Brix. A acidez total foi obtida por titulação com solução de NaOH 0,1 N, e expressa em g ácido cítrico 100 g⁻¹. Todas as análises foram realizadas conforme metodologias descritas pela *Association of Official Agricultural Chemists* (2016).

2.6 Pectina Total, Solúvel e Açúcares Totais

A extração das pectinas total, solúvel e açúcares totais foi realizada de acordo com a técnica de McCready e McComb (1952). A quantificação das pectinas foi realizada em espectrofotômetro (Clay[®] 50 UV-Vis, Beckman 640B, Nova Jersey, EUA), a 520 nm, segundo técnica de Bitter e Muir (1973) e expressas em mg de ácido galacturônico por 100 g de polpa. Para determinar o teor de açúcares totais foi utilizado o método espectrofotométrico de Antrona, com leitura a 620 nm de acordo com Dische (1962), os resultados foram expressos como g de glicose por 100 g de fruto.

2.7 Ácido Ascórbico e Compostos Fenólicos Totais

O método colorimétrico descrito por Strohecker e Henning (1967) foi utilizado para determinar o teor de ácido ascórbico. A quantificação foi feita mediante leitura em espectrofotômetro (Clay[®] 50 UV-Vis, Beckman 640B, Nova Jersey, EUA), a 520 nm e resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de frutos. O método colorimétrico de Folin-Ciocalteu foi utilizado para determinar o teor de compostos fenólicos totais, com algumas

modificações descritas por Waterhouse (2002). As análises foram realizadas em triplicata, e os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por 100 g da amostra.

2.8 Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada por meio de dois métodos: redução do 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) e β -caroteno/ácido linoléico.

Para o método de redução do DPPH foi adotada a metodologia descrita por Rufino *et al.* (2007). A leitura da absorbância foi realizada a 515 nm em espectrofotômetro (Clay[®] 50 UV-Vis, Beckman 640B, Nova Jersey, EUA) após 30 min na solução de 0,06 nM de DPPH, e calculou-se a percentagem de atividade de sequestro de radicais livres (% ASRL) com a utilização da equação 4.

$$\%ASRL = \left(\frac{ABS\ Controle - ABS\ Amostra}{ABS\ Controle} \right) \times 100 \quad (\text{Equação 4})$$

Para o método de oxidação do β -caroteno seguiu-se a descrição de Duarte-Almeida *et al.* (2006) e Rufino *et al.* (2007). A primeira leitura foi realizada em espectrofotômetro (Clay[®] 50 UV-Vis, Beckman 640B, Nova Jersey, EUA) a 470 nm. Após a leitura, os tubos foram aquecidos em banho maria a 40 °C por 2 h e, posteriormente, foi realizada a segunda leitura. Os resultados foram expressos em percentagem de inibição da oxidação, calculada de acordo com a equação 5.

$$\%Proteção = 100 - \left[\left(\frac{Ai - Af}{Si - Sf} \right) \times 100 \right] \quad (\text{Equação 5})$$

Na qual: Ai é a absorbância da amostra inicial, Af é a absorbância da amostra final, Ci é a absorbância da solução sistema inicial e Cf é a absorbância da solução sistema final.

2.9 Análise Estatística

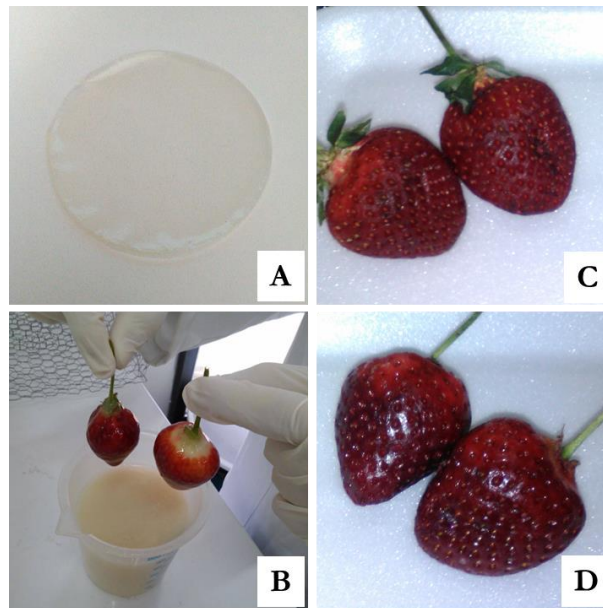
Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância fatorial para verificar os efeitos de cada variável independente e suas interações sobre as variáveis dependentes analisadas, quando o teste F foi significativo, aplicou-se o teste de comparação múltipla de Tukey com nível de significância de 5 %. utilizando os programas Statistica versão 10.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O revestimento comestível foi aplicado nos morangos e mostrou boa aderência, além de uma distribuição uniforme na superfície dos frutos. Nos primeiros dias do experimento, os morangos revestidos apresentaram um brilho intenso (Figura 1). No entanto, no oitavo dia, os

morangos do grupo controle começaram a apresentar crescimento microbiano visível, o que impediu a análise desses frutos além desse ponto. Já os morangos revestidos só apresentaram as primeiras colônias de microrganismos visíveis no 16º dia, momento em que o experimento foi encerrado.

Figura 1 – Etapas do revestimento dos morangos (*Fragaria x ananassa* Duch. cv “Camino Real”). (A) Filme comestível escolhido; (B) Imersão dos morangos na solução filmogênica; (C) Morango controle e (D) morango revestido no tempo zero.



Fonte: Autores, 2025.

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise de variância (ANOVA fatorial) para os parâmetros bioquímicos, físicos e químicos dos morangos "Camino Real" com e sem revestimento comestível ao longo do tempo de armazenamento. Os resultados mostram que o tratamento com revestimento comestível, o tempo de armazenamento e a interação entre esses fatores tiveram efeitos estatisticamente significativos, destacando a eficácia do revestimento na conservação dos morangos ao longo do tempo.

Devido à sua casca muito fina e permeável, os morangos frescos são altamente suscetíveis à perda de peso. Esse fenômeno ocorre principalmente por causa da perda de umidade durante os processos metabólicos, como respiração e transpiração (Al-Hilifi *et al.*, 2024b; Costa *et al.*, 2023). Os frutos revestidos apresentaram perda de massa mais elevada em comparação com os frutos controle (Tabela 2). Isso provavelmente se deve à alta atividade metabólica dos frutos. Agostini *et al.* (2014) ao avaliar tipos diferentes de revestimento em laranjas, fruto não climatérico como o morango, observaram que os frutos revestidos tiveram uma perda de massa maior em relação aos frutos controle, corroborando os achados deste estudo.

Tabela 1 - Parâmetros da ANOVA Fatorial para Análise de Parâmetros Bioquímicos, Físicos e Químicos de Morangos "Camino Real" com e sem Revestimento Comestível durante o Armazenamento.

	Tratamento	Tempo	Interação	p	R ²
Perda de Massa	0,000003	0,00000	0,10821	<0,001	0,932
Firmeza	0,000484	0,00007	0,50878	0,00011	0,854
Sólidos Solúveis	0,005736	0,000005	0,03843	0,00001	0,894
Acidez Titulável	0,023308	0,00028	0,39656	0,00111	0,783
Açúcares Totais	0,136529	0,03490	0,22830	0,05639	0,553
Pectina Total	0,545517	0,00246	0,05147	0,00621	0,705
Pectina Solúvel	0,000001	0,00000	0,00065	0,00000	0,980
Ácido Ascórbico	0,145312	0,00024	0,22051	0,00130	0,777
Sistema β Caroteno	0,037139	0,03674	0,09506	0,02257	0,626
DPPH	0,816349	0,02848	0,74172	0,13910	0,464
Fenólicos Totais	0,983733	0,00189	0,70163	0,01451	0,656

Fonte: Autores, 2025.

Com a expansão da produção nacional de morangos, com aproximadamente 197 mil toneladas (Antunes *et al.*, 2023) de frutos produzidos no Brasil. Os frutos são conhecidos por sua alta perecibilidade, o que representa um desafio significativo para produtores e comerciantes. Esses frutos são altamente suscetíveis a danos mecânicos, perda de firmeza e deterioração microbiana, o que limita sua vida útil pós-colheita. A rápida degradação de sua qualidade dificulta a comercialização e o consumo, resultando em perdas econômicas substanciais (Chitarra; Chitarra, 2005).

A firmeza é um aspecto fundamental na avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos, refletindo a textura do tecido e atuando como um indicador crucial do frescor. A principal causa da perda de firmeza (amolecimento) nas frutas está na degradação da parede celular e na quebra da lamela média, o que resulta na redução da adesão entre células (Oh *et al.*, 2018). Esse processo está intimamente relacionado às taxas de perda de água e às mudanças metabólicas internas, como a quebra da celulose e hemicelulose, bem como a despolimerização do amido e da pectina (Thakur *et al.*, 2018).

Como os morangos são frutas macias, eles são particularmente suscetíveis à rápida perda de firmeza. Houve uma interação significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento refrigerado (Tabela 1), pois os frutos revestidos tenderam ser mais resistentes que os do controle (Tabela 3). Portanto, o revestimento auxiliou na manutenção da firmeza, uma vez que os valores

obtidos pelo controle foram menores. Borges *et al.* (2013) e Garcia *et al.* (2012) apresentaram resultados semelhantes, com maior resistência dos morangos revestidos.

Tabela 2 - Perda de massa do morango (Fragaria x ananassa Duch. cv “Camino Real”) revestido e controle (valores médios e desvios-padrão) em função do tempo (dias).

TEMPO	PERDA DE MASSA	
	REVESTIDO	CONTROLE
0	0,00 ± 0,00 ^H	0,00 ± 0,00 ^E
1	4,05 ± 0,33 ^G	2,72 ± 1,11 ^{DE}
2	7,87 ± 0,51 ^F	5,54 ± 4,19 ^{CDE}
3	11,09 ± 0,76 ^E	7,97 ± 3,62 ^{BCDE}
4	14,55 ± 0,69 ^D	9,96 ± 3,66 ^{ABCD}
5	18,64 ± 0,99 ^C	12,56 ± 4,09 ^{ABC}
6	21,72 ± 1,03 ^{Ba}	15,11 ± 3,81 ^{ABb}
7	24,81 ± 1,30 ^{Aa}	17,35 ± 3,20 ^{Ab}
8	28,36 ± 1,48 ^I	-
9	30,79 ± 1,76 ^I	-

Médias com letras maiúsculas sobrescritas diferentes na coluna e minúsculas na linha diferem significativamente ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autores, 2025.

Os teores de sólidos solúveis totais aumentaram em ambos os tratamentos, estabilizando a partir do oitavo dia de armazenamento nos morangos revestidos (Tabela 3). Esse aumento pode ser atribuído à perda de água e consequente concentração dos sólidos, bem como à hidrólise de carboidratos durante o amadurecimento, seguido pelo consumo de açúcar durante a senescência (Sharafi *et al.*, 2024). A estabilização observada entre o oitavo e o décimo sexto dia pode ser atribuída ao papel dos revestimentos como barreira de gás, o que limita a respiração da fruta ao reduzir a absorção de oxigênio (Zahra *et al.*, 2025).

A acidez está diretamente relacionada à quantidade de ácidos orgânicos presentes no alimento (Manzoor *et al.*, 2021), e aumentou ao longo do período de armazenamento sob refrigeração em ambos os tratamentos (Tabela 3), mostrando um comportamento atípico que, possivelmente, pode ser explicado pela degradação da parede celular, e consequente formação de ácidos poligaracturônicos (Pereira *et al.*, 2005).

Para a pectina total, o tempo de armazenamento teve um efeito significativo (Tabela 1). Nos morangos controle, a pectina total diminuiu significativamente do tempo 0 para o tempo 4 e estabilizou depois (Tabela 3). Nos morangos revestidos, houve um aumento significativo na pectina total no tempo 12, indicando que o revestimento comestível pode ajudar a preservar a estrutura da parede celular dos frutos ao longo do tempo de armazenamento.

A pectina solúvel, por sua vez, foi altamente influenciada pelo tratamento, pelo tempo e pela interação entre ambos, conforme indicado pela Tabela 1. Os morangos revestidos apresentaram um aumento significativo na pectina solúvel nos tempos 8 e 16 em comparação aos

morangos controle (Tabela 3). Isso sugere que o revestimento foi eficaz em manter a solubilidade da pectina, o que é crucial para a preservação da firmeza dos frutos.

Freitas *et al.* (2015) associaram a perda de firmeza dos frutos à ação de hidrolases nas paredes celulares. Esse processo resultou no aumento do teor de pectina solúvel e na redução da pectina total, corroborando com os resultados observados nos morangos nesta pesquisa

Para o teor de açúcares totais, o tempo de armazenamento teve um efeito significativo (Tabela 1). Embora o tratamento não tenha tido um efeito significativo nos açúcares totais, o tempo de armazenamento foi um fator crucial, e o revestimento ajudou a manter os níveis de açúcar durante o armazenamento. Os açúcares totais nos morangos revestidos aumentaram significativamente no tempo 12 em comparação aos morangos controle (Tabela 3). Esse resultado indica que o revestimento pode ter ajudado a manter os níveis de açúcar, possivelmente devido à redução da respiração e da perda de umidade ao longo do tempo de armazenamento (Al-Hilifi *et al.*, 2024b).

O teor de ácido ascórbico e os compostos fenólicos totais nos morangos foram significativamente influenciados pelo tempo de armazenamento (Tabela 1). Embora o tratamento com revestimento comestível não tenha mostrado um efeito significativo, os resultados sugerem que o revestimento ajudou a preservar esses importantes compostos bioativos ao longo do armazenamento refrigerado. Especificamente, o teor de ácido ascórbico aumentou ao longo do tempo (Tabela 3), atingindo os valores mais altos no 16º dia para os morangos revestidos. Da mesma forma, os compostos fenólicos totais variaram, com os maiores valores observados nos dias 4 e 16 para os morangos revestidos. Esses resultados indicam que o revestimento comestível foi eficaz na manutenção da qualidade, que pode ser justificado pelo aumento da concentração de sólidos em função da perda de água durante a transpiração (Costa *et al.*, 2023). A capacidade antioxidante dos frutos, pode estar relacionada à espécie, a cultivar, às condições de cultivo e à maturidade na colheita (Vizzotto *et al.*, 2012) assim como o alto teor de ácido ascórbico (Duarte-Almeida *et al.*, 2006) presente nos frutos. Conforme indicado na Tabela 1, o tempo teve um efeito significativo na capacidade antioxidante medida pelo DPPH, enquanto o tratamento e a interação entre tratamento e tempo não tenham mostrado significância estatística.

Na Tabela 3 observa-se que a capacidade antioxidante dos morangos revestidos se manteve mais estável ao longo do tempo em comparação aos morangos controle. Em relação ao sistema β -caroteno, tanto o tratamento quanto o tempo tiveram efeitos significativos (Tabela 1). Na Tabela 3 destaca que os morangos revestidos mantiveram um nível mais estável de β -caroteno durante o armazenamento, apresentando um aumento significativo no 16º dia. Esses achados sugerem que o revestimento comestível contribuiu para a preservação da capacidade antioxidante e estabilidade



do sistema β -caroteno dos morangos ao longo do armazenamento refrigerado, ajudando a manter a qualidade nutricional dos frutos.



Tabela 3 - Parâmetros físicos e químicos do morango (*Fragaria × ananassa* Duch. cv “Camino Real”), com e sem revestimento comestível em função do tempo de armazenamento (dias) sob refrigeração. Valores médios e desvios-padrão.

TRATAMENTO	PARÂMETRO	TEMPO 0	TEMPO 4	TEMPO 8	TEMPO 12	TEMPO 16
CONTROLE	Firmeza ¹	2,60 ± 0,17 ^A	1,88 ± 0,22 ^{Bb}	1,87 ± 0,08 ^{Bb}	-	-
	Sólidos Solúveis ²	8,00 ± 0,33 ^b	8,17 ± 0,17	11,00 ± 1,00	-	-
	Acidez Titulável ³	0,68 ± 0,07 ^B	0,81 ± 0,07 ^{AB}	0,98 ± 0,07 ^A	-	-
	Açúcares Totais ⁴	2,33 ± 0,19	3,49 ± 0,96	2,54 ± 0,24 ^b	-	-
	Pectina Total ⁵	0,84 ± 0,12 ^A	0,42 ± 0,11 ^B	0,53 ± 0,03 ^B	-	-
	Pectina Solúvel ⁵	0,09 ± 0,01 ^{Bb}	0,04 ± 0,01 ^C	0,16 ± 0,02 ^{Ab}	-	-
	Ácido Ascórbico ⁶	109,55 ± 0,82 ^a	113,57 ± 18,36	129,77 ± 1,85	-	-
	Fenólicos Totais ⁷	198,64 ± 50,84 ^A	319,50 ± 18,76 ^A	314,82 ± 66,12 ^A	-	-
	DPPH ⁸	88,38 ± 6,80	91,38 ± 4,61	80,87 ± 6,94	-	-
	Sistema β* ⁹	48,03 ± 28,52	34,33 ± 6,61	74,46 ± 14,35 ^a	-	-
REVESTIDO	Firmeza ¹	3,36 ± 0,52 ^A	2,43 ± 0,02 ^{Ba}	2,28 ± 0,19 ^{BCa}	1,71 ± 0,09 ^C	1,90 ± 0,03 ^{BC}
	Sólidos Solúveis ²	9,56 ± 0,38 ^{Ba}	8,00 ± 0,00 ^B	13,89 ± 1,90 ^A	12,78 ± 0,19 ^A	12,89 ± 0,19 ^A
	Acidez Titulável ³	0,81 ± 0,07	0,85 ± 0,07	1,20 ± 0,20	1,20 ± 0,20	1,11 ± 0,20
	Açúcares Totais ⁴	2,72 ± 0,72 ^B	3,33 ± 0,21 ^B	3,46 ± 0,06 ^{Ba}	5,42 ± 0,14 ^A	3,09 ± 0,19 ^B
	Pectina Total ⁵	0,71 ± 0,09 ^{AB}	0,63 ± 0,17 ^B	0,54 ± 0,06 ^B	1,08 ± 0,21 ^A	0,67 ± 0,18 ^{AB}
	Pectina Solúvel ⁵	0,15 ± 0,00 ^{Ca}	0,05 ± 0,02 ^D	0,24 ± 0,01 ^{Ba}	0,14 ± 0,02 ^C	0,40 ± 0,03 ^A
	Ácido Ascórbico ⁶	93,20 ± 1,19 ^{Db}	110,03 ± 1,03 ^{CD}	130,98 ± 9,36 ^{BC}	153,77 ± 15,56 ^{AB}	169,02 ± 22,30 ^A
	Fenólicos Totais ⁷	222,54 ± 4,48 ^{BC}	302,27 ± 25,62 ^{AB}	309,41 ± 55,42 ^{AB}	159,25 ± 39,18 ^C	347,40 ± 38,89 ^A

Entre Folhas e Genes: pesquisas multidisciplinares em Biologia Vegetal | Miranda *et al.*

DPPH ⁸	85,95 ± 4,82	94,59 ± 3,63	82,22 ± 9,51	93,89 ± 2,68	90,54 ± 2,64
Sistema β* ⁹	45,73 ± 3,86 ^B	27,78 ± 10,51 ^B	35,90 ± 6,24 ^{Bb}	44,12 ± 18,77 ^B	75,90 ± 7,03 ^A

Médias com letras maiúsculas sobrescritas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem significativamente ($p < 0,05$).¹ (N); ² (°Brix); ³ (g ácido cítrico. 100 g-1); ⁴ (g de glicose. 100 g-1); ⁵ (mg de ácido galacturônico. 100 g-1); ⁶ (mg. 100 g-1); ⁷ (mg EAG. 100 g-1); ⁸ (% Atividade de Sequestro do Radical Livre DPPH); * Sistema β-caroteno/ácido linoléico; ⁹ (% de Proteção)

Fonte: Autores, 2025.



4 CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que a aplicação dos revestimentos proporcionou benefícios significativos em termos de manutenção da qualidade e extensão da vida útil dos morangos cultivar “Camino Real”. Observou-se que os frutos revestidos mantiveram sua integridade física e características bioquímicas por um período mais prolongado em comparação aos frutos do grupo controle.

As análises revelaram que o revestimento comestível teve um impacto positivo na preservação da firmeza, teores de sólidos solúveis totais, pectina, açúcares, ácido ascórbico e compostos fenólicos. Além disso, os revestimentos contribuíram para a estabilidade da capacidade antioxidante e do sistema β -caroteno ao longo do tempo de armazenamento refrigerado.

Portanto, a utilização de revestimentos comestíveis em morangos representa uma estratégia promissora para a conservação de frutas frescas, oferecendo uma alternativa eficiente e sustentável para prolongar a vida útil e preservar a qualidade dos frutos durante o armazenamento. Futuros estudos poderão explorar diferentes formulações de revestimentos e suas aplicações em outras variedades de frutas, visando otimizar ainda mais os resultados obtidos.

As descobertas também abrem espaço para futuras investigações que abordem aspectos ainda pouco explorados, como a viabilidade econômica da tecnologia para pequenos produtores, os custos associados ao processamento e aplicação dos revestimentos, além de estratégias para superar barreiras logísticas e de distribuição, especialmente em países em desenvolvimento.

Agradecimentos e Financiamento

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Programa de Cooperação Acadêmica (Projeto PROCAD), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro, à Universidade Federal de Goiás e à Universidade Federal de Lavras pelo apoio científico.

REFERÊNCIAS

- ABU-SHAMA, H. S.; ABOU-ZAID, F. O. F.; EL-SAYED, E. Z. Effect of using edible coatings on fruit quality of Barhi date cultivar. **Scientia Horticulturae**, v. 265, p. 109262, 2020. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109262.
- AGOSTINI, J. da S.; SCALON, S. de P. Q.; LESCANO, C. H.; SILVA, K. E. Da; GARCETE, G. J. Nota científica: Conservação pós-colheita de laranjas Champagne (*Citrus reticulata* $\times$ *Citrus sinensis*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, p. 177–184, 2014.

AL-HILIFI, S. A.; AL-ALI, R. M.; DINH, Le N. M.; YAO, Y.; AGARWAL, V. Development of hyaluronic acid based polysaccharide-protein composite edible coatings for preservation of strawberry fruit. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 259, p. 128932, 2024. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2023.128932.

ANDRIANI, V.; HANDAYANI, N. A. Recent technology of edible coating production: A review. **Materials Today: Proceedings**, v. 87, p. 200–206, 2023. DOI: 10.1016/J.MATPR.2023.02.397.

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C.; BONOW, S.; SCHWENGBER, J. E. Morangos: Os desafios da produção brasileira. **Campo & Negócio**, n. Anuário HF 2023, p. 92–94, 2023.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 20th. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2016.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. De. Review: edible protective coatings for fruits: fundamentals and applications. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87–97, 2014. DOI: 10.1590/bjft.2014.019.

BARZEGAR, H.; AZIZI, M. H.; BARZEGAR, M.; HAMIDI-ESFAHANI, Z. Effect of potassium sorbate on antimicrobial and physical properties of starch-clay nanocomposite films. **Carbohydrate Polymers**, v. 110, p. 26–31, 2014. DOI: 10.1016/j.carbpol.2014.03.092.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, v. 4, n. 4, p. 330–334, 1973.

BORGES, C. D.; MENDONÇA, C. R. B.; ZAMBIAZI, R. C.; NOGUEIRA, D.; PINTO, E. M.; PAIVA, F. F. Strawberries conservation with coatings based on xanthan gum and sage essential oil. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1071–1083, 2013.

BRASIL. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica., 2014.

CARELI-GONDIM, Í.; MESQUITA, T. C.; VILAS BOAS, E. V. de B.; CALIARI, M.; SOARES JÚNIOR, M. S. The effect of active coating and refrigerated storage on the quality of avocado cultivar, Quintal. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 1, p. 143–151, 2020. DOI: 10.1007/s13197-019-04039-3.

CARRILLO-LOMELÍ, D. A. *et al.* Influence of edible multilayer coatings with *Opuntia stenopetala* polysaccharides and *Flourensia microphylla* extract on the shelf-life of cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 332, p. 113224, 2024. DOI: 10.1016/j.scienta.2024.113224.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Fruit and Vegetable Postharvest: Physiology and Handling**. 2. ed. Lavras: UFLA - Universidade Federal de Lavras, 2005.

COSTA, B. P.; CARPINÉ, D.; IKEDA, M.; PAZZINI, I. A. E.; DA SILVA BAMBIRRA ALVES, F. E.; DE MELO, A. M.; RIBANI, R. H. Bioactive coatings from non-conventional loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) seed starch to extend strawberries shelf-life: An antioxidant packaging. **Progress in Organic Coatings**, v. 175, p. 107320, 2023. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2022.107320.

DHALL, R. K.; ALAM, M. S. Biodegradable Packaging. In **Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials**. Elsevier, 2020. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11516-4>

DISCHE, Z. General color reactions. *Em*: WHISTLER, R. L.; WOLFROM, M. L.; BEMILLER, J. N.; SHAFIZADEH, F. (org.). **Methods in carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. p. 477–512.

DUARTE-ALMEIDA, J. M.; SANTOS, R. J. Dos; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Evaluation of the antioxidant activity using the β -carotene/linoleic acid system and the dpph scavenging method. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 446–452, 2006. DOI: 10.1590/S0101-20612006000200031.

FAO, Food and Agriculture Organization; IFAD, International Fund for Agricultural Development; UNICEF, United Nations Children's Fund; WFP, World Food Programme; WHO, World Health Organization. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2024**. 2024. ed. Rome, Italy: FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO, 2024. DOI: 10.4060/cd1254en.

FDA, Food & Drug Administration. **Generally Recognized as Safe (GRAS)**. 2023. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/food-ingredients-packaging/generally-recognized-safe-gras>. Acesso em: 11 fev. 2025.

FREITAS, B. S. M. *et al.* Evaluation of the postharvest quality of Cagaita fruits (*Eugenia dysenterica* DC.) coated with chitosan and associated with refrigeration. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 24, p. 2035–2046, 2015. DOI: 10.5897/AJB2015.14646.

GAO, H.; ZHANG, Z. K.; CHAI, H. K.; CHENG, N.; YANG, Y.; WANG, D. N.; YANG, T.; CAO, W. Melatonin treatment delays postharvest senescence and regulates reactive oxygen species metabolism in peach fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 118, p. 103–110, 2016. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2016.03.006.

GARCIA, L. C.; PEREIRA, L. M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. D.; HUBINGER, M. D. Effect of Antimicrobial Starch Edible Coating on Shelf-Life of Fresh Strawberries. **Packaging Technology and Science**, v. 3, n. 6, p. 834–842, 2012. DOI: 10.1002/pts.987.

GORRASI, G.; BUGATTI, V. Edible bio-nano-hybrid coatings for food protection based on pectins and LDH-salicylate: Preparation and analysis of physical properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 69, p. 139–145, 2016. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.01.038.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Segurança alimentar: 2023: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro.

ISOTTON, F. S.; BERNARDO, G. L.; BALDASSO, C.; ROSA, L. M.; ZENI, M. The plasticizer effect on preparation and properties of etherified corn starches films. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 717–724, 2015. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.04.005.

JOHAR, N.; AHMAD, I.; DUFRESNE, A. Extraction, preparation and characterization of cellulose fibres and nanocrystals from rice husk. **Industrial Crops and Products**, v. 37, n. 1, p. 93–99, 2012. DOI: 10.1016/j.indcrop.2011.12.016.

- JUANSANG, J.; PUTTANLEK, C.; RUNGSARDTHONG, V.; PUNCHA-ARNON, S.; JIRANUNTAKUL, W.; UTTAPAP, D. Pasting properties of heat-moisture treated canna starches using different plasticizers during treatment. **Carbohydrate Polymers**, v. 122, p. 152–159, 2015. DOI: 10.1016/j.carbpol.2014.12.074.
- MANZOOR, S.; GULL, A.; WANI, S. M.; GANAIE, T. A.; MASOODI, F. A.; BASHIR, Khalid; MALIK, A. R.; DAR, B. N. Improving the shelf life of fresh cut kiwi using nanoemulsion coatings with antioxidant and antimicrobial agents. **Food Bioscience**, v. 41, p. 101015, 2021. DOI: 10.1016/j.fbio.2021.101015.
- MCCREADY, R. M.; MCCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, v. 24, n. 12, p. 1586–1588, 1952. DOI: 10.1021/ac60072a033.
- OH, H. D.; YU, D. J.; CHUNG, S. W.; CHEA, S.; LEE, H. J. Absciscic acid stimulates anthocyanin accumulation in 'Jersey' highbush blueberry fruits during ripening. **Food Chemistry**, v. 244, p. 403–407, 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.10.051.
- OLIVEIRA, E. N. A. De; MARTINS, J. N.; SANTOS, D. da C.; GOMES, J. P.; ALMEIDA, F. de A. C. Storage of tomatoes coated with pectin: colorimetric evaluation. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 19–25, 2012.
- OOI, S. Y.; AHMAD, I.; AMIN, M. C. I. M. Cellulose nanocrystals extracted from rice husks as a reinforcing material in gelatin hydrogels for use in controlled drug delivery systems. **Industrial Crops and Products**, v. 93, p. 227–234, 2016. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.11.082.
- PEREIRA, T.; CARLOS, L. A.; OLIVEIRA, J. G. De; MONTEIRO, A. R. Características físicas e químicas de goiaba cv Cortibel (*Psidium guajava*) estocadas sob refrigeração em x-tend. **Alimentação e Nutrição**, v. 16, n. 1, p. 11–16, 2005.
- PÉREZ, L. M.; SOAZO, M. del V.; BALAGUÉ, C. E.; RUBIOLO, A. C.; VERDINI, R. A. Effect of pH on the effectiveness of whey protein/glycerol edible films containing potassium sorbate to control non-O157 shiga toxin-producing *Escherichia coli* in ready-to-eat foods. **Food Control**, v. 37, n. 1, p. 298–304, 2014. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.09.018.
- RASHID, Z.; KHAN, M. R.; MUBEEN, R.; HASSAN, A.; SAEED, F.; AFZAAL, M. Exploring the effect of cinnamon essential oil to enhance the stability and safety of fresh apples. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 12, 2020. DOI: 10.1111/jfpp.14926.
- RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH**
Introdução: Comunicado Técnico 127. Fortaleza, CE.
- RUZENE, D. S.; SILVA, D. P.; VICENTE, A. A.; GONÇALVES, A. R.; TEIXEIRA, J. A. An alternative application to the Portuguese agro-industrial residue: Wheat straw. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 147, n. 1–3, p. 85–96, 2008. DOI: 10.1007/s12010-007-8066-2.
- SAYANJALI, S.; GHANBARZADEH, B.; GHIASSIFAR, S. Evaluation of antimicrobial and physical properties of edible film based on carboxymethyl cellulose containing potassium sorbate

on some mycotoxigenic *Aspergillus* species in fresh pistachios. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n. 4, p. 1133–1138, 2011. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.12.017.

SHARAFI, H.; ALIREZALU, A.; LIU, S.; KARAMI, A.; MORADI, M. Postbiotics-enriched flaxseed mucilage coating: A solution to improving postharvest quality and shelf life of strawberry. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 265, p. 131398, 2024. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2024.131398.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Vitamin analysis: proven methods**. Madrid: Paz Montalvo, 1967.

THAKUR, R.; PRISTIJO, P.; GOLDING, J. B.; STATHOPOULOS, C. E.; SCARLETT, Christopher J.; BOWYER, M. C.; SINGH, S. P.; VUONG, Q. V. Development and application of rice starch based edible coating to improve the postharvest storage potential and quality of plum fruit (*Prunus salicina*). **Scientia Horticulturae**, v. 237, p. 59–66, 2018. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.04.005.

THAKUR, R.; SABERI, B.; PRISTIJO, P.; GOLDING, J.; STATHOPOULOS, C.; SCARLETT, C.; BOWYER, M.; VUONG, Q. Characterization of rice starch-t-carrageenan biodegradable edible film. Effect of stearic acid on the film properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 93, p. 952–960, 2016. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2016.09.053.

TORUN, M.; OZDEMIR, F. Milk protein and zein coatings over peeled garlic cloves to extend their shelf life. **Scientia Horticulturae**, v. 291, p. 110571, 2022. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110571.

TRIGO, J. M.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F.; SARMENTO, S. B. S.; LAI REYES, A. E.; SARRIÉS, G. A. Effect of edible coatings on the preservation of fresh cut papayas Autores. **Brazilian Journal of food technology**, v. 15, n. 2, p. 125–133, 2012. DOI: 10.1590/S1981-67232012005000005.

VELICKOVA, E.; WINKELHAUSEN, E.; KUZMANOVA, S.; ALVES, V. D.; MOLDÃO-MARTINS, M.; Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv Camarosa) under commercial storage conditions. **LWT - Food Science and Technology**, v. 52, n. 2, p. 80–92, 2013. DOI: 10.1016/j.lwt.2013.02.004.

VIZZOTTO, M.; RASEIRA, M. do C. B.; PEREIRA, M. C.; FETTER, M. da R. Phenolic content and antioxidant activity of different Genotypes of blackberry (*Rubus* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 853–858, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000300027>.

VU, K. D.; HOLLINGSWORTH, R. G.; LEROUX, E.; SALMIERI, S.; LACROIX, M. Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. **Food Research International**, v. 44, n. 1, p. 198–203, 2011. DOI: 10.1016/j.foodres.2010.10.037.

WATERHOUSE, A. L. Determination of Total Phenolics. *Em*: WROLSTAD, R. E.; ACREE, T. E.; DECKER, E. A.; PENNER, M. H.; REID, D. S.; SCHWARTZ, S. J.; SHOEMAKER, C. F.; SMITH, D.; SPORNS, P. (org.). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. 1. ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2002. p. 111–118. DOI: 10.1002/0471142913.

WORLD BANK. **Food Security Update - World Bank Solutions to Food Insecurity**. 2025. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/brief/food-security-update>. Acesso em: 10 fev. 2025.

ZAHRA, N. I.; SONGTIPYA, P.; SONGTIPYA, L.; PRODPRAN, T.; SENGSAK, T.; UTAMI, T. Xyloglucan based edible coating in combination with Borassus flabellifer seed coat extract for extending strawberry postharvest shelf life. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 285, p. 138288, 2025. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2024.138288.



CAPÍTULO 8

QUINTAIS CAMPONESES E AS RELAÇÕES ENTRE AS MULHERES E AS PLANTAS NO ASSENTAMENTO SANTA MÔNICA, TERENOS, MS

PEASANTS AND THE RELATIONSHIPS BETWEEN WOMEN AND PLANTS IN THE
SETTLEMENT OF SANTA MÔNICA, TERENOS, MS

Damaris Pereira Bordin   

Estudante de Graduação em Licenciatura em Educação do Campo, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados- MS, Brasil

Orientadora: Andréia Sangalli   

Doutora em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados- MS, Brasil

DOI: 10.52832/wed.175.1014 



Resumo: O Assentamento Santa Mônica, localizado em Terenos, MS, destaca-se a riqueza dos quintais administrados por mulheres, por estar localizado em área transicional, entre os Domínios Cerrado e Pantanal. Esses quintais reúnem uma impressionante diversidade de plantas, que possuem usos variados, incluindo alimentação, medicinal, produção de frutos e condimentar. Para compreender melhor essa relação, foram analisados os conhecimentos populares transmitidos ao longo das práticas diárias das mulheres, além de serem registradas informações ecológicas sobre as espécies mencionadas. Além da investigação direta nos quintais, foi realizada pesquisa bibliográfica com a finalidade de correlacionar tais conhecimentos com o que já possui estudo de comprovação farmacológica. A partir das entrevistas realizadas com cinco camponesas, registrou-se 37 (trinta e sete) espécies potenciais que representam 17 (dezessete) famílias botânicas. As famílias Lamiaceae e Asteraceae são as mais utilizadas, com destaque para o da hortelã (*Mentha piperita* L.) e do boldo (*Plectranthus barbatulus* Andr.). E 10 (dez) espécies nativas foram citadas como usadas pelas camponesas, sendo que a maioria delas estão presentes na propriedade. Diante dos dados, constatou-se que o acúmulo e manutenção do conhecimento das propriedades destas espécies pelas mulheres camponesas, permitem a conservação da flora do território camponês, que situa Cerrado e Pantanal.

Palavras-chave: Diversidade vegetal. Área transicional Cerrado Pantanal. Conhecimentos Populares.

Abstract: The Santa Mônica Settlement, located in Terenos, MS, stands out the wealth of the yards managed by women, being located in a transitional area between the Cerrado and Pantanal Domains. These gardens bring together an impressive diversity of plants, which have varied uses, including food, medicine, fruit production and seasoning. To better understand this relationship, we analyzed the popular knowledge transmitted throughout the daily practices of women, in addition to being recorded ecological information on the mentioned species. In addition to direct investigation in home gardens, a bibliographic review was conducted with the aim of correlating such knowledge with existing pharmacological evidence. From the interviews with five farmers, 37 (thirty-seven) potential species representing 17 (seventeen) botanical families were recorded. The families Lamiaceae and Asteraceae are the most used, with emphasis on mint (*Mentha piperita* L.) and boldo (*Plectranthus barbatulus* Andr.). And 10 (ten) native species were cited as used by the peasants, and most of them are present on the property. Given the data, it was found that the accumulation and maintenance of knowledge of the properties of these species by peasant women allow the conservation of the flora of the peasant territory, which is located in the Cerrado and Pantanal.

Keywords: Plant diversity. Pantanal Cerrado transitional area. Popular knowledge.

1 INTRODUÇÃO

Ao analisar como as mulheres em comunidades rurais percebem e utilizam plantas, pode-se valorizar e preservar o conhecimento ancestral. Essa análise é fundamental para a conservação da biodiversidade e a promoção de práticas sustentáveis. Como forma de entender o conhecimento pertencente às mulheres e seu papel como mantenedora da biodiversidade, antes é necessário entender a diversidade biológica, como proposto por Wilson *et al.* (1998):

[...] a diversidade biológica deve ser tratada com maior seriedade como um recurso global, a ser indexado, utilizado e, acima de tudo, preservado. Três circunstâncias conspiram para conferir a este assunto uma urgência sem precedentes. Primeiro: as



populações humanas em expansão estão degradando o ambiente a uma taxa acelerada, especialmente nos países tropicais. Segundo: a ciência está descobrindo novos usos para a diversidade biológica de maneiras que podem aliviar tanto o sofrimento humano quanto a destruição ambiental. Terceiro, grande parte dessa diversidade está sendo irreversivelmente perdida devido à extinção causada pela destruição dos habitats naturais, novamente especialmente nos trópicos (Wilson *et al.*, 1998, p.3).

Em se tratando de Assentamentos do estado de Mato Grosso do Sul, a agricultura familiar tem uma forte ligação à biodiversidade local, visto que muitos desses assentamentos estão localizados em regiões geográficas privilegiadas pela presença do Domínio Cerrado, como é o caso do P.A. Santa Mônica. Mas mesmo diante de tanta biodiversidade, há carência de estudos sobre a fauna e a flora, e de como se estabelecem as relações entre os assentados e recursos disponíveis.

Os conhecimentos humanos sobre os recursos naturais podem contribuir benéficamente para o planejamento de estratégias de desenvolvimento, uso sustentável dos recursos e conservação de áreas protegidas, além de colaborar para ampliar a elucidação de compostos químicos terapêuticos e nutricionais. É por esse motivo que a etnobotânica pode ser utilizada como ferramenta, pois fornece subsídios para estabelecer áreas prioritárias à conservação em função dos múltiplos usos que a flora apresenta, além de permitir a análise da sustentabilidade do uso desses recursos nesses espaços.

Há que se destacar que o estudo etnobotânico a que se propõe essa pesquisa, protagonizou o papel da mulher na etnociência, para além dos inúmeros papéis desenvolvidos por elas na sociedade. Para tanto, faz-se necessário o uso de métodos que compilem e dispersem os conhecimentos adquiridos e compartilhados por mulheres camponesas com a finalidade de que haja material sólido que respalde o conhecimento popular baseado em estudos científicos das espécies vegetais de cunho medicinal, presentes nos quintais dos assentamentos da Reforma Agrária.

Considerando o exposto, essa pesquisa teve como objetivo central documentar os saberes acumulados nas interações entre as mulheres camponesas e as plantas presentes nos quintais do Assentamento Santa Mônica, em especial as espécies que apresentam potencial medicinal. Também promover a importância do uso correto de fitoterápicos por meio de estudos e indicações de órgãos de saúde e especialistas da área.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa é de cunho qualitativo, incluindo pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo.



2.2 Área de Estudo e Público-alvo

A comunidade P.A. Santa Mônica está localizada no município de Terenos, no estado de Mato Grosso do Sul, a cerca de 45 quilômetros da capital, Campo Grande. O P.A. Santa Mônica tem dezoito anos de fundação, sendo constituído por 500 famílias, distribuídas entre os grupos FETAGRI (Federação dos Trabalhadores na Agricultura), MST (Movimento de Trabalhadores sem Terra) e CUT (Central Única de Trabalhadores).

A presente pesquisa teve como campo de estudo cinco propriedades rurais do Assentamento Santa Mônica do grupo da Federação dos Trabalhadores na Agricultura (FETAGRI), Distrito Campo Verde, no município de Terenos, Estado de Mato Grosso do Sul.

2.3 Metodologia da pesquisa

Com base em um requisito prévio, onde a propriedade estudada teria como gestora a figura feminina, foram selecionadas cinco propriedades pertencentes ao grupo FETAGRI. Para a coleta de dados foi elaborado um roteiro investigativo, com aspecto qualitativo e com foco na investigação da produção local e práticas utilizadas pelas mulheres nos cuidados com a saúde através das plantas.

As visitas foram iniciadas, informando às participantes sobre os objetivos da pesquisa e solicitando a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para comprovação de sua participação de forma voluntária. Contudo, não houve identificação das participantes na presente pesquisa. Estas visitas ocuparam pouco tempo, sendo apenas para diálogo e registro de dados das espécies vegetais cultivadas e/ou utilizadas.

Durante as visitas, houve momentos em que as proprietárias mostraram seus exemplares medicinais e contaram quais plantas haviam perdido por diversos fatores, incluindo as intempéries climáticas ou ataque de insetos, além de destacarem a forma de manejo das espécies cultivadas. Relataram também sobre o uso de outras espécies que utilizam, mas que só tem acesso através de extrativismo realizado na reserva ambiental do Assentamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das visitas, foi possível identificar 37 espécies com potencial medicinal, pertencentes a 17 famílias botânicas (Quadro 1), destacando-se a presença de maior representatividade nas famílias Lamiaceae (8 representantes) e Asteraceae (7 representantes).

As indicações de uso que mais se destacam (Quadro 1), são as infusões para o tratamento de gripes e de problemas do trato gastrointestinal. Outros usos ainda foram citados, como para tratamento do sistema urinário, da próstata e do sistema reprodutor feminino.



As mulheres entrevistadas, têm uma grande relação com as plantas medicinais e relatam fazer uso diário. Sobre o conhecimento adquirido, destacam que aprenderam sobre as espécies e a fazer os preparos com outras mulheres que tem contato mais direto: avó, mãe, tias, sogra ou vizinha. Uma delas informou que a avó nunca ia ao médico pois apenas fazia uso de plantas medicinais.

Entre as espécies citadas, a hortelã (*Mentha piperita* L.) e o boldo (*Plectranthus barbatus* Andr.) foram as mais citadas (quatro das cinco participantes), e estão presentes em todos os quintais visitados. Dentre as 37 espécies, 10 (dez) delas são espontâneas ou nativas (Quadro 1), sendo que algumas delas estão presentes nas propriedades e outras são coletas para uso em áreas de reserva do assentamento.

A região do P.A. Santa Mônica localiza-se em uma região de morraria, o que permite a melhor conservação do domínio Cerrado, uma vez que a agropecuária não possui força, sendo predominante as práticas de agricultura familiar e de subsistência as atividades na região. E apresenta vegetação de Cerrado, caracterizado por possuir plantas de pequeno e médio porte de formas retorcidas e de aspecto grosseiro, característica que confere resistência a pragas e incêndios. Assim, destacam-se variedade de espécies arbustivas e herbáceas, tais como: Assa-peixe (*Vernonanthura brasiliiana* (L.) H.Rob.), Arnica-do-mato (*Pluchea sagittalis* (Lam.) Cabrera), Capim-amargoso (*Digitaria insularis* (L.) Fedde), Carrapichinho (*Acanthospermum australe* (Loefl.) Kuntze), Carqueja-do-mato (*Baccharis crispa* Spreng.), Espinheira-santa (*Monteverdia ilicifolia* (Mart. ex Reissek) Biral), Fedegoso (*Senna corymbosa* (Lam.) H.S.Irwin & Barneby), e Juá (*Solanum aculeatissimum* Jacq.). E espécies que compõe o estrato arbóreo de médio porte, a considerar Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.).

Importante ressaltar que dentre as espécies citadas como recurso terapêutico, estão presentes espécies condimentares (Alecrim, Cúrcuma, Hortelã, Manjerição e Orégano); espécies frutíferas cultivadas (abacaxi, banana, goiaba, laranja, limão, manga) e espécies frutíferas nativas (pitanga-rasteira e jatobá) (Quadro 1). Esse fato aponta para a versatilidade que as espécies vegetais apresentam quanto as possibilidades de utilização, bem como um amplo número de indicações de uso para prevenção e /ou tratamento de doenças.



Quadro 1 - Conhecimento sobre medicina popular pelas camponesas do Assentamento Santa Mônica, Terenos, MS.

Família Botânica	Espécie vegetal e nome popular local	Partes e modos de uso	Indicações
Acantaceae	<i>Justicia pectoralis</i> Jacq. Anador	Infusões de ramos aéreos.	Hemorroidas, verminoses, tuberculose, dores de cabeça, dores no peito, dores musculares, cicatrizante, calmante.
Amaranthaceae	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants Mentruz	Infusão ou decocto das folhas.	Dores de cabeça, febre, diarreia, inflamações, tosse, dor de barriga, problemas no fígado, infecção urinária e dor de estômago; serve como expectorante.
	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze Terramicina	Infusão das folhas ou inflorescências.	Dores de cabeça, febre, diarreia, inflamações, tosse, dor de barriga, problemas no fígado, infecção urinária e dor de estômago; serve como expectorante.
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L. Manga	Infusão das folhas e xarope das cascas.	Gripes, resfriados, bronquite, pneumonia e infecções respiratórias.
Asparagaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f. Babosa	Maceração das folhas.	Queimaduras, ferimento, cortes e inflamações.
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze Carrapichinho	Infusão ou chá da parte aérea.	Problemas nos rins e bexiga.
	<i>Artemisia absinthium</i> L. Losna	Infusão e maceração da parte aérea.	Dores de cabeça, diarreia, estômago, fígado, vermes, azia, problemas hepáticos.
	<i>Artemisia camphorata</i> Vill. Cânfora	Infusão da parte aérea.	Gripes e resfriados; dores de garganta.
	<i>Baccharis crispa</i> Spreng. Carqueja-do-mato	Infusão da parte aérea	Problemas digestivos e problemas no fígado; diurético, trata feridas.
	<i>Baccharis trimera</i> L. Carqueja	Infusão ou garrafada da parte aérea	Atua como hepatoprotetor e trata o sistema digestivo e urinário.
	<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera Arnica-do-mato	Infusão de toda a planta ou maceração em álcool	Dor, anemia, pressão alta, machucados, febre, dor de estômago e cabeça; serve como antibiótico e trata diarreia.
	<i>Solidago chilensis</i> Meyen Arnica	Infusão ou tintura de toda a planta.	Inflamações, reumatismo, contusões e inchaços; atua como diurético e cicatrizantes; contém ferimentos com pus.
Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill Abacaxi-pérola	Sucos e xaropes das infrutescências.	Anemia, gripe, bronquite, asma, diurético e pedra nos rins.
Celastraceae	<i>Monteverdia ilicifolia</i> (Mart. Ex Reissek) Biral Espinheira-santa	Infusão e infusões das folhas.	Disfunções do trato digestivo, para dor muscular e nervos, cicatrizante e tratamento para a ansiedade.

Costaceae	<i>Costus spicatus</i> (Jacq.) Sw Cana-de-macaco	Infusão, decocto ou xarope das folhas.	Inflamação nos rins, fígado, na próstata, dor de barriga, dor na coluna, atua como diurético.
Fabaceae	<i>Senna corymbosa</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby Fedegoso	Infusão das raízes e folhas.	Gripes, resfriados e sintomas gripais. Aumenta a imunidade.
	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville Barbatimão	Decocto da casca, chá, banho ou infusão a frio.	Cicatrização de feridas, hemorragia, úlcera, diarreia, calvície, ansiedade; atua como antisséptico, adstringente, anti-inflamatório
	<i>Hymenaea courbaril</i> L. Jatobá	Infusão, xarope ou garrafada.	Anemia, gripe, problemas digestivos, problemas na próstata, antirreumático, anti-inflamatório e antibiótico.
Lamiaceae	<i>Mentha x piperita</i> L. Hortelã	Infusão da parte aérea.	Prisão de ventre, contra cólicas menstruais; expectorantes.
	<i>Plectranthus barbatus</i> Andr. Boldo	Maceração em água das folhas.	Azias, dores de estômago, dor de cabeça e ressaca.
	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. Alecrim	Infusão das partes aéreas.	Circulação sanguínea, para os rins, nervos, expectorante e para problemas urinários.
	<i>Ocimum basilicum</i> L. Manjerição	Infusão das folhas.	Regulação do ciclo menstrual; Infusão ou xarope das folhas ou flores para bronquite e gripe.
	<i>Ocimum gratissimum</i> L. Alfavaca	Infusão, maceração ou xarope das folhas.	Gripe, tosse e expectorante; trata infecção urinária, cólica, inflamação no útero, dor de cabeça, febre e infecção.
	<i>Origanum majorana</i> L. Orégano	Infusão das folhas ou in natura.	Expectorante, vermífugo, calmante, antidiarreico; serve para o tratamento de cólicas menstruais, cólicas em bebês, dores de barriga, dores de ouvido, para os nervos e rins.
	<i>Mentha pulegium</i> L. Poejo	Infusão ou maceração das partes aéreas.	Para queda de cabelo, para gripe, cólica, diarreia, gases, febre, dores no corpo, para problemas no estômago e fígado; atua como calmante.
	<i>Mentha arvensis</i> L. Vick	Infusão, xarope, suco ou óleo das partes aéreas.	Para catapora, tosse, gastrite, gripe, AVC, má digestão, dor de cabeça, ameba, garganta inflamada, vermes e prisão de ventre.
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L. Goiaba	Seiva da planta (da entrecasca); Infusão das folhas e brotos.	Diarreia, coceira, queda de cabelo, vômito diabetes, garganta inflamada, afta, tosse, bronquite, azia, gripe, varizes, inflamação nos dentes, adstringente, antioxidante e digestivo.
	<i>Eugenia pitanga</i> Pitanga-rasteira	Infusão da parte aérea.	Usada para tratar problemas de pressão alta.

Musaceae	<i>Musa spp.</i> Banana	Xarope da flor(coração) do fruto; Farinha dos frutos para tratamento de deficiência de potássio e nutrientes.	Curar aftas; farinha dos frutos para tratamento de deficiência de potássio e nutrientes; xarope do coração do cacho para curar gripe, bronquite e verminoses.
Poaceae	<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt ex Bor. Citronela	Infusão, óleo ou incenso das folhas.	Para gripes, repelente de inseto, ansiedade, hepatite, nervosismo e cólica.
	<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde Capim-amargoso	Maceração das folhas.	Coagulação e cicatrização de feridas.
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> Swingle Limão taithi	Consumo do fruto, suco ou xarope.	Alergia, problema nos rins, pressão alta, tosse, gastrite, corrimento, febre, como calmante, para palpitação, dor de cabeça e diabetes.
	<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck Laranja	Infusão das folhas.	Dores de cabeça e pressão alta.
	<i>Ruta graveolens</i> L. Arruda	Infusão, garrafada ou maceração das folhas.	AVC, amenorreia, antiespasmódico, como abortivo, antirreumático, vermífugo, para feridas na pele, para conjuntivite, como cicatrizante, para cólicas menstruais e dores de cabeça.
Solanaceae	<i>Solanum aculeatissimum</i> Jacq. Juá	Maceração e garrafada da raiz.	Infecções do sistema urinário, dores nos rins, ardência na bexiga, infecção na bexiga; serve para limpar o sangue de infecções.
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson Cidreira-de-folha	Infusão das folhas.	Para dor de cabeça, insônia, pressão baixa, má digestão, gases, para regular a bexiga, com mel para gripe e febre; chá da folha e casca para cólicas em crianças; serve como contraceptivo e calmante.
Zingiberaceae	<i>Curcuma longa</i> L. Cúrcuma	Decocto do rizoma ou em pó na alimentação.	Anemia, gastrite, hepatite, inflamações, prisão de ventre, pedra na vesícula, problemas no fígado, garganta inflamada, pneumonia, asma, bronquite, colesterol alto, problemas na próstata, obesidade, circulação sanguínea, sarampo, hanseníase, catapora, câncer de pele e febre.

Fonte: Autoras, 2025.

Sobre a importância do conhecimento advindo das camponesas, há de se destacar que, dentre as 37 plantas citadas pelas participantes, 12 delas estão presentes na Relação Nacional de Plantas de Interesse do SUS (RENISUS) (Brasil, 2024a), sendo: abacaxi, alfavaca, babosa, boldo, barbatimão, cana-do-brejo (cana-de-macaco), carqueja, chamba (anador), cúrcuma (açafrão-da-terra), espinheira-santa (cancorosa), goiaba, mastruz (mentruz) e poejo.

Todavia, para que uma espécie vegetal seja incluída na Lista de Plantas Medicinais, exige-se uma série de requisitos e recomendações. Dentre as que mais se destacam, está a preferência por: plantas que estão adaptadas e que já sejam de uso popular na região e que, além de tudo, possuam estudos que validem o uso, seja etnofarmacológico, toxicológico, fitoquímico e outros tipos de testes, entre outras exigências (Brasil, 2012, p.78).

Sobre as plantas elencadas, outra evidência que reafirma a importância das camponesas para as suas famílias e para a comunidade assentada no quesito prevenção e/ou tratamento de doenças através da medicina popular, está no fato de que há 3 (três) espécies vegetais citadas pelas participantes, que participam da lista de fitoterápicos prescritos na RENAME (Relação Nacional de Medicamentos) 2024 do Sistema Único de Saúde (SUS), com destaque para: Babosa, Espinheira-santa e Hortelã.

De acordo com a RENAME, a forma farmacêutica de apresentação desses fitoterápicos, é própria para cada espécie. A Babosa é distribuída em forma de creme ou gel; a Espinheira-santa na forma de cápsula, tintura, suspensão oral ou emulsão oral; e a Hortelã, na forma de cápsulas (Brasil, 2024b, p. 119-120).

Sobre os usos indicados pelas camponesas (Quadro 1), há correlação entre as indicações populares com as indicações terapêuticas recomendadas pela ANVISA. A exemplo, destaca-se a hortelã, que é expectorante, carminativa e antiespasmódica. E utilizada para tratamento da síndrome do cólon irritável (Brasil, 2023, p.30). E nos usos do barbatimão, em que as indicações terapêuticas estão associadas aos efeitos antimicrobianos e cicatrizantes, indicando seu uso no tratamento de lesões cutâneas (Brasil, 2021, p. 48).

Mas embora, tenha-se observado correlação entre o uso popular e as indicações terapêuticas para muitas das espécies listadas, é importante tecer algumas ressalvas sobre a Citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor). Essa espécie foi citada por apenas uma das participantes, que a indicou como repelente, estando de acordo CERPIS (2019, p.1):

Dentre suas atividades biológicas, destacam-se a ação repelente de insetos, apresentando atividade contra larvas do mosquito *Aedes aegypti*, contra o pernilongo (*Culex pipiens*) e a atividade antimicrobiana local e acaricida, contra microácaros da poeira do ar que são responsáveis por alergias respiratórias.

Quanto à menção do uso da infusão das folhas para tratamento de gripes e outros usos, sugere-se que tenha ocorrido equívoco na indicação dessa espécie por parte da entrevistada, a considerar a semelhança morfológica com *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, conhecido popularmente como capim-santo, capim-limão ou capim-cidreira. Esse fato é corriqueiro como destaca CERPIS (2019, p.1):



A Citronela pode ser confundida com o Capim Santo (*Cymbopogon citratus*). Apesar de serem parecidas, e pertencerem à mesma família Cymbopogon, possuem propriedades e usos diferentes.

Diante dos resultados, percebe-se que o acúmulo e manutenção do conhecimento das propriedades sobre essas espécies permitem a conservação da flora do Cerrado, presente nesse território camponês. E ao considerar que esse Domínio vegetal vem sendo intensamente ameaçado pelas práticas antrópicas, principalmente as queimadas e desmatamentos em virtude da agricultura e pecuária extensiva, o manejo dessas espécies pelas mulheres camponesas contribui para a conservação dessas espécies no território e permitirá que às futuras gerações tenham o contato com exemplares vegetais que carregam propriedades farmacológicas importantes na medicina popular e muito apreciadas na indústria farmacêutica, para além da contribuição que essas espécies vegetais têm na manutenção e equilíbrio desse ecossistema.

4 CONCLUSÃO

As mulheres camponesas tem desempenhado um trabalho importantíssimo na preservação dos conhecimentos sobre as espécies de plantas com potencial farmacológico, e em comunidades menos assistidas, o uso de preparados com plantas medicinais pode ser a única maneira de tratamento para problemas mais simples de saúde.

A contribuição das espécies vegetais medicinais na regulação dos ecossistemas vai além do fornecimento de matéria-prima condimentar e alimentícia. Ela propicia a manutenção ativa dos ecossistemas, uma vez que as espécies de plantas permitem, por meio da polinização a dispersão da espécie, o aumento da variabilidade genética e, em se tratando de plantas espontâneas ou nativas, a recuperação e preservação de habitats e, conseqüentemente, de espécies animais, como os insetos.

Portanto, considerando que a mulher mantém as espécies vegetais para uso medicinal diário, acaba por contribuir de maneira, muitas vezes, inconsciente, com a perpetuação de espécies da fauna e flora, que possibilita a continuidade do equilíbrio ambiental em comunidades de assentamentos, tornando esses espaços parte importante na conservação da natureza e do saber popular passado de geração a geração. Para além da contribuição preservacionista ao ambiente, as mulheres camponesas contribuem efetivamente para disseminar conhecimentos sobre o potencial da flora local e de práticas populares em saúde, que estão presentes nas raízes ancestrais e que seguirão circulando entre as gerações.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da saúde. **Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS)**. 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt->

Wissen Editora, 2025 | ISBN 978-65-85923-69-9 | DOI: <http://www.doi.org/10.52832/wed.175>



br/composicao/sectics/plantas-medicinais-e-fitoterapicos/plantas-medicinais-e-fitoterapicos-no-sus/tabela-renisus

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. **Relação Nacional de Medicamentos Essenciais: Renome 2024** [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde, Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. – Brasília: Ministério da Saúde, 2024b. 252 p. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relacao_nacional_medicamentos_2024.pdf

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Complexo da Saúde. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. **Informações Sistematizadas da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS: *Mentha x piperita* L., Lamiaceae (Hortelã-Pimenta)** / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Complexo da Saúde, Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. – Brasília: Ministério da Saúde, 2023. 84 p. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/informacoes_renisus_mentha_hortela_pimenta.pdf

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. **Informações Sistematizadas da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS: *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, Fabaceae (Barbatimão)** [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde, Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. – Brasília: Ministério da Saúde, 2021. 68 p. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/informacoes_sistematizadas_relacao_stryphnodendron_adstringens.pdf

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Práticas integrativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica/Ministério da Saúde.** Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2012. 156 p. : il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) (Cadernos de Atenção Básica ; n. 31). Disponível em: [Cadernos de Atenção Básica - Práticas integrativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na atenção básica \(CAB-PICS\) — Ministério da Saúde](#)

FARMÁCIA VIVA DO CERPIS. Sistema Único de Saúde – SUS Superintendência da Região de Saúde Norte / SES-DF Diretoria Regional de Atenção Primária à Saúde Centro de Referência em Práticas Integrativas em Saúde Núcleo de Farmácia de Manipulação em Planaltina. **Roda de Conversa sobre Plantas Medicinais.** 2019. Disponível em:

<https://www.saude.df.gov.br/documents/37101/1118391/FOLHETO-CITRONELA.pdf/4351d5ea-b3c7-0422-bdc4-8799c4ae6c71?t=1652136749541>

WILSON, E. O. *et al.* **Biodiversity.** Harvard University, Editor; National Academy of Sciences/Smithsonian Institution, 1988. 538 p. ISBN: 0-309-56736-X. Disponível em:

<https://northinlet.sc.edu/wp-content/uploads/2022/03/Biodiversity-book.pdf>

Informações sobre a Editora

Wissen Editora

Homepage: www.editorawissen.com.br

Teresina – Piauí, Brasil

E-mail: wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:



@wisseneditora

