

# Agropecuária Catarinense



ISSN 0103-0779 (impressa)  
ISSN 2525-6076 (on-line)  
DOI 10.52945/rac  
Vol. 38, nº 3, set./dez. 2025

## Pepinos-do-mar

Biodiversidade que gera inovação



Sensoriamento remoto  
do cultivo da soja

Bioinsumos para adubação  
de cultivos orgânicos

Efeito bioestimulante de  
algas em cultivos agrícolas

# Agropecuária Catarinense

Agrobase (Mapa); Agris (FAO); Diadorim (Ibict); Miguelim (Ibict) e EZBCAB internacional; DOAJ; FSTA, PKP Index; Periódicos da Capes; Revistas de Livre Acesso (CNEN); Redib (Rede ibero americana de inovação e conhecimento científico); Latindex (catálogo 2.0), Oasis (Ibict) and La referencia (Rede Federada de Repositórios Institucionais de Publicações Científicas).



**Governador do Estado**  
Jorginho dos Santos Mello

**Secretário de Estado da Agricultura e Pecuária**  
Carlos Chiodini

**Presidente da Epagri**  
Dirceu Leite

## Diretores

Andréia Meira  
Ensino Agrotécnico

Jurandi Teodoro Gugel  
Desenvolvimento Institucional

Fabírcia Hoffmann Maria  
Administração e Finanças

Gustavo Gimi Santos Claudino  
Extensão Rural e Pesca

Reney Dorow  
Ciência, Tecnologia e Inovação



## Lista dos editores de seção

Dra. Cristiane de Lima Wesp, Epagri/EEV  
Dr. Clauber Rosanova, IFTO  
Dra. Dámaris Núñez Gómez, UMH, Espanha  
Dr. Douglas da Cruz Mattos, UENF  
Dr. André B. Soares, Epagri/UTFPR  
Dra. Emi Rainildes Lorenzetti, IFPR  
Dr. Felipe Rafael Garcés Fiallos, UTM, Equador  
Dra. Gláucia A. Padrão, Epagri/Cepa  
Dr. Gustavo Brunetto, UFSM  
Dr. Haroldo T. Elias, Epagri/Cepal  
Dr. João F. M. dos Passos, Epagri/EEL  
Dr. João Guzinski, Epagri/Cedap  
Dr. Joatan M. da Rosa, UFPR  
Dr. Juracy C. Lins Junior, Epagri/EECd  
Dr. Keny H. Mariguel, Epagri/EEI  
Dr. Leandro Hahn, Epagri/EECd  
Dr. Leonardo Araujo, Epagri/EESJ  
Dr. Luiz C. P. Martini, UFSC  
Dr. Luis Cesar Cassol, UTFPR  
Dra. Marcela Cristina A. Carneiro da Silveira Tschoeke, UFT  
Dr. Marcio Sonego, Epagri/EEU  
Dra. Marina L. M. Daltoé, UTFPR  
Dra. Marlise N. Ciotta, Epagri/EESJ  
Dr. Matheus Deniz, UTFPR  
Dra. Miréia Aparecida Bezerra Pereira, UnirG  
Dr. Paulo A. de S. Gonçalves, Epagri/EEIt  
Dra. Patricia Heleno de Azevedo, UFMG  
Dr. Rafael R. Sabião, Epagri/Cepaf  
Dra. Renata S. Resende, Epagri/EEIt  
Dr. Roberth Andres Villazon Montalvan, Epagri/Cepa  
Dr. Rogerio Luiz Backes, UFSM  
Dr. Tiago C. Baldissera, Epagri/EEL  
Dr. Ubirajara M. da Costa, Udesc  
Dra. Vanessa Ruiz Fávoro, Epagri/EEL  
Dr. Virgílio G. Uarrota, Universidad de O'Higgins, Chile  
D.Sc. Vinícius Caliar, Epagri/EEV  
Dra. Yrlânia de Lira Guerra, UFRPE

## Conselho Editorial/Editorial Board

Alvadi Balbinot Jr., Dr. – Embrapa – Londrina, PR  
Ana Cristina Portugal de Carvalho, Dra. – Embrapa – Fortaleza, CE  
Bonifácio Hideyuki Nakasu, Dr. – Embrapa – Pelotas, RS  
César José Fanton, Dr. – Incaper – Vitória, ES  
Cristiano Cortes, Dr. – ESA – França  
Fernanda Vidigal Duarte Souza, Dra. – Embrapa – Cruz das Almas, BA  
Fernando Mendes Pereira, Dr. – Unesp – Jaboticabal, SP  
Flávio Zanetti, Dr. – UFPR – Curitiba, PR  
Guilherme Sabino Rupp, Dr. – Epagri – Florianópolis, SC  
Gustavo de Faria Theodoro, Dr. – UFMS – Chapadão do Sul, MS  
Luís Sangoi, Dr. – Udesc/CAV – Lages, SC  
Mário Ângelo Vidor, Dr. – Epagri – Florianópolis, SC  
Miguel Pedro Guerra, Dr. – UFSC – Florianópolis, SC  
Moacir Pasqual, Dr. – UFLA – Lavras, MG  
Roberto Hauagge, Dr. – Iapar – Londrina, PR  
Sami Jorge Michereff, Dr. – UFCA – Crato, CE

## Colaboraram como revisores técnico-científicos nesta edição

|                                         |                                        |                                     |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| Alexandre Couto Rodrigues               | Fábio Sampaio                          | Lúcia Helena Garófalo Chaves        |
| Amílcar Manuel Marreiros Duarte         | Felipe Matarazzo Suplicy               | Luis Eduardo Correa Antunes         |
| Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho | Flavio Martins Santana                 | Maria Imaculada Pontes Moreira Lima |
| Analu Mantovani                         | Francisco Olmar Gervini de Menezes Jr. | Mariana Fiedler                     |
| Anderson Luiz Feltrim                   | Geovanni Lemos de Mello                | Mauricio Guy de Andrade             |
| Angélica Bender                         | Hugo Thaner dos Santos                 | Mauricio Vicente Alves              |
| Angélica Bender                         | Ingo Isernhagen                        | Paul Sergio Tagliari                |
| Átila Francisco Mógor                   | Jackson Adriano Albuquerque            | Roberto Akitoshi Komatsu            |
| Augusto Luciano Ginjo                   | Jamile da Silva Oliveira               | Robinson Jardel Pires de Oliveira   |
| Cesar Jorge Lodeiros                    | Jorge Braz Torres                      | Robson Ventura de Souza             |
| Cezar Augusto Medeiros Rebouças         | Jose Alexandre Freitas Barrigossi      | Rodrigo Martins Monzani             |
| Denilson Dortzbach                      | Juliano Dutra Schmitz                  | Sebastião Wilson Tivelli            |
| Diego Hemkemeier Silva                  | Leandro Hahn                           | Valtair Verissimo                   |
| Dra. Janice Valmorbidia                 | Leandro José Dallagnol                 | Veraldo Liesenberg                  |
| Elisângela Benedit da Silva             | Leonel Carlos dos Reis Tomás Pereira   | Vinícius Adão Bartnicki             |
| Erica Frazão Pereira De Lorenzi         |                                        |                                     |

# Sumário

|                                                                                                                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Academia Catarinense de Ciência Agrônoma – ACCA .....</b>                                                                                                                                          | <b>4</b>  |
| Zenório Piana                                                                                                                                                                                         |           |
| <b>Pepinos-do-mar: inovação para os desafios da maricultura catarinense .....</b>                                                                                                                     | <b>6</b>  |
| Guilherme Sabino Rupp                                                                                                                                                                                 |           |
| <b>Giberela na cultura do trigo: etiologia, sintomas, micotoxina e manejo.....</b>                                                                                                                    | <b>12</b> |
| Yasmin Branger Figueiredo, Vanessa Fernandes Soares, Cristiano Nunes Nesi e João Américo Wordell Filho                                                                                                |           |
| <b>Proportions of peat and carbonized rice husk as substrates for sour passion fruit seedlings .....</b>                                                                                              | <b>18</b> |
| Marina Martinello Back, Henrique Belmonte Petry, Darlan Rodrigo Marchesi and Gilmar Schafer                                                                                                           |           |
| <b>Viabilidade de desovas induzidas de <i>Holothuria (Halodeima) grisea</i>: avanços para maricultura sustentável em Santa Catarina .....</b>                                                         | <b>21</b> |
| Guilherme Sabino Rupp, Robson Cardoso da Costa, Gilberto C. Manzoni e Adriano Weidner Cacciatori Marenzi                                                                                              |           |
| <b>TDZ aumenta frutificação efetiva em ameixeira ‘Laetitia’ .....</b>                                                                                                                                 | <b>26</b> |
| Aquélis Armiliato Emer e Luiz Carlos Argenta                                                                                                                                                          |           |
| <b>Técnicas para modificar a arquitetura dos cachos em cultivares de videira sob cultivo protegido .....</b>                                                                                          | <b>30</b> |
| Luana Paim Capistrano, Keila Garcia Aloy, Carolina Müller Zimmermann, Michelle Barbosa Teixeira Loss, Loïsiana Feuser dos Santos e Alberto Fontanella Brighenti                                       |           |
| <b>Desenvolvimento de bioinsumos para adubação equilibrada de cultivos orgânicos: efeito na produção e no solo...36</b>                                                                               |           |
| Rafael Ricardo Cantú, Keny Henrique Marigule, Fábio Satoshi Higashikawa, Alexandre Visconti, Rafael Gustavo Ferreira Morales e Gelton Geraldo Fernando Guimarães                                      |           |
| <b>Estimativa da lâmina de irrigação para cebola no Alto Vale do Itajaí .....</b>                                                                                                                     | <b>42</b> |
| Álvaro José Back e Floriano Luiz Suszek                                                                                                                                                               |           |
| <b>Flutuação populacional de reduvídeos noturnos (Hemiptera: Reduviidae) em agroecossistemas de arroz irrigado .....</b>                                                                              | <b>47</b> |
| Eduardo Rodrigues Hickel e Douglas George de Oliveira                                                                                                                                                 |           |
| <b>Análise comparativa de métodos de estimativa de área de soja em Santa Catarina.....</b>                                                                                                            | <b>52</b> |
| Murilo Schramm da Silva, Kleber Trabaquini, Haroldo Tavares Elias e Tarik Cuchi                                                                                                                       |           |
| <b>Efeitos da temperatura e da umidade no desenvolvimento e consumo alimentar de <i>Bombyx mori</i> em Sirgaria no Mato Grosso do Sul .....</b>                                                       | <b>58</b> |
| Édison Tomazelli, Marcos Massuo Kashiwaqui, Adriane da Fonseca Duarte, Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui                                                                                              |           |
| <b>Qualidade pós-colheita de frutos de morangueiro com aplicação de silício.....</b>                                                                                                                  | <b>65</b> |
| Maria Gabrielle Borges, Marcelo Henrique Avelar Mendes, Evando Luiz Coelho e Sindynara Ferreira                                                                                                       |           |
| <b>Desempenho do milho safrinha em Latossolo sob restrição hídrica: efeitos da adubação nitrogenada e da subsolagem .....</b>                                                                         | <b>71</b> |
| Alison de Meira Ramos, Silas Maciel de Oliveira, Alessandro Lucca Braccini, Laura Alievi Tirelli, Julio Cezar Franchini, Henrique Debiasi, José Renato Bouças Farias e Alvadi Antonio Balbinot Junior |           |
| <b>Efeitos do biofertilizante de <i>Kappaphycus alvarezii</i> em cultivos agrícolas: uma revisão sistemática (2020-2024).....</b>                                                                     | <b>78</b> |
| Aline Nunes, Gadiel Zilto Azevedo, Marcelo Maraschin e Giuseppina Pace Pereira Lima                                                                                                                   |           |
| <b>O cumprimento da legislação ambiental como estratégia de sustentabilidade e valorização da agricultura familiar em Santa Catarina .....</b>                                                        | <b>84</b> |
| Luiz Fernando de Novaes Vianna e Juliana Mio de Souza                                                                                                                                                 |           |

Indexadores/repositórios: Miguelim (Ibict) e EZB Agrobases (Mapa); Agris (FAO); Diadorim (Ibict); CAB internacional; DOAJ; FSTA; PKP Index; Periódicos da Capes; Revistas de Livre Acesso (CNEN); Redib (Rede ibero americana de inovação e conhecimento científico; Latindex (catálogo 2.0), Oasis (Ibict) and La referencia (Rede Federada de Repositórios Institucionais de Publicações Científicas).

AGROPECUÁRIA CATARINENSE é uma publicação da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502, 88034-901 Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, fone: (48) 3665-5000, site: [www.epagri.sc.gov.br](http://www.epagri.sc.gov.br).

A RAC tem por missão divulgar trabalhos de pesquisa e extensão rural de interesse do setor agropecuário nacional.

**EDITOR-CHEFE:** Adriana Tomaz Alves

**EDITORES TÉCNICOS:** Lucia Morais Kinceler  
Luiz Augusto M. Peruch  
João Vieira Neto  
Paulo Sergio Tagliari

Contatos com a Editoria: [editoriarac@epagri.sc.gov.br](mailto:editoriarac@epagri.sc.gov.br), fone: (48) 3665-5449, 3665-5367.

**DIAGRAMAÇÃO E ARTE-FINAL:** Victor Berretta

**REVISÃO TEXTUAL:** Laertes Rebelo e Maria Luíza Chaves (português) e Tikinet (inglês)

**FOTO DA CAPA:** João Vitor Lencina Beck e Guilherme Sabino Rupp

**DOCUMENTAÇÃO:** Rafaela Rocha Rabelo e Juliana Fachin

**EXPEDIÇÃO:** DEMC/Epagri, C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5357, 3665-5361, e-mail: [editoriarac@epagri.sc.gov.br](mailto:editoriarac@epagri.sc.gov.br)

## FICHA CATALOGRÁFICA

Agropecuária Catarinense – v.1 (1988) – Florianópolis: Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária 1988 - 1991)

Editada pela Epagri (1991 – )

Trimestral

A partir de março/2000 a periodicidade passou a ser quadrimestral.

1. Agropecuária – Brasil – SC – Periódicos.

I. Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária, Florianópolis, SC. II. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

CDD 630.5

## Editorial

A onda de boas notícias que vem do mar não para! Depois de conhecermos as novidades sobre o desenvolvimento de pesquisas para o cultivo do ouriço-do-mar por pesquisadores em Santa Catarina chegou a vez do pepino-do-mar. Este organismo tão peculiar, muito apreciado na culinária oriental, é valorizado por sua textura, seus benefícios medicinais e afrodisíacos. O pepino-do-mar tem grande importância no ambiente marinho, pois peixes e tartarugas também se alimentam dele. Mesmo assim está sob sério risco, pois tem sido capturado de forma clandestina e enviado para fora do país, mas a ciência está vindo para ajudar.

Camarões, mexilhões, ostras e algas são espécies bastante conhecidas pelos produtores e consumidores catarinenses. Será que Santa Catarina vai começar a produzir o pepino-do-mar? Se depender das novas pesquisas da Epagri, parece que sim. Os técnicos da Empresa estão desenvolvendo técnicas para reproduzir e cultivar o pepino-do-mar, abrindo espaço para a implantação de mais uma cadeia de cultivo no litoral catarinense. Para saber mais sobre o assunto, leia os dois trabalhos publicados nesta edição da RAC. Essa é apenas uma parte dessa história que ainda terá muitos capítulos.

Além dos trabalhos com pepino-do-mar, a revista destaca os seguintes assuntos: a flutuação de percevejos do arroz irrigado, o bicho da seda e seu desenvolvimento, o sílicio para adubação no morangueiro, o uso de bioinsumos na produção orgânica, entre outros trabalhos.

Em 2025 a equipe editorial da RAC tem muito o que comemorar: além de lançar a nova marca da revista, adotamos diversas inovações, como o aperfeiçoamento do fluxo de submissão, ajustes para atender requisitos de indexação no SciELO e o uso de uma ferramenta de avaliação de critérios mais confiável e segura para aprovação de trabalhos.

Para alcançar maior projeção, em 2026 a RAC vai alterar as normas de edição e reforçar seu alinhamento a práticas editoriais mais modernas. Nesta nova fase a revista adotará o modelo de publicação contínua, ou seja, os artigos serão publicados após a sua aprovação e deixam de existir as edições quadrimestrais. De olho na transparência e na equidade, novas ferramentas serão adotadas e modelos de avaliação aberta serão incentivados. A ciência aberta é um pilar a ser perseguido, pois incentivaremos todos os autores a depositar os dados de seus trabalhos. A efetiva participação de revisores de outros estados e países também será fortemente incentivada, contribuindo assim para a valorização dos artigos publicados. Enfim, é uma semente que está sendo plantada e deve gerar frutos mais a frente.

Fique atento e acompanhe as mudanças que serão implantadas em breve!

Não deixe de ler a revista Agropecuária Catarinense.

A ciência não pode parar!

*Science cannot stop!*



### **Histórias mal contadas e correções (Impresso/On-line) – 2025 64p. Livro**

O engenheiro-agrônomo Glauco Olinger, 103 anos, autor de mais de trinta obras envolvendo agricultura, meio ambiente, política agrária e desenvolvimento rural, fala neste livro sobre suas experiências em vários acontecimentos importantes e históricos da agropecuária do Brasil. Glauco foi participante ativo e decisivo e não mero espectador nestes acontecimentos. Ele mostra ao leitor detalhes que a mídia e outros autores não conheciam e, muitas vezes, deturpavam a verdadeira história por trás dos fatos.



### **HidroBH 1.0 - Software para estimativa do balanço hídrico e da necessidade de irrigação (On-line) – 2025 58p. BT 228**

A crescente escassez dos recursos hídricos e as demandas por maior produtividade no campo impõem desafios ao uso racional da água na agricultura. Nesse cenário, o balanço hídrico se destaca como uma abordagem técnica indispensável, permitindo o mapeamento de períodos de déficit e excesso hídrico, o cálculo da evapotranspiração real da cultura e a definição de estratégias de irrigação baseadas em critérios técnicos e ambientais. Este documento não se limita a instruções operacionais, mas constitui também um compêndio técnico destinado a garantir o uso adequado do software HidroBH 1.0 e a correta interpretação dos resultados obtidos.



### **A sogata nas lavouras catarinenses de arroz irrigado (Impresso/On-line) – 2025 24p. BT 226**

A sogata é um inseto sugador que sempre esteve presente na fauna nacional e não ocorria em grandes populações na lavoura de arroz, sendo controlada por inimigos naturais. Mas recentemente tornou-se praga por uma série de razões, como as correntes migratórias de países vizinhos, a quebra de controle natural devido ao tempo seco e a redução de predadores como fungos entomopatogênicos, vespínhas, parasitoides e aranhas, tanto por questão climática, quanto pelo uso excessivo de agrotóxicos que pode ter eliminado artrópodes benéficos das lavouras. A relevância que a sogata alcançou nos últimos anos motivou a Epagri a lançar o presente Boletim Técnico com informações sobre a sua bioecologia e ocorrência no arroz, bem como orientações sobre as medidas de manejo integrado a serem adotadas para o controle de suas populações nas lavouras.

Publicações disponíveis no site da Epagri através do link:  
<https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/>

# Academia Catarinense de Ciência Agrônômica – ACCA

Zenório Piana<sup>1</sup>

O que é uma academia de ciências? Numa definição simples é uma associação que reúne profissionais, cientistas e pensadores de determinada área do conhecimento, que se reúnem com a tarefa principal de cultivar, proteger e divulgar a ciência.

Desde a antiguidade até os dias de hoje, as academias afirmaram-se como instituições guardiãs do conhecimento, trabalhando para o seu aperfeiçoamento, fortalecimento e divulgação. A origem do termo “academia” remonta à antiguidade, com a fundação por volta do ano 387 a.C. da Academia de Atenas, pelo filósofo grego Platão. Na Grécia Antiga, instituições como a Academia de Platão e o Liceu de Aristóteles podem ser vistas como precursoras das academias modernas. Elas reuniam intelectuais para discutir filosofia, ciências naturais e matemática. Durante a Idade Média, o conhecimento ficou amplamente restrito às universidades e mosteiros, sob forte influência religiosa.

Com o Renascimento, o avanço de métodos experimentais impulsionou o surgimento de novas formas de organização intelectual. A Renascença Italiana viu a criação de grupos dedicados ao estudo de ciências naturais, como a Accademia dei Lincèi, fundada em 1603 em Roma por Federico Cesi. O século 17 testemunhou o estabelecimento de instituições que moldariam a ciência como a conhecemos, consolidando o papel das academias como plataformas de comunicação acadêmica. No século 19, com a industrialização, as academias passaram a desempenhar um papel ainda mais estratégico, contribuindo para

inovações tecnológicas e para o avanço da ciência aplicada. Nesse período, surgiram instituições de renome fora da Europa, como a Academia Nacional de Ciências (National Academy of Sciences) nos Estados Unidos em 1863.

No Brasil, a Academia Brasileira de Letras, na cidade do Rio de Janeiro desde a sua fundação, há mais de 128 anos, atribuiu a si como tarefa essencial o cultivo da língua portuguesa e, no transcurso dos anos, adquiriu o direito de autoridade normativa, descritiva e estilística no universo da língua pátria. A fundação da Academia Brasileira de Ciências – ABC, desde 1916, representou um marco na organização da ciência no país. Inspirada em modelos internacionais, nasceu com o objetivo de promover o progresso das ciências e sua aplicação ao bem público. A ABC rapidamente se tornou um espaço de referência para pesquisadores brasileiros, promovendo encontros científicos, publicações e parcerias internacionais, e hoje desempenha um papel importante na valorização da ciência como instrumento de desenvolvimento nacional.

Como instituição pioneira no Brasil na área agrônômica, a Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica – APCA foi fundada em 1983. Em 2010 foi criada a Academia Brasileira de Ciência Agrônômica – ABCA, com sede no Campus da USP, em Piracicaba, SP.

Santa Catarina, um estado conhecido por sua diversidade cultural, tem uma rica tradição na produção e disseminação do conhecimento científico, mas possui poucas academias científicas. Daí a importância da criação da

Academia Catarinense de Ciência Agrônômica – ACCA, reunindo profissionais renomados da área para apoiar ainda mais o bem-sucedido trabalho das instituições públicas e privadas no desenvolvimento da agropecuária, visando a aumentos de produtividade, redução do uso de insumos, organização social efetiva e justa, desenvolvimento e bem-estar dos trabalhadores do setor, redução da penosidade do trabalho e garantia da segurança alimentar, entre outros. Atualmente a ACCA, recém-criada, é a segunda academia científica estadual na área agrônômica. A primeira foi a Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica – APCA, criada em 1983.

Historicamente, o estado de Santa Catarina teve a sua primeira academia na área das letras, a Academia Catarinense de Letras – ACL, criada em 30 de outubro de 1920, com sede em Florianópolis, SC.

## A criação e composição da ACCA

A ACCA foi criada em 19 de dezembro de 2024, por um grupo de sete engenheiros-agrônomos, que são os membros fundadores: Zenório Piana, Edson Silva, Carlos Pieta Filho, Ari Neumann, Sergio Zampieri, Roger Delmar Flesch e Celso Albuquerque Filho, por essa ordem de ingresso, que participaram do processo inicial de construção da Academia. Estes membros constituíram uma diretoria, cuja presidência coube ao Dr. Zenório Piana, lançaram um primeiro edital para mais 14 membros

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, mestre e doutor em Agronomia. Presidente da Academia Catarinense de Ciência Agrônômica – ACCA. Florianópolis, SC.  
E-mail: dr.piana@gmail.com, Florianópolis, SC.

efetivos e elegeram 21 patronos. Em 26 de setembro de 2025 os acadêmicos tomaram posse, foram diplomados e os patronos receberam a merecida homenagem. A solenidade aconteceu no auditório da Epagri em Florianópolis, SC e foi bastante concorrida, contando com a presença de mais de 220 pessoas. A ACCA está programada para ter 40 membros efetivos e 40 patronos. Assim, foi lançado mais um edital em setembro de 2025 para nove membros e está programado outro, para 2026 para mais 10, concluindo a etapa de constituição da academia.

## **A importância da ciência agrônoma para Santa Catarina**

Em Santa Catarina a ciência agrônoma não é apenas uma área do saber – é a base que sustenta a produção de alimentos, a preservação dos recursos naturais, o desenvolvimento das comunidades rurais e o equilíbrio entre tradição e inovação.

Embora ocupe apenas 1,12% do território nacional, Santa Catarina aparece entre os principais estados produtores brasileiros em Valor Bruto da Produção, resultado de um processo histórico e estruturado de desenvolvimento rural. O setor do agronegócio de Santa Catarina representa cerca de 25% do PIB estadual. As pesquisas agrônomicas, aliadas à assistência técnica e extensão rural,

em boa parte desenvolvidas por engenheiros-agrônomos, permitiram que a produtividade de muitas lavouras fosse sensivelmente aumentada em Santa Catarina ao longo dos anos.

Tecnologias geradas na área da agropecuária vêm elevando anualmente a produtividade das lavouras e criações, propiciando, um considerável retorno econômico e social ao Estado. Nesse importante processo não podemos olvidar de citar três grandes líderes estaduais; que são patronos da ACCA: o pai da pesquisa agropecuária em Santa Catarina, o engenheiro-agrônomo e médico-veterinário Dr. Giovanni Rossi, o pai da extensão rural em Santa Catarina, o engenheiro-agrônomo Glauco Olinger, e o pai da pesquisa agropecuária moderna, o engenheiro-agrônomo José Oscar Kurtz.

## **A responsabilidade do acadêmico e a homenagem aos patronos**

Ingressar na Academia Catarinense de Ciência Agrônoma não representa apenas ocupar uma cadeira. É um compromisso do profissional em assumir a responsabilidade de representar a ciência em sua plenitude: com rigor e sensibilidade; com técnica e humanidade. O acadêmico é guardião do conhecimento acumulado e é também aquele que abre caminhos para novas descobertas. O ingresso do acadêmico na ACCA não

é apenas simbólico, mas de reverência àqueles que, com dedicação e pioneirismo, se tornaram patronos das cadeiras. Um patrono é mais que um nome inscrito na memória da Academia. É um exemplo, um farol que ilumina os passos daqueles que vêm depois. Cada cadeira acadêmica carrega consigo uma herança de esforço, de talento e de paixão pela agronomia. Lembrar-se dos patronos é lembrar que há uma linha de continuidade: os acadêmicos são herdeiros de uma tradição e também responsáveis pela inovação. Cada cadeira da Academia é, ao mesmo tempo, uma honra e uma missão. Honra, porque significa o reconhecimento de seus pares, valorização de sua trajetória, testemunho de que sua vida profissional tem relevância para a ciência agrônoma catarinense. Missão, porque, a partir da posse, o membro assume a responsabilidade de dar legado à cadeira que passa a ocupar, de honrar a memória do patrono que a inspira, de contribuir com a vitalidade da Academia.

Três são as dimensões essenciais da vida acadêmica: o reconhecimento, a continuidade e a memória. Reconhecimento, pela trajetória dos acadêmicos que assumem suas cadeiras; continuidade, pela renovação de forças e ideias que chegam para somar; e memória, porque uma academia que preserva seus patronos preserva também a história e os alicerces da ciência agrônoma no estado de Santa Catarina.

# Pepinos-do-mar: inovação para os desafios da maricultura catarinense

Guilherme Sabino Rupp<sup>1</sup>

## Introdução

A maricultura catarinense é referência nacional, respondendo por cerca de 95% da produção de moluscos cultivados no País, porém enfrenta desafios, tais como quedas sucessivas na produção e pressões ambientais e legais. Nesse cenário, cresce a busca por alternativas sustentáveis e de alto valor agregado. Entre elas, destacam-se os pepinos-do-mar, invertebrados marinhos ainda pouco conhecidos no Brasil, mas de grande relevância econômica e ecológica no mundo.

## A maricultura de Santa Catarina e seus desafios

Baseada em apenas um grupo de organismos, os moluscos marinhos, a atividade teve seu início em meados da década de 1980 e contou com o protagonismo de universidades, órgãos governamentais e agências de fomento, tanto nacionais quanto internacionais para sua implantação e desenvolvimento, tornando Santa Catarina um polo de geração e difusão de tecnologia em maricultura para todo o Brasil.

Atualmente muitas das baías catarinenses destacam-se entre as principais áreas produtoras da América Latina e o Estado tornou-se referência nacional na gastronomia de moluscos. As espécies cultivadas são principalmente os mexilhões (*Perna perna*), as ostras japonesas (*Crassostrea gigas*) e nativas (*C. gasar*) e a vieira (*Nodipecten nodosus*). Essa cadeia produtiva tornou-se uma importante atividade econômica no litoral catarinense e em 2012 envolveu cerca de 650 maricultores que produziram 23.450 toneladas de moluscos, cujo valor foi estimado em R\$ 45 milhões

(Epagri, 2014). Entretanto, a produção vem apresentando sucessivas quedas (Figura 1) e a safra 2023 contou com a participação direta de 292 produtores, que produziram 7 mil toneladas de moluscos, cujo valor de comercialização foi estimado em R\$ 55,5 milhões de reais (Epagri, 2025). São relatados, também, desafios de ordem legal relacionados às concessões de áreas de cultivo (Novaes; Vianna, 2020), frequentes episódios de floração de algas nocivas que causam prejuízos econômicos aos produtores (de Souza *et al.*, 2023), e a alarmante situação da crescente contaminação das águas costeiras pelo aporte de efluentes não tratados (de Souza *et al.*, 2022). Esta situação tende a tornar muitas das áreas temporária ou permanentemente impróprias para os cultivos de moluscos, gerando prejuízos econômicos e incertezas quanto ao futuro do setor.

Existem, também, preocupações relacionadas à sustentabilidade ambiental

da atividade e seus eventuais impactos, como os biodepósitos gerados pelos moluscos, que podem se acumular abaixo das áreas de cultivo, degradando a composição do fundo marinho e provocando a formação de áreas anóxicas. Essa situação vem causando preocupação entre produtores, e a busca por diversificação na maricultura, visando a sua sustentabilidade, tornou-se uma necessidade em Santa Catarina.

Uma das alternativas, o cultivo de macroalgas (*Kappaphycus alvarezii*) (dos Santos, 2024), teve seus estudos iniciados em meados da década de 2000 e vem recentemente apresentando resultados interessantes para o setor. Entretanto, novas alternativas sustentáveis para a inovação na maricultura catarinense exigem um olhar para além dos cultivos tradicionais. Informações sobre espécies emergentes cultivadas na Ásia chamaram a atenção sobre os pepinos-do-mar.

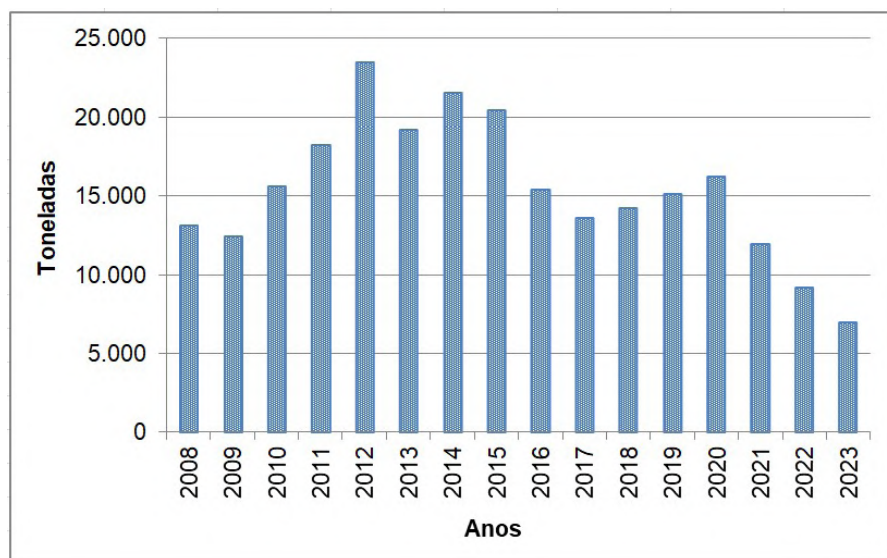


Figura 1. Produção de moluscos em Santa Catarina entre 2008 e 2023. Fonte: Observatório Agro Catarinense (Fonte: [www.observatorioagro.sc.gov.br](http://www.observatorioagro.sc.gov.br))

<sup>1</sup> Biólogo, Ph.D., Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri. Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca – Cedap, Rodovia Admar Gonzaga, 1347 – Itacorubi, Florianópolis, SC, Brasil. Email: [rupp@epagri.sc.gov.br](mailto:rupp@epagri.sc.gov.br)

## Pepinos-do-mar: uma alternativa?

Pertencentes ao grupo dos equinodermos, os pepinos-do-mar vêm apresentando resultados exitosos de cultivo em vários países do Indo-Pacífico, tais como China, Japão, Malásia, entre outros. A produção aquícola pepinos-do-mar (*Apostichopus japonicus*) na China, por exemplo, atingiu 225.000 toneladas em 2021 (Mercier *et al.* 2025), ultrapassando a produção pesqueira oficialmente reportada pela FAO, a qual tem se situado em cerca de 50 mil toneladas nos últimos anos (FAO, 2024). Apesar de pouco conhecidos no Brasil, esses animais são consumidos há séculos na Ásia, devido à suas qualidades nutricionais e compostos bioativos benéficos à saúde humana. Devido à imensa demanda nos mercados asiáticos, os pepinos-do-mar situam-se hoje entre os animais marinhos de maior valor comercial, com algumas espécies podendo atingir valores próximos à US\$ 1.800Kg<sup>-1</sup> do produto desidratado (Purcell *et al.*, 2025), o que vem fomentando a captura indiscriminada ao redor do planeta (Mercier *et al.*, 2025).

Esse contexto suscitou uma busca sistemática de informações sobre as espécies de pepinos-do-mar que ocorrem no litoral brasileiro, visando prospectar o seu interesse comercial e potencial para cultivo. Como resultado, verificou-se a carência de informações biológicas que pudessem subsidiar a tomada de decisão em relação à viabilidade de desenvolvimento de tecnologia de cultivo das espécies nativas. Além disso, recentemente vieram à tona informações alarmantes de que estes animais já estão sendo alvo de captura não reportada e não regulamentada em praticamente todo o litoral brasileiro, cujo destino é o contrabando para os mercados asiáticos (Souza Jr. *et al.*, 2017; Ponte; Feitosa, 2019; Rupp; Marenzi, 2021; Martins *et al.* *in press.*).

Diante destes desafios, a Epagri, através do Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca em parceria com o

Centro Experimental de Maricultura da Universidade do Vale do Itajaí (Univali), vem estudando os pepinos-do-mar desde 2019 (Rupp; Marenzi, 2021; Rupp *et al.*, 2021; Rupp *et al.*, 2023; Rupp *et al.*, 2024a; Rupp *et al.*, 2024b; Rupp *et al.*, 2025), com vistas à diversificação dos produtos da maricultura catarinense e ampliação da sustentabilidade ambiental dessa atividade.

## Ilustres desconhecidos no mundo ocidental, os pepinos-do-mar são altamente valorizados e apreciados na gastronomia e medicina orientais

No Brasil, poucas pessoas já viram ou ouviram falar destes organismos, pois vivem camuflados nos fundos marinhos. Não existe tradição de consumo local, e até recentemente não havia informações sobre captura ou interesse comercial. Por outro lado, esses animais fazem parte dos cardápios de sofisticados restaurantes em vários países asiáticos, onde atingem altíssimos preços devido às propriedades nutricionais, medicinais e supostamente afrodisíacas. Essas propriedades de uso ancestral vêm sendo corroboradas por estudos recentes, que demonstram a existência de várias moléculas bioativas, com propriedades antitumorais, antivirais, antibacterianas, antifúngicas, anticoagulantes, antirreumáticas e anti-inflamatórias, entre outras, de grande interesse da indústria farmacêutica (Shi *et al.*, 2016). Os pepinos-do-mar apresentam, também, alto teor de colágeno, glicosaminoglicanos, polissacarídeos sulfatados, entre outras substâncias (Felix *et al.*, 2025), e atualmente, vários suplementos alimentares e cosméticos à base desses organismos são encontrados no mercado.

## Papel fundamental na saúde dos oceanos

Os pepinos-do-mar também conhecidos como holotúrias ocorrem em

todos os oceanos, desde as regiões intermareais, até as profundezas. São animais detritívoros ou filtradores, que podem se alimentar de microalgas, detritos orgânicos e sedimentos acumulados no substrato. Com isso, desempenham um papel fundamental na limpeza do fundo marinho e na reciclagem de nutrientes, favorecendo a produtividade dos mares. São, também, fundamentais na oxigenação dos sedimentos, evitando a formação de zonas mortas, causadas pelo acúmulo de matéria orgânica em decomposição. Atuam no equilíbrio químico da água marinha, contribuindo para a elevação do pH, agindo de maneira antagônica a uma das maiores ameaças aos oceanos na atualidade, a acidificação das águas, que vem ocorrendo em decorrência do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera que se difunde no ambiente marinho (Purcell *et al.*, 2016). Além disso, fazem parte das cadeias tróficas, sendo importantes componentes dos ecossistemas marinhos, contribuindo sobremaneira para a saúde e equilíbrio dos oceanos.

## A ameaça global aos pepinos-do-mar, inclusive no Brasil

Motivada pelo altíssimo valor comercial, a intensa captura, muitas vezes de maneira predatória e ilegal, vem ocorrendo sobre cerca de 80 espécies em mais de 100 países (Mercier *et al.*, 2025). Atualmente, vários estoques encontram-se sobre-explotados ou até mesmo colapsados e a demanda dos mercados excede a capacidade de oferta dos estoques naturais (Purcell *et al.*, 2018). Recentemente, a captura não regulamentada e ilegal de pepinos-do-mar foi, também, relatada na costa brasileira (Martins *et al.*, *no prelo*; Ponte; Feitosa, 2019), incluindo Santa Catarina (Rupp; Marenzi, 2021). Esta é uma situação alarmante que vem trazendo sérias ameaças aos estoques naturais destes importantes e pouco conhecidos invertebrados marinhos, tanto em nível global, quanto na costa brasileira.

## As vantagens do cultivo de pepinos-do-mar

A aquicultura de pepinos-do-mar vem sendo proposta como uma alternativa sustentável para minimizar as ameaças aos estoques naturais, enquanto gera um produto de alto valor agregado e com crescente demanda e ávido mercado internacional (Purcell *et al.*, 2012; **Toral-Granda *et al.*, 2020**; Mercier *et al.*, 2025), apresentando também potencial para uso como biorredutores (Robinson *et al.*, 2019). Cultivar organismos de baixo nível trófico, como os pepinos-do-mar, é uma atividade ambientalmente sustentável, pois não requer o fornecimento de ração e não gera resíduos indesejáveis, uma vez que os produtos do metabolismo desses organismos são nutrientes inorgânicos que retornam para a coluna d'água, sendo reaproveitados pelo fitoplâncton.

Recentemente a abordagem da aquicultura multitrófica integrada (IMTA) tem sido proposta como uma alternativa sustentável, que permite a diversificação de espécies cultivadas e a redução dos impactos ambientais dos cultivos. Esta abordagem consiste na criação, em proximidade, de espécies de diferentes níveis tróficos, de modo que os resíduos metabólicos e detritos de uma espécie sejam aproveitados e convertidos em energia por outras (Chopin, 2012). Desse modo, a integração de moluscos (filtradores) com pepinos-do-mar (detritívoros) apresenta um grande potencial (Slater; Carton, 2009; Zamora *et al.*, 2016), pois pode permitir a diversificação de espécies, ampliação da sustentabilidade econômica dos empreendimentos, minimizando-se o acúmulo de matéria orgânica gerada pelos moluscos. Esse cenário motivou o início das pesquisas com vistas ao desenvolvimento do cultivo de pepinos-do-mar em Santa Catarina.

## As pesquisas realizadas em Santa Catarina

### Estudos no ambiente natural

A escassez de informações biológicas sobre os pepinos-do-mar no Brasil

tornou indispensável a realização de estudos básicos, antes que se pudesse iniciar o desenvolvimento de tecnologia de cultivo. Nesse contexto, foi necessário responder algumas perguntas, tais como:

- Quais espécies ocorrem no litoral catarinense?
- Quais os locais de maior abundância?
- Em que profundidades?
- Que tamanho atingem e qual a estrutura etária da população?
- Apresentam valor comercial?
- É possível coletar exemplares para a realização de experimentos de reprodução em laboratório?
- Quais as épocas de reprodução?

Somente após a obtenção dessas respostas, seria possível dar continuidade aos trabalhos para desenvolvimento do cultivo dos pepinos-do-mar. Para responder a essas e outras perguntas, foi iniciado um projeto de pesquisa científica em parceria entre Epagri e Univali e obtidas as devidas licenças junto ao MMA/SISBIO (68215) e cadastro no MMA/SISGEN (A61927E). Após intensas campanhas de amostragens biológicas ao longo do litoral e análises em laboratório, foram surgindo respostas promissoras, de modo a motivar a continuidade dos trabalhos. Verificou-se que existem no litoral catarinense espécies de pepinos-do-mar de interesse comercial e em quantidades suficientes para a realização de pesquisas sobre reprodução em laboratório. Estas apresentam potencial para o desenvolvimento da aquicultura, pois possuem características populacionais, em termos de idade, tamanho e ciclo reprodutivo, compatíveis com aquelas desejáveis para cultivo (Rupp *et al.*, 2023; 2024a).

Comprovou-se a ocorrência de três espécies tropicais de pepinos-do-mar, cujo limite sul de distribuição é o litoral de Santa Catarina (Rupp *et al.*, 2023). *Holothuria (Halodeima) grisea* (Figura 2), é a mais abundante e que ocorre principalmente na região entre marés; *Isostichopus badionotus* (Figura 3), considerada uma das espécies mais valiosas, ocorre mais ao fundo, porém em baixas densidades; e *Parathyone brazi-*

*liensis* (Figura 4), uma espécie sobre a qual pouco se sabia, além de aspectos morfológicos e anatômicos (Martins *et al.*, 2023), e que teve sua primeira ocorrência registrada para Santa Catarina. Assim, os estudos para desenvolvimento de tecnologia de produção de juvenis em laboratório voltaram-se inicialmente para *Holothuria grisea*, devido à maior abundância de organismos para realização de estudos de laboratório, bem como devido às ameaças que já vêm sofrendo no litoral brasileiro. Na sequência, foram também iniciados estudos de laboratório com *Parathyone braziliensis*.

### Produção de juvenis em laboratório

Uma vez obtidas as principais respostas biológicas, o desafio subsequente para o desenvolvimento da aquicultura é o domínio da reprodução, ciclo larval e metamorfose, de modo a permitir a produção das formas jovens em laboratório. Com o apoio da Fapesc foi possível iniciar as pesquisas sobre estas etapas do processo, visando ao desenvolvimento de tecnologia para a produção de juvenis, de modo a permitir sua disponibilização para a etapa final de cultivo. Com um intenso cronograma de experimentos, foi possível avançar substancialmente nos conhecimentos sobre o ciclo de produção em laboratório, tanto de *Holothuria grisea* (Rupp *et al.*, 2021) como de *Parathyone braziliensis*, que culminaram com as primeiras produções experimentais de juvenis de ambas às espécies (Rupp *et al.*, 2025). O ciclo larval de *H. grisea* se completa em aproximadamente 18 a 20 dias, quando as larvas auriculárias entram em metamorfose e passam para a fase de doliolária. Após cerca de 48 horas já são observadas as larvas pentáculas recém-assentadas nos recipientes de cultivo, com aproximadamente 1mm de comprimento. Após cerca de um mês os juvenis apresentam cerca de 10mm (Figura 5) e já podem ser transferidos para a etapa de cultivo berçário no mar, onde experimentos de crescimento encontram-se em andamento. Já *P. braziliensis* revelou apresentar uma característica



Figura 2. Exemplares adultos de *Holothuria grisea*

Foto: Guilherme S. Rupp



Figura 3. Exemplar adulto de *Isostichopus badionotus*

Foto: Guilherme S. Rupp



Figura 4. Exemplar adulto de *Parathyone braziliensis*

Foto: Guilherme S. Rupp

biológica pouco usual entre os pepinos-do-mar, o desenvolvimento direto, sem passar pelos os estágios de auriculária e doliolária, surgindo uma larva pentácula cerca de 48 horas após a fecundação. Isto se destaca como uma grande vantagem para a aquicultura, pois elimina o período larvicultura, que consome muito tempo, energia e sendo geralmente suscetível a grandes mortalidades. No mar, esta espécie apresentou, também, rápido crescimento na fase berçário. Após aproximadamente 3 meses de cultivo os juvenis apresentam cerca de 20 a 30mm (Figura 6), com sobrevivência de 95%. Estes resultados inéditos no Brasil, recentemente divulgados em eventos científicos (Costa *et al.*, 2024; Rupp *et al.*, 2024, 2025) encontram-se em preparação para publicação na literatura científica especializada.

Demonstrada a viabilidade de produção de juvenis em laboratório, que até então representava o maior desafio para o desenvolvimento da aquicultura de pepinos-do-mar no Brasil, abrem-se novas perspectivas para a continuidade dos trabalhos, de modo a permitir o desenvolvimento da etapa subsequente: a engorda ou cultivo final. Tais estudos, que visam testar distintos métodos de cultivo e determinar as taxas de crescimento e sobrevivência até o tamanho comercial, foram recentemente iniciados e se encontram em andamento, com resultados iniciais promissores. Além disso, a possibilidade de produção de juvenis em laboratório abre perspectivas para a conservação dos pepinos-do-mar, permitindo a realização de estudos sobre repovoamento em áreas onde eventualmente as populações selvagens tenham sido dizimadas pela captura ilegal.

## Conclusões e perspectivas

Os avanços recentes nos estudos da biologia, ecologia e reprodução dos pepinos-do-mar em Santa Catarina representam um marco para a maricultura nacional. O ciclo larval e pós-larval de duas espécies nativas foi fechado em laboratório, culminando com a pioneira produção experimental de juvenis. Com



Figura 5. Juvenis de *Holothuria grisea* produzidos em laboratório

Foto: Guilherme S. Rupp



Figura 6. Juvenis de *Parathyone braziliensis* produzidos em laboratório

Foto: Guilherme S. Rupp

isso abriu-se o caminho para sua produção sustentável. Essa conquista científica, somada à tradição catarinense em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, posiciona o Estado como pioneiro na diversificação da maricultura no País.

A introdução dos pepinos-do-mar pode significar não apenas uma nova fonte de renda para os produtores, mas também um passo estratégico em direção a sistemas de cultivo mais sustentáveis e integrados, capazes de conciliar geração de valor econômico, conservação da biodiversidade e serviços ecos-

sistêmicos. Além disso, esses resultados alinham-se às tendências globais de uma economia azul mais responsável, que busca unir geração de renda, conservação da biodiversidade e valorização dos recursos marinhos (FAO, 2024).

Entretanto, é importante destacar que a tecnologia de cultivo ainda se encontra em fase de desenvolvimento, portanto ainda sujeita a obstáculos e fatores imprevisíveis. O prosseguimento das pesquisas, aliado à integração entre instituições e participação do setor produtivo, será fundamental para ampliar

a escala de produção de juvenis em laboratório e para desenvolver tecnologia adequada à fase de engorda, utilizando como exemplo o sucesso em outros países. Somente a partir desse ponto se poderá pensar em iniciativas em escala comercial. Essa trajetória exigirá perseverança científica, apoio institucional e visão estratégica, de modo a permitir que os pepinos-do-mar possam se consolidar como uma alternativa sustentável e inovadora para a maricultura catarinense.

Santa Catarina já demonstrou, com os moluscos, sua capacidade de liderar e difundir tecnologias em maricultura. Agora tem diante de si a oportunidade de protagonizar uma nova etapa, em que os pepinos-do-mar simbolizam a união entre ciência, inovação e responsabilidade ambiental. O futuro da maricultura catarinense pode, assim, se tornar um exemplo de como enfrentar desafios complexos com soluções criativas e sustentáveis.

## Agradecimentos

Este artigo se baseia em pesquisas desenvolvidas de forma colaborativa entre Epagri e Universidade do Vale do Itajaí (Univali), reunindo esforços em ecologia, reprodução e cultivo de pepinos-do-mar, com a participação da equipe formada por Robson Cardoso da Costa, Gilberto Manzoni e Adriano Marenzi. Essa cooperação, com apoio da Fapesc, tem sido fundamental para o avanço da maricultura em Santa Catarina.

## Referências

CHOPIN, T.; COOPER, J.A.; REID, G.; CROSS, S.; MOORE, C. Open-water integrated multi-trophic aquaculture: environmental biomitigation and economic diversification of fed aquaculture by extractive aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, (s.l.), v. 4, p. 209–220, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01074.x>

COSTA, R. C.; RUPP, G. S.; MANZONI, G. C.; MARENZI, A. W. C. Reprodução e cultivo larval do pepino-do-mar *Parathyone braziliensis* (Verrill, 1868) em condições controladas In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 20º., 2024, Itajaí. **Anais[...]**

Itajaí, 2024. p. 246–247.

DE SOUZA, R.; MORESCO, V.; MIOTTO, M.; SOUZA, D. S. M.; CAMPOS, C. J. A. Prevalence, distribution and environmental effects on faecal indicator bacteria and pathogens of concern in commercial shellfish production areas in a subtropical region of a developing country (Santa Catarina, Brazil). **Environ. Monit. Assess.**, (s.l.), v.194. p.1-21, 2022.

DE SOUZA, R.; VIANNA, L. F. N.; SCHRAMM, M. A.; ALVES, T. P. O que sabemos sobre florações de microalgas produtoras de toxinas em áreas de cultivo de moluscos em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 36, n. 3, p. 12–14, 2023.

DOS SANTOS, L. Produção da macroalga *Kappaphycus alvarezii* em Santa Catarina, safra 2023/2024. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 37, n. 3, p. 9–11, 2024.

EPAGRI. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2024**. Florianópolis: Epagri/CEPA, 2025. p. 165–167.

EPAGRI. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2013-2024**. Florianópolis: Epagri/CEPA, 2014. p. 155–156.

FAO. 2024. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2024** – Blue Transformation in action. Rome. DOI: <https://doi.org/10.4060/cd0683en>

FELIX, A. L.; PENNO, S. M.; BEZERRA, F. F.; MOURÃO P. A. S. Fucosylated chondroitin sulfate, an intriguing polysaccharide from sea cucumber: past, present, and future. **Glycobiology**, v.35, 2025, cwae098. DOI: <https://doi.org/10.1093/glycob/cwae098>

MARTINS L. M.; TAVARES, M. Additions to the morphology of the Cucumariidae. I. Intraspecific variation of the retractor muscle in *Parathyone braziliensis* (Verrill, 1868) and *Thyonidium seguroensis* (Deichmann, 1930) (Holothuroidea: Dendrochirotrida). **Thalassas: An International Journal of Marine Sciences**, (s.l.), v.39, p.405–412, 2023, DOI: <https://doi.org/10.1007/s41208-022-00515-4>

MARTINS, L. R.; TAVARES, Y. A. G.; VASCONCELOS, Y. N.; SÁNCHEZ, F. J. R.; GUILHERME, P. D. B.; RUPP, G. S.; SOUTO, C. Brazil's silent role in the illegal sea cucumber trade. **Regional Studies in Marine Science**, 2025. In press.

MERCIER, A.; PURCELL, S. W.; MONTGO-

MERY, E. M.; KINCH, J.; BYRNE, M.; HAMEL, J.F. Revered and reviled: the plight of the vanishing sea cucumbers. **Annual Review of Marine Science**, (s.l.), v.17, p.115–142, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-032123-025441>

NOVAES, A. L. T.; VIANNA, L. F. Desafios para a regularização do uso de águas da União para a prática da maricultura em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 15–19, jan./abr. 2020.

PONTE, I. A. R.; FEITOSA, C. V. Evaluation of an unreported and unregulated sea cucumber fishery in eastern Brazil. **Ocean & Coastal Management**, (s.l.), v.167, p.1–8, 2019.

PURCELL, S. W.; HAIR, C. A.; MILLS, D. J. Sea cucumber culture, farming and sea ranching in the tropics: progress, problems and opportunities. **Aquaculture**, (s.l.), v.368–369, p. 68–81, 2012.

PURCELL, S. W.; CONAND, C.; UTHICKE S.; BYRNE, M. Ecological roles of exploited sea cucumbers. In: HUGHES, R. N. *et al.*, (ed.). **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**. v. 54. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 367–386.

PURCELL, S. W.; NGALUAFFE, P.; LALAVANUA W.; CECCARELLI, D. M. Market price trends of Latin American and Caribbean sea cucumbers inform fisheries management. **Regional Studies in Marine Science**, (s.l.), v.17, p. 127–132, 2018.

PURCELL, S. W.; SHEA, S. K.; GRAY, B. C. Decadal changes in value of dried sea cucumbers (bêche-de-mer) in Hong Kong markets. **Marine Policy**, (s.l.), v.171, e106450. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106450>

RUPP, G. S.; DA COSTA, R. C.; MARENZI, A.; MANZONI, G. Advances in sea cucumber juvenile culture in Brazil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE EQUINODERMOS, 6., 2025, Santa Marta. **Resúmenes [...]** Santa Marta, 2025. p. 18.

RUPP, G. S.; MARENZI, A. C. Holotúrias do litoral de Santa Catarina (Brasil): captura ilegal e potencial para a aquicultura. In: DE DONATO, M. *et al.*, (eds.). **Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura**, v. 10. Caracas: AFRIMAR-AFIRMA, 2021. p. 607–618.

RUPP, G. S.; MARENZI, A. C.; DE SOUZA, R. V.; MARTINS, L. Sea cucumbers (Echinodermata: *Holothuroidea*) from Santa Catarina

coast, Southern Brazil, with notes on their abundance and spatial distribution. **Journal of Shellfish Research**, (s.l.), v. 42, n. 1, p. 143-153, 2023. doi: 10.2983/035.042.0115.

RUPP, G. S.; DA COSTA, R. C.; MARENZI, A. C.; MANZONI, G. C.; DA SILVA, I. S. Reprodução e larvicultura de *Holothuria (H.) grisea* Selenka, 1867 (Holothuroidea: Aspidochirotrida) em laboratório: resultados iniciais no sul do Brasil. **AquaTechnica**, (s.l.), v.3, n.3, p.133–143, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33936/at.v3i3.4147>

RUPP, G. S.; DA COSTA, R. C.; SCHROEDER, R. Population survey of *Holothuria (Halodeima) grisea* (Aspidochirotrida: Holothuriidae) at its limit of geographic distribution in the Western South Atlantic. **Revista de Biología Tropical**, (s.l.), v. 72, supl. 1, e58623, 2024a.

RUPP, G. S. MARTINS, L.; SOUTO, C.; HAMEL, J.; MERCIER, A. Morphological characterization of anterior axial bifurcation in *Holothuria (Halodeima) grisea* and other puzzling occurrences in Holothuroidea. **Invertebrate Biology**, (s.l.), v.143, n.2, p.1–12, 2024b.

SHI, S.; FENG, W.; HU, S.; LIANG, S.; AN, N.; MAO, Y. Bioactive compounds of sea cucumbers and their therapeutic effects. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**, v. 34, p. 549–558, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00343-016-4334-8>

SLATER, M. J.; CARTON, A. G. Effect of sea cucumber (*Australostichopus mollis*) grazing on coastal sediments impacted by mussel farm deposition. **Marine Pollution Bulletin**, v.58, p. 1123–1129, 2009.

SOUZA, Jr. J.; PONTE, I.; COE, C. M.; FARIAS, W. R. L.; FEITOSA, C.; HAMEL, J.-F.; MERCIER, A. Sea cucumber fisheries in Northeast Brazil. **SPC Beche-de-mer Information Bulletin**, (s.l.), v. 37, p. 43–47, 2017.

TORAL-GRANDA, V.; LOVATELLI, A.; VASCONCELLOS, M. Global status of sea cucumber fisheries and aquaculture. Roma: FAO, 2020. (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 622).

YUAN, X.; MENG, L.; WANG, L.; ZHAO, S.; HONGBO, L. Responses of scallop biodeposits to bioturbation by a deposit-feeder *Apostichopus japonicus* (Echinodermata: Holothuroidea): does the holothurian density matter? **Aquaculture Research**, (s.l.), v. 47, p.512–523, 2016.

# Giberela na cultura do trigo: etiologia, sintomas, micotoxina e manejo

Yasmin Branger Figueiredo<sup>1</sup>, Vanessa Fernandes Soares<sup>2</sup>, Cristiano Nunes Nesi<sup>3</sup> e João Américo Wordell Filho<sup>4</sup>

**Resumo** – A giberela, enfermidade causada predominantemente pelo fungo *Fusarium graminearum*, constitui um dos principais problemas fitossanitários da cultura do trigo na Região Sul do Brasil. Esta doença compromete significativamente tanto a produtividade quanto a qualidade dos grãos, sobretudo em virtude da produção de micotoxinas, com destaque para o deoxinivalenol (DON), substância de elevada toxicidade para humanos e animais. A incidência da giberela é intensificada em anos caracterizados pela ocorrência do fenômeno climático El Niño, especialmente durante o estágio de espigamento da cultura, quando as condições ambientais se mostram mais favoráveis à infecção. O manejo eficaz da giberela requer a adoção de uma abordagem integrada, que contemple medidas de caráter preventivo, práticas culturais adequadas, utilização de cultivares com altos níveis de resistência genética, além do monitoramento constante das áreas de cultivo e das condições meteorológicas. Considerando-se a elevada toxicidade das micotoxinas associadas à doença, bem como os desafios inerentes ao seu controle, é imperativo o contínuo aprimoramento das estratégias de manejo integrado, aliado ao fortalecimento e à rigorosa aplicação da legislação sanitária vigente.

**Palavras-chave:** *Fusarium graminearum*; Fungicidas; Cultivares resistentes; Manejo cultural; Deoxinivalenol.

## Fusarium Head Blight in Wheat: etiology, symptoms, mycotoxin, and management

**Abstract** – Fusarium head blight, a disease primarily caused by the fungus *Fusarium graminearum*, is one of the most significant phytosanitary challenges for wheat cultivation in southern Brazil. This disease severely affects both yield and grain quality, primarily due to the production of mycotoxins, particularly deoxynivalenol (DON), a compound of high toxicity to both humans and animals. The incidence of Fusarium head blight (FHB) tends to increase in years marked by the occurrence of the El Niño climatic phenomenon, especially during the flowering stage of the crop, when environmental conditions are most conducive to infection. Effective management of FHB requires the implementation of an integrated approach that includes preventive measures, appropriate cultural practices, the use of cultivars with higher genetic resistance, as well as continuous monitoring of crop fields and meteorological conditions. Given the high toxicity of the mycotoxins associated with the disease, along with the inherent challenges of its control, the ongoing improvement of integrated management strategies is imperative, alongside the strengthening and strict enforcement of current sanitary regulations.

**Keywords:** *Fusarium graminearum*; Fungicide; Resistance cultivars; Cultural management; Deoxynivalenol.

## Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma espécie de ciclo anual cultivada majoritariamente na Região Sul do Brasil. No ano de 2022, considerado o de melhor desempenho produtivo já registrado no país, a produção nacional alcançou aproximadamente 10 milhões de toneladas (Mt), conforme dados da Conab (2024a). Todavia, esse volume ainda permanece aquém da demanda interna, o que mantém o Brasil dependente da importação oriunda de grandes produtores mundiais, como China (137Mt),

Índia (110,5Mt) e Rússia (90Mt) (Conab, 2024b).

O estado de Santa Catarina ocupa a quinta posição no ranking nacional de produção de trigo, com uma média anual de 230 mil toneladas e produtividade em torno de 3.000kg ha<sup>-1</sup> (Observatório Agro SC, 2024). Essa produtividade relativamente modesta é atribuída, em grande medida, às adversidades climáticas e à incidência de doenças fúngicas, tais como oídio, ferrugens, brusone e, sobretudo, giberela. Esta última é particularmente favorecida pela ocorrência de chuvas excessivas no período com-

preendido entre o espigamento e a fase final de enchimento dos grãos (Lima, 2023).

A giberela pode ocasionar perdas de até 50% na produção e comprometer severamente a qualidade dos grãos colhidos (De Costa *et al.*, 2021). Essa perda qualitativa decorre, principalmente, da presença de micotoxinas sintetizadas pelo fungo durante o processo infeccioso na planta, destacando-se o deoxinivalenol (DON), também conhecido como vomitoxina, além de outras toxinas como nivalenol, zearalenona e fumonisinas, dentre as quais o DON é o

Submetido em 18/12/2024. Aceito para publicação em 10/09/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.1967>

Editor: Luiz Augusto Martins Peruch/ Epagri

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, SC, Brasil. E-mail: yasminfigueiredo@epagri.sc.gov.br

<sup>2</sup> Bióloga, Dra., pós-doutoranda, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Chapecó, SC, Brasil. E-mail: vanessasoares@epagri.sc.gov.br

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., pesquisador, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Chapecó, SC, Brasil. E-mail: cristiano@epagri.sc.gov.br

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., pesquisador, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Chapecó, SC, Brasil. E-mail: wordell@epagri.sc.gov.br

composto mais frequentemente detectado nos grãos de trigo contaminados (Bissonnette, 2018).

O manejo da giberela revela-se particularmente desafiador em ambientes caracterizados por elevada pluviosidade, nos quais muitas estratégias de controle demonstram eficácia limitada. Tal dificuldade decorre da presença contínua de ascósporos — principal fonte de inóculo do patógeno — que são dispersos por correntes aéreas e liberados ao longo de todo o ano (Kheiri *et al.*, 2019).

## Etiologia da doença

A giberela, também denominada fusariose, é causada predominantemente pelo fungo *Fusarium graminearum*, embora outras espécies, tais como *F. meridionale*, *F. cortaderiae*, *F. culmorum* e *F. avenaceum*, possam igualmente contribuir para o desenvolvimento da doença, atuando isoladamente ou em conjunto (Nicolli, 2014). O patógeno apresenta duas fases reprodutivas distintas: a fase sexuada, conhecida como *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch, e a fase principal, assexuada, designada *Fusarium graminearum* (Schwabe) (Parry *et al.*, 1995).

Na fase assexuada, o fungo produz conídios falciformes (em forma de meia-lua), contendo de três a sete septos e uma célula basal com formato pedunculado (Figura 1C). Já na fase sexuada, formam-se peritécios superficiais escuros que abrigam os ascósporos. Devido à existência de diversas raças, as colônias características de *F. graminearum* manifestam uma variação cromática que vai do rosa-claro ao carmim nas placas de meio de cultura (Figura 1B), além de desenvolverem micélios aéreos cuja coloração oscila entre o branco e o rosa-claro (Figura 1A).

O *F. graminearum* produz estruturas reprodutivas denominadas macroconídios (Figura 1C), além de clamidósporos que funcionam como estruturas de resistência e sobrevivência do patógeno (Figura 1D) (Nicolli, 2014). Trata-se de um patógeno majoritariamente necrotrófico, que persiste em restos culturais (De Costa *et al.*, 2021) e se dissemina principalmente por meio da chuva.

A infecção do trigo ocorre desde a fase de espiga exposta — caracterizada pela ausência do pedúnculo visível e a espiga fora da bainha — até a fase final

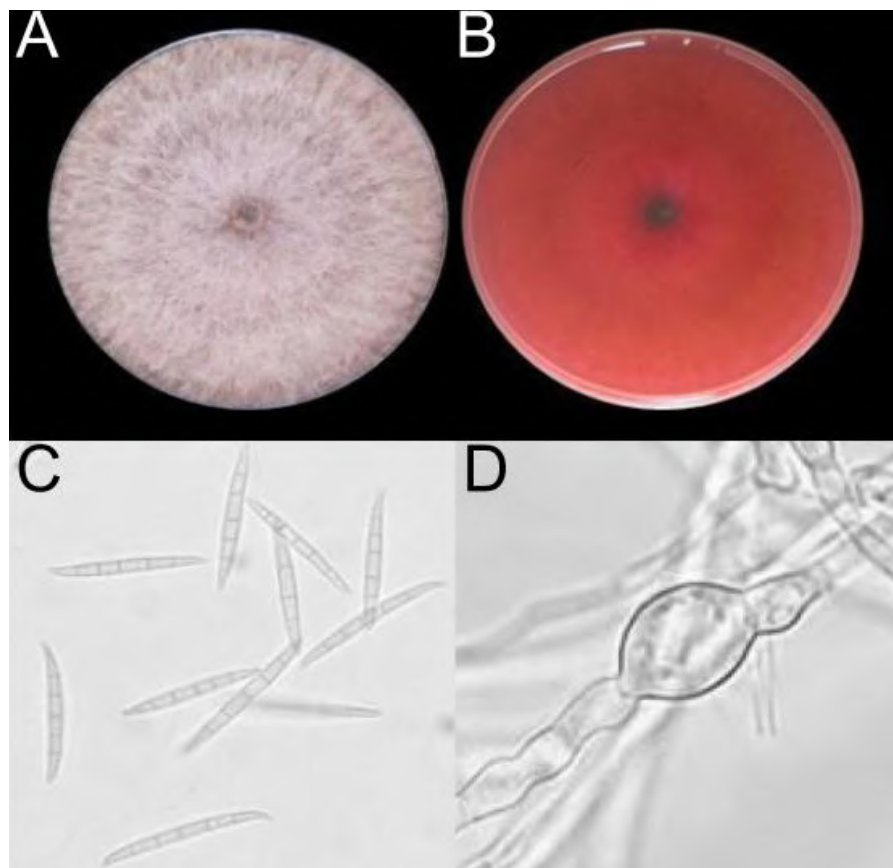


Figura 1. Morfologia de *Fusarium graminearum*. (A,B) Colônias, (C) Macroconídios e (D) Clamidósporo

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 1. Morphology of *Fusarium graminearum*. (A,B) Colonies, (C) Macroconidia and (D) Chlamydospore

Source: Elaborated by the authors (2025)

de enchimento dos grãos, correspondente aos estádios 59 a 87 da escala de Zadoks *et al.* (1974). Para que a infecção se estabeleça, são necessárias condições ambientais de 15 a 30°C por até 72 horas de umidade relativa superior a 90%, antes ou durante a antese, sendo que a temperatura ideal para a produção de DON é de 20 a 25°C (Lima, 2023; Lipps *et al.*, 2025).

Durante o processo infeccioso, as hifas penetram os tecidos vegetais diretamente e/ou através dos estômatos, geralmente entre 36 e 48 horas após a inoculação. Os tecidos afetados compreendem a antera, o lema, a ponta do ovário, a gluma e a ráquis do trigo (Kheiri *et al.*, 2019).

## Sintomas

Em condições controladas de inoculação, caracterizadas por umidade contínua e prolongada, observa-se, poucos dias após a infecção na espiga, a pre-

sença de micélios aéreos do fungo nas espiguetas (Figura 2 D). Inicialmente, podem surgir lesões necróticas de coloração marrom-escura nas glumas e/ou aristas arrepiadas, bem como a coloração escurecida do ráquis da espiga na região correspondente às espiguetas sadias (Lima, 2011). Com o avanço do quadro patológico, o sintoma principal consiste na descoloração do tecido vegetal, resultando em espigas esbranquiçadas (Figuras 2 B, C e D), podendo essa alteração estender-se até o pedúnculo (Figura 2 A). Estruturas fúngicas, indicativas da presença do patógeno, podem ser visualizadas nas Figuras 3 D e E.

Além disso, o fungo compromete o enchimento dos grãos, ocasionando a formação de grãos chochos, enrugados, com coloração palha ou rosada, ou, em casos mais severos, a ausência total de grãos nas espigas infectadas (Figura 3 G). Em contraste, espigas isentas da doença exibem grãos sadios (Figura 3 F).

A ocorrência e intensidade da gibe-



Figura 2. Sintomas de giberela em pedúnculo (A) e em espiga de alguns genótipos de trigo (B e C), sinais do patógeno (D e E). Grãos de trigo saudáveis (F) e grãos de trigo giberelados (G).  
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 2. *Fusarium* head blight symptoms on the peduncle (A) and ear of some wheat genotypes (B and C), and signs of the pathogen (D and E). Healthy wheat grains (F) and wheat grains with *Fusarium* head blight (G)  
Source: Elaborated by the authors (2025)

rela são fortemente dependentes de condições climáticas favoráveis, geralmente associadas ao fenômeno climático El Niño. Na Região Sul do Brasil, esse fenômeno promove um aumento pluviométrico e a elevação das temperaturas, tendo sido registrados, em 2023, a elevação térmica de aproximadamente 2°C e o incremento de 500mm na precipitação (INMET, 2024). Por outro lado, durante a ocorrência do fenômeno La Niña, as condições climáticas tendem a ser desfavoráveis à doença, em virtude da maior incidência de frentes frias e redução das chuvas na região (Lima, 2023).

Adicionalmente, destaca-se a preocupação com a presença de deoxinivalenol (DON), micotoxina produzida por espécies do gênero *Fusarium* no trigo, devido à sua resistência mesmo após o processamento dos grãos, bem como a sua toxicidade para a saúde humana e animal. Os efeitos tóxicos do DON incluem distúrbios digestivos, neurológicos e reprodutivos, razão pela qual órgãos reguladores, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), estabelecem limites máximos tolerados (LMT) para sua presença em alimentos. No Brasil, tal regulamentação encontra respaldo na RDC nº 722/2022, que visa garantir a segurança alimentar (De Costa et al., 2021; Brasil, 2022).

## Recomendações de manejo

O manejo da giberela no trigo requer a utilização de diversas estratégias visando minimizar os prejuízos ocasionados pela doença. No âmbito do manejo cultural, embora não existam cultivares completamente resistentes disponíveis no mercado atual, a escolha de variedades com resistência parcial constitui uma abordagem relevante, vide Tabela 1 que apresenta os cultivares de trigo atualmente comercializados indicados para cultivo em Santa Catarina, bem como sua resistência à giberela, conforme a 16ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, safras 2024/2025 — (Risoli et al., 2024). Além dos cultivares apresentados na reunião, os catálogos das empresas OR Sementes e Biotrigo também listam variedades moderadamente resistentes à giberela, como ORS Falcão, ORS Gladiador, ORS Selvagem, ORS Turbo, TBIO Consistência e TBIO Talismã, todas adaptadas às condições de Santa Catarina (OR Sementes, 2025; Biotrigo, 2025).

Adicionalmente a isso, a adoção do escalonamento da semeadura — expondo diferentes cultivares a condições climáticas distintas a partir do estágio de espigamento — contribui para reduzir a probabilidade de epidemias simultâneas

de giberela. O emprego de cultivares com ciclos reprodutivos diversos também se mostra eficaz nesse contexto, porém, mesmo com o uso destes manejos, em condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da doença (longos intervalos de molhamento foliar, umidade relativa alta e temperaturas de 15 a 30°C), se faz necessário o uso de fungicidas recomendados (Lima, 2023; Lipps et al., 2025).

Para que haja a eficácia do controle é necessário que a aplicação destes agrotóxicos seja realizada de forma preventiva, a partir do monitoramento das condições climáticas (Ferreira et al., 2023, 2024, 2025). Isso pode ser feito por meio de plataformas de previsão meteorológica e plataformas como AGROCONNECT (informa as condições ambientais e emite alertas fitossanitários) e o SISALERT, que divulga e classifica a condição de risco para a giberela em baixo, moderado ou alto a partir da data do espigamento informada pelo usuário.

O monitoramento deve ser iniciado no estágio de espigamento, fase inicial de suscetibilidade das espigas (Lima, 2023) e a aplicação de fungicidas feita preferencialmente até um ou dois dias antes da ocorrência de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da doença, durante os estádios de espigamento e enchimento de grãos (Ferreira et al., 2024).

As aplicações subsequentes devem ser realizadas observando-se e antecipando-se à previsão de precipitações propícias à infecção, em intervalos de 7 a 12 dias (Ferreira et al., 2023, 2024, 2025). Ademais, o uso de pulverizadores equipados com bicos do tipo cone, que geram gotas finas a médias (até 400µm) e volume de calda aproximado de 200L ha<sup>-1</sup>, contribui para o sucesso do tratamento.

No que tange ao controle biológico, aplicações preventivas isoladas com agentes como *Clonostachys* spp. (incluindo *C. chloroleuca*, *C. pseudo-chloroleuca* e *C. rosea*), *Bacillus* sp., *Brevibacillus* sp. (RC 263), *Lactobacillus plantarum* (SLG17), *Lysobacter enzymogenes* (C3), *Pseudomonas* sp. (AS 64.4), *Paenibacillus* sp., *Pantoea* sp. e *Cryptococcus flavescens* demonstraram resultados satisfatórios em condições controladas de inoculação artificial,

Tabela 1. Cultivares de trigo recomendados para Santa Catarina e sua resistência à giberela, conforme a 16ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale (safras 2024/2025)

Table 1. Wheat cultivars recommended for Santa Catarina and their resistance to Fusarium head blight, according to the 16th Meeting of the Brazilian Wheat and Triticale Research Commission (2024/2025 harvests)

| Cultivares          | Classificação de Resistência à Giberela* |
|---------------------|------------------------------------------|
| BRS 327             | MR                                       |
| BRS Atobá           | MR                                       |
| BRS Coleiro         | MR                                       |
| BRS Macuco          | MR                                       |
| BRS Marcante **     | MR                                       |
| BRS Pastoreio **    | MR                                       |
| BRS Reponte         | MR                                       |
| BRS Sanhaço         | MR                                       |
| BRS TR191           | MR                                       |
| LG Prisma           | MR                                       |
| ORS 1401            | MR                                       |
| ORS 1402            | MR                                       |
| ORS 1403            | MR                                       |
| ORS 2102 (Completo) | MR                                       |
| OBS Absoluto        | MR                                       |
| ORS Agile           | MR/R                                     |
| ORS Confeitaria     | MR                                       |
| ORS Destak          | MR                                       |
| ORS Feroz           | MR                                       |
| ORS Guardiã         | MR                                       |
| ORS Soberano        | MR                                       |
| ROOS 90             | MR                                       |
| TBIO Trunfo         | MR/R                                     |

\*MR - Moderadamente Resistente; MR/R- Moderadamente Resistente a Resistente;  
\*\*Moderadamente resistente de acordo com ensaios realizados no Rio Grande do Sul (Caierão et al, 2015; Castro et al, 2021).  
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
Source: Elaborated by the authors (2025)

atuando no controle da giberela e na redução da concentração de DON. Entretanto, em condições de campo, esses organismos apresentaram limitações quanto à manutenção da produtividade e ao controle das micotoxinas, geralmente revelando-se menos eficazes que os fungicidas convencionais (Degrassi & Carpentieri-Pipolo, 2020; Freitas et al., 2017; Risoli et al., 2024).

Nesse cenário, o uso de fungicidas químicos representa uma das principais ferramentas disponíveis, destacando-se os grupos dos benzimidazóis, triazóis e estrobilurinas. Contudo, é importante salientar que produtos pertencentes ao grupo das estrobilurinas — fungicidas do tipo IQo (inibidores de quinona oxidase) — podem promover elevação nos níveis de micotoxinas, como o deoxinivalenol (DON) (Jakubczyk et al., 2024), o que reforça a necessidade de adoção de estratégias integradas de manejo e controle (Bissonnette, 2018).

Exemplos de fungicidas e suas respectivas doses, testados para o manejo da giberela em estudos conduzidos pela Epagri, podem ser consultados na Tabela 2. Ademais, ensaios realizados por Ferreira et al. (2023, 2024, 2025) evidenciaram alternativas de alta eficiência, como a aplicação sequencial tripla de metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico, que resultou em incremento do peso do hectolitro. Assim como outros fungicidas à base de trifloxistrobina + tebuconazol, trifloxistrobina + prothioconazol + bixafen e pidiflumetofen + prothioconazol, tais tratamentos promoveram redução significativa da incidência e do índice da doença, bem como da concentração de DON, além de preservarem o potencial produtivo dos grãos em comparação à testemunha sem aplicação (Ferreira et al., 2023, 2024, 2025).

A escolha da época ou o escalonamento de semeadura é uma medida de

controle da giberela que visa ao escape da antese do trigo em épocas com maior predisposição de chuvas. Pulverizador: utilizar pontas cujos jatos direcionem a calda para as laterais das espigas (exemplos: duplo-leque e Defy 3D), e para o alvo da deposição (anteras); - segunda aplicação: considera-se um período de proteção das espigas de, no máximo, 7 dias. Portanto, se houver nova previsão de chuvas, é necessário reaplicar.

### Considerações finais

Para o manejo eficaz da giberela, assegurando a comercialização do trigo com qualidade, faz-se necessária uma abordagem integrada que combine monitoramento rigoroso, controle químico e/ou biológico, bem como a adoção de práticas culturais adequadas. As práticas culturais contribuem significativamente para a redução da ocorrência da epidemia em grande parte da lavoura, enquanto a aplicação preventiva de fungicidas revela-se necessária para evitar a infecção por *Fusarium* spp., especialmente considerando que a planta apresenta maior suscetibilidade durante o período de espigamento.

### Contribuição dos autores

**Yasmin Branger Figueiredo:** Curadoria de dados, Redação – rascunho original, Visualização; **Vanessa Fernandes Soares:** Redação – revisão e edição; **Cristiano Nunes Nesi:** Redação – revisão e edição; **João Américo Wordell Filho:** Conceitualização, Redação – revisão e edição.

### Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse neste trabalho.

### Dados de pesquisa

Não foram gerados dados de pesquisa para a redação deste trabalho.

### Financiamento

Fapesc nº 17/2023 – Programa de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica para a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)

Tabela 2. Eficácia de indutores de resistência e agentes de controle biológico, fosfitos e fungicidas para controle de Giberela na cultura do trigo, Epagri, Chapecó, SC, 2025

Table 2. Efficacy of resistance inducers and fungicides for controlling Fusarium head blight in wheat crops, Epagri, Chapecó, SC, 2025

| Classe <sup>1</sup>                               | Ingrediente ativo                                                                                         | Produto comercial        | Dose (L ha <sup>-1</sup> ) | Eficiência <sup>2</sup> |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Benzimidazol                                      | tiofanato metílico 500g L <sup>-1</sup>                                                                   | Support <sup>®</sup>     | 1000                       | RA                      |
| Triazóis                                          | tebuconazol 200g L <sup>-1</sup>                                                                          | Tebufort <sup>®</sup>    | 0,75                       | B                       |
| Triazóis                                          | propiconazol 250g L <sup>-1</sup>                                                                         | Tilt <sup>®</sup>        | 0,75                       | RA                      |
| Triazóis                                          | metconazol 90g L <sup>-1</sup>                                                                            | Caramba <sup>®</sup>     | 1000                       | B                       |
| Carboxamida                                       | pidiflumetofen 200g L <sup>-1</sup>                                                                       | Miravis <sup>®</sup>     | 0,75                       | B                       |
| Modo de ação misto                                | pidiflumetofen 62g L <sup>-1</sup> + prothioconazole 75g L <sup>-1</sup>                                  | Miravis Pro <sup>®</sup> | 0,90                       | B                       |
| Modo de ação misto                                | fluxapirxad 200g L <sup>-1</sup> + protioconazol 280g L <sup>-1</sup>                                     | Blavity <sup>®</sup>     | 0,3                        | RA                      |
| Triazóis                                          | protioconazol 175g L <sup>-1</sup> + tebuconazol 300g L <sup>-1</sup>                                     | Escudeiro <sup>®</sup>   | 0,5                        | B                       |
| Modo de ação misto                                | trifloxistrobina 100g L <sup>-1</sup> + tebuconazol 200g L <sup>-1</sup>                                  | Nativo <sup>®</sup>      | 0,75                       | B                       |
| Modo de ação misto                                | bixafem 125g L <sup>-1</sup> + protioconazol 175g L <sup>-1</sup> + trifloxistrobina 150g L <sup>-1</sup> | Fox Xpro <sup>®</sup>    | 0,5                        | RA                      |
| Modo de ação misto                                | metominostrobin 79,8g L <sup>-1</sup> + tebuconazol 119,6g L <sup>-1</sup>                                | Fusão <sup>®</sup>       | 0,72                       | RA                      |
| Fosfitos                                          | Mistura (manganês; potássio; cobre)                                                                       | ***                      | ***                        | NR                      |
| Agentes de controle biológico                     | <i>Trichoderma</i> sp. e <i>Bacillus</i> sp.                                                              | ***                      | ***                        | EA                      |
| Indutores de resistência à base de algas marinhas | <i>Ascophyllum nodosum</i> ; <i>Solieria chordalis</i> e <i>Laminaria</i> spp.                            | ***                      |                            | EA                      |

(1) As classificações de eficácia atribuídas a cada fungicida apresentado na tabela foram estabelecidas com base em ensaios de campo conduzidos ao longo de diversos anos. A eficácia considerada refere-se à aplicação no momento mais apropriado para maximizar o desempenho do produto, conforme as orientações do rótulo e o nível de severidade da doença presente na lavoura no momento da aplicação. As variações na eficácia entre os diferentes fungicidas foram determinadas por meio de comparações diretas em condições de campo, utilizando-se duas aplicações na dose recomendada em rótulo, conforme indicado na tabela, além da análise de dados provenientes da literatura científica. Ressalta-se que a tabela contempla os produtos amplamente comercializados, não tendo o propósito de representar uma lista exaustiva de todos os fungicidas registrados para essa finalidade. (2) As categorias de eficácia para o controle da giberela em trigo foram definidas da seguinte forma: NR = Não recomendado; R = Ruim; RA = Razoável; B = Bom; E = Excelente; EA = Estudos adicionais necessários. \*\*\* = Informação ausente.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

(1) The efficacy ratings assigned to each fungicide presented in the table were established based on field trials conducted over several years. The efficacy considered refers to application at the most appropriate time to maximize product performance, according to label guidelines and the disease severity level present in the crop at the time of application. Variations in efficacy among different fungicides were determined through direct comparisons under field conditions, using two applications at the recommended label dose, as indicated in the table, in addition to analysis of data from the scientific literature. It should be noted that the table includes widely marketed products and is not intended to represent an exhaustive list of all fungicides registered for this purpose. (2) The efficacy categories for the control of head blight in wheat were defined as follows: NR = Not recommended; R = Poor; RA = Fair; B = Good; E = Excellent; EA = Further studies needed. \*\*\* = Missing information.

Source: Elaborated by the authors (2025)

Referências

BIOTRIGO. **Cultivares**. 2025. Disponível em: <https://biotriggo.com.br/cultivares>. Acesso em: 2 set. 2025.

BISSONNETTE, K. M.; KOLB, F. L.; AMES, K. A.; BRADLEY, C. A. Effect of Fusarium Head Blight Management Practices on Mycotoxin Contamination of Wheat Straw. **Plant Disease**, [S.l.], v.102, n.6, p.1141–1147, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1094/pdis-09-17-1385-re>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Instrução Normativa nº 160, de 1º de julho de 2022. Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília,

DF, n. 126, Seção 1, p. 227–235, 6 jul. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-160-de-1-de-julho-de-2022-413367081>. Acesso em: 28 maio 2025.

CAIERÃO, E.; SÓ E SILVA, M.; SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L. de; NASCIMENTO JÚNIOR, A. do; EICHELBERGER, L.; GUARIENTI, E. M.; MIRANDA, M. Z. de; MACIEL, J. L. N.; CHAVES, M. S.; SANTANA, F. M.; COSTAMILAN, L. M.; PIRES, J. L. F.; LAU, D.; PEREIRA, P. R. V. da S.; CUNHA, G. R. da; WIETHÖLTER, S. BRS Marcante – extensão de cultivo para as regiões 1 e 2 de Santa Catarina. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 8.; SEMINÁRIO TÉCNICO DO TRIGO, 9., 2014, Canela. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 9.; SEMINÁRIO TÉCNICO DO TRIGO, 10., 2015, Passo Fundo.

**Anais[...]** Passo Fundo: Biotrigo Genética; Embrapa Trigo, 2015. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1020996>. Acesso em: 5 set. 2025.

CASTRO, R. L. de; CAIERÃO, E.; SCHEEREN, P. L.; EICHELBERGER, L.; PIRES, J. L. F.; GUARIENTI, E. M.; MIRANDA, M. Z. de; SBALCHEIRO, C. C.; LAU, D.; SANTANA, F. M.; CUNHA, G. R. da; SILVA JUNIOR, J. P. da; COSTAMILAN, L. M.; LIMA, M. I. P. M.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; TIBOLA, C. S.; MACIEL, J. L. N.; VARGAS, L.; RODRIGUES, O.; WIETHÖLTER, S. BRS TR191: nova cultivar de trigo da Embrapa de farinha clara. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 15., 2022, Passo Fundo. **Atas e resumos [...]**. Passo Fundo: Acervus, 2023. p. 215–219. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1156401/1/NOVA-CULTIVAR-DE->

TRIGO-DA-EMBRAPA-DE-FARINHA-CLARA. pdf. Acesso em: 28 ago. 2025.

CONAB. **Série histórica das safras: Trigo**. Brasília, 2024a. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/913-trigo>. Acesso em: 29 nov. 2024.

CONAB. **Trigo: análise mensal – janeiro de 2024**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2024b. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo/item/23503-trigo-analise-mensal-janeiro-2024>. Acesso em: 29 nov. 2024.

DE ALMEIDA, J. L. (Org.). **Informações técnicas para trigo e triticale: safras 2024 & 2025**. Guarapuava, PR: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária – FAPA, 2024. 248 p. (16. Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 26 e 27 de julho de 2023). Disponível em: <https://static.conferenceplay.com.br/conteudo/arquivo/alesa-fras20242025livrodigitalfinal-1721832775.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2025.

DE COSTA, B.; SIQUEIRA, F.; NETO ZOCH, A. Impactos da contaminação de deoxynivalenol (DON) na cultura do trigo – uma revisão. **Revista Ciater**, [S.l.], v. 13, n. 3, p. 66–76, 2021. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/ciater/article/view/9651>. Acesso em: 10 fev. 2025. DOI: <https://doi.org/10.5335/ciater.v13i3.9651>.

DEGRASSI, G.; CARPENTIERI-PIPOLO, V. Biological control of fusarium head blight by bacterial endophytes and reduction of deoxynivalenol in wheat. **Advances in Biochemistry and Biotechnology**, [S.l.], v. 5, p. 10103, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1127118/1/ABIO-10103-6-2020-Endophytes-FHBWheat.pdf>. Acesso em: 28 maio 2025.

FERREIRA, A.; SBALCHEIRO, C. C.; SANTANA, F.; DEL PONTE, E. M.; SENER, M.; GUTERRES, C. W.; PIZOLOTTO, C.; VENANCIO, W. S.; MARTINS, F. C.; KUHNEM, P. R.; CHAGAS, D. F.; SCHIPANSKI, C. A.; ZANATTA, M.; CASAROTTO, G.; MACHADO, F. J.; FORCELINI, C. A.; ROHRIG, R.; DE CÔL, M. C. **Eficiência de fungicidas para controle de giberela do trigo: resultados da Rede de Ensaios Cooperativos do Trigo – safra 2022**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2023. 18 p. (Circular Técnica, 80). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1155417/1/Circular-Tecnica-80.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2025.

FERREIRA, A.; SBALCHEIRO, C. C.; TIBOLA,

C. S.; DEL PONTE, E. M.; DE CÔL, M. C.; GUTERRES, C. W.; CHAGAS, D. F.; MARTINS, F. C.; MACHADO, F. J. **Eficiência de fungicidas para controle de giberela do trigo: Rede de Ensaios Cooperativos, safra 2023**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2024. 10p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n.116). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1166408/1/BPD-116-online.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2025.

FERREIRA, A.; SBALCHEIRO, C. C.; TIBOLA, C. S.; SENER, M.; DE CÔL, M. C.; GUTERRES, C. W.; COSTA, A. A.; DEL PONTE, E. M.; SANTANA, F.; MARTINS, F. C. **Eficiência de fungicidas para controle de giberela do trigo na Rede de Ensaios Cooperativos, safra 2024**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2025. 12 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 131). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1178077/1/boletim-pesquisa-desenvolvimento-131-Anderson-giberela-v27.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2025.

FREITAS, L. D.; BOTELHO, A. S.; DEL PONTE, E. M.; ABREU, L. M. Controle biológico da giberela do trigo com *Clonostachys* spp. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 50., 2017, Uberlândia. **Anais[...] Uberlândia: Infobibos**, 2017. Disponível em: [http://anais.infobibos.com.br/CBFito/50/Resumos/Resumo50CBFito\\_0021.pdf](http://anais.infobibos.com.br/CBFito/50/Resumos/Resumo50CBFito_0021.pdf). Acesso em: 28 maio 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **El Niño: saiba como foi a atuação do fenômeno no Brasil**. Brasília: INMET, 25 abr. 2024. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/el-ni%C3%B1o-saiba-como-foi-a-atua%C3%A7%C3%A3o-do-fen%C3%B4meno-no-brasil>. Acesso em: 28 maio 2025.

JAKUBCYK, K.; MELKIS, K.; DALEWSKI, B.; JANDA-MILCZAREK, K. Assessment of antioxidant properties and mycotoxin profile of commercial spirulina supplements. **Food Bioscience**, (s.l.), v. 62, p. 105461, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105461>.

KHEIRI, A.; JORE, S. A. M.; MALHIPOUR, A. Infection process and wheat response to Fusarium head blight caused by Fusarium graminearum. **European Journal of Plant Pathology**, (s.l.), v. 153, p. 489–502, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-018-1576-7>.

LIMA, M. I. P. M. **Espigamento: estágio inicial de suscetibilidade de espigas de trigo à giberela**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2023. 5 p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico, 388). Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publica-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publica-cao/1155545/espigamento-estadio-ini-)

cacao/1155545/espigamento-estadio-ini-  
cial-de-suscetibilidade-de-espigas-de-trigo-  
a-giberela. Acesso em: 21 maio 2025.

LIPPS, S.; BOHN, M.; RUTKOSKI, J.; BUTTS-  
WILMSMEYER, C.; MIDEROS, S.; JAMANN, T. **Comparative review of Fusarium graminearum infection in maize and wheat: similarities in resistance mechanisms and future directions**. *Molecular Plant-Microbe Interactions*®, [S.l.], v. 38, n. 2, p. 142–159, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1094/MPMI-08-24-0083-FI>.

NICOLLI, C. P. **Reprodução, patogenicidade e potencial toxigênico de Fusarium graminearum, F. meridionale e F. cortaderiae**. 2014. 129 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

OBSERVATÓRIO AGRO SC. **Painéis de produção agropecuária**. Governo do Estado de Santa Catarina, 2024. Disponível em: <https://www.observatorioagro.sc.gov.br/areas-tematicas/producao-agropecuaria/paineis>. Acesso em: 9 dez. 2024.

OR SEMENTES. **Cultivares**. 2025. Disponível em: <https://www.orsementes.com.br/cultivares>. Acesso em: 2 set. 2025.

PARRY, D. W.; JENKINSON, P.; MCLEOD, L. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals—a review. **Plant Pathology**, [S.l.], v. 44, n. 2, p. 207–238, abr. 1995. Wiley. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1995.tb02773.x>.

PIRES, J. L. F.; SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L. de; CAIERÃO, E.; GUARIENTI, E. M.; LAU, D.; CUNHA, G. R. da; SANTANA, F. M.; CARAFFA, M.; TOIGO, M. de C.; SANTOS, H. P. dos; MIRANDA, M. Z. de; FAE, G. S.; VIEIRA, V. M.; KLEIN, M. A.; RIFFEL, C. T.; PASINATO, A.. **Indicações para o manejo da cultivar de trigo BRS Reponte (RS, SC e sul do PR)**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2021. 24 p. (Comunicado Técnico Online, 380). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1131628/1/ComTec-380-online-2021.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

RISOLI, S.; COTROZZI, L.; PISUTTU, C.; NALI, C. Biocontrol Agents of Fusarium Head Blight in Wheat: a meta-analytic approach to elucidate their strengths and weaknesses. **Phytopathology**, [S.l.], v.114, n.3, p.521-537, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/phyto-08-23-0292-r>.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v. 14, p. 415–421, 1974.

# Proportions of peat and carbonized rice husk as substrates for sour passion fruit seedlings

Marina Martinello Back<sup>1</sup>, Henrique Belmonte Petry<sup>2</sup>, Darlan Rodrigo Marchesi<sup>3</sup> and Gilmar Schafer<sup>4</sup>

**Abstract** – Choosing an ideal substrate is crucial for producing quality seedlings. This study aimed to evaluate the effect of different proportions of peat (P) and carbonized rice husk (CRH) on the production of sour passion fruit seedlings. The experiment was conducted in a randomized block design, using six substrate formulations (100% CRH, 80% CRH/20% P, 60% CRH/40% P, 40% CRH/60% P, 20% CRH/80% P, and 100% P), with four replicates and six seedlings per plot. Seedling height (cm), number of leaves, stem diameter (mm), root dry mass (RDM), and shoot dry mass (SDM) (g) were evaluated 150 days after sowing. The obtained data were subjected to polynomial regression analysis. Physical and chemical characteristics of the formulated substrates were also analyzed. The maximum seedling response was estimated at 64.3% peat for RDM, 70.2% for stem diameter, 71.9% for number of leaves, 82.1% for SDM, and 83.7% for height. These formulations showed high porosity, a more acidic pH, and high water retention capacity. Substrates with proportions ranging from 64% to 84% peat and 36% to 16% CRH promoted greater growth of sour passion fruit seedlings.

**Keywords:** *Passiflora edulis* Sims.; Vegetative growth; Physical-chemical characteristics.

## Proporções de turfa e casca de arroz carbonizada como substratos para mudas de maracujazeiro-azedo

**Resumo** – A escolha de um substrato ideal é fundamental para a produção de mudas de qualidade. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes proporções de turfa (T) e casca de arroz carbonizada (CAC) na produção de mudas de maracujazeiro-azedo. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso com seis formulações de substrato (100% CAC, 80% CAC/20% T, 60% CAC/40% T, 40% CAC/60% T, 20% CAC/80% T e 100% T), com quatro repetições e seis mudas por parcela. Avaliaram-se altura das mudas (cm), número de folhas, diâmetro do caule (mm), massa seca da raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA) (g) após 150 dias da semeadura, sendo os dados obtidos submetidos à análise de regressão polinomial. Foram analisadas também as características físicas e químicas dos substratos formulados. A máxima resposta das mudas foi estimada em 64,3% de turfa para MSR, 70,2% para diâmetro do caule, 71,9% para número de folhas, 82,1% para MSPA e 83,7% para altura. Estas formulações apresentaram alta porosidade, pH mais ácido e alta capacidade de retenção de água. Os substratos com proporções entre 64-84% de turfa e 36-16% CAC promovem maior crescimento de mudas de maracujazeiro-azedo.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis* Sims.; Crescimento vegetativo; Características físico-químicas.

Choosing the right substrate is a fundamental practice for producing high-quality seedlings. To achieve this, substrate selection must consider its physical and chemical characteristics, composition, absence of contaminants, and be lightweight and inexpensive (Fermino, 2014). It is difficult to find a single substrate material that meets all desired characteristics, so it is common to use mixtures (base materials, supplements, and additives) in varying proportions to achieve the desired properties (Schafer; Lerner, 2022).

The southern region of Santa Catarina (SC) is experiencing an

expansion in protected environment cultivation, mainly due to passion fruit cultivation, and thus requires alternative materials for composing substrates with suitable characteristics (Back *et al.*, 2023).

Both carbonized rice husks and peat are potential raw materials for substrate composition, as they are not only readily available in the passion fruit-producing region but also have good complementary physical and chemical characteristics. Carbonized rice husk (CRH) is a lightweight material with high drainage capacity and excellent aeration, while peat has an acidic pH,

excellent nutrient availability, greater buffering power (high CEC), higher density, and high water retention capacity (Petry, 2008).

Therefore, the objective was to evaluate the effect of substrates formulated with different proportions of peat and carbonized rice husks on the production of passion fruit seedlings. The substrates were formulated with different proportions (v/v) of peat (P) and carbonized rice husk (CRH): 100% CRH, 80% CRH/20% P, 60% CRH/40% P, 40% CRH/60% P, 20% CRH/80% P, and 100% P. The peat was obtained from the company Turfa Fértil<sup>®</sup>, which has an

Received on 05/30/2025. Accepted for publication on 11/07/2025.

Editor-Section editor: Luiz A. M. Peruch/ Epagri- João F. Mangrich/ Epagri

<sup>1</sup> Agronomist, Dra., Epagri / Estação Experimental de Urussanga (EEUr), SC-446, 6 - Da Estação, Urussanga - SC, CEP: 88840-000, e-mail: marinaback@epagri.sc.gov.br

<sup>2</sup> Agronomist, Dr., Epagri / EEUr, e-mail: henriquepetry@epagri.sc.gov.br

<sup>3</sup> Agronomist, M.Sc., Epagri / Gerência Estadual de Extensão Rural e Pesca, e-mail: darlan@epagri.sc.gov.br

<sup>4</sup> Agronomist, Dr., Faculdade de Agronomia, (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, e-mail: schaffer@ufrgs.br

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2140>

extraction site in the southern region of Santa Catarina, and the carbonized rice husk was obtained from a company in the municipality of Araranguá/SC. The six formulations were analyzed at the Substrate Analysis Laboratory of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS) to determine physical characteristics (dry density in  $\text{kg m}^{-3}$ , solids content, total porosity (TP), aeration space (AS), readily available water (RAW), buffering water (BW), remaining water (RW), and water retention capacity (WRC10 %) and chemical characteristics (pH in  $\text{H}_2\text{O}$  and electrical conductivity (EC) in  $\text{mS cm}^{-1}$ ). To evaluate the effect of the formulations on sour passion fruit seedling growth, seeds of the cultivar 'SCS437 Catarina' were sown in polyethylene containers measuring  $10 \times 20\text{cm}$  (1.1L) filled with the different substrates, in a protected environment ( $28^\circ 31' 57.10''\text{S}$ ;  $49^\circ 18' 55.02''\text{W}$ ) with anti-aphid screens on the sides and a plastic cover, as described by Petry *et al.* (2019). Irrigation was performed manually, keeping the container capacity constant. Nitrogen fertilization was applied at 90 and 120 days after plant emergence at a dose of 50mL per plant, using a  $5\text{g L}^{-1}$  urea solution. At 150 days after plant emergence, the following parameters were evaluated: plant height (cm) from the substrate surface to the apex using a measuring tape; stem diameter (mm) at 1 cm height using a digital caliper; number of developed leaves; and root and shoot dry weight (g), determined after oven-drying at  $65^\circ\text{C}$  until constant weight was achieved. The experimental design was randomized blocks, with four replicates and 15 plants per plot, the six central ones being assessed. Results were subjected to polynomial regression analysis at a 5% significance level using Python.

The physical composition of the substrates was influenced by the different proportions of peat and CRH (Figure 1). Dry density, water holding capacity, readily available water, and remaining water increased linearly with increasing peat proportion. Aeration space, in contrast, showed higher values in formulations with the highest CRH proportions. According to Fermino

(2014), WRC10 values ranging from 40% to 50% are considered ideal. Therefore, the 40% CRH/60% P formulation achieved the best results within this range.

Total porosity consists of macropores (air space) and micropores (water holding capacity), with 85% considered the reference value (Schafer; Lerner, 2022). Substrates with peat proportions from 60% and 80% presented values closest to ideal.

Substrate pH in  $\text{H}_2\text{O}$  ranged from 5.16 (100% P) to 6.48 (100% CRH) (Table 1). According to Fermino (2014), the ideal pH range for most plants is 5.5 to 6.5. However, Back *et al.* (2023) observed that passion fruit develops better in more acidic substrates, with pH below 6.

Electrical conductivity (EC) also showed a linear response, with substrates containing more peat

presenting higher values, reaching  $1.33\text{mS cm}^{-1}$  in the 100% P formulation (Table 1). According to Petry (2008), although EC is not generally a parameter for choosing a substrate for plant propagation-since inert materials are recommended to enable nutritional adjustments in the production system according to the crop's needs and/or its growing phase-substrates with higher initial EC showed better results in sour passion fruit seedlings.

A quadratic trend was observed in the regression lines, with significant difference ( $p < 0.05$ ) between substrate compositions for all parameters (Figure 2). With high coefficients of determination ( $R > 0.81$  for RDM), the trend lines demonstrated that increasing peat content enhanced seedling growth, reaching a plateau at 64.3% peat for root dry mass (2.27g), 70.2% for stem diameter (5.02mm),

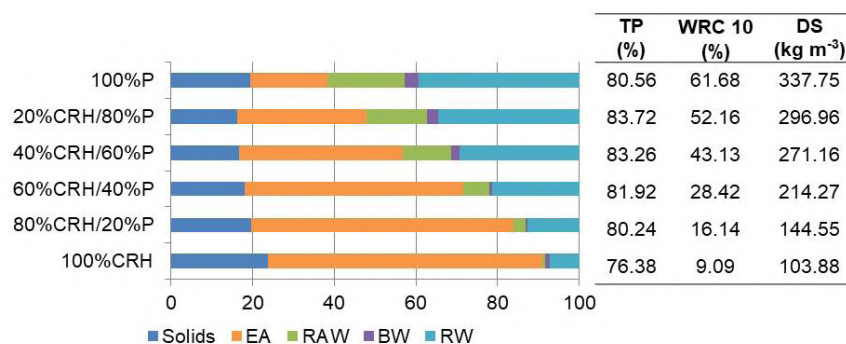


Figure 1. Physical composition (solids – solids content, EA - aeration space, AFD - readily available water, AT - buffering water, AR - remaining water), PT - total porosity and CRA - water retention capacity (WRC) in % and DS - dry density ( $\text{Kg.m}^{-3}$ ) of the substrates formulated with different proportions of peat (P) and carbonized rice husk (CRH). Source: Elaborated by the authors (2025)

Figura 1. Composição física (sólidos - teor de sólidos, EA - espaço de aeração, AFD - água facilmente disponível, AT - água tamponante, AR - água remanescente, PT - porosidade total e CRA - capacidade de retenção de água em %, e DS - densidade seca em  $\text{Kg.m}^{-3}$ ) dos substratos formulados com diferentes proporções de turfa (T) e casca de arroz carbonizada (CAC)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Table 1. Chemical characteristics (pH and CE - electrical conductivity) of substrates formulated with different proportions of peat (P) and carbonized rice husk (CRH) Tabela 1. Características químicas (pH e CE - condutividade elétrica) dos substratos formulados com diferentes proporções de turfa (T) e casca de arroz carbonizada (CAC)

| Unit |                      | 100% CRH | 80%CRH/ 20%P | 60%CRH/ 40%P | 40%CRH/ 60%P | 20%CRH/ 80%P | 100%P |
|------|----------------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| pH   | $\text{H}_2\text{O}$ | 6.48     | 6.1          | 5.88         | 5.86         | 5.69         | 5.16  |
| CE   | $\text{mS cm}^{-1}$  | 0.11     | 0.35         | 0.71         | 0.96         | 1.14         | 1.33  |

Source: Elaborated by the authors (2025)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

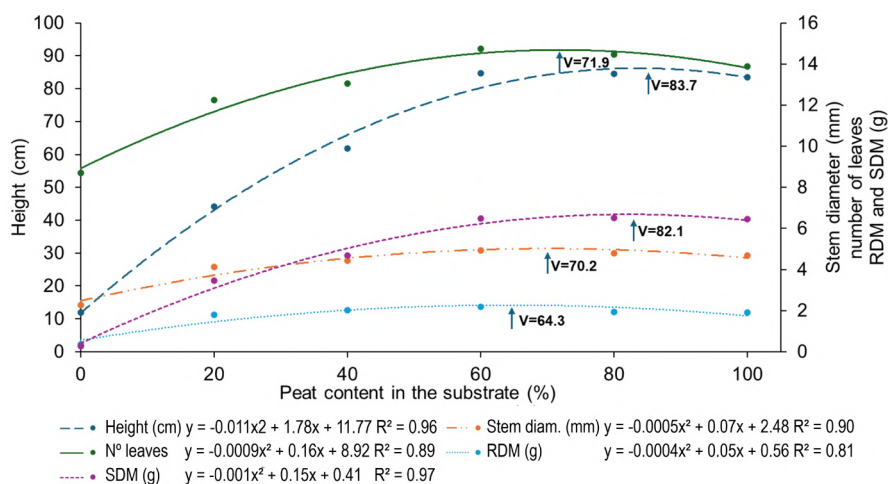


Figure 2. Height (cm), diameter (mm), number of leaves, root dry mass (RDM), and shoot dry mass (SDM) (g) of passion fruit seedlings subjected to different substrates with varying proportions of peat and carbonized rice husk after 150 days of sowing. V = vertex of the parabola (maximum peat content in the substrate)

Source: Elaborated by the authors (2025)

*Figura 2. Altura (cm), diâmetro (mm), número de folhas, massa seca da raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA) (g) das mudas de maracujazeiro-azedo submetidas a diferentes substratos com proporções de turfa e casca de arroz carbonizada após 150 dias da semeadura. V = vértice da parábola (teor máximo de turfa no substrato).*

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

71.9% for leaf number (14.48), 82.1% for shoot dry mass (6.69g), and 83.7% for height (86.21cm). Above these levels, higher peat contents lead to a reduction in the growth of passion fruit seedlings.

According to Sônego *et al.* (2017), a standard passion fruit seedling suitable for field planting should have a height above 80 cm, adequate leaf number, stem diameter, and root system. Formulations with peat contents from 64.3% to 83.7% were found to meet this premise.

These results can guide passion fruit nurseries in formulating their own substrates, considering desired characteristics. Among the most suitable formulations, those with higher CRH content, for example, promoted better root growth, an important factor for the initial establishment of these seedlings in the field. This also reduced cost per m<sup>3</sup> of substrate (CRH being cheaper than peat) and made the mix lighter, facilitating handling and transport.

Better seedling development was observed in substrates with good water retention capacity, high porosity (air and water space), and lower pH. Similar

results were reported by Back *et al.* (2023) when evaluating commercial substrates for the growth of passion fruit seedlings. They concluded that substrates with a peat content ranging from 64% to 84% and CRH ranging from 36% to 16% provide greater vegetative growth in passion fruit seedlings.

## Author contributions

**Marina Martinello Back:** conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, project administration, visualization [of data (infographic, flowchart, table, graph)]; writing – first draft, writing – review & editing; **Henrique Belmonte Petry:** conceptualization, funding acquisition, project administration, resources, supervision, validation, visualization [of data (infographic, flowchart, table, graph)], writing – review & editing; **Darlan Rodrigo Marchesi:** conceptualization, supervision, validation, writing – review & editing; **Gilmar Schafer:** conceptualization, methodology, supervision, writing – review and editing

## Research data

Data will be made available upon direct request to the authors.

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest in this work.

## Funding

The authors are grateful for the grant from UFRGS and the support from the Research and Innovation Support Foundation.

## References

- BACK, M.B.; PETRY, H.B.; MARCHESI, D.R.; SCHAFER, G. Avaliação de características físico-químicas de substratos comerciais utilizados na produção de mudas de maracujazeiro-azedo. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.36, n.1, p18-20, 2023. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1589>.
- FERMINO, M. H. **Substratos:** composição, caracterização e método de análise. Guaíba: Agrolivros, 112p, 2014.
- SÔNEGO, M.; BRANCHER, A.; PERUCH, L. A. M.; PETRY, H. B. Efeito do tamanho da muda de plantio sobre a produção do maracujá-azedo em clima subtropical. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTURA DO MARACUJAZEIRO/SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE MARACUJAZEIRO, Arroio do Silva, SC. 2017. **Anais[...]** Urussanga, Epagri, 92p, 2017.
- PETRY, C. **Plantas ornamentais:** aspectos para a produção. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2ªed, 202p., 2008.
- PETRY, H. B.; MARCHESI, D. R.; BACK, M. M.; DELLA BRUNA, E.; SCHÄFER, G.; MELETTI, L. M. M. Produção de mudas de maracujazeiro-azedo em ambiente protegido: dimensionamento e manejo do ambiente de produção. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.32, n.3, p37-39, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n3.1>
- SCHAFER, G. E LERNER; L. B. Physical and chemical characteristics and analysis of plant substrate. **Ornamental Horticulture**, (s.l.), v.28, n.2, p181-192, 2022. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v28i2.2496>

# Viabilidade de desovas induzidas de *Holothuria (Halodeima) grisea*: avanços para maricultura sustentável em Santa Catarina

Guilherme Sabino Rupp<sup>1</sup>, Robson Cardoso da Costa<sup>2</sup>, Gilberto C. Manzoni<sup>3</sup>, Adriano Weidner Cacciatori Marenzi<sup>4</sup>

**Resumo** – Os pepinos-do-mar desempenham funções ecológicas fundamentais nos ecossistemas marinhos, mas devido ao elevado valor comercial, diversas espécies vêm sofrendo intensa exploração pesqueira. O desenvolvimento de tecnologia de cultivo surge como alternativa sustentável, sendo a obtenção de gametas viáveis etapa essencial para a larvicultura e produção de juvenis. Este estudo apresenta resultados de induções à desova de *Holothuria (Halodeima) grisea*, espécie de interesse comercial e alvo de captura indiscriminada no Brasil. Entre 2021 e 2025 foram realizadas 45 induções, testando combinações de estímulos físicos, mecânicos e biológicos. Nos experimentos conduzidos até 2023, os métodos aplicados, eficazes para outras espécies, mostraram baixa eficiência para *H. grisea*. A partir de 2024, com a manutenção prévia dos reprodutores em sistema de recirculação por 5 a 7 semanas, associada à maior variação de temperatura, obteve-se significativa ampliação na liberação de gametas, permitindo fertilizações. Os resultados indicam que o condicionamento prolongado em laboratório favorece a maturação fisiológica das gônadas e amplia o sucesso nas desovas. Estes resultados, associados à viabilidade da larvicultura e à recente produção de juvenis em laboratório, abrem novas perspectivas para o cultivo integral de pepinos-do-mar no Brasil.

**Palavras-chave:** Indução à desova; Pepinos-do-mar; Aquicultura; Liberação de gametas

## Viability of induced spawning of *Holothuria (Halodeima) grisea*: advances toward sustainable mariculture in Santa Catarina

**Abstract** – Sea cucumbers play fundamental ecological roles in marine ecosystems, but due to their high commercial value, several species have been subject to intense fishing exploitation. The development of technologies for cultivating sea cucumbers emerges as a sustainable alternative, with the induction of spawning being an essential step for larviculture and juvenile production. This study presents the results of spawning inductions for *Holothuria (Halodeima) grisea*, a species of commercial interest and the target of indiscriminate fishing in Brazil. Between 2021 and 2025, 45 inductions were performed, testing combinations of physical, mechanical, and biological stimuli. In experiments conducted until 2023, the applied methods, which are effective for other species, showed low efficiency for *H. grisea*. Experiments carried out after 2024, including maintenance in a recirculating system for 5 to 7 weeks, combined with greater temperature variations, resulted in a significant increase in gamete release, enabling fertilization. These results indicate that prolonged laboratory conditioning favors gonadal maturation and increases spawning success. The results, combined with the feasibility of larval culture and the recent production of juveniles, open new perspectives for the cultivation of sea cucumbers in Brazil.

**Keywords:** Induction to spawning; Sea cucumbers; Aquaculture; Gamete release.

Os pepinos-do-mar exercem atividades de grande importância para os ecossistemas marinhos, pois atuam na decomposição da matéria orgânica, reciclagem de nutrientes e oxigenação do fundo marinho (Purcell *et al.*, 2016). Devido à sua intensa utilização na culinária asiática e na medicina oriental, diversas espécies vêm sendo dizimadas

em várias partes do planeta (Mercier *et al.*, 2025). Neste sentido, uma alternativa sustentável para mitigar a pressão sobre os estoques naturais é o desenvolvimento de tecnologia para o cultivo. A produção de juvenis em laboratório é a base para o desenvolvimento da aquicultura, pois pode permitir o fornecimento de organismos para os cultivos,

uma vez que não é possível coletá-los no ambiente natural. A etapa fundamental da produção em laboratório é a obtenção de gametas viáveis e em quantidades suficientes para proceder com a fecundação e larvicultura. Para alcançar esse objetivo, é necessário dispor de reprodutores sexualmente maduros e submetê-los a estímulos que combinam

Submetido em 08/09/2025. Aceito para publicação em 23/10/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2224>

Editor - Editor de seção: Luiz A. M. Peruch/Epagri - João Guzinski/Epagri

<sup>1</sup> Biólogo, PhD., Pesquisador, Epagri/Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca. Rod. Admar Gonzaga 1188, Florianópolis, SC, Brasil. 88010-970. E-mail: [rupp@epagri.sc.gov.br](mailto:rupp@epagri.sc.gov.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5476-9689>

<sup>2</sup> Eng. Aquicultura, MSc., Escola Politécnica. Universidade do Vale de Itajaí. Unidade Penha. Rua Maria Emília da Costa 90, Penha, SC, Brasil. 88385-000. E-mail: [robsoncosta@univali.br](mailto:robsoncosta@univali.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1794-4097>

<sup>3</sup> Oceanógrafo, Dr., Professor, Escola Politécnica. Universidade do Vale de Itajaí. Unidade Penha. Rua Maria Emília da Costa, 90, Penha, SC, Brasil. 88385-000. E-mail: [manzoni@univali.br](mailto:manzoni@univali.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4401-8267>

<sup>4</sup> Biólogo, Dr., Professor, Escola da Saúde, Universidade do Vale de Itajaí. R. Uruguai, 458 - Centro, Itajaí - SC, 88302-901. E-mail: [marenzi@univali.br](mailto:marenzi@univali.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8154-5867>

processos físicos, químicos e biológicos, a fim de induzir a liberação de gametas. Essa etapa é particularmente desafiadora, pois a eficácia dos métodos varia entre espécies, e muitas delas não respondem de forma adequada aos estímulos de indução em condições de laboratório. (Nocillado *et al.*, 2022).

*Holothuria (Halodeima) grisea*, uma das espécies de pepinos-do-mar que ocorre em Santa Catarina, apresenta interesse comercial, potencial para aquicultura e já vem sendo alvo de captura indiscriminada em toda a costa brasileira (Rupp *et al.*, 2023). O objetivo deste trabalho é apresentar uma síntese dos resultados de distintos métodos aplicados em *H. (H.) grisea* para a indução à liberação de gametas.

Os reprodutores de *H. (H.) grisea* foram coletados manualmente na zona intermareal, em substrato arenoso-rochoso na enseada do Itapocoroy, Perna, Santa Catarina, (26°47' S; 48°36' W) (Licença MMA/SISBIO No. 68215). As coletas foram realizadas em períodos próximos às luas cheia ou nova, quando ocorre maior amplitude de marés, permitindo a coleta de indivíduos na região infralitoral, onde são encontradas as maiores densidades populacionais (Rupp *et al.*, 2024). Após as coletas, os organismos eram transferidos ao laboratório, manuseados para limpeza de sedimentos e epibiontes, sendo em seguida submetidos aos processos de indução à desova, ou transferidos para tanques de condicionamento para posterior indução.

Foram realizadas 45 induções à desova de *H. (H.) grisea*, no período compreendido entre setembro de 2021 e março de 2025, sempre na primavera e verão, quando os organismos encontram-se em maior atividade reprodutiva (Tavares *et al.*, 2025).

Os métodos utilizados (Tabela 1) foram combinações daqueles utilizados para outras espécies de pepinos-do-mar (Agudo, 2006; Altamirano; Rodriguez, 2022). Estes compreenderam estímulos mecânicos (limpeza, manipulação e jatos de água), físicos (exposição ao ar, elevação ou redução da temperatura da água) e biológicos, tais como: adição de microalgas secas (*spirulina*) ou vivas (*Chaetoceros muelleri* ou *Isochrysis galbana*) e esfregaço de gônadas diluído

no tanque de indução. Em todas as induções, os três estímulos mecânicos e a exposição ao ar precederam a alteração de temperatura. A combinação de métodos de indução foi alterada com o passar do tempo, em função dos resultados obtidos, e, em 2022, utilizou-se a adição de esfregaço de gônadas com indutor biológico, durante a elevação de temperatura. Em 2023, adicionaram-se combinações de microalgas, tanto vivas quanto secas, apresentando sempre resultados desfavoráveis sendo, portanto, eliminadas nas induções subsequentes. A partir de 2024, os organismos foram mantidos em laboratório por 5 a 7 semanas, em sistema de recirculação, antes das induções à desova. Este sistema (Figura 1) constituiu-se por um tanque de fibra de vidro (2,05m x 1,25m x 0,3m) com 750L de água marinha filtrada, contendo no fundo areia de praia com granulometria entre 0,5-1,5mm, previamente desinfetada (hipoclorito de sódio 2,5%), enxaguada e seca. Anexo havia um sistema de filtro biológico composto por um tanque de polietileno de 150L contendo *Bio balls* e conchas de ostras,

acoplado a um *Skimmer* (Boyu). A água do tanque de reprodutores contendo detritos e resíduos em suspensão drenava por gravidade para biofiltro, retornado em seguida ao tanque de reprodutores, com auxílio de bomba submersa (Boyu XT – 1600 20w), com uma capacidade de 360L.h<sup>-1</sup>. Semanalmente, era adicionado ao tanque *Tetraselmis chuii*, na concentração de 40x10<sup>4</sup> células mL<sup>-1</sup>. A salinidade variou entre 31 e 34g Kg<sup>-1</sup>. As temperaturas iniciais de indução variaram entre 20 e 26°C, e as temperaturas finais variaram entre 28 e 32°C. Para a indução, os organismos eram transferidos para tanques de fibra de vidro, com volumes entre 50 e 150L (Figura 2), onde eram submetidos aos distintos métodos de indução, utilizando-se água marinha filtrada (1µm) e esterilizada (UV).

Das 20 induções realizadas entre 2021 e 2022, em duas oportunidades obteve-se liberação de gametas de ambos os sexos (Tabela 2), porém, apenas uma fêmea liberou ovócitos em cada oportunidade. Em 2023, nas 19 induções realizadas, não houve sucesso na

Tabela 1. Síntese das induções à desova realizadas entre 2021 e 2025, quantidade de organismos induzidos e método utilizado  
Table 1. Summary of spawning inductions carried out between 2021 and 2025, number of organisms induced and method used

| Ano    | Nº Induções | Organismos induzidos | Condicionamento prévio à indução | Métodos (variação térmica durante a indução)         |
|--------|-------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------|
| 2021   | 10          | 300                  | Não                              | Mecânico e físico (3-5°C)                            |
| 2022   | 10          | 280                  | Não                              | Mecânico, físico (3-5°C) e biológico (gametas)       |
| 2023   | 19          | 235                  | Não                              | Mecânico, físico (3-5°C) e biológico (microalgas)    |
| 2024-1 | 2           | 43                   | Não                              | Mecânico, físico (10°C) e biológico (gametas)        |
| 2024-2 | 2           | 55                   | Sim                              | Mecânico, físico (10°C) e biológico, condicionamento |
| 2025   | 1           | 30                   | Sim                              | Mecânico, físico (10°C) e biológico, condicionamento |

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
Source: Elaborated by the authors (2025)



Figura 1. Sistema de condicionamento de reprodutores de *Holothuria grisea*

Foto: Guilherme Sabino Rupp

Figure 1. Conditioning system for *Holothuria grisea* breeders

Photo: Guilherme Sabino Rupp



Figura 2. Tanque de indução à desova com exemplares de *Holothuria grisea*

Foto: Robson Cardoso da Costa

Figure 2. Spawning induction tank with *Holothuria grisea* specimens

Photo: Robson Cardoso da Costa

liberação de gametas femininos. Já no verão de 2024, foram realizadas quatro induções, sendo que em três destas obteve-se sucesso na liberação de gametas de ambos os sexos (Figuras 3 e 4), e em uma destas, obteve-se a liberação de 22.000.000 de ovócitos por parte de 12 fêmeas, o que viabilizou a fertilização e posterior cultivo de larvas e produção de juvenis em escala piloto. Na indução realizada em 2025, novamente se verificou uma significativa resposta de liberação de gametas por parte dos organismos induzidos. Nestas últimas induções, os organismos permaneceram em condicionamento em sistema de recirculação em laboratório, antes de serem submetidos ao procedimento de indução.

A viabilidade da larvicultura de *Holothuria (H.) grisea* já havia sido demonstrada por Rupp *et al.* (2021), entretanto,

nessa oportunidade, verificou-se que o processo de indução utilizado determinou a liberação de uma pequena quantidade de gametas. Com isso, ficou evidenciada a necessidade de novos estudos para desenvolver uma metodologia efetiva para a indução à desova dessa espécie. Com os resultados do presente trabalho, verificou-se nos experimentos realizados até 2023, que os métodos efetivos para outras espécies de pepinos-do-mar (ex. *Holothuria scabra*) apresentaram imprevisibilidade e baixa eficiência para estimular a liberação de gametas de *Holothuria (H.) grisea*. Com o prosseguimento dos trabalhos e alterações metodológicas, observou-se que nas induções realizadas no verão de 2024 houve sucesso de liberação de gametas em 50% das tentativas. De maneira similar, na indução realizada em 2025 obteve-se sucesso na liberação de gametas por parte de mais de 50% dos exemplares. As principais alterações metodológicas em relação aos procedimentos anteriores foram a manutenção dos organismos em laboratório, em sistema de recirculação por um período de 5 a 7 semanas, e a amplitude térmica durante a indução foi de 10°C.

Com o presente trabalho, pode-se afirmar que os métodos tradicionalmente utilizados para indução de pepi-

Tabela 2. Resultados das induções à desova realizadas entre 2021 e 2025, quantidade e sexo dos organismos que liberam gametas e percentual de induções exitosas

Table 2. Results of spawning inductions carried out between 2021 and 2025, quantity and sex of organisms releasing gametes and percentage of successful inductions

| Ano    | Induções com liberação de gametas | Machos | Fêmeas | Quantidade de Ovócitos | % induções em que houve liberação |
|--------|-----------------------------------|--------|--------|------------------------|-----------------------------------|
| 2021   | 1                                 | 4      | 1      | 150.000                | 10%                               |
| 2022   | 1                                 | 4      | 1      | 3.600.000              | 10%                               |
| 2023   | 1                                 | 2      | 0      | 0                      | 5%                                |
| 2024-1 | 1                                 | 4      | 2      | 200.000                | 50%                               |
| 2024-2 | 2                                 | 9      | 12     | 22.000.000             | 100%                              |
| 2025   | 1                                 | 6      | 11     | 15.000.000             | 100%                              |

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: Elaborated by the authors (2025)



Figura 3. Exemplar de *Holothuria grisea* liberando gametas masculinos

Foto: Robson Cardoso da Costa

Figure 3. *Holothuria grisea* specimen releasing male gametes

Photo: Robson Cardoso da Costa



Figura 4. Exemplos de *Holothuria grisea* liberando gametas femininos

Foto: Robson Cardoso da Costa

Figure 4. *Holothuria grisea* specimen releasing female gametes

Photo: Robson Cardoso da Costa

nos-do-mar, tais como exposição à alta concentração de microalgas (secas ou vivas), aliados à elevação ou redução de temperatura em amplitude de aproximadamente 5°C, não são suficientes para induzir *Holothuria* (*H.*) *grisea* a liberar gametas em grandes quantidades. As liberações de gametas por um maior percentual de organismos, e com grande quantidade de ovócitos, somente ocorreram após a manutenção dos reprodutores em sistema de recirculação em laboratório, e empregando-se uma amplitude térmica maior do que aquela normalmente recomendada para outras espécies. Este procedimento, possivelmente permitiu um avanço na maturação fisiológica das gônadas e sucesso na liberação de gametas viáveis, quando associado a uma maior variação de temperatura durante a indução. Assim sendo, os experimentos prosseguem em busca de melhor compreensão dos processos de maturação fisiológica das gônadas durante o período de condicionamento em laboratório e sua influência na fecundidade.

Este estudo demonstra a viabilidade de liberação de grande quantidade de gametas de *Holothuria* (*H.*) *grisea*, por cerca de 40 a 50% dos organismos induzidos, quando os métodos tradicionalmente usados para outras espécies de pepinos-do-mar são precedidos de um período de 5 a 7 semanas de condicionamento dos reprodutores em laboratório. Ao longo deste trabalho, observou-se uma evolução significativa no sucesso das induções à desova, com a ampliação da quantidade de gametas liberados e o percentual de organismos que respondem positivamente aos estímulos de indução, o que representa avanços relevantes para o desenvolvimento da tecnologia de cultivo de *Holothuria* (*H.*) *grisea*. Entretanto, a continuidade dos trabalhos é importante para ampliar a eficácia das metodologias aqui empregadas, de modo a subsidiar a expansão da escala de produção de juvenis em laboratório. Os resultados obtidos, em conjunto com aqueles apresentados por Rupp *et al.* (2025), abrem novas perspectivas para a consolidação do cultivo integral de pepinos-do-mar no Brasil.

## Contribuição dos autores

**Guilherme Sabino Rupp:** Conceituação, Investigação, Metodologia, Curadoria de dados, Supervisão, Recursos, Administração do projeto, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição. **Robson Cardoso da Costa:** Conceituação, Investigação, Metodologia, Curadoria de dados, Escrita – revisão e edição. **Gilberto C. Manzoni:** Conceituação, Recursos, Escrita – revisão. **Adriano W. C. Marenzi:** Conceituação, Investigação, Escrita – revisão.

## Conflito de interesses

Declaramos que este estudo não possui nenhuma forma ou tipo de conflito de interesse.

## Dados de pesquisa

Os dados serão disponibilizados pelos autores sob solicitação direta.

## Financiamento

Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – Fapesc (Projeto 2021TR000658).

## Referências

AGUDO, N. **Sandfish hatchery techniques**. Australian Centre for International Agricultural

Research (ACIAR), Secretariat of the Pacific Community (SPC) & WorldFish Center, Noumea. 2006. 43pp.

ALTAMIRANO, J. P.; RODRIGUEZ, C. **Hatchery production of sea cucumbers (sandfish *Holothuria scabra*)**. Southeast Asian Fisheries Development Center; Australian Centre for International Agricultural Research, Philippines. 2022. 54p. (Aquaculture Extension Manual No. 69)

MERCIER, A.; PURCELL, S. W.; MONTGOMERY, E. M.; KINCH, J.; BYRNE, M.; HAMEL, J.F. Revered and reviled: the plight of the vanishing sea cucumbers. **Annual Review of Marine Science**, v. 17, p. 115–142, 2025. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-032123-025441>

NOCILLADO, J.; DUY, N.D.Q.; CHIEU, H.D.; TURNER, L.; BATHGATE, R.A.D.; WANG, T.; HOSSAIN, M.A.; HUNG, N.V.; NINH, N.H.; CUMMINS, S.F.; ELIZUR, A. Spawning induction of the high-value white teatfish sea cucumber, *Holothuria fuscogilva*, using recombinant relaxin-like gonad stimulating peptide (RGP). **Aquaculture**, v.547, 737422, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737422>

PURCELL, S. W.; CONAND, C.; UTHICKE S.; BYRNE, M. Ecological roles of exploited sea cucumbers. In: HUGHES, R. N. *et al.*, (ed.). **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, v. 54. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 367–386

RUPP, G. S.; MARENZI, A. C.; De SOUZA, R. V.; MARTINS, L. Sea cucumbers (Echinoder-

mata: *Holothuroidea*) from Santa Catarina coast, Southern Brazil, with notes on their abundance and spatial distribution. **Journal of Shellfish Research**, v. 42, n. 1, p. 143-153, 2023. doi: 10.2983/035.042.0115.

RUPP, G. S.; DA COSTA, R. C.; MARENZI, A. C.; MANZONI, G. C.; DA SILVA, I. S. Reprodução e larvicultura de *Holothuria (H.) grisea* Seilenka, 1867 (Holothuroidea: Aspidochirotida) em laboratório: resultados iniciais no sul do Brasil. **AquaTechnica**, v. 3, n. 3, p. 133–143, 2021. DOI: <http://doi.org/10.33936/at.v3i3.4147>

RUPP, G. S.; DA COSTA, R. C.; SCHROEDER, R. Population survey of *Holothuria (Halodeima) grisea* (Aspidochirotida: Holothuriidae) at its limit of geographic distribution in the Western South Atlantic. **Revista de Biologia Tropical**, v. 72, supl. 1, e58623, 2024.

RUPP, G. S.; COSTA, R.; MARENZI, A.; MANZONI, G. Advances in sea cucumber juvenile culture in Brazil. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE EQUINODERMOS. **Libro de Resúmenes[...]**. Santa Marta, Colombia. 2025. p.18

TAVARES, Y. A. G.; VASCONCELOS, Y. N.; RUPP, G. S.; GUILHERME, P. D.; MARENZI, A. C. Reproduction of the sea cucumber *Holothuria (Halodeima) grisea* (Holothuriidae) from Santa Catarina coast, southern Brazil. **Revista de Biología Tropical** v. 73, e60485., 2025.

# TDZ aumenta frutificação efetiva em ameixeira ‘Laetitia’

Aquélis Armiliato Emer<sup>1</sup> e Luiz Carlos Argenta<sup>2</sup>

**Resumo** – Laetitia é o principal cultivar de ameixa plantado em Santa Catarina, no Sul do Brasil. Um dos principais desafios para o aumento da produtividade de ameixeira nesta região é a baixa frutificação efetiva. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de Thidiazuron (TDZ) sobre a frutificação, o tamanho, a maturação na colheita e a conservação da qualidade pós-colheita de ameixas ‘Laetitia’. O experimento foi conduzido em pomar comercial em Urubici, SC durante a safra 2024/2025. TDZ foi pulverizado durante a florada nas concentrações de 0, 15 e 30mg L<sup>-1</sup>. Foram avaliadas a frutificação efetiva, a maturação e a qualidade dos frutos na colheita e após a armazenagem. Houve aumento da frutificação efetiva de ameixeiras ‘Laetitia’ com o aumento da dose de TDZ. Frutos não tratados tiveram menor firmeza de polpa na colheita, contudo após o período de armazenamento frutos tratados com 30mg L<sup>-1</sup> de TDZ apresentaram os menores valores. Não foram observadas diferenças para peso do fruto, teor de sólidos solúveis e acidez titulável, sendo o escurecimento de polpa o principal distúrbio fisiológico observado. Conclui-se que o tratamento de ameixeiras com TDZ na floração tem o potencial de aumentar a frutificação efetiva.

**Palavras-chave:** *Prunus salicina* Lindtl.; Thidiazuron; Tamanho de fruto; Regulador de crescimento.

## TDZ increases effective fruiting in ‘Laetitia’ plum

**Abstract** – ‘Laetitia’ is the main plum cultivated in Santa Catarina state, Southern Brazil. A key challenge to increasing the productivity of plums in this region is the low fruit set. This study aimed to evaluate the effect of Thidiazuron (TDZ) application on fruit set, size ripeness at harvest and post-harvest quality conservation of ‘Laetitia’ plums. The experiment was conducted in a commercial orchard in Urubici, SC, during harvest 2024/2025. TDZ was applied to the plum trees during flowering at concentrations of 0, 15, and 30mg L<sup>-1</sup>. Fruit set, fruit maturation and, quality were evaluated at harvest and after storage. Results showed an increase in fruit set of ‘Laetitia’ plum trees with higher TDZ doses. Untreated fruits had lower pulp firmness at harvest; however, after the storage period, fruits treated with 30mg L<sup>-1</sup> of TDZ presented the lowest values. No significant differences were found in fruit weight, soluble solids, titratable acidity, and flesh browning, which was the main physiological disorder. In conclusion, the application of TDZ during flowering has the potential to increase fruit set in plum trees.

**Keywords:** *Prunus salicina* Lindtl.; Thidiazuron; Fruit size; Growth regulator.

A ameixeira japonesa (*Prunus salicina* Lindtl.) é a principal espécie cultivada no Brasil por ser adaptada a local de clima ameno (Souza, 2021). No Brasil, os cultivos se concentram principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, que no ano de 2017 detinham 46% e 17% da produção, respectivamente (IBGE, 2025).

Santa Catarina possui mais de 900ha de ameixeira, localizados principalmente nas regiões do Alto Vale do Rio do Peixe, Planalto Sul e Sul Catarinense (Souza, 2021), com produtividade média de 17t ha<sup>-1</sup> (Toresan *et al.*, 2025).

Essa produtividade é relativamente baixa quando comparada à de regiões de clima favorável, como Chile, onde em 2023 a produtividade média foi de 27t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2025).

A produtividade dos pomares de ameixa no Brasil tem aumentado ao longo dos anos pelo avanço nas tecnologias de produção, que incluem mudas de melhor qualidade fitossanitária, cultivares adaptados, práticas de controle de geada e uso de fitorreguladores (Souza, 2021).

Mas um dos fatores que têm limitado o alcance de maiores produtividades

é a baixa frutificação efetiva (Souza, 2021). Tecnologias para o aumento da retenção de frutos são necessárias para elevar a produtividade dos pomares de ameixeira, especialmente em anos que ocorrem condições climáticas desfavoráveis para o desenvolvimento de gemas e flores, falta de sincronismo do florescimento das plantas polinizadoras e produtoras de frutos e para a atividade de insetos polinizadores (Dalbó e Argenta, 2024).

Thidiazuron (TDZ) é uma fenil ureia com atividade citocinínica que promove o aumento de citocininas naturais nos

Recebido em 03/07/2025. Aceito para publicação em 15/09/2025.

Editor- Editor de seção: Luiz A. M. Peruch/Epagri- Susana Cristine Siebeneichler/UFT

<sup>1</sup> Engenheira-agrônoma, Doutora, Epagri/Estação Experimental Caçador “José Oscar Kurtz”, Rua Abílio Franco,1500 Bairro Bom Sucesso, Caçador, SC CEP 89501-032, e-mail: aquelisemer@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup>Engenheiro-agrônomo, Doutor, Epagri/Estação Experimental Caçador “José Oscar Kurtz”, Rua Abílio Franco,1500 Bairro Bom Sucesso, Caçador, SC CEP 89501-032, e-mail: argenta@epagri.sc.gov.br.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2151>

tecidos tanto por estimular a síntese, quanto por reduzir a degradação (Mok *et al.*, 1987). Sob baixas dosagens, o TDZ aumenta a frutificação efetiva e tamanho de frutos e atrasa o desenvolvimento da cor vermelha e a maturação dos frutos em macieiras (Petri *et al.*, 1992; Fagundes *et al.*, 2017).

O cultivar de ameixa *Laetitia* é o mais plantado em Santa Catarina devido à menor suscetibilidade a doenças, qualidade dos frutos, maturação tardia e boa capacidade de armazenamento dos frutos (Dalbó; Bruna, 2021).

Considerando que o tratamento com TDZ na primavera pode afetar o tamanho e a maturação de frutos na colheita (Petri *et al.*, 1992) e que a conservação da firmeza da polpa e a susceptibilidade de ameixas '*Laetitia*' ao escurecimento da polpa após a armazenagem são influenciadas pela maturação no momento da colheita (Argenta *et al.*, 2011), existe a possibilidade de que o tratamento TDZ afete a conservação pós-colheita de ameixas '*Laetitia*'. Ainda são escassos os trabalhos que abordem os efeitos de TDZ sobre a frutificação efetiva e a qualidade de frutos, especialmente em relação à cultura da ameixeira.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de TDZ sobre a frutificação, o tamanho, a maturação na colheita e a conservação da qualidade pós-colheita de ameixas '*Laetitia*'.

O experimento foi conduzido na safra 2024/2025 em pomar comercial de ameixa '*Laetitia*', localizado no município de Urubici, SC, sob as coordenadas 28°00'54" S e 49°35'30" W, altitude de 915m com clima tipo Cfb – clima temperado mesotérmico úmido com verão ameno. O pomar possui sete anos de idade, conduzidos em líder central com copa estreita sobre porta-enxerto A9, com densidade de 2.500pl ha<sup>-1</sup>.

Foram testadas as concentrações de 0 (controle), 15 e 30mg L<sup>-1</sup> de TDZ (1-phenyl-3-(1,2,3-thiadiazol-5-yl) ureia) utilizando Thidiazuron laboratorial com pulverizador costal motorizado

até o completo molhamento da planta. A pulverização foi realizada na primeira quinzena de setembro, quando havia entre 40 a 65% de flores abertas.

O raleio químico de frutos, padrão para todos os tratamentos, foi realizado utilizando 300mL ha<sup>-1</sup> Ethrel® (2-chloroethylphosphonic acid) no estágio de vingamento de frutos (chumbinho), seguido de mais 700mL ha<sup>-1</sup> do mesmo produto sete dias após a primeira aplicação. Quando os frutos tinham 15mm foi feito um terceiro raleio com Accede® (ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico) na dose de 1,5kg ha<sup>-1</sup>.

A frutificação efetiva foi avaliada contabilizando-se o número de frutos formados por inflorescência 11 dias após a aplicação de TDZ e após o raleio químico de frutos em quatro plantas, sendo avaliados dois ramos por planta previamente marcados. Os ramos avaliados possuíam entre 60 a 80cm de comprimento e estavam localizados na altura mediana das plantas, a cerca de 1,5m do solo.

A colheita ocorreu na segunda quinzena de janeiro e os frutos foram avaliados um dia após a colheita quanto a sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), firmeza de polpa e peso. Amostras de frutos foram armazenados por 80 dias em câmara fria a 0,5°C, em bolsa plástica de polietileno de baixa densidade de 0,020mm de espessura para prevenir murcha. Após a retirada da câmara fria, os frutos permaneceram um dia em condições ambientais na temperatura de 20°C, sendo repetidas as análises de SS, AT e firmeza de polpa, sendo também analisados quanto à escaldadura da epiderme, podridão e escurecimento de polpa utilizando uma escala visual de severidade em que: 1- ausência de dano; 2- Até 30% da polpa com dano; 3- mais de 30% da polpa com dano baseado na escala proposta por Argenta *et al.*, 2011. Para todas as avaliações foram utilizadas três repetições de 25 frutos.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com três repetições de quatro plantas por unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise

de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Dados de podridão, escaldadura e escurecimento da polpa dos frutos não atenderam os pressupostos da análise da variância e foram analisados por distribuição de frequência.

Houve aumento da frutificação efetiva de ameixeiras '*Laetitia*' com o aumento da dose de TDZ, sendo observados 5,5 frutos por inflorescência para concentração de 30mg L<sup>-1</sup> (Tabela 1). Esses resultados são semelhantes aos observados para macieiras (Petri *et al.*, 1992, Fagundes *et al.*, 2017; Petri *et al.*, 2020) e para pereira '*Hosui*' (Pasa *et al.*, 2017), em que a aplicação de TDZ aumentou a frutificação efetiva. Já, para pereira '*Rocha*', a aplicação de TDZ não resultou em maior frutificação efetiva, tendo resultado inferior à testemunha (Carra *et al.*, 2021).

Após o raleio não houve diferença para o número de frutos por inflorescência entre as concentrações testadas, sendo ambas superiores à testemunha. Possivelmente esse resultado seja efeito dos sucessivos raleios químicos utilizados para equilibrar o número de frutos nas plantas.

Frutos não tratados tiveram menor firmeza de polpa na colheita, contudo após o período de armazenamento os frutos tratados com 30mg L<sup>-1</sup> apresentaram os menores valores (Tabela 2). Esse resultado sugere que o tratamento TDZ pode retardar sensivelmente a perda de firmeza das ameixas durante a maturação na planta, mas também acelerar o amolecimento durante a armazenagem refrigerada.

A firmeza da polpa é um fator importante na pós-colheita de ameixas, visto que influencia no potencial de armazenamento, na manutenção da qualidade da fruta durante o transporte e a comercialização. A perda de firmeza de polpa ocorre devido à degradação das paredes celulares que levam a mudanças estruturais e ao amolecimento da fruta (Khan *et al.*, 2018).

No presente estudo não foram observadas diferenças para SS e AT em

Tabela 1. Número de inflorescência (Inflo), número de frutos (Frutos) e frutos por inflorescência (Frutos/Inflo) antes e após raleio químico em ameixa ‘Laetitia’ tratadas com TDZ (Thidiazuron) no período de floração  
 Table 1. Number of inflorescences (Inflo), number of fruits (Fruits) and fruits per inflorescence (Fruits/Inflo) before and after chemical thinning in ‘Laetitia’ plums treated with TDZ (Thidiazuron) during the flowering period

| TDZ*                    | Inflo               | Frutos    | Frutos/<br>Inflo         | Inflo               | Frutos              | Frutos/<br>Inflo |
|-------------------------|---------------------|-----------|--------------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| Antes do raleio químico |                     |           | Depois do raleio químico |                     |                     |                  |
| 0                       | 66,50 <sup>ns</sup> | 258,12 b  | 3,98 c                   | 14,75 <sup>ns</sup> | 24,37 <sup>ns</sup> | 1,63 b           |
| 15 mg L <sup>-1</sup>   | 72,37               | 342,12 ab | 4,66 b                   | 20,25               | 38,50               | 1,83 a           |
| 30 mg L <sup>-1</sup>   | 74,75               | 406,87 b  | 5,55 a                   | 20,75               | 41,12               | 1,99 a           |
| CV (%)                  | 27,04               | 29,24     | 9,51                     | 49,77               | 51,51               | 7,45             |

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo.  
 \*Means followed by the same letter in the column do not differ from each other by the Tukey test at a 5% probability of error. ns: not significant.  
 Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
 Source: Elaborated by the authors (2025)

Tabela 2. Firmeza de polpa (lb), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e peso de frutos (g) na colheita (dia zero) e 80 dias pós-colheita em armazenamento refrigerado em ameixa ‘Laetitia’ tratadas com TDZ (Thidiazuron) no período de floração  
 Table 2. Pulp firmness (lb), soluble solids concentration (SS), titratable acidity (AT) and fruit weight (g) at harvest (day zero) and 80 days post-harvest in cold storage in ‘Laetitia’ plums treated with TDZ (Thidiazuron) during the flowering period

| Tratamento<br>TDZ     | Firmeza<br>0* | Firmeza<br>80 | SST 0              | SST 80             | AT 0                | AT 80               | Peso (g)            |
|-----------------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 0                     | 7,49 c        | 3,17 a        | 9,76 <sup>ns</sup> | 9,20 <sup>ns</sup> | 1,012 <sup>ns</sup> | 0,668 <sup>ns</sup> | 63,41 <sup>ns</sup> |
| 15 mg L <sup>-1</sup> | 9,41 a        | 3,45 a        | 9,86               | 9,00               | 1,060               | 0,671               | 65,02               |
| 30 mg L <sup>-1</sup> | 8,31 b        | 2,79 b        | 9,93               | 9,60               | 0,911               | 0,730               | 64,44               |
| CV %                  | 23,65         | 30,77         | 2,67               | 4,20               | 5,50                | 7,32                | 2,19                |

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo.  
 \* Means followed by the same letter in the column do not differ from each other by the Tukey test at a 5% probability of error. ns: not significant.  
 Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
 Source: Elaborated by the authors (2025)

ameixas ‘Laetitia’ com a aplicação de TDZ logo após a colheita ou depois o período de armazenamento (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados para pera ‘Hosui’, ‘Packham’s Triumph’ e ‘Rocha’, em que firmeza da polpa e os sólidos solúveis não foram alterados pela aplicação de TDZ (Pasa *et al.*, 2017; Carra *et al.*, 2021).

O peso de frutos em ameixas ‘Laetitia’ não foi influenciado pela aplicação de Thidiazuron. O TDZ é um regulador de crescimento reconhecido por aumentar o peso de frutos de várias espécies incluindo macieiras, kiwi e pera (Petri *et al.*, 1992; Pasa *et al.*, 2017, Carra *et al.*, 2021). Entretanto, fatores como época de aplicação, condições climáticas, espécie, cultivar e tratos culturais ao longo do desenvolvimento do fruto podem interferir nas respostas das plantas à aplicação deste regulador. Possivelmente a ausência de resposta no peso dos frutos de ameixas ‘Laetitia’ esteja relacionada à sequência de raleios químicos executados durante o ciclo, limitando o número de frutos por planta, e consequentemente, a competição por fotoassimilados entre os frutos.

Foi verificada ausência de podridão e escaldadura acima de 95% e 75% dos frutos, respectivamente. O escurecimento de polpa foi o principal distúrbio fisiológico observado, estando presente em mais de 77% dos frutos (Figura 1).

Conclui-se que o tratamento de ameixeiras com TDZ na floração tem o potencial de aumentar a frutificação efetiva, podendo ser uma prática para aumentar a produtividade em regiões de clima ameno, em anos de baixo acúmulo de frio no inverno ou quando as condições climáticas sejam desfavoráveis à polinização.

### Contribuição dos autores

**Aquélis Armiliato Emer** – Análise de dados, redação, revisão e edição do manuscrito; **Luiz Carlos Argenta** – Conceituação, obtenção de dados, investigação, metodologia, redação, revisão e edição do manuscrito.

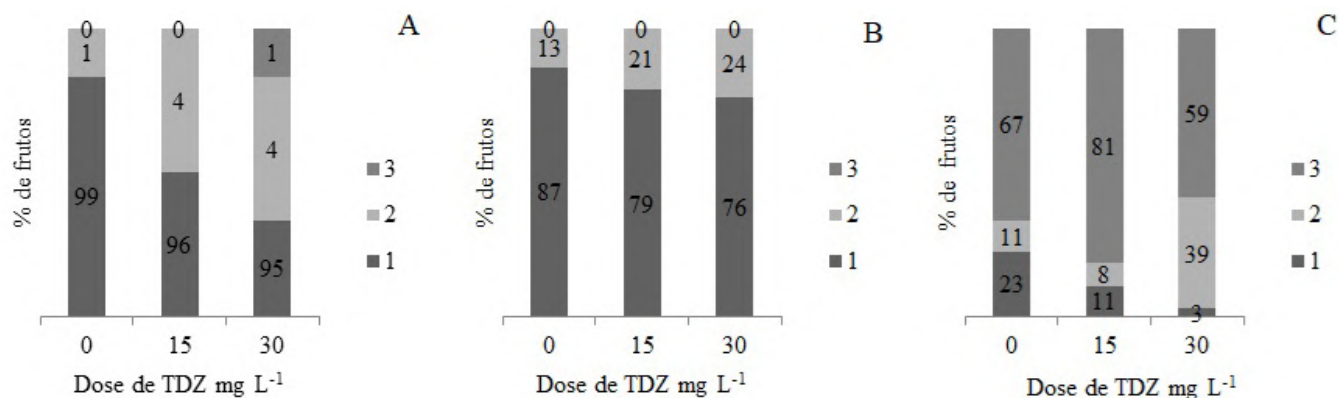


Figura 1. Distribuição de frequência de podridão (A), escaldadura (B) e escurecimento de polpa (C) por escala de severidade (1-3) em ameixa 'Laetitia' tratadas com concentração de TDZ (Thidiazuron) no período de floração e armazenadas por 80 dias a 0,5°C

Escala: 1- ausência de dano; 2 - até 30% de dano na polpa; 3 – mais de 30% de dano na polpa.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 1. Frequency distribution of rot (A), scald (B) and flesh browning (C) by severity scale (1-3) in 'Laetitia' plums treated with TDZ (Thidiazuron) concentration during flowering and stored for 80 days at 0.5°C

Scale: 1 - no damage; 2 - up to 30% pulp damage; 3 - more than 30% pulp damage.

Source: Elaborated by the authors (2025)

## Dados de pesquisa

Os dados serão disponibilizados por solicitação direta aos autores.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

## Financiamento

Os autores agradecem pelo apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapescc).

## Referências

ARGENTA, L. C.; AMARANTE, C. V. T.; SHIRAYAMA, D.; SCOLARO, A. M. T.; AYUB, R. A. Controle do escurecimento interno de ameixas durante o armazenamento pelo manejo do ponto de colheita e do etileno. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 33, n. 2, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000051>

CARRA, B.; PASA, M.S.; ABREU, E.S.; DINI, M.; PASA, C.P.; CIOTTA, M. N.; HERTER, F.G.; MELLO-FARIAS, P. Plant growth regulators to increase fruit set and yield of 'Rocha' pear trees in Southern Brazil. *An Acad Bras Cienc*, (s.l.), v.93, n. 3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120180860>

DALBÓ, M.A.; BRUNA, D. B. Cultivares de ameixeira. In: DALBÓ, M.A (org.). **A cultura da ameixeira em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2021. 31-41 p.

DALBÓ, M. A.; ARGENTA, L.C. Leticia AF: New self-compatible plum cultivar resulting of a mutation of Laetitia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.46, e-649, 2024. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/0100-29452024649>

FAO - Food and Agriculture Organization. **Crops and livestock products**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL> Acesso em: 27 mai. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de ameixa**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ameixa/br> Acesso em: 27 mai. 2025.

FAGUNDES, E.; PETRI, J.L.; ARGENTA, L. C.; HAWERROTH, F. J.; COUTO, M. Effect of thidiazuron concentration and application period on 'Royal Gala' apple fruiting and production. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 39, n.4: (e-097), 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452017097>

KHAN, A. S.; SINGH, Z.; ALI, S. Postharvest Biology and Technology of Plum. In: Mir, S. A.; Shah, M. A.; Mir, M. M. (ed.). **Postharvest Biology and Technology of Temperate Fruits**, Springer International Publishing, 2018. p.101-145.

MOK, M.C.; MOK, D.W.S.; TURNER, J. E.; MU-

JER, C.V. Biological and Biochemical Effects of Cytokinin-active Phenylurea Derivatives in Tissue Culture Systems. *HortScience*, Alexandria, v.22, n.6, 1987. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.22.6.1194>

PASA, M.S.; SILBA, C.P.; CARRA, B.; BRIGHENTI, A.F.; SOUZA, A.L.K.; PETRI, J.L. Thidiazuron (TDZ) increases fruit set and yield of 'Hosui' and 'Packham's Triumph' pear trees. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, (s.l.), v.89, N.4, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170644>

PETRI, J.L.; Sezerino, A. A.; Fenili, C. L.; Faundes, Everlan. Increasing on fruit set and yield of 'Monalisa' and 'Maxi Gala' apple trees using plant growth regulators. *Journal of Experimental Agriculture International*, (s.l.), v. 42, n.5, p. 34-43, 2020. DOI: [10.9734/jeai/2020/v42i530516](https://doi.org/10.9734/jeai/2020/v42i530516)

PETRI, J. L.; ARGENTA, L. C.; SUZUKI, A. Efeitos do thidiazuron no tamanho e desenvolvimento dos frutos da macieira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.14, n. 2, p. 127-134, 1992.

SOUZA, A. L.K. Aspectos gerais da cultura da ameixeira em Santa Catarina. In: DALBÓ, M.A (org.). **A cultura da ameixeira em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2021. p. 17-24.

TORRESAN, L.; PADRÃO, G. A.; GOULART JUNIOR, R.; ARAÚJO L. A.; ALVES, J. R.; MONDARDO, M. **Desempenho da agropecuária e do agronegócio de Santa Catarina 2024**. Florianópolis: Epagri, 2025. 92 p.

# Técnicas para modificar a arquitetura dos cachos em cultivares de videira sob cultivo protegido

Luana Paim Capistrano<sup>1</sup>, Keila Garcia Aloy<sup>2</sup>, Carolina Müller Zimmermann<sup>3</sup>, Michelle Barbosa Teixeira Loss<sup>3</sup>, Loïsiana Feuser dos Santos<sup>3</sup> e Alberto Fontanella Brighenti<sup>4</sup>

**Resumo** – O cultivo protegido em Nova Trento, SC, tem viabilizado a produção de uvas viníferas em clima subtropical, contudo cultivares com cachos compactos podem ter seu desempenho prejudicado pela ocorrência de podridões. A arquitetura dos cachos pode ser alterada por bioestimulantes ou remoção manual de bagas. Este trabalho avaliou o efeito dessas técnicas nos cultivares Pinot Noir, BRS Vitória e BRS Ísis, durante o ciclo 2021/22, em Nova Trento. As técnicas para modificar a arquitetura dos cachos foram o raleio de bagas, a poda da ponta dos cachos e a aplicação de bioestimulantes à base de extratos vegetais. Foram avaliadas a incidência e severidade de podridões, as características físicas dos cachos e a maturação tecnológica das uvas. Os bioestimulantes (extratos vegetais + extrato de alga) aumentaram o número de bagas, o comprimento e a massa do cacho e da ráquis da ‘BRS Vitória’. Em ‘Pinot Noir’, extratos vegetais + extrato de alga geraram maior comprimento e massa do cacho e da ráquis. Os bioestimulantes reduziram o índice de compactação do cacho em todos os cultivares, sendo extrato de alga mais eficaz na ‘BRS Ísis’ e a combinação mais eficiente nos cultivares Pinot Noir e BRS Vitória.

**Palavras-chave:** Bioestimulantes; Viticultura; ‘BRS Vitória’; ‘BRS Ísis’; ‘Pinot Noir’.

## Techniques for modifying cluster architecture in grapevine cultivars under protected cultivation

**Abstract** – Protected cultivation in Nova Trento, SC, has enabled wine grape production in a subtropical climate, however, cultivars with compact bunches may have their performance impaired by the occurrence of rot. Bunch architecture can be altered by biostimulants or manual berry removal. This study evaluated the effect of these techniques on the Pinot Noir, BRS Vitória, and BRS Ísis cultivars during the 2021/22 growing season in Nova Trento. The techniques used to modify bunch architecture included berry thinning, bunch tip pruning, and the application of plant extract-based biostimulants. The incidence and severity of rot, bunch physical characteristics, and grape technological ripeness were evaluated. The biostimulants plant extracts + seaweed extract increased berry number, bunch length, and rachis mass in BRS Vitória. In Pinot Noir, plant extracts + seaweed extract resulted in increased bunch and rachis length and mass. Biostimulants reduced the compaction index in all cultivars, with seaweed extract being most effective in BRS Ísis and the most efficient combination in the Pinot Noir and BRS Vitória cultivars.

**Keywords:** Biostimulants; Viticulture; ‘BRS Vitória’; ‘BRS Ísis’; ‘Pinot Noir’.

## Introdução

O cultivo protegido de vinhedos é uma alternativa técnica e economicamente viável para regiões que apresentem excesso de chuvas no período da maturação à colheita, sendo também uma ferramenta para viabilizar o cultivo orgânico de uvas. A utilização da cobertura plástica requer manejo diferenciado, das práticas de manejo do solo, da planta e dos produtos fitossanitários, já que influencia na fisiologia das videiras, na produção e na qualidade do produto (Chavarria *et al.*, 2009).

Apesar da tradição no cultivo de cultivares americanos e na produção de vinhos coloniais, a região de Nova Trento não possui tradição na produção de uvas viníferas ou uvas de mesa, devido às suas condições climáticas limitantes, como temperatura e umidade relativa do ar elevadas (Sautchuk, 2022). Contudo, trabalhos anteriores mostraram que com a adoção da cobertura plástica é possível produzir uvas de qualidade na região (Sautchuk, 2022; Zimmermann, 2024).

Mesmo com a adoção da cobertura plástica, em situações de temperatu-

ra e umidade elevada, o uso de fungicidas se faz necessário para o controle de doenças fúngicas, especialmente de podridões. No entanto, a dependência exclusiva desse método de controle não é sustentável devido ao surgimento de resistência aos fungicidas, aliada aos efeitos adversos dos agrotóxicos no meio ambiente e na saúde humana (Ali *et al.*, 2021; Garrido; Botton, 2021; Ritschel *et al.*, 2022).

A suscetibilidade às podridões pode estar relacionada à morfologia dos cachos. Cachos densos e compactos podem formar um microclima úmido

Recebido em 18/06/2025. Aceito para publicação em 08/09/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2198>

Editor- Editor de seção: Luiz A. M. Peruch/ Epagri- Cristiane Lima Wesp/UFSC

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Agronomia, UFSC, Centro de Ciências Agrárias (CCA), campus Florianópolis, Rod. Admar Gonzaga, 1346 - Itacorubi, Florianópolis, SC, 88034-000, e-mail: luanacapistranoagronomia@gmail.com

<sup>2</sup> Bacharel em Enologia, Doutoranda, UFSC, Centro de Ciências Agrárias (CCA), e-mail: keilaaloy@hotmail.com

<sup>3</sup> Engenheiras-agrônomas, Doutorandas, UFSC/CCA, campus Florianópolis, e-mail: carolzimmermann16@gmail.com, michellebte@yahoo.com.br, loisiana@gmail.com

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Professor, UFSC/CCA, campus Florianópolis, e-mail: alberto.brighenti@ufsc.br

entre as bagas, favorecendo o desenvolvimento dos patógenos (Bonin *et al.*, 2018). Portanto, uma estratégia para o manejo das podridões seria modificar a arquitetura do cacho.

É possível modificar a arquitetura do cacho de diferentes maneiras. Uma delas é o uso de reguladores de crescimento, como ácido giberélico ou bioestimulantes; outra opção seria a remoção da ponta dos cachos, que poderia ser utilizada em combinação com o raleio químico ou como uma alternativa a ele (Brighenti *et al.*, 2020).

Outra prática de manejo para manter a uniformidade do cacho é realizada através da “despenca” e do raleio de bagas. Este manejo tem por objetivo regular o número de bagas por cacho, evitando o seu excesso, favorecendo o crescimento das bagas remanescentes, maior uniformidade no tamanho dos cachos e na maturação e coloração das bagas (Rodrigues *et al.*, 2023).

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes técnicas para modificar a arquitetura dos cachos da videira e seu efeito na incidência e severidade de podridões, assim como no desempenho agrônomo dos cultivares Pinot Noir, BRS Vitória e BRS Ísis, produzidos em cultivo protegido em Nova Trento, SC.

## Material e métodos

O experimento foi realizado em um vinhedo comercial localizado no município de Nova Trento, a uma altitude de 78 metros, latitude de 27°15'34"S, longitude 48°56'54"O, durante o ciclo 2021/2022. O vinhedo foi implantado no ano de 2018 em sistema de condução manjedoura, sobre porta-enxerto Paulsen 1103, com espaçamento de 3,0m x 1,5m. A cobertura plástica utilizada é do tipo rafia de polietileno de alta densidade (PEAD) + aditivos (anti-UV).

Os cultivares avaliados são suscetíveis à podridão dos cachos por *Botrytis cinérea* e a doença esteve presente no vinhedo em anos anteriores. Portanto, todas as parcelas foram pulverizadas com 70g de tiofanato metílico (100L<sup>-1</sup>), 200mL de iprodiona (100L<sup>-1</sup>) e 200mL de pirimetanil (100L<sup>-1</sup>) durante as fases de plena floração, início da compactação dos cachos, mudança de cor e cerca de 15 dias antes da colheita.

Foram avaliados diferentes tratamentos para modificar a arquitetura dos cachos e/ou causar a sua descompactação: tratamento controle (sem intervenções; T1); raleio quando as bagas apresentavam aproximadamente 10mm de diâmetro (T2); SprintAlga TS® (extrato de alga) 1ml l<sup>-1</sup> (T3); Shift® (extratos vegetais) 1ml l<sup>-1</sup> (T4); SprintAlga TS® + Shift® 1ml l<sup>-1</sup> (T5; extrato de alga e extratos vegetais); Corte da ponta do cacho no momento da compactação dos cachos (T6). A composição do SprintAlga TS® é principalmente extrato de alga marinha *Lithothamnium*, Hidróxido de Sódio Líquido, Ureia, Nitrato de Amônio, Ácido Cítrico e, Molibdato de Sódio. Shift® é composto por extratos vegetais, como melão de cana-de-açúcar e extrato de algas, além de Ácido Bórico, Quelato de Cobre (Cu), Quelato de Manganês (Mn), Quelato de Zinco (Zn).

Foram realizadas três aplicações dos bioestimulantes: uma antes da antese e as duas seguintes com aproximadamente 25% e 80% de flores abertas, correspondendo aos estádios fenológicos 17, 21 e 25 de Eichorn e Lorenz (1984), respectivamente. Os produtos foram diluídos em água e aplicados com jatos dirigidos à zona dos cachos com pulverizador manual até o ponto de escoamento.

O raleio de bagas constituiu em manter intactas as quatro pencas superiores dos cachos. Na sequência, foram retiradas manualmente as pencas ou meia-pencas em porções do cacho que estavam mais compactas, e em seguida, foram retiradas as bagas pequenas que não se desenvolveram bem, e por fim, foi realizado o desponte das bagas da ponta do cacho em aproximadamente 1cm. O corte da ponta dos cachos foi realizado com uma tesoura de raleio, retirando aproximadamente 1/3 da ponta do cacho.

Para avaliação das podridões a incidência foi calculada pela porcentagem de cachos, com pelo menos uma lesão, em relação ao número total avaliado e a severidade foi obtida através de escala diagramática proposta por Hill *et al.* (2010). Para cada repetição foram avaliados 20 cachos aleatoriamente nos cultivares e tratamentos.

Foi coletada uma amostra de 10 cachos por parcela, totalizando trinta cachos por tratamento, para determi-

nação de suas características físicas. As variáveis avaliadas foram massa de cacho (g) em balança semianalítica; comprimento de cacho (Cm) e comprimento de ráquis (Cm), mensurado com uma régua; número de bagas por cacho; o índice de compactação do cacho (Ic), obtido através da fórmula:  $Ic = [(Massa\ cacho) / (Comprimento\ cacho)^2]$  (Tello; Ibáñez, 2014).

Foram coletadas 50 bagas por parcela/tratamento, através do mosto obtido com o esmagamento das bagas das uvas, foram determinados os Sólidos Solúveis (°Brix), a Acidez Total (Meq l<sup>-1</sup>) e o pH, conforme a metodologia proposta pelo *Office International de la Vigne et du Vin* (OIV, 2009).

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com 3 blocos e 5 plantas por repetição. Os dados foram analisados de acordo com o resultado do teste F, as médias foram comparadas através do teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Uma análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para descrever o efeito dos cultivares na média das variáveis massa de cacho, comprimento de cacho, massa de ráquis, comprimento de ráquis, número de bagas por cacho, índice de compactação de cacho, massa de 50 bagas e diâmetro de bagas.

## Resultados e discussão

Para a variável massa de cacho no cultivar BRS Vitória, foi observado que plantas tratadas com extrato de alga, extratos vegetais e o tratamento controle produziram cachos com maior massa. Para o cultivar BRS Ísis não houve efeito das técnicas de manejo nessa variável (Tabela 1, página 13). Em relação ao comprimento de cacho, plantas do cultivar BRS Vitória, tratadas com a combinação de extratos vegetais + extrato de alga produziram cachos de maior comprimento, este tratamento não diferiu de extrato de alga e extratos vegetais aplicados de forma independente e do tratamento controle. Para o cultivar BRS Ísis, a aplicação de extratos vegetais produziu cachos de maior comprimento e não diferiram de cachos tratados com extratos vegetais + extrato de alga. Para o cultivar Pinot Noir, o tratamento controle produziu os cachos de maior comprimento (Tabela 1, página 13).

Tabela 1. Massa, comprimento do cacho e ráquis dos cultivares BRS Vitória, BRS Ísis e Pinot Noir submetidos a diferentes técnicas de manejo para modificar a arquitetura dos cachos  
 Table 1. Mass, length of bunch and rachis of the cultivars BRS Vitória, BRS Ísis and Pinot Noir subjected to different management techniques to modify the architecture of the bunches

| Cultivar    | Técnica de manejo                   | Massa de cacho (g) | Comprimento de cacho (cm) | Comprimento de ráquis (cm) | Nº de bagas |
|-------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|-------------|
| BRS Vitória | Raleio bagas                        | 250.8bcd           | 14.3 b                    | 11.9 bc                    | 57.4 c      |
|             | Poda cacho                          | 243.1 cd           | 12.6 b                    | 9.8 c                      | 69.2 bc     |
|             | Extrato de alga                     | 320.6 a            | 15.6 ab                   | 11.2 bc                    | 77.2 abc    |
|             | Extratos vegetais                   | 270.5 abc          | 15.7 ab                   | 13.1 bc                    | 80.4 ab     |
|             | Extrato de alga + Extratos vegetais | 205.7 d            | 18.6 a                    | 17.3 a                     | 69.8 abc    |
|             | Controle                            | 297.6 ab           | 15.6 ab                   | 13.6 b                     | 90.2 a      |
|             | <i>p</i>                            | <0.001             | <0.001                    | <0.001                     | 0.002       |
|             | CV(%)                               | 9.8                | 11.1                      | 14.3                       | 14.4        |
| BRS Ísis    | Raleio bagas                        | 347.4 a            | 16.0 bc                   | 13.0 a                     | 77.0 ab     |
|             | Poda cacho                          | 371.1 a            | 15.0 bc                   | 12.5 a                     | 66.0 b      |
|             | Extrato de alga                     | 456.8 a            | 16.3 bc                   | 15.0 a                     | 122.9 a     |
|             | Extratos vegetais                   | 403.7 a            | 20.8 a                    | 17.9 a                     | 98.0 ab     |
|             | Extrato de alga + Extratos vegetais | 471.22 a           | 18.7 ab                   | 15.6 a                     | 99.0 ab     |
|             | Controle                            | 457.8 a            | 14.1 c                    | 14.0 a                     | 105.0 ab    |
|             | <i>p</i>                            | 0.25               | <0.001                    | 0.07                       | 0.05        |
|             | CV(%)                               | 23.2               | 13.1                      | 19.7                       | 29.8        |
| Pinot Noir  | Raleio bagas                        | 57.3 bc            | 8.9 bc                    | 7.7 abc                    | 44.1 cd     |
|             | Poda cacho                          | 69.2 b             | 8.3 cd                    | 6.6 c                      | 51.8 bc     |
|             | Extrato de alga                     | 42.7 c             | 7.8 d                     | 6.9 bc                     | 33.8 d      |
|             | Extratos vegetais                   | 74.3 b             | 8.4 cd                    | 7.0 abc                    | 60.1 b      |
|             | Extrato de alga + Extratos vegetais | 68.6 b             | 9.7 ab                    | 8.1 ab                     | 48.6 bcd    |
|             | Controle                            | 104.4 a            | 10.2 a                    | 8.2 a                      | 78.4 a      |
|             | <i>p</i>                            | <0.001             | <0.001                    | <0.001                     | <0.001      |
|             | CV(%)                               | 21.4               | 9.1                       | 12.6                       | 22.8        |

\*Letras diferentes dentro das colunas indicam diferenças significativas de acordo com o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

\*Different letters within the columns indicate significant differences according to the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ).

Source: Elaborated by the authors (2021)

Em relação à variável comprimento de ráquis, plantas do cultivar BRS Vitória, tratadas com a combinação de extratos vegetais + extrato de alga, produziram cachos com os maiores resultados. Para o cultivar BRS Ísis não houve efeito das técnicas de manejo no comprimento de ráquis. Para o cultivar Pinot Noir, o tratamento controle apresentou o maior comprimento, mas não diferiu de cachos tratados com extratos vegetais + extrato de alga, extratos vegetais

e por cachos submetidos ao raleio de bagas.

Em condições de seca, a aplicação de extrato de algas marinhas melhorou significativamente o peso das bagas, melhorando o rendimento (Irani *et al.*, 2021). Salvi *et al.* (2019) utilizaram este mesmo extrato de algas em videiras, destacando o seu efeito como ferramenta para mitigação dos estresses abióticos causados por seca e altas temperaturas.

Frioni *et al.* (2018) também não obtiveram efeitos deste extrato de algas no rendimento ou no tamanho dos cachos e bagas, mas a aplicação deste produto acelerou a mudança de cor das bagas, melhorou o acúmulo de antocianinas e aumentou o conteúdo fenólico, particularmente no cultivar Sangiovese.

A aplicação durante a floração pode levar a um menor pegamento de frutos, o que tende a promover ainda mais os cachos pouco compactos (Keller, 2020).

Para número de bagas por cacho no cultivar BRS Vitória, o tratamento controle apresentou o maior número de bagas e não diferiu dos tratamentos com extrato de alga, extratos vegetais e pela combinação de extratos vegetais + extrato de alga. Para o cultivar BRS Ísis, cachos tratados com extrato de alga apresentaram um maior número de bagas que aqueles que tiveram sua ponta podada. Para o cultivar Pinot Noir, os cachos do tratamento controle apresentaram o maior número de bagas (Tabela 1, página 13).

Para compactação de cacho, o cultivar BRS Vitória, tratado com extratos vegetais + extrato de alga, produziu os cachos menos compactos. Para o cultivar BRS Ísis, plantas tratadas com extratos vegetais, extratos vegetais + extrato de alga e que foram submetidas ao raleio de bagas, apresentaram menor compactação. Para Pinot Noir, os cachos menos compactos foram obtidos quando as plantas foram submetidas ao raleio de bagas e quando foram tratadas com extrato de alga e extratos vegetais + extrato de alga (Tabela 2, página 14).

Cachos pouco compactos também permitem uma troca de ar acelerada e há uma secagem eficiente e rápida na sucessão de alta umidade ou chuva. Desta forma, uma barreira física é estabelecida contra doenças afetadas pela umidade como *Botrytis cinerea*. Além disso, cachos pouco compactos permitem uma melhor aplicação e cobertura de fungicidas (Richter *et al.*, 2017).

Cultivares com cachos compactos (por exemplo, Chardonnay, Riesling e Pinot Noir) são muito mais suscetíveis à infecção por *Botrytis cinerea* do que aqueles com cachos mais soltos (por exemplo, Cabernet Sauvignon, Syrah e Thompson Seedless) (Keller, 2020).

Não foram encontrados efeitos das diferentes técnicas na maturação tecno-

Tabela 2. Sólidos solúveis, acidez total e pH dos cultivares BRS Vitória, BRS Ísis e Pinot Noir submetidos a diferentes técnicas de manejo para modificar a arquitetura dos cachos  
 Table 2. Soluble solids, total acidity and pH of the cultivars BRS Vitória, BRS Ísis and Pinot Noir subjected to different management techniques to modify the architecture of the bunches

| Cultivares     | Técnica de manejo                      | Compac-<br>tação de<br>cacho | pH     | Sólidos<br>solúveis<br>(° Brix) | Acidez<br>Total<br>(mEq/L) |
|----------------|----------------------------------------|------------------------------|--------|---------------------------------|----------------------------|
| BRS<br>Vitória | Raleio bagas                           | 1.19 ab                      | 3.12 a | 16.8 a                          | 125.0a                     |
|                | Poda cacho                             | 1.48 a                       | 3.12 a | 17.8 a                          | 107.7 a                    |
|                | Extrato de alga                        | 1.26 ab                      | 3.13 a | 18.0 a                          | 110.8 a                    |
|                | Extratos vegetais                      | 1.06 b                       | 3.14 a | 17.0 a                          | 118.0 a                    |
|                | Extrato de alga +<br>Extratos vegetais | 0.58 c                       | 3.17 a | 17.1 a                          | 112.1 a                    |
|                | Controle                               | 1.38 ab                      | 3.11 a | 17.7 a                          | 108.5 a                    |
|                | p                                      | <0.001                       | 0.96   | 0.14                            | 0.07                       |
|                | CV(%)                                  | 17.8                         | 2.6    | 3.5                             | 6.2                        |
| BRS Ísis       | Raleio bagas                           | 1.26 cd                      | 3.35 a | 16.3 a                          | 55.7 a                     |
|                | Poda cacho                             | 1.83 a                       | 3.24 a | 16.6 a                          | 56.3 a                     |
|                | Extrato de alga                        | 1.72 abc                     | 3.42 a | 16.2 a                          | 50.8 a                     |
|                | Extratos vegetais                      | 0.93 d                       | 3.28 a | 15.6 a                          | 55.9 a                     |
|                | Extrato de alga +<br>Extratos vegetais | 1.29 bcd                     | 3.36 a | 16.3 a                          | 59.2 a                     |
|                | Controle                               | 1.78 ab                      | 3.14 a | 15.0 a                          | 51.9 a                     |
|                | p                                      | <0.001                       | 0.08   | 0.11                            | 0.06                       |
|                | CV(%)                                  | 17.9                         | 2.8    | 2.9                             | 5.8                        |
| Pinot Noir     | Raleio bagas                           | 0.67 b                       | 3.18 a | 18.1 a                          | 96.4 a                     |
|                | Poda cacho                             | 0.99 a                       | 3.11 a | 18.7 a                          | 110.2 a                    |
|                | Extrato de alga                        | 0.67 b                       | 3.23 a | 19.5 a                          | 100.7 a                    |
|                | Extratos vegetais                      | 1.15 a                       | 3.16 a | 18.7 a                          | 109.6 a                    |
|                | Extrato de alga +<br>Extratos vegetais | 0.75 b                       | 3.27 a | 19.4 a                          | 107.1 a                    |
|                | Controle                               | 1.08 a                       | 3.11 a | 19.2 a                          | 119.0 a                    |
|                | p                                      | <0.001                       | 0.07   | 0.12                            | 0.07                       |
|                | CV(%)                                  | 17.3                         | 2.1    | 2.2                             | 7.9                        |

\*Letras diferentes dentro das colunas indicam diferenças significativas de acordo com o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

\*Different letters within the columns indicate significant differences according to the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ).

Source: Elaborated by the authors (2021)

lógica dos cultivares estudados (Tabela 2). Os resultados deste estudo estão de acordo com o que foi obtido por Brighenti *et al.* (2020) que também não encontraram efeito de diferentes técnicas de manejo na maturação tecnológica do cultivar Sauvignon Blanc produzido em região de altitude de Santa Catarina.

Frioni *et al.* (2018) relataram que a aplicação de extrato de algas durante o período de maturação do cultivar Pinot Noir resultou em um leve aumento na concentração de sólidos solúveis do mosto. Outros autores relataram que a aplicação de extrato de algas pode re-

sultar no aumento de sólidos solúveis e acidez total nas bagas de plantas que atravessam um período de estresse hídrico (Salvi *et al.*, 2019).

Na Tabela 3 é possível observar o efeito das diferentes técnicas de manejo na incidência e severidade de *Botrytis cinerea* no cultivar Pinot Noir. O maior percentual de incidência de *B. cinerea* foi observado quando as plantas foram submetidas à poda dos cachos. Para a variável severidade de *B. cinerea*, os maiores valores foram encontrados para as práticas de raleio de bagas e poda de cacho.

As pressões provocadas pelas mudanças climáticas e o uso excessivo de agrotóxicos aumentaram a ocorrência de patógenos e pragas resistentes, atacando culturas enfraquecidas (Ali *et al.*, 2021).

Em um trabalho desenvolvido por Loubser e Hills (2020), os autores observaram que os extratos de algas marinhas também têm a capacidade de induzir respostas de defesa das plantas contra infecções por bactérias, fungos e alguns patógenos virais.

A PCA foi utilizada para caracterizar e descrever os efeitos de cada cultivar de acordo com as oito variáveis analisadas. As variáveis sólidos solúveis, acidez total e pH não foram incluídas nessa análise porque as práticas de manejo adotadas não tiveram efeito em seus respectivos valores.

A Figura 1A mostra a PCA do cultivar BRS Vitória, com os dois primeiros componentes principais explicando juntos 78,09% da variabilidade dos dados. Os tratamentos foram agrupados em quatro conjuntos distintos. A poda da ponta do cacho foi associada à maior compactação e massa de cacho, além de menor comprimento de cacho e ráquis (grupo A). O controle e o tratamento com extratos vegetais relacionaram-se ao maior número de bagas por cacho e menor diâmetro de bagas (grupo B). Já o raleio e o extrato de alga foram associados ao maior diâmetro de bagas, maior massa da ráquis e de 50 bagas, e menor número de bagas (grupo C). Por fim, a combinação extratos vegetais + extrato de alga resultou em maior comprimento de cacho e ráquis, com menor compactação e massa de cacho (grupo D).

A Figura 1B mostra a PCA do cultivar BRS Ísis, com PC1 e PC2 explicando 29,20% e 45,31% da variação, totalizando 74,51%. No grupo A, a poda da ponta e o raleio de bagas se associaram ao maior diâmetro e menor número de bagas. O grupo B (controle) apresentou maior compactação, menor comprimento e massa da ráquis. Extratos vegetais e extratos vegetais + extrato de alga (grupo C) resultaram em maior comprimento e massa da ráquis e menor compactação. Extrato de alga (grupo D) foi relacionado à maior massa e número de bagas por cacho, mas com bagas de menor diâmetro.

Tabela 3. Incidência e severidade de Botrytis cinerea nos cachos do cultivar Pinot Noir submetidos a diferentes técnicas de manejo para modificar a arquitetura dos cachos

Table 3. Incidence and severity of Botrytis cinerea in bunches of the Pinot Noir cultivar subjected to different management techniques to modify bunch architecture

| Cultivar   | Técnica de manejo                  | Incidência de B. cinerea (%) | Severidade de B. cinerea (%) |
|------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Pinot Noir | Raleio bagas                       | 30.4 b                       | 12.4 a                       |
|            | Poda cacho                         | 46.2 a                       | 12.9 a                       |
|            | Extrato de alga                    | 20.1 b                       | 5.1 b                        |
|            | Extratos vegetais                  | 33.1 b                       | 10.4 ab                      |
|            | Extrato de alga+ Extratos vegetais | 21.1 b                       | 6.4 b                        |
|            | Controle                           | 26.3 b                       | 8.3 ab                       |
|            | p                                  | <0.001                       | 0.01                         |
|            | CV(%)                              | 25.8                         | 40.2                         |

\*Letras diferentes dentro das colunas indicam diferenças significativas de acordo com o teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

\*Different letters within the columns indicate significant differences according to the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ).

Source: Elaborated by the authors (2021)

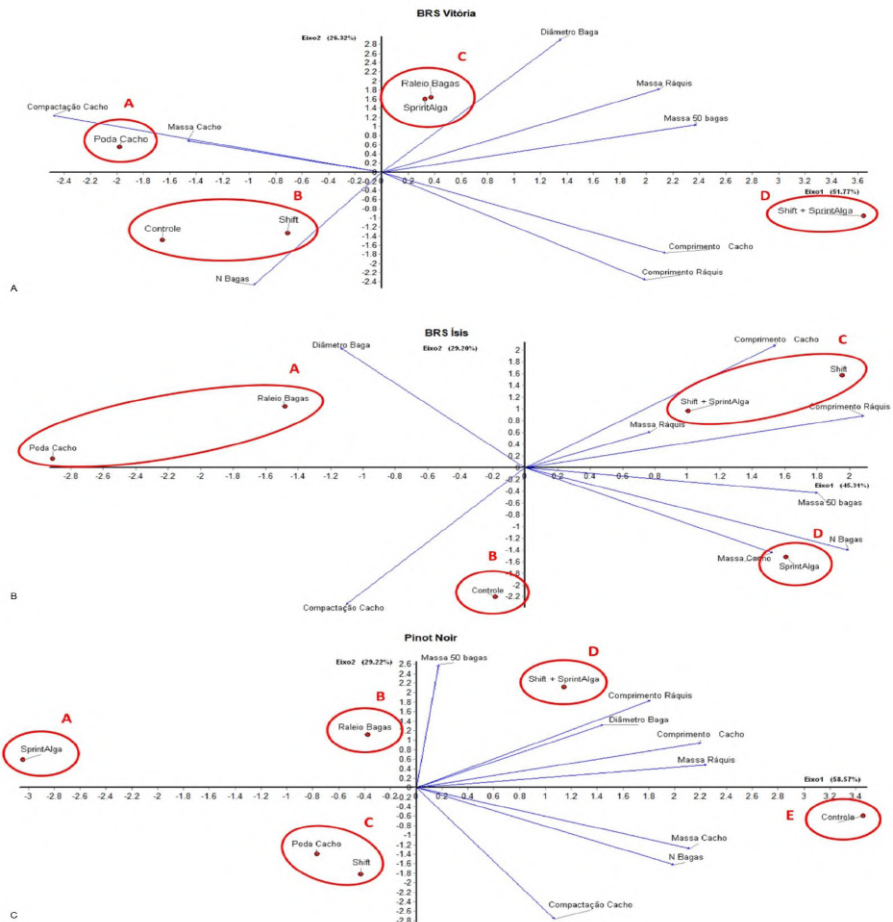


Figura 1. Análise de componentes principais (PCA) das variáveis utilizadas para avaliar o desempenho dos cultivares BRS Vitória (A), BRS Ísis (B) e Pinot Noir (C), submetidos a diferentes técnicas de manejo para modificar a arquitetura dos cachos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Figure 1. Principal component analysis (PCA) of the variables used to evaluate the performance of the cultivars BRS Vitória (A), BRS Ísis (B) and Pinot Noir (C), subjected to different management techniques to modify the architecture of the bunches

Source: Elaborated by the authors (2021)

Na Figura 1C, a PCA da Pinot Noir mostra que PC1 e PC2 explicam 29,22% e 58,57% da variância, totalizando 87,79%. O extrato de alga (grupo A) se associou a menor comprimento de cacho, massa e número de bagas. O raleio (grupo B) resultou em menor número de bagas, massa e compactação dos cachos. Poda de cachos e extratos vegetais (grupo C) se ligaram ao menor comprimento de cacho e ráquis, menor massa de ráquis e menor diâmetro de bagas. A combinação extratos vegetais + extrato de alga (grupo D) aumentou comprimento, massa da ráquis e diâmetro de bagas. O controle (grupo E) apresentou maiores: massa de cacho, número de bagas e compactação.

Neste estudo, pôde-se observar que os bioestimulantes podem ser aliados no controle de doenças nos cachos da videira, reduzindo o uso de agrotóxicos no vinhedo e facilitando o manejo da cultura. É importante ressaltar que tais considerações valem para as variedades estudadas, sendo importante considerar outras variedades que possuem problemas com podridões e cachos compactos, principalmente variedades para consumo *in natura* e uvas viníferas.

Conclusão

Os bioestimulantes extratos vegetais + extrato de alga contribuíram para o aumento do número de bagas, comprimento e massa do cacho do cultivar BRS Vitória. Para a Pinot Noir, a combinação de extratos vegetais + extrato de alga resultou em maior comprimento e massa do cacho e da ráquis.

Os bioestimulantes foram eficientes na redução do índice de compactação dos cachos dos cultivares avaliados. O Extrato de alga resultou nos menores índices de compactação da BRS Ísis; a combinação extratos vegetais + extrato de alga reduziu a compactação dos cachos de Pinot Noir e BRS Vitória.

O maior percentual de incidência e severidade de *B. cinerea* ocorreu em cachos de Pinot Noir submetidos ao raleio de bagas e poda de cacho.

Contribuição dos autores

Luana Paim Capistrano: Conceituação, Curadoria de dados, Aquisição de financiamento, Investigação, Metodo-

logia, Recursos, Visualização, Rascunho original. **Keila Garcia Aloy:** Curadoria de dados, Análise formal, Visualização, Escrita – revisão e edição. **Carolina Müller Zimmermann:** Análise formal, Investigação, Metodologia, Supervisão, Validação, Visualização. **Michelle Barbosa Teixeira Loss:** Conceituação, Análise formal, Investigação, Software, Supervisão, Validação, Revisão e edição. **Lousiana Feuser dos Santos:** Curadoria de dados, Investigação, Supervisão, Validação, Visualização, Escrita – revisão e edição. **Alberto Fontanella Brighenti:** Conceituação, Curadoria de dados, Análise formal, Aquisição de financiamento, Metodologia, Administração de projetos, Recursos, Software, Supervisão, Validação, Visualização, Escrita – revisão e edição.

## Conflito de interesses

Declaramos que este estudo não possui nenhuma forma ou tipo de conflito de interesse.

## Dados de pesquisa

Os dados estão disponibilizados no repositório de dados Zenodo (<https://doi.org/10.5281/zenodo.17195580>).

## Financiamento

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc) pelo suporte financeiro.

## Referências

ALI, O.; RAMSUBHAG, A.; JAYARAMAN, J. Biostimulant properties of seaweed extracts in plants: Implications towards sustainable crop production. **Plants**, Basel, v.10, p. 531, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10030531>

BONIN, B.F. **Dinâmica temporal da antracnose, podridão cinzenta e arquitetura de cachos na produção de cultivares PIWI de videiras no Planalto Sul Catarinense.** Dissertação (mestrado) - Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, SC, 2018.

BRIGHENTI, A.F.; MUNHOZ, B.; WÜRZ, D.A.; PASA, M.S.; FERREIRA PINTO, F.A.M.; ARAÚ-

JO FILHO, J.V.; SILVA, A.L. Techniques to modify cluster architecture and their effect on the viticultural performance of the Sauvignon Blanc cultivar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.55, e01900, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01900>

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. DOS; MANDELLI, F.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S. Caracterização fenológica e requerimento térmico da cultivar Moscato Giallo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, p.119-126, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000100018>

EICHORN, K.W.; LORENZ, D.H. Phaenologische Entwicklungsstadien Der Rebe. **European and mediterranean plant protection organization**, Paris, v.14, n.2, p.295-298, 1984.

FRIONI, T.; SABBATINI, P.; TOMBESI, S.; NORRIE, J.; PONI, S.; GATTI, M.; PALLIOTTI, A. Effects of a biostimulant derived from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* on ripening dynamics and fruit quality of grapevines. **Scientia Horticulturae**, (s.l.), v.232, p.97-106, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.054>

GARRIDO, L.R.; BOTTON, M. **Recomendações técnicas para evitar resistência de patógenos, insetos e ácaros-pragas a fungicidas e inseticidas na cultura da videira:** conceitos, fatores envolvidos e práticas gerais para o manejo. Embrapa uva e vinho, Bento Gonçalves, RS, 13p., 2021. (Circular Técnica online, 220).

HILL, G.N.; BERESFORD, R.N.; EVANS, K.J. Tools for accurate assessment of botrytis bunch rot (*Botrytis cinerea*) on wine grapes. **New Zealand Plant Protection**, (s.l.), v. 63, p. 174-181, 2010. DOI: <https://doi.org/10.30843/nzpp.2010.63.6560>

IRANI, H.; VALIZADEHKAJI, B.; NAEINI, M.R. Biostimulant-induced drought tolerance in grapevine is associated with physiological and biochemical changes. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 8, p. 5, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40538-020-00200-9>

LOUBSER, J.; HILLS, P. The application of a commercially available citrus-based extract mitigates moderate NaCl-stress in *Arabidopsis thaliana* plants. **Plants**, Basel, v. 9, p. 1010, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9081010>

KELLER, M. **The science of grapevines.** 3 ed. Nova Iorque, Elsevier, 2020. 543 p.

OFFICE INTERNATIONAL DE LA VIGNE ET DU VIN. **Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts.** Paris, 2009. 368p.

RITSCHER, P.S.; MAIA, J.D.G.; GARRIDO, L.R.; NAVES, R.L. **Resistência da videira ao míldio:** principais conceitos, com destaque para as cultivares da Embrapa, BRS Isis e BRS Vitória. Embrapa uva e vinho, Bento Gonçalves, 27p., 2022. (Circular Técnica online, 164).

RICHTER, R.; ROSSMANN, S.; TÖPFER, R.; THERES, K.; ZYPRIAN, E. Genetic analysis of loose cluster architecture in grapevine. **BIO Web of Conferences**, v. 9, p. 01016, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1051/bio-conf/20170901016>

RODRIGUES, E.G.; MELO, R.B.; RODRIGUES, A.M.S.L.; SILVA, J.S. Tratos culturais da videira de mesa no Submédio do Vale do São Francisco. **Revista Semiárido De Visu**, (s.l.), v. 11, n. 2, 2023. DOI: 10.31416/rsdv.v11i2.374

SALVI, L.; BRUNETTI, C.; CATALDO, E.; NICCOLAI, A.; CENTRITTO, M.; FERRINI, F.; MATTII, G.B. Effects of *Ascophyllum nodosum* extract on *Vitis vinifera*: Consequences on plant physiology, grape quality and secondary metabolism. **Plant Physiology and Biochemistry**, (s.l.), v.139, p.21-32, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.03.002>

SAUTCHUK, S. **Ecofisiologia de uvas viníferas cultivadas sob cobertura plástica em região de clima subtropical.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 2022.

TELLO, J.; IBÁÑEZ, J. Evaluation of indexes for the quantitative and objective estimation of grapevine bunch compactness. **Vitis**, Siebelingen, v. 53, n. 1, p. 9-16, 2014. <http://hdl.handle.net/10261/114526>

ZIMMERMANN, C.M. **Poda sequencial da videira em clima subtropical: efeitos no comportamento vitícola das variedades Calardis Blanc, Solaris e Niágara Rosada em Nova Trento (SC).** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, 2024. Tabela 1. Massa, comprimento de cacho e raios das cultivares BRS Vitória, BRS Ísis e Pinot Noir submetidos a diferentes técnicas de manejo para modificar a arquitetura dos cachos.

# Desenvolvimento de bioinsumos para adubação equilibrada de cultivos orgânicos: efeito na produção e no solo

Rafael Ricardo Cantú<sup>1</sup>, Keny Henrique Mariguele<sup>2</sup>, Fábio Satoshi Higashikawa<sup>3</sup>, Alexandre Visconti<sup>4</sup>, Rafael Gustavo Ferreira Morales<sup>5</sup> e Gelton Geraldo Fernando Guimarães<sup>6</sup>

**Resumo** – A produção orgânica cresce aceleradamente em Santa Catarina, disponibilizando alimentos saudáveis à população, gerando emprego e renda. Este sistema promove a sustentabilidade ambiental pelo uso de dejetos e resíduos agroindustriais compostados. Apesar disso, a utilização destes insumos sem critérios técnicos tem ocasionado desequilíbrios nutricionais no solo que afetam a produção, a saúde dos cultivos e do ambiente. Este aspecto é uma lacuna para o sistema de cultivo orgânico, havendo escassez de informações e produtos. O objetivo do trabalho foi desenvolver e avaliar bioinsumos (BI) equilibrados para nutrição de cultivos orgânicos de plantas anuais (alface) e perenes (palmeira-real). A elaboração de BIs foi feita a partir de compostos orgânicos produzidos com resíduos agroindustriais regionais, misturados a outros fertilizantes certificados para o sistema orgânico. Os BIs foram avaliados em vasos com quatro cultivos sucessivos de alface e em palmeira-real, avaliando produção e parâmetros do solo. Os BIs proporcionaram incrementos na produção vegetal no mesmo patamar e até acima das obtidas com fertilizantes convencionalmente utilizados na produção orgânica, superando até mesmo das obtidas em sistemas com uso de fertilizantes sintéticos. Além de manter a produção vegetal em níveis elevados, os BIs não causam desequilíbrios no solo, assim como ocorre com a cama de aves, fertilizante mais utilizado na produção orgânica. Com base nos benefícios obtidos pelos BIs desenvolvidos, é possível recomendar a produção e o uso para melhorar os cultivos orgânicos.

**Palavras-chave:** Compostagem; *Archontophoenix cunninghamiana*; Organomineral.

## Development of bioinputs for balanced fertilization of organic crops: effects on production and soil

**Abstract** – Organic production is growing rapidly in Santa Catarina, providing income opportunities. This system promotes environmental sustainability by utilizing composted waste and residues. Despite this, the use of these materials has led to problems of nutrient imbalances in the soil that affect production, crop health, and the environment. This aspect presents a gap in the organic farming system, characterized by a shortage of information and products. The objective of this study was to develop and evaluate balanced bioinputs (BI) for the nutrition of organic crops of annual (lettuce) and perennial (royal palm) plants. The BIs were developed from organic compounds produced with regional waste, mixed with other additives permitted for the organic system. The BIs were tested in pots with four successive crops of lettuce and royal palm, evaluating production and soil characteristics. The BIs provided increases in plant production at the same level or even higher than those obtained with conventionally used fertilizers in organic production, as well as the production levels achieved in conventional systems using synthetic fertilizers. In addition to maintaining high crop production, BIs do not disrupted the soil, unlike poultry manure, the most widely used fertilizer in organic production. Based on the benefits of the developed BIs, their manufactured and use can be recommended to improve organic crops.

**Keywords:** Composting; *Archontophoenix cunninghamiana*; Compost.

## Introdução

Produzir alimentos de qualidade e que preservem o ambiente dos agroecossistemas em quantidades suficien-

tes para suprir a demanda crescente da população mundial é um desafio para a sociedade, especialmente para a comunidade científica (Gatiboni *et al.*, 2015; Cantú *et al.*, 2017). Uma das estratégias

mais sustentáveis é a produção orgânica, cujos alimentos vêm sendo crescentemente demandados. O aumento significativo do consumo tem impacto no número de agricultores, cooperativas,

Submetido em 12/05/2025. Aceito para publicação em 24/09/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2057>

Editor- Editor de seção: Luiz A. M. Peruch/ Epagri- Paulo Antonio de Souza Gonçalves/ Epagri

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Videira (EEV). Rua João Zardo, 1660, 89564-506, Videira, SC, e-mail: rrcantu@epagri.sc.gov.br

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), Rodovia Antônio Heil, 6800, Itajaí, SC, CEP 88318-112, e-mail: kenyumariguele@epagri.sc.gov.br

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), fabiohigashikawa@epagri.sc.gov.br

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), visconti@epagri.sc.gov.br

<sup>5</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), rafaelmorales@epagri.sc.gov.br

<sup>6</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), geltonguimaraes@epagri.sc.gov.br

agroindústrias e associações envolvidas, especialmente em Santa Catarina (Schallenberger *et al.*, 2022).

A nutrição das plantas cultivadas em sistemas orgânicos, na maioria dos casos, é realizada com emprego de estercos e compostos orgânicos à base de resíduos agropecuários e agroindustriais, sendo uma prática adotada no mundo inteiro (Schallenberger *et al.*, 2015). Apesar dos inúmeros benefícios aos ambientes de cultivos, o uso destes insumos como fertilizantes, sem considerar sua composição, a demanda nutricional das plantas e os nutrientes presentes no solo, ocasiona sérios problemas econômicos e ambientais. Além de reduzir a produtividade, ocasiona problemas fitossanitários, leva ao acúmulo e desequilíbrio de nutrientes no solo, causando contaminações de recursos hídricos e elevando a emissão de gases de efeito estufa (Gatiboni *et al.*, 2015; Cantú *et al.*, 2017; Higashikawa *et al.*, 2023).

Os fertilizantes orgânicos utilizados isoladamente dificilmente atenderão a demanda nutricional dos cultivos (Schallenberger *et al.*, 2015), tendo em vista as diferenças da composição nutricional das espécies cultivadas agronomicamente, conforme descrito no manual de adubação para RS e SC (CQRF/RS-SC, 2004). Em diversos cultivos anuais como hortaliças folhosas e perenes como as palmáceas, a demanda de nitrogênio (N) é maior que fósforo (P) e potássio (K) (CQRF/RS-SC, 2004). Assim, o uso de cama de aves (CA), considerado um dos fertilizantes mais utilizados na produção orgânica, ocasionará o acúmulo de P e K no solo, devido a sua composição nutricional (Schallenberger *et al.*, 2015; Cantú *et al.*, 2019). Nestes estudos, se destaca que o uso intensivo de CA em cultivos como hortaliças eleva os teores de P no solo bem acima do limite crítico ambiental (Gatiboni *et al.*, 2015) ao longo do tempo, podendo ocasionar sérios problemas ambientais.

Algumas iniciativas para obtenção e recomendação de fertilizantes mais equilibrados para os cultivos orgânicos são encontradas na literatura (Schallen-

berger *et al.*, 2015; Cantú *et al.*, 2019; Higashikawa *et al.*, 2023). Todavia, é possível observar nestes trabalhos a necessidade de buscar mais informações para otimizar a produção e recomendação de fertilizantes orgânicos ou organominerais. Na busca destes avanços, é possível inferir que a mistura de aditivos permitidos para a produção orgânica a compostos orgânicos pode resultar em um bioinsumo equilibrado nutricionalmente (BI). Entre os potenciais aditivos considerados no presente trabalho, podem se destacar resíduos agropecuários como farinhas de cascos bovinos ricos em N, sulfatos de potássio e rochas fosfatadas. Embora se encontrem importantes estudos com o uso destes materiais isoladamente, como o de Cavallaro *et al.* (2009), são raras as pesquisas e publicações encontradas com BIs resultantes da associação destes aditivos com compostos orgânicos.

Considerando esses aspectos, o objetivo do presente trabalho foi formular bioinsumos equilibrados (BIs) para cultivo orgânico anual e perene, de alface e palmeira-real (*Archontophoenix cunninghamiana*) respectivamente, avaliando o incremento da produção vegetal e o acúmulo de nutrientes no solo, comparados à cama de aviário (CA).

## Material e métodos

**Elaboração dos BIs:** os BIs foram elaborados na unidade didática de compostagem da Epagri - Estação Experimental de Itajaí (EEI), no primeiro semestre de 2022. Foram elaborados três BIs tomando como base três diferentes compostos orgânicos (Tabela 1), sendo: BioA - à base de cama de aves compostada; BioP - à base de composto de resíduos da agroindústria do palmito; BioS - à base de composto de resíduos da agroindústria da criação e abate de suínos.

A quantidade de cada composto foi calculada para suprir o macronutriente (N-P-K) menos demandado para cada cultura (P em ambos os casos) e os outros dois (N e K) foram complementados com adição de aditivos certificados para produção orgânica, a saber: farinha de cascos e chifres e sulfato de potássio (Tabela 1).

Para dosar os BIs aos cultivos, foi considerada a disponibilidade de nutrientes dos mesmos (Tabela 1), a demanda das culturas trabalhadas (alface e palmeira-real), os teores médios de nutrientes no solo (Tabela 2), tomando como base as recomendações da CQRF/RS-SC (2016) e trabalhos encontrados na literatura, especificamente relacio-

**Tabela 1.** Teores médios de nutrientes dos compostos orgânicos e aditivos (NPK) tomados como base para a formulação dos bioinsumos

*Table 1. The average nutrient contents of organic compost and additives (NPK) serve as the basis for formulating bioinputs*

| Material                    | N           | P   | K    |
|-----------------------------|-------------|-----|------|
|                             | .....%..... |     |      |
| Composto aves*              | 3,5         | 3,5 | 3,0  |
| Composto palmito            | 3,0         | 3,8 | 3,0  |
| Composto suínos             | 2,9         | 2,0 | 0,8  |
| Farinha de resíduos bovinos | 15,0        | 0,0 | 0,0  |
| Sulfato de potássio         | 0,0         | 0,0 | 50,0 |

\* Composto aves - à base de cama de aves; Composto palmito - à base de resíduos da agroindústria do palmito; Composto suínos - à base de resíduos da agroindústria da criação e abate de suínos

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

\* *Poultry compost - the basis of poultry litter; Palm compost - based on waste from the palm heart agroindustry; Pig compost - the basis of waste from the pig farming and slaughtering agroindustry*  
Source: Elaborated by the authors (2025)

nado aos aditivos em questão (Cavallaro *et al.*, 2009). Para elaboração dos BIs, os compostos e aditivos foram homogeneizados em misturador de fertilizantes e, em seguida, peletizados para evitar a segregação dos materiais.

**Experimento com alface em vasos:**  
O experimento foi conduzido em vasos dentro de casa de vegetação na EEI, em quatro cultivos sucessivos de alface. Os cultivos da alface foram avaliados entre 10/2022 a 06/2023. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada repetição ou unidade experimental foi composto por cinco vasos de 6L de solo, , em que foi cultivado uma planta de alface. Os tratamentos formaram um fatorial 5x2, sendo: cinco fontes de adubação: três BI (BioA, ; BioP, ; BioS), cama de aves peletizada (CA), utilizada convencionalmente em produção orgânica e uma testemunha sem adubação - (T); avaliados em dois tipos de solo [Neossolo Quartzarênico e Cambissolo Háplico] (Tabela 2).

Os BIs foram formulados e dosados para atender as demandas de NPK da alface, conforme a recomendação oficial de adubação para SC (CQFS-RS/SC, 2016) e os teores médios de nutrientes nos solos. A CA foi recomendada para atender o nutriente com maior exigência, no caso o N, como geralmente é realizado pelos produtores. As doses aplicadas foram dimensionadas para um cultivo, sendo que os outros três sucessivos foram nutridos com o efeito residual dos BIs. Assim, as doses para vasos de 6L<sup>-1</sup> foram: BioA - 55,9g; BioP – 47,3g;

BioS – 80,9g; CA – 175g (considerando 12% de umidade, aproximadamente). Foi avaliada a produção de matéria verde (MV) e foi feita a análise química do solo. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de significância.

**Experimento com palmeira-real:**  
O experimento foi instalado na EEI em um solo classificado como Cambissolo Háplico no ano de 2022 e avaliado até fevereiro de 2025. O solo apresentava pH 4,5, teores de 38,1mg dm<sup>-3</sup> de P e 30,2mg dm<sup>-3</sup> de K, com 2,4% de MO. Foram testados três BIs (BioA; BioP; BioS) devidamente formulados e dosados para atender as exigências nutricionais nas diferentes fases da palmeira-real (CQFS-RS/SC, 2016). Os BIs foram utilizados na adubação (g planta<sup>-1</sup>) de formação com aplicação única em pré-plantio (BioA - 387,0g; BioP – 365,0g; BioS – 462,0g; CA – 610,0g) e duas aplicações de formação (BioA - 324,0g; BioP – 413,0g; BioS – 451,0g; CA – 1.060,0g). Os BIs foram comparados à testemunha sem adubação (T) e com CA aplicada na quantidade para atender a demanda de N em ambas as fases do cultivo, conforme descrito no experimento anterior com a alface. Assim, o experimento teve cinco tratamentos, quatro repetições em blocos casualizados, sendo que cada parcela contou com 20 plantas úteis.

Após 12, 24, 36 e 48 meses da implantação foram avaliados o diâmetro e altura das plantas. Também foram coletadas amostras de solo, para avaliação das concentrações de NPK residual, após 40 meses de instalação do experi-

mento. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de significância.

## Resultados e discussão

Os BIs proporcionaram incrementos de matéria verde (MV) satisfatórios em ambos os cultivos avaliados (alface e palmeira) diferindo dos testemunhas, sem adubação e, de modo geral, próximos dos controles com uso exclusivo de cama de aves (CA), atingindo produtividades elevadas, até mesmo comparadas aos sistemas convencionais de cultivo (Cantú *et al.*, 2017; Mariguele; Zambonim, 2023).

No experimento com a alface a produção de MV apresentou interação entre os fatores (p<0,01), evidenciando que os BIs se comportaram diferentemente nos solos avaliados. Possivelmente a diferença entre a produção média acumulada de MV nos solos avaliados (Cambissolo 448,0g e Neossolo 392,4g) se deva à conhecida baixa fertilidade natural dos Neossolos Quartzarênicos. No presente caso deve estar relacionada a CTC, além da baixa retenção de água relacionada ao teor de argila e MO (Tabela 2). Esse aspecto é evidenciado ainda mais ao observar a baixa produção média da testemunha sem fertilizante no Neossolo, comparada ao mesmo tratamento no Cambissolo (Figura 1). O tipo de solo também deve ter influenciado na mineralização e disponibilidade dos nutrientes pelos bioinsumos, aspecto referenciado fartamente na literatura internacional com materiais orgânicos (de Jesus *et al.*, 2024). É importante destacar que em ambos os solos os BIs proporcionaram produções maiores que a testemunha sem fertilizantes e próximos ao CA - tratamento controle (Figura 1).

Os BIs proporcionaram no Neossolo (Figura 1), em média, produções da MV acumuladas de alface acima de 25 vezes superiores (485,7g MV<sup>-1</sup>) à testemunha sem adubação (19,3g MV<sup>-1</sup>). O BioA não diferiu da CA evidenciando um efeito positivo do BI, que foi elaborado com a

**Tabela 2.** Atributos de fertilidade dos solos Neossolo Quartzarênico e Cambissolo Háplico utilizados no experimento com cultivos sucessivos de alface em vasos  
*Table 2. Fertility attributes of the Quartzarenic Neossolo and Haplic Cambisol soils used in the experiment with successive lettuce crops in pots*

| Tipo de solo           | pH  | P    | K    | Ca  | Mg  | CTC | MO  |
|------------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|
| Neossolo Quartzarênico | 5,3 | 40,8 | 37,3 | 2,6 | 0,7 | 4,6 | 2,8 |
| Cambissolo Háplico     | 5,0 | 28,0 | 44,0 | 2,7 | 1,0 | 6,2 | 3,0 |

\* Análises com metodologia da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC - Rolas.  
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
\* Analysis using the methodology of the Official Network of Soil and Plant Tissue Analysis Laboratories of the States of RS and SC - Rolas.  
Source: Elaborated by the authors (2025)

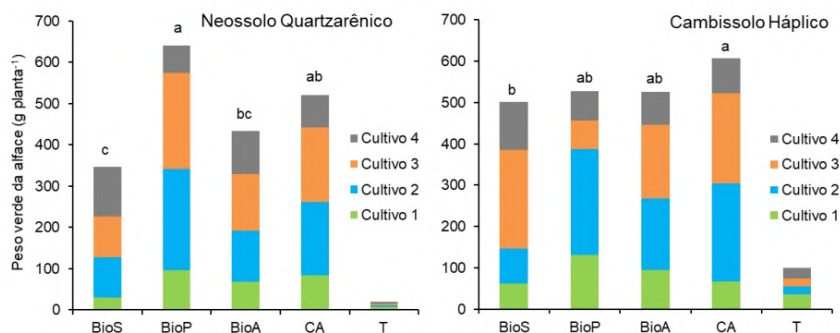


Figura 1. Produção de matéria verde acumulada de quatro cultivos de alface, proporcionada por bioinsumos equilibrados para adubação de cultivos orgânicos, em dois tipos de solos

As letras comparam a diferença mínima significativa nas colunas pelo teste Tukey 5%.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 1. Production of accumulated green matter from four lettuce crops, provided by balanced bioinputs for fertilizing organic crops, in two types of soil

The letters compare by the minimum significant difference in columns using Tukey's 5% test.

Source: Elaborated by the authors (2025)

mesma cama de aves, mas utilizado em menor dose (<1/3 da CA), indicando a eficiência do BI. O BioS teve produção de MV abaixo do controle CA, mas não diferindo do BioA e o BioP proporcionou, em média, as maiores produções de MV. No Cambissolo (Figura 1), a produção média de MV pelos BIs (540,1g) foi 5,4 vezes superior à testemunha (99,5g). O efeito dos BIs foram próximos ao controle (CA), apenas o BioS produziu menos MV que a CA, porém não diferiu dos demais BI (BioA e BioP).

No experimento com a palmeira-real, em Cambissolo, os BI proporcionaram produções de MV em uma dinâmica semelhante ao Cambissolo utilizado no experimento da alface, sendo que os BIs proporcionaram incrementos vegetais acima da testemunha, sem diferenciarem entre si e do controle CA (Figura 2). Esse resultado proporcionado pelos BIs foi semelhante nas variáveis avaliadas de 'altura e diâmetro' da palmeira (Figura 2).

As produções e os incrementos vegetais nos cultivos avaliados proporcionados pelos BIs são satisfatórios quando comparados àqueles proporcionados pelo controle CA, convencionalmente utilizado em sistemas orgânicos, bem como em sistemas convencionais de produção (Cantú *et al.*, 2017; Mari-

guel; Zamboni, 2023). É importante destacar que as doses utilizadas dos BIs foram até três vezes menores que a CA, proporcionando redução de energia na aplicação e no espaço de armazenamento.

Embora a produção vegetal proporcionada pelos BIs já tenha sido considerada satisfatória, os resultados em relação ao acúmulo de nutrientes no solo possam ser ainda mais importantes, em

função dos problemas ambientais e de nutrição das plantas associados a isso (Gatiboni *et al.*, 2015; Higashikawa *et al.*, 2023). A Figura 3 apresenta comportamento semelhante em ambos os solos do cultivo da alface (sem interação com os tratamentos de adubação) e no solo da palmácea, no sentido de um maior acúmulo de K e P, respectivamente, ocasionado pela CA, quando comparado aos BIs utilizados. Após os cultivos fertilizados com CA, houve um maior acúmulo de K em relação ao P para alface, mas, por outro lado, acumulou mais P em relação ao K para a palmeira-real. Este resultado pode ser atribuído às diferentes demandas nutricionais destas espécies.

O acúmulo de P e K residual no solo proveniente da CA aplicada em dose única para o cultivo sucessivo da alface ou em três aplicações (formação e produção) para o cultivo da palmeira alcançou teores considerados preocupantes (Gatiboni *et al.*, 2015). Especificamente para a palmeira, os teores de P no solo proveniente da aplicação de CA elevaram-se acima de oito vezes (245,9mg dm<sup>-3</sup>) do nível crítico de produção (30mg dm<sup>-3</sup>) para o referido solo e cultura em questão (CQRF/RS-SC 2016), em apenas um ciclo de produ-

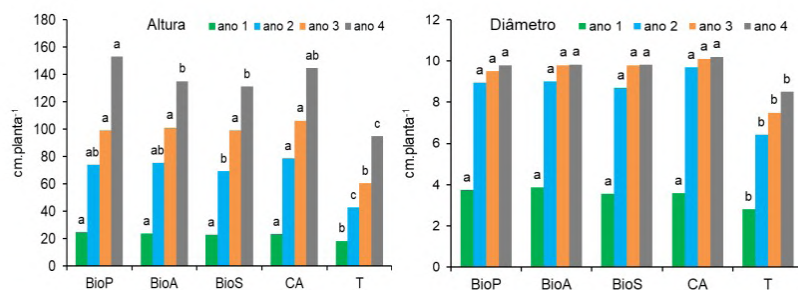


Figura 2. Altura e diâmetro da palmeira-real, acumulados em quatro anos de avaliação, proporcionada por bioinsumos equilibrados para adubação de cultivos orgânicos em Cambissolo Háplico.

As letras comparam diferença mínima significativa nas colunas de mesma cor, pelo teste Tukey 5%.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 2. The height and diameter of the royal palm, as measured over four years of evaluation, were provided by balanced bioinputs for fertilizing organic crops in Cambissol Háplico

The letters compare minimum significant difference in columns of the same color, by Tukey's 5% test.

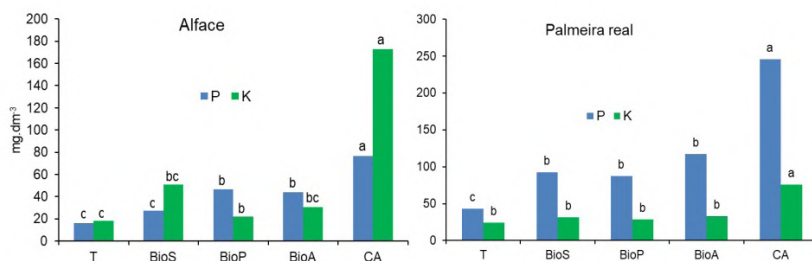


Figura 3. Teores de fósforo (P) e potássio (K) residual do solo após cultivos da alface (média de dois solos) e de palmeira-real, adubados com bioinsumos equilibrados ou CA para a produção orgânica. Para cada nutriente, colunas seguidas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 3. Phosphorus (P) and potassium (K) levels in soils cultivated with lettuce and royal palm, fertilized with balanced bioinputs for organic production

The letters compare minimum significant difference in columns of the same color, by Tukey's 5% test

Source: Elaborated by the authors (2025)

ção. Este resultado pode ser atribuído à baixa demanda e exportação de P pela palmeira, fato que acarreta seu acúmulo no solo caso seja aplicado em excesso. Desta forma, quando os teores de P encontrados extrapolam o limite crítico ambiental de fósforo (LCA-P) proposto por Gatiboni *et al.*, (2015). Neste caso, onde o LCA-P ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) =  $40 + \% \text{argila}$ , os teores não deveriam ultrapassar  $59 \text{ mg dm}^{-3}$  no caso do experimento com a palmeira em solo com 19% de argila em média.

É importante destacar que, mesmo nos tratamentos com os BIs equilibrados, os teores de P no solo ficaram acima do nível crítico de produção (CQRF/RS-SC 2016) e do LCA-P (Gatiboni *et al.*, 2015), sugerindo uma menor demanda de P pelas palmáceas ou uma melhor eficiência na disponibilidade de P pelos BI. Os teores de P no solo nestes níveis encontrados no experimento com a palmeira, além de representarem custos desnecessários com a adição do nutriente (Guimarães *et al.*, 2021), podem acarretar sérios problemas ambientais (Gatiboni *et al.*, 2015).

No experimento com a alface (Figura 3), os teores de P no solo provenientes dos BIs ficaram abaixo do LCA-P, apesar da CA superarem esses limites. Todavia, os teores de K proporcionados pela CA ( $154,2 \text{ mg dm}^{-3}$ ) se elevaram quatro ve-

zes em relação aos teores iniciais médios dos dois solos avaliados ( $40,7 \text{ mg dm}^{-3}$ ) (Tabela 2). Apesar do K ocasionar menores problemas ambientais em re-

lação ao P, o acúmulo do nutriente no solo representa desperdício de recursos, além de causar desequilíbrios nutricionais às plantas, competindo com a absorção do Mg entre outros nutrientes (Schallenberger *et al.*, 2015; Guimarães; Deus, 2021).

Em relação aos demais atributos do solo analisados se destaca a elevação do pH do solo proporcionada pela CA em ambos os cultivos, ficando acima em pelo menos uma unidade comparada à testemunha e aos BIs (Tabela 3). Esse aspecto se deve possivelmente à maior dose utilizada e às características da CA, influenciando mais acentuadamente o pH do solo. Os teores de Ca e Mg do solo em maiores quantidades no tratamento CA, bem como a maior CTC no cultivo da alface, devem estar relacionados a sua maior dose relativa, o que também foi apontado em outros estudos (Schallenberger *et al.*, 2015; Cantú *et al.*, 2019).

Tabela 3. Valores médios dos atributos do solo após cultivo da alface ou da palmeira-real, adubados com bioinsumos equilibrados ou CA para a produção orgânica

Table 3. Attributes of soils with lettuce and royal palm crops, fertilized with balanced bioinputs for organic production

| Tratamento           | pH    | MO    | CTC   | Ca                     | Mg    | Al     |
|----------------------|-------|-------|-------|------------------------|-------|--------|
|                      | 1:1   | %     | ..... | cmolc dm <sup>-3</sup> | ..... | .....  |
| ..... Alface .....   |       |       |       |                        |       |        |
| T                    | 5,1 b | 2,9 a | 5,0 c | 2,5 c                  | 0,9 b | 0,4 b  |
| BioA                 | 5,3 b | 3,0 a | 6,3 b | 3,4 ab                 | 0,9 b | 0,2 b  |
| BioP                 | 5,2 b | 2,9 a | 6,5 b | 3,3 ab                 | 1,2 b | 0,3 b  |
| BioS                 | 4,9 b | 3,0 a | 6,1 b | 3,2 b                  | 1,2 b | 0,8 a  |
| CA                   | 6,4 a | 3,0 a | 7,4 a | 3,8 a                  | 2,1 a | 0,0 b  |
| ..... Palmeira ..... |       |       |       |                        |       |        |
| T                    | 4,4 b | 2,5 a | 6,4 a | 1,5 c                  | 0,3 b | 1,3 b  |
| BioA                 | 4,7 b | 2,6 a | 7,6 a | 2,8 ab                 | 0,6 b | 1,1 b  |
| BioP                 | 5,0 b | 2,5 a | 5,8 a | 1,9 b                  | 0,4 b | 0,6 ab |
| BioS                 | 4,5 b | 2,5 a | 7,2 a | 2,5 ab                 | 0,3 b | 1,1 b  |
| CA                   | 6,2 a | 2,6 a | 6,9 a | 3,6 a                  | 1,5 a | 0,0 a  |

Para cada cultura, médias acompanhadas de letras semelhantes na mesma coluna não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

The letters compare the minimum significant difference in columns, separately for lettuce and palm trees, using the Tukey 5% test.

Source: Elaborated by the authors (2025)

Em síntese, com base nos resultados obtidos, consideramos que os BIs proporcionaram a manutenção da produção vegetal e um maior equilíbrio dos nutrientes no solo, comparados a CA convencionalmente utilizada na nutrição de sistemas orgânicos de produção. Apesar disso, foi possível observar um acúmulo no solo especialmente de P pelos BIs em ambos os cultivos, em níveis próximos ao LCA-P (Gatiboni *et al.*, 2015), indicando a necessidade de verificar os níveis críticos de P para produção dos referidos cultivos, demanda das plantas e disponibilidade de nutrientes pelos BIs. Por fim, é importante destacar (dados não apresentados) que a elaboração dos BIs resultou em *pellets* íntegros, de fácil elaboração, armazenagem e aplicação, se degradando apenas após o contato com a umidade no solo dos cultivos.

## Conclusão

Os bioinsumos equilibrados (BI) podem ser recomendados para uso em cultivos orgânicos, possibilitando a manutenção da produção vegetal e promovendo um melhor equilíbrio de nutrientes no solo, comparados à cama de aves, fertilizante mais utilizado nestes sistemas em SC. A utilização dos BIs promove a redução dos riscos de contaminações ambientais, decorrentes do acúmulo de nutrientes no solo após sucessivos cultivos.

## Contribuição dos autores

**Rafael Ricardo Cantú:** Conceitualização, investigação, metodologia, escrita primeira redação, curadoria de dados, administração do projeto. **Keny Henrique Mariguele:** Conceitualização, metodologia, recursos. **Fábio Satoshi Higashikawa:** Conceitualização, validação, escrita – revisão e edição. **Alexandre Visconti:** Conceitualização, recursos. **Rafael Gustavo Ferreira Morales:** Metodologia, escri-

ta – revisão e edição, **Gelton Geraldo Fernando Guimarães:** Conceitualização, validação, escrita – revisão e edição.

## Conflito de interesses

Declaramos que este estudo não possui nenhuma forma ou tipo de conflito de interesse.

## Dados de pesquisa

Os dados estão disponibilizados no repositório de dados Zenodo (<https://doi.org/10.5281/zenodo.17591717>).

## Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo a Pesquisa de Santa Catarina (Fapesc) pelo apoio do financiamento de projeto vinculado ao presente trabalho.

## Referências

CAVALLAROJÚNIOR, M.L.; TRANI, P.E.; PASSOS, F.A.; KUHN NETO, J. & TIVELLI, S.W. Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação N e P orgânica e mineral. **Revista Bragantia**, v.68, n.2, p.347-356, 2009.

CANTÚ, R. R.; AITA, C.; DONEDA, A.; GIACOMINI, D. A.; DESSBESELL, A.; ARENHARDT, M.; BASTIANI, G.G.; PUJOL, S.B.; ROCHETTE, P.; CHANTIGNY, M.H.; GIACOMINI, S.J. Alternatives to regular urea for abating N losses in lettuce production under sub-tropical climate. **Biology And Fertility Of Soils**, Berlin, v.53, n.6, p.589-599, 2017.

CANTÚ, R.R.; VISCONTI, A.; SCHALLENBERGER, E.; MORALES, R.G.F.; LOURENZI, C.R. Como o uso de adubos orgânicos pode ser uma alternativa no spdh?. In: FAYAD J.A.; ARL V.; COMIN J.J.; MAFRA A.L.; MARCHESI D.R. (ed). **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças:** método de transição para um novo modo de produção. São Paulo: Expressão popular, 2019. p.149-162.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para**

**os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11.ed. Porto Alegre, RS: SBCS/ Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016. 376p.

DE JESUS, H.I.; CASSITY-DUFFEY, K.; DUTTA, B.; DA SILVA, A.L.B.R.; COOLONG, T. Influence of Soil Type and Temperature on Nitrogen Mineralization from Organic Fertilizers. **Nitrogen**, Basel, v.5, n.1, p.47-61, 2024.

GATIBONI, L.C.; SMYTH, T.J.; SCHMITT, D.E.; CASSOL, P.C.; OLIVEIRA, C.M.B. Soil Phosphorus thresholds in evaluating risk of environmental transfer to surface waters in Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.39, n.4, p.1225-34.

GUIMARÃES, G.G.F.; DEUS, J.A.L. Diagnosis of soil fertility and banana crop nutrition in the state of Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.43, n.4, p.1-12, 2021.

HIGASHIKAWA, F.S.; CANTÚ, R.R. *et al.*, Use of Compost in Onion Cultivation under No-Tillage System: Effect on Nutrient Uptake. **Communications In: Soil science plant anal**, London, v.54, n.9, p.1215-1238, 2023.

MARIGUELE, K.H.; ZAMBONIM, F.M. Correlação fenotípica entre caracteres de palmeira-real-australiana para rendimento de palmito. In: ENCONTRO TÉCNICO-CIENTÍFICO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 2023, Florianópolis. **Anais[...]** Brasília, Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2023. p.110.

SCHALLENBERGER, E.; REBELO, J.A.; CANTU, R.R. Avaliação da concentração e da relação de nutrientes na compostagem de diferentes matérias-primas. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.28, n.1, p.78-82, 2015.

SCHALLENBERGER, E.; CANTÚ, R.R.; MORALES, R.G.F.; VISCONTI, A.; TAGLIARI, P.S.A. Epagri impulsiona a produção orgânica de hortaliças em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.35, n.1, p.12-17, 2022.

# Estimativa da lâmina de irrigação para cebola no Alto Vale do Itajaí

Álvaro José Back<sup>1</sup> e Floriano Luiz Suszek<sup>2</sup>

**Resumo** – A cebola é uma cultura de grande importância econômica para Santa Catarina, especialmente na região do Alto Vale do Itajaí. No entanto, a produção está sujeita a perdas devido à irregularidade das chuvas durante o ciclo da cultura. Diante disso, este trabalho teve como objetivo estimar a necessidade de irrigação e a demanda hídrica da cultura da cebola na região do Alto Vale do Itajaí, em Santa Catarina. Foram utilizados dados históricos de precipitação (1941–2024) e dados médios de evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) para calcular o balanço hídrico durante o ciclo da cebola. Apesar da precipitação média ser superior à demanda da cultura, observou-se ocorrência de déficit hídrico devido à má distribuição das chuvas, especialmente na fase de bulbificação da cebola. Esses déficits podem comprometer o rendimento da cultura, principalmente em solos com menor capacidade de armazenamento de água. A irrigação suplementar mostrou-se necessária para garantir a produtividade e reduzir os riscos climáticos. As lâminas de irrigação estimadas, 73mm e 57mm, para os solos com CAD 30mm e 40mm, respectivamente, podem ser usadas no planejamento agrícola e dimensionamento de sistemas de irrigação.

**Palavras-chave:** *Allium cepa*; Evapotranspiração; Demanda hídrica.

## Irrigation Depth Estimation for Onion in the Alto Vale do Itajaí Region

**Abstract** – Onion is a crop of great economic importance in Santa Catarina, especially in the Alto Vale do Itajaí region. However, production is subject to losses due to irregular rainfall during the crop. In this context, the objective of this study was to estimate the irrigation requirement and water demand of onion crops in the Alto Vale do Itajaí region, Santa Catarina. Historical rainfall data (1941–2024) and average reference evapotranspiration ( $ET_0$ ) values were used to calculate the water balance throughout the onion growth cycle. Although the average rainfall exceeds the crop water demand, water deficits were observed due to uneven rainfall distribution, especially during the bulb formation stage. These deficits can compromise crop yield, particularly in soils with lower water storage capacity. Supplemental irrigation proved necessary to ensure productivity and reduce climate-related risks. Estimated irrigation depths of 73mm and 57mm for soils with CAD of 30mm and 40mm, respectively, can be used for agricultural planning and irrigation system design.

**Keywords:** *Allium cepa*; Evapotranspiration; Water demand.

## Introdução

A necessidade de irrigação pode ser estimada com base em balanço hídrico de longa série, e dessa forma, quantificar e estimar o risco de déficit hídrico. Como as séries de dados de  $ET_0$  são geralmente menores que as séries de dados de chuva, uma alternativa adotada é usar o valor médio de  $ET_0$ . Back e Vieira (2007) mostraram que se pode aumentar a precisão das demandas usando dados de  $ET_0$  condicionada ao dia ser seco ou chuvoso.

O manejo da irrigação é uma prática essencial para o bom êxito de uma cultura irrigada, mitigando e até evitando alguns problemas como salinização, pragas e doenças (Bernardo et

al., 2019). A prática da irrigação evita perdas da produtividade da cultura por déficit hídrico, o que vem a ser interessante para agricultores no regime de agricultura familiar, amplamente encontrados em Santa Catarina, auxiliando no desenvolvimento econômico-social dessas famílias. Segundo Marouelli, Costa e Silva (2005), lavouras de cebola irrigadas de forma adequada, em Santa Catarina, apresentam até 150% de aumento de rendimento, quando comparadas ao cultivo sequeiro, com bulbos superiores em calibre comercial, melhor aspecto visual e conservação pós-colheita.

O estado de Santa Catarina tem se destacado muito em relação à produção de cebola, sendo o maior produtor de bulbos de cebola no Brasil, com relatos

de que a região do Alto Vale do Itajaí tem potencial para um rendimento de até 62t ha<sup>-1</sup> de cebola com densidade de plantio de 300 a 500 mil plantas ha<sup>-1</sup> quando a irrigação é bem manejada (Menezes Junior; Higashikawa, 2023).

Segundo o Observatório Agro Catarinense (2025), a média de produtividade do cultivo da cebola no Estado, nos últimos 10 anos, é de 26,2t ha<sup>-1</sup>, sendo então uma cultura passiva de estudos para a melhoria da produtividade na região, quando levada em consideração a importância da irrigação.

Este trabalho teve como objetivo determinar a necessidade de irrigação e a demanda hídrica para a cultura da cebola na região do Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina.

Recebido em 18/06/2025. Aceito para publicação em 08/09/2025.

Editor- Editor de seção: Luiz A. M. Peruch/ Epagri- Rafael Roveri Sabião/Epagri

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Urussanga (EEUR), Rodovia SC 108, km 353, n° 1563, Bairro Estação, CEP 88840-000, Urussanga, SC, ajb@epagri.sc.gov.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrícola, Dr., Epagri/Estação Experimental de Ituporanga (EEITU), Est. Estrada Geral Lageado Águas Negras, 453, Bairro Lageado Águas Negras, CEP 88400-000, Ituporanga, SC, florianosuszek@epagri.sc.gov.br

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2128>

## Material e métodos

Foram utilizados os dados diários de precipitação da estação pluviométrica da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), referente ao período de 1941 a 2024. Para a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) foram utilizados os valores médios por pên-tadas calculados pelo método de Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998), com os dados da estação meteorológica de Ituporanga, SC (Back; Sônego, 2025).

A evapotranspiração da cultura foi calculada por:

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c \quad (1)$$

Em que:

$ET_c$  = evapotranspiração da cultura ( $\text{mm dia}^{-1}$ );

$ET_0$  = evapotranspiração de referência ( $\text{mm dia}^{-1}$ );

$K_c$  = coeficiente de cultura, adotado de acordo com a Figura 1.

No cálculo do balanço hídrico seria-do foi considerada a  $ET_0$  média por pên-tada condicionada ao dia ser seco e chu-voso (Back; Vieira, 2007; Back, 2015). Os valores de  $K_c$  foram considerados de acordo com a fase da cultura (Figura 1), interpolando os valores por decêndios, adaptados a partir do trabalho de Marouelli, Costa e Silva (2005).

Para o balanço hídrico foram consi-derados dois valores de Capacidade de Armazenamento de Água Disponível (CAD), respectivamente de 30 e 40mm, simulando os solos da região, cambissolos e nitossolos háplicos (Santos *et al.*, 2004). Na simulação do balanço hídrico considerou-se o valor de água facilmen-te disponível (ADE) dado por:

$$ADE = CAD \cdot p \quad (2)$$

em que:

ADE é a lâmina de água facilmente disponível (mm);

CAD é a capacidade de armazena-mento de água (mm);

$p$  é fração de esgotamento do solo, que varia com o tipo de cultivo e a evapotranspiração máxima do dia (Doorenbos; Kassan, 1994).

Sempre que foi atingido o valor de ADE, o modelo simulou o déficit hídrico. Neste trabalho foi considerado o fator  $p$

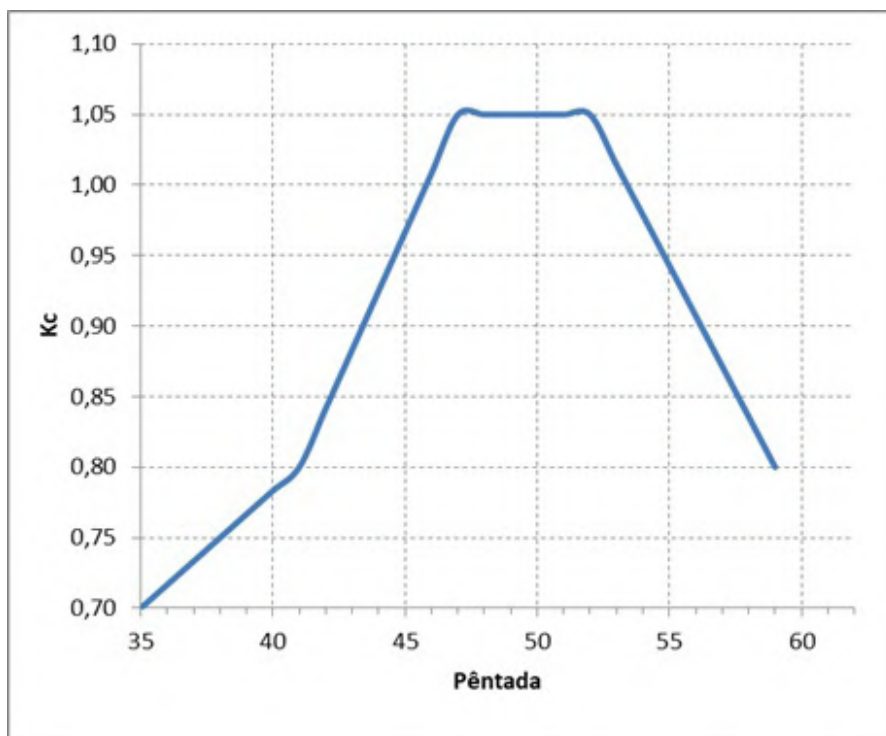


Figura 1. Valores de  $K_c$  para cultura da cebola na Região do Alto Vale do Itajaí, SC

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 1.  $K_c$  values for onion crops values for onion crops in the Alto Vale do Itajaí Region, Santa Catarina state

Source: Elaborated by the authors (2025)

= 0,50 baseado nas recomendações de Bernardo, Soares e Mantovani (2009).

Para simular o efeito do déficit hídrico no rendimento da cultura foi aplicada a metodologia indicada por Doorenbos e Kassam (1979), dada pela seguinte expressão:

$$\left(1 - \frac{Y_r}{Y_m}\right) = K_y \left(1 - \frac{ET_r}{ET_m}\right) \quad (3)$$

Em que:

$Y_r$  = rendimento real da cultura ( $K_y = 1,1$ );

$Y_m$  = rendimento máximo da cultura;

$K_y$  = fator do efeito do déficit hídrico sobre o rendimento;

$ET_r$  = evapotranspiração real;

$ET_m$  = evapotranspiração máxima.

## Resultados e discussão

No período de cultivo de 21 de junho a 20 de outubro a precipitação total média é de 529mm e a demanda ( $ET_c$ ) é de 216mm e se observa excesso hídrico de 182mm (Tabela 1). Esses dados estão coerentes com as médias climáticas da

região de Clima Cfa, caracterizada pelos excessos hídricos (Back, 2020). No entanto, devido à distribuição irregular e ocorrências de chuvas intensas e concentradas observa-se déficit hídrico médio de 30mm e 22mm respectivamente para solos com CAD de 30mm e 40mm. Os déficits hídricos são maiores no período de agosto a outubro devido principalmente à maior demanda ( $ET_c$ ).

Nos decêndios 18 a 21, a frequência de ocorrência de déficit hídrico é inferior a 20%, nos solos com CAD de 30mm, e inferior a 10% nos solos com CAD de 40mm, indicando baixo risco de prejuízos devido à estiagem nesse período. No entanto, a partir do decêndio 25 (mês de setembro) a frequência de déficit hídrico é superior a 40%, mesmo para solos com CAD de 40mm. No solo com CAD de 30mm o decêndio 25 tem maior frequência de déficit hídrico superior à frequência de excesso hídrico. Esse período coincide com a fase de bulbificação, que é uma fase sensível a déficit hídrico, necessitando suprir 100% da evapotranspiração diária (Kurtz *et al.*, 2013).

Os resultados mostram que ocorrem

excessos hídricos, o que aponta para a necessidade de práticas de conservação do solo e água, principalmente nos cultivos com sistema convencional de preparo do solo. Pinto dos Santos *et al.* (2022) destacam que o manejo do solo com grande mobilização mecânica adotado no cultivo da cebola no Vale do Itajaí pode resultar em degradação extrema e erosão hídrica. Back, Justen e Guadagnin (2023) destacam que a região também tem índice de erosividade das chuvas classificada como alta, agravando os problemas de erosão do solo.

Os resultados apontam também para a necessidade de irrigação como prática suplementar para atendimento da demanda hídrica. As lâminas de irrigação máxima por cultivo foram de 147mm, com valores médios anuais de 73mm e 57mm, respectivamente para solos com CAD de 30 e 40mm (Figura 3). Esses valores podem ser usados para fins de planejamento e dimensionamento da demanda hídrica anual para o cultivo da cebola, aos quais se recomenda considerar a eficiência do sistema de irrigação.

O déficit hídrico causa redução do rendimento da cultura, que depende entre outros fatores, da fase da cultura e da magnitude do déficit. Segundo Marouelli, Costa e Silva (2005), o déficit de irrigação pode causar reduções significativas de produtividade, mesmo suprimindo a água no estágio seguinte. Para os solos com CAD de 30mm cultivados sem irrigação, o rendimento simulado variou de 49,9% a 99,6%, com média de 84,8% (Figura 4A). Já nos solos com CAD de 40mm, o rendimento variou de 53,4 a 100%, com média de 89,1% (Figura 4B). Para o ano de 2017, o rendimento simulado nos solos com CAD de 30mm e 40mm foi respectivamente de 63,8% e 69,5%, que equivalem a perdas de 36,2% e 30,5%. No ano de 2020 essas perdas foram de 25,3% e 16,5%. Esses dados coincidem com as notícias de queda da produção da cebola em função de estiagens. Ceasa (2017) destacou a queda na produção de cebola em função das estiagens do ano de 2017. Epagri (2020) ressalta que Santa Catarina enfrentou longo período sem chuvas entre junho de 2019 e novembro de 2020 que causaram quebra de 18% na produção e perda no valor comercial dos bulbos de baixo calibre.

Tabela 1. Valores médios decendiais dos componentes do balanço hídrico da cultura da cebola nas condições de Ituporanga, SC

Table 1. Ten-day average values of the water balance components of onion crops in Ituporanga, SC

| Mês      | Decêndio | Precipitação (mm) | ET <sub>0</sub> (mm) | ETc (mm) | Excesso (mm) | Deficit <sup>1</sup> (mm) | Deficit <sup>2</sup> (mm) |
|----------|----------|-------------------|----------------------|----------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| Junho    | 18       | 34,0              | 12,0                 | 8,5      | 26,7         | 0,2                       | 0,1                       |
| Julho    | 19       | 41,1              | 11,7                 | 8,7      | 31,6         | 0,1                       | 0,0                       |
|          | 20       | 34,0              | 13,2                 | 10,2     | 25,1         | 0,3                       | 0,1                       |
|          | 21       | 39,8              | 15,5                 | 12,8     | 29,0         | 0,7                       | 0,3                       |
| Agosto   | 22       | 42,0              | 16,1                 | 14,6     | 30,8         | 1,7                       | 0,9                       |
|          | 23       | 34,1              | 17,9                 | 17,6     | 21,1         | 3,0                       | 2,1                       |
|          | 24       | 40,9              | 22,1                 | 23,2     | 21,0         | 4,7                       | 3,3                       |
| Setembro | 25       | 49,5              | 22,0                 | 23,0     | 29,8         | 4,9                       | 3,8                       |
|          | 26       | 51,4              | 22,9                 | 23,9     | 29,2         | 4,2                       | 3,2                       |
|          | 27       | 51,3              | 24,2                 | 23,9     | 30,0         | 3,8                       | 2,9                       |
| Outubro  | 28       | 56,9              | 27,5                 | 25,2     | 33,6         | 3,6                       | 2,6                       |
|          | 29       | 54,0              | 28,9                 | 24,8     | 30,6         | 3,3                       | 2,4                       |
| Total    |          | 529               | 234                  | 216      | 186          | 30                        | 22                        |

1CAD = 30mm; 2CAD = 40mm

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: Elaborated by the authors (2025)

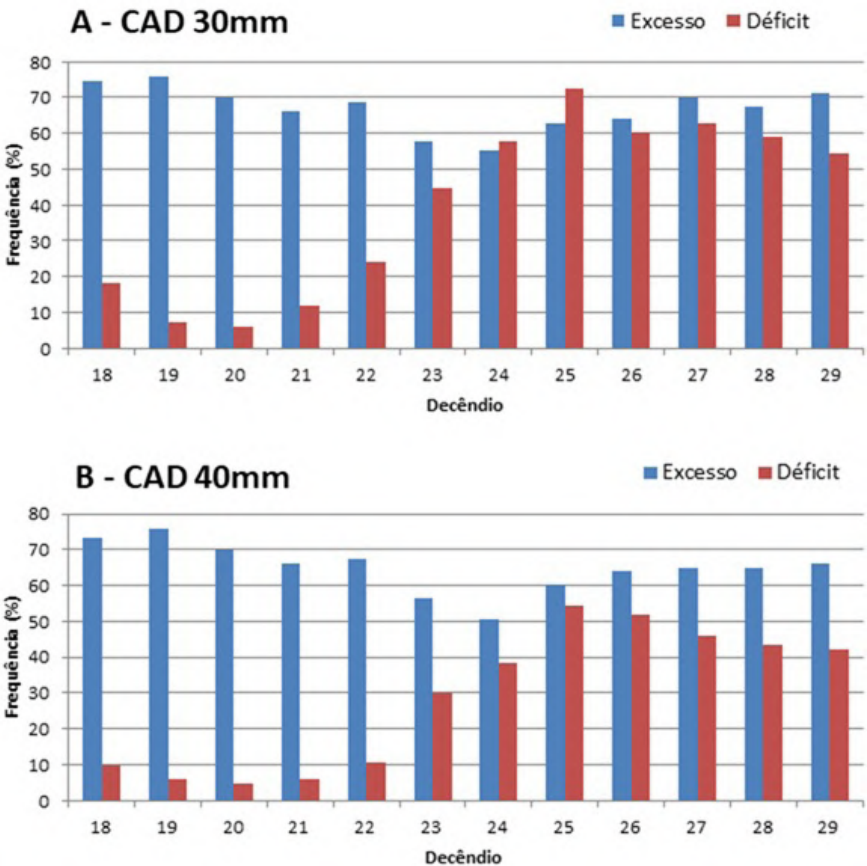


Figura 2. Frequência de déficit e excessos hídricos por decêndio para solos com CAD de 30mm (A) e 40mm (B) para o cultivo de cebola na Região do Alto Vale do Itajaí, SC  
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
Figure 2. Frequency of excess water deficit per decade for soils with CAD of 30mm (A) and 40mm (B) for onion cultivation in the Alto Vale do Itajaí Region, Santa Catarina state  
Source: Elaborated by the authors (2025)

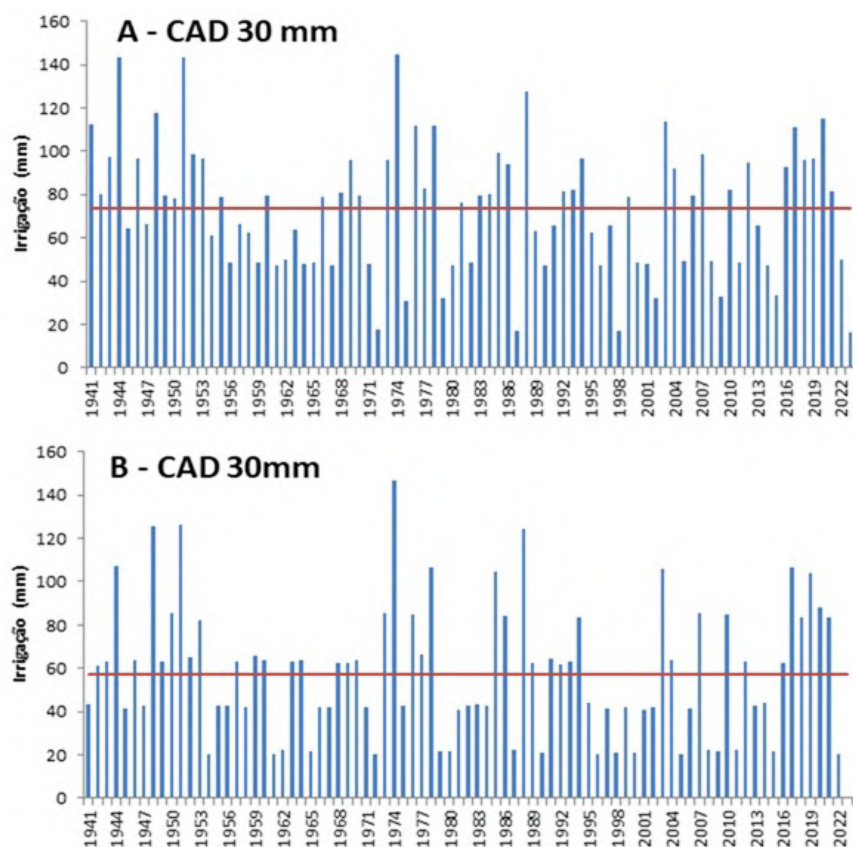


Figura 3. Lâminas de irrigação estimadas por ciclo de cultivo de cebola na Região do Alto Vale do Rio Itajaí, SC

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 3. Estimated irrigation depths per crop cycle of onion cultivation in the Alto Vale do Rio Itajaí Region, Santa Catarina state

Source: Elaborated by the authors (2025)

Nos solos com CAD de 30mm observou-se que 24,1% dos anos apresentaram rendimento abaixo de 80%. Já para solos com CAD de 40mm, 15,6% dos anos apresentaram rendimento abaixo de 80%. Esses resultados apontam para a necessidade de um estudo de viabilidade econômica da prática de irrigação complementar para o cultivo da cebola, pois as perdas de rendimento do cultivo em um ano com estiagem podem compensar os custos da instalação de sistema de irrigação complementar. A adoção da irrigação tem se mostrado uma prática importante nos anos de estiagem para reduzir a perda de rendimento e qualidade dos bulbos, conforme ressaltado por Epagri (2022).

A metodologia empregada nesse estudo somente considera a produção em função do déficit hídrico, ignorando as reduções no rendimento devido ao excesso hídrico e outros fatores. O excesso hídrico também causa prejuízos na produção e qualidade dos frutos. Cepea

(2023) destacou que as chuvas excessivas causadas pelo El Niño no ano de 2023 causaram prejuízos estimados em 25%, afetando a qualidade dos bulbos colhidos.

## Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que, apesar da precipitação média durante o ciclo da cultura da cebola na região do Alto Vale do Rio Itajaí ser superior à demanda hídrica da cultura, a má distribuição das chuvas ao longo do tempo impõe períodos críticos de déficit hídrico, especialmente entre agosto e outubro, fase de bulbificação da cebola. Tais déficits, mesmo pontuais, comprometem significativamente a produtividade, principalmente em solos com menor capacidade de armazenagem de água.

A irrigação complementar, portanto, mostra-se essencial como prática estratégica para garantir o suprimento

hídrico adequado nos períodos críticos, minimizar perdas de rendimento e viabilizar o potencial produtivo estimado para a região.

Os valores médios de lâmina de irrigação aqui estimados, 73mm para solos com CAD 30mm e 57mm para solos com CAD 40mm, podem ser empregados no planejamento e dimensionamento de sistemas de irrigação, promovendo maior segurança hídrica e sustentabilidade na produção de cebola em Santa Catarina.

## Contribuição dos autores

**Álvaro José Back:** Conceituação, Metodologia, Redação, Software, Investigação, Análise formal, Curadoria de dados; **Florian Luiz Suszek:** Análise formal, Validação, Revisão, Redação e Visualização.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses no desenvolvimento deste trabalho.

## Dados de pesquisa

Os dados serão disponibilizados pelos autores por solicitação.

## Financiamento

Este trabalho recebeu apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesec).

## Referências

- ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements**. FAO Irrigation and Drainage Paper, Rome, 1998. 333p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 56).
- BACK, Á.J.; SÔNEGO, M. Estimativa da necessidade de irrigação da cultura da cebola na região do Alto Vale do Rio Itajaí, SC. **Agropecuária catarinense**, Florianópolis, v.38, n.2, p.61-69, 2025.
- BACK, Á.J. Evapotranspiração média de dias secos e dias chuvosos de Urussanga, SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21, 2015, Brasília. **Anais[...]**. Porto Alegre: ABRH, 2015. p.1-8

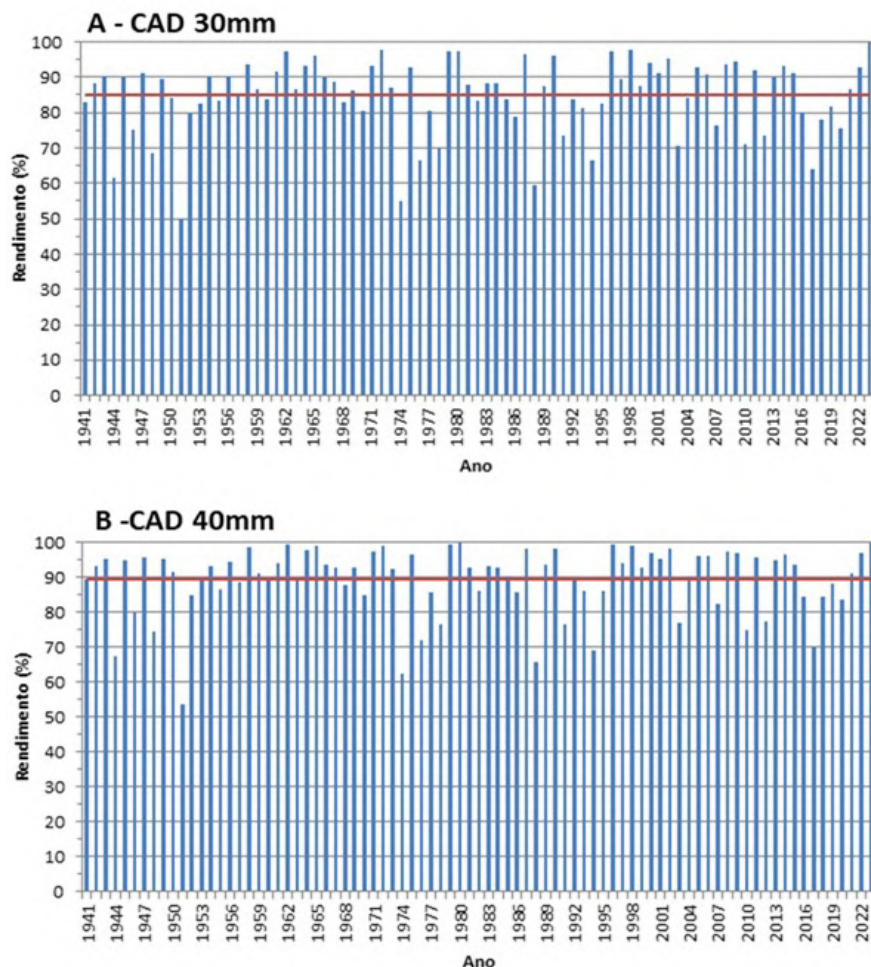


Figura 4. Rendimento relativo de cebola em função do déficit hídrico para solos com CAD de 30mm (A) e 40mm (B) na Região do Alto Vale do Itajaí, SC

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 4. Relative yield as a function of water deficit for soils with CAD of 30mm (A) and 40mm (B) in the Alto Vale do Itajaí Region, Santa Catarina state

Source: Elaborated by the authors (2025)

BACK, Á.J. **Informações climáticas e hidro-lógicas dos municípios catarinenses (com programa HidroClimaSC)**. Florianópolis: Epagri, 2020, 157 p.

BACK, Á.J.; JUSTEN, J.K.G.; GUADAGNIN, C.A. Caracterização da agressividade e erosividade das chuvas em Ituporanga, Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.36, n.3, p.58-63, 2023.

BACK, Á.J.; VIEIRA, H.J. Uso da evapotranspiração média corrigida para dias chuvosos e dias secos no balanço hídrico seriado. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007, Bonito, MT. **Anais[...]**. Jaboticabal, SP: SBEA, 2007.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, D.D.; SOARES, A.A. **Manual de Irrigação**. 9. ed. Viçosa: UFV, 2019. 545 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: Ed. UFV, 625p. 2009.

CEASA. Centrais de Abastecimento do Estado de Santa Catarina S/A. **Estiagem causa prejuízos para lavouras catarinenses**. Ceasa, Florianópolis, 25 de setembro de 2017. Disponível em: <https://www.ceasa.sc.gov.br/index.php/imprensa/noticias/108-estiagem-causa-prejuizos-para-lavouras-catarinenses-3>. Acesso em: 18 jun. 2025.

CEPEA. **Cebola/CEPEA: Chuva causa perdas de até 25% nas lavouras de Ituporanga**. CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, Piracicaba, SP, 17 de novembro de 2023. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/cebola-cepea-chuva-causa-perdas-de-ate-25-nas-lavouras-de-ituporanga.aspx>. Acesso em: 18 jun. 2025.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 193p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

EPAGRI. **Chuva ameniza estiagem em Santa Catarina. Milho, alho e cebola são culturas mais atingidas**. Epagri, Florianópolis. 14 de dezembro de 2020. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/chuva-ameniza-estiagem-em-santa-catarina-milho-alho-e-cebola-sao-as-culturas-mais-atingidas/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

EPAGRI. **Com recuperação de safra, Santa Catarina se mantém como maior produtor de cebola no país**. Epagri, Florianópolis. 11 de abril de 2022. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/com-recuperacao-de-safra-santa-catarina-se-mantem-como-o-maior-produtor-de-cebola-do-pais/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

KURTZ, C.; SCHMITT, D.R.; SGROTT, E.Z.; WAMSER, G.H.; WERNER, H.; SANTOS, I.A. dos; COSTA, J.V.; GONÇALVES, P.A. de S.; LANNES, S.D.; CARRÉ-MISSIO, V. **Sistema de produção para a cebola**. Florianópolis, Santa Catarina. 2013. 106p. (Sistemas de Produção n.46)

MARQUELLI, W.A.; COSTA, E.L.; SILVA, H.R. **Irrigação da Cultura da Cebola**. Brasília: Embrapa, 2005. 17p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 37).

MENEZES JÚNIOR, F. O. G., HIGASHIKAWA, F. S. Produtividade e florescimento da cebola fertirrigada sob parcelamentos de fósforo em diferentes densidades populacionais. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas, v.9, e023041, 2023.

PINTO DOS SANTOS, V.; BERTOL, I. SANTOS, A.P.; KURTZ, C.; WOLSCHICK, N.H.; BAGGIO, B.; WROBLECKI, F.A.; PRAZERES, M.S. Erosão hídrica no cultivo da cebola influenciada pelo manejo do solo e cobertura por resíduo cultural. **Ciência del Suelo**, v.40, n.2, p.185-195, 2022.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca. **Observatório Agro Catarinense**. Disponível em: <https://observatorioagro.sc.gov.br>. Acesso em: 18 jun. 2025.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 271p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).

# Flutuação populacional de reduvídeos noturnos (Hemiptera: Reduviidae) em agroecossistemas de arroz irrigado

Eduardo Rodrigues Hickel<sup>1</sup> e Douglas George de Oliveira<sup>2</sup>

**Resumo** – Percevejos reduvídeos são importantes agentes de controle biológico nos agroecossistemas. O hábito noturno de muitas espécies dificulta a amostragem de indivíduos nos levantamentos faunísticos, de modo que poucos estudos mencionam a presença destes percevejos nas lavouras. Assim, este estudo objetivou monitorar a fauna de percevejos reduvídeos noturnos em agroecossistemas de arroz irrigado, para conhecer a flutuação populacional das espécies e determinar as épocas de maior ocorrência no ciclo de cultivo. Armadilhas luminosas foram instaladas em agroecossistemas de arroz irrigado na Estação Experimental da Epagri em Itajaí, SC e no Centro de Treinamento da Epagri em Araranguá, SC. A partir de agosto de 2021 a abril de 2025, as armadilhas foram ligadas das 16 às 9 horas, uma vez por semana, exceto de maio a julho de cada ano, quando permaneceram desligadas. Os percevejos-vermelhos (*Sirthenes* spp.), o percevejo-pirata, *Rasahus hamatus* (F.), e os percevejos-assassinos (*Psyllorhiza* spp.) foram os reduvídeos noturnos mais frequentes e abundantes. *Sirthenes* spp. e *R. hamatus* ocorreram por todo o ciclo de cultivo, com populações mais elevadas no verão. A maior incidência de *Psyllorhiza* spp. foi verificada entre novembro e dezembro, época das proliferações primaveris dos lepidópteros.

**Palavras-chave:** Percevejo-assassino; Ecologia; Controle biológico; Manejo integrado de pragas; *Oryza sativa*.

## Population dynamics of assassin bugs (Hemiptera: Reduviidae), in irrigated rice agroecosystems

**Abstract** – Reduviid bugs are important biological control agents in agroecosystems. The nocturnal habits of these bugs make it difficult to sample individuals in faunal surveys, so few studies mention their presence in crops. Thus, the aim of this study was monitoring the fauna of nocturnal reduviid bugs in irrigated rice agroecosystems, to understand the population dynamics of the species and the periods of greatest occurrence in the crop cycle. Light traps were set in irrigated rice agroecosystems at the Epagri Experimental Station, in Itajaí, SC, and at the Epagri Training Center, in Araranguá, SC. From August 2021 to April 2025, the traps were turned on from 4 pm to 9 am, once a week, except from May to July of each year, when they remained turned off. Red assassin bugs (*Sirthenes* spp.), pirate bugs, *Rasahus hamatus* (F.), and assassin bugs (*Psyllorhiza* spp.) were the most frequent and abundant nocturnal reduviids. *Sirthenes* spp. and *R. hamatus* occur throughout the growing season, with higher populations in the summer. The highest incidence of *Psyllorhiza* spp. occurs between November and December, during the spring proliferation of lepidopterans.

**Keywords:** Predatory bugs; Ecology; Biological control; Integrated pest management; *Oryza sativa*.

## Introdução

A entomofauna do arroz já foi exaustivamente pesquisada no Brasil (Silva *et al.*, 1968; Rossetto *et al.*, 1972; Grutzmacher, 1994; Acosta, 2015). Mais de 700 espécies de insetos já foram listadas e, desta lista, a maioria é de espécies ocasionais que transitam pelas lavouras. Um grupo reduzido de espécies herbívoras tem a planta de arroz como

hospedeira e compõe as pragas-chaves, secundárias e ocasionais do cultivo (Martins *et al.*, 2004; Ferreira, 2006; Hickel, 2022). Outro grupo numeroso de espécies, incluindo outros artrópodes, entra nas lavouras de arroz irrigado em busca de presas para se alimentar e reproduzir. São os predadores e parasitoides, que promovem o controle biológico de diversas espécies, inclusive de várias pragas do arroz (Reissig *et al.*, 1986; Heinrichs, 1994; Settle *et al.*,

1996; Heinrichs; Barrion, 2004; Fiuza *et al.*, 2017).

Os últimos estudos de levantamento faunístico, em agroecossistemas de arroz irrigado, buscaram conhecer a fauna de inimigos naturais das pragas e prováveis efeitos colaterais dos agrotóxicos sobre essa fauna. As coletas diurnas, feitas em sua maioria com rede entomológica de varredura, possibilitaram amostrar em detalhes a fauna de aranhas e alguns outros predadores (Oli-

Recebido em 17/06/2025. Aceito para publicação em 17/11/2025.

Editor - Editor de seção: Luiz Augusto Martins Peruch/ Epagri – Joatan Machado/ UFPR

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301-970, Itajaí, SC, fone: (47) 3398-6337, e-mail: hickel@epagri.sc.gov.br

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Esp., Epagri / Centro de Treinamento de Araranguá, 88900-000, Araranguá, SC, fone: (48) 3529-0311, e-mail: douglasoliveira@epagri.sc.gov.br

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2127>

veira *et al.*, 2001; Didonet *et al.*, 2001; Link *et al.*, 2005; Ramos *et al.*, 2005). Contudo, o método aplicado de coleta não permitiu elucidar a fauna de insetos noturnos, particularmente, os predadores noturnos.

Percevejos da família Reduviidae são predadores vorazes de insetos de corpo mole como mariposas e lagartas de Lepidoptera, ninfas de grilos e gafanhotos, entre outros. Eventualmente também caçam aranhas. Muitas espécies desta família são de hábito noturno e os indivíduos permanecem ocultos durante o dia, sendo raramente vistos sobre as plantas (Lucas; Forero; Basset, 2016). Contudo, as populações podem ser altas, evitando eventuais surtos de lagartas desfolhadoras (Ambrose, 2003; Sahayaraj, 2014).

Os percevejos reduvídeos apresentam fototropismo positivo, o que viabiliza o emprego de armadilhas luminosas para a coleta de indivíduos (Lucas; Forero; Basset, 2016). Assim, o objetivo desta pesquisa foi monitorar a fauna de percevejos reduvídeos noturnos em agroecossistemas de arroz irrigado, para conhecer a flutuação populacional das espécies e determinar as épocas de maior ocorrência no ciclo de cultivo.

## Material e métodos

O estudo foi conduzido a partir da safra 2021/22, na área de 11,5ha de arroz irrigado da Estação Experimental da Epagri de Itajaí (EEItajaí), em SC; e nas safras de 2021/22 e 2023/24 na área de arroz irrigado de 25ha do Centro de Treinamento de Araranguá (Cetrar), em SC, cerca de 300km ao sul de Itajaí. A metodologia padrão adotada foi a mesma de outros estudos similares executados nestes locais (Hickel; Oliveira, 2020, 2021).

Em todas as safras na EEItajaí, o sistema de cultivo adotado foi o pré-germinado, conforme preconizado por Vale e Hickel (2022). No Cetrar, foi praticado o cultivo orgânico em sistema pré-germinado, conforme preconizado por Noldin *et al.* (2015). As sementeiras

na EE Itajaí ocorreram durante o mês de setembro e no Cetrar sempre no primeiro decêndio de novembro.

Armadilhas luminosas, modelo “Luiz de Queiroz” com luz negra de bulbo branco (T8 15W BL LE), foram suspensas em postes de concreto, com a abertura do funil coletor a 1,5m do solo, sendo duas na EEItajaí (26°56'44"S e 48°45'42"O; 26°56'38"S e 48°45'31"O) e uma no Cetrar (28°55'58"S e 49°29'56"O). Adicionalmente, na EEItajaí (26°56'43"S e 48°45'32"O) foi instalada, em tripé metálico, uma armadilha luminosa solar “Sonne”, equipada com lâmpada de 3W de LEDs azuis e UVs (ultravioleta) (Knabben *et al.*, 2019). Para limitar a entrada de insetos maiores, uma tela plástica (10 x 10mm de malha) foi colocada circundando as aletas das armadilhas.

Anualmente, no período de 30/07 a 27/04, as armadilhas foram ligadas das 16 às 9 horas uma vez por semana, e permaneceram desligadas na entressafra (maio a julho). Os insetos atraídos foram aprisionados em sacos plásticos de 20L, fixados no funil coletor da armadilha, de onde posteriormente efetuou-se a triagem e contagem dos percevejos. Com o registro das contagens foram

confeccionados os gráficos de flutuação populacional, bem como estabelecidos os períodos de maior ocorrência no campo. Para o cálculo das médias de capturas de indivíduos, as datas nas diferentes séries temporais foram padronizadas, de acordo com os períodos semanais de cada mês.

## Resultados e discussão

Nos agroecossistemas de arroz irrigado, durante todo o ciclo de cultivo, as espécies dos gêneros *Sirthena* (percevejo-vermelho), ao menos duas espécies; *Rasahus* (percevejo-pirata *R.hamatus* (F.)) e *Phirontis* (percevejo-assassino), ao menos três espécies, foram as mais abundantes (Figura 1). Outras três espécies de reduvídeos noturnos foram capturadas, porém em menor número, impossibilitando a identificação mais precisa.

Reduviídeos noturnos também foram capturados em agroecossistemas de arroz na Índia, com predominância das espécies *Sirthena acarinata* (F.), *Antilochus conqueberti* (F.) e *Ectomocoris ululans* (Rossi) (Mishra *et al.*, 2017; Kurmi, 2020). *Sirthena flavipes* (Stål), *Polytoxus fuscovittatus* (Stål), *Polididus arma-*



Figura 1. Reduviídeos noturnos comuns em agroecossistemas de arroz irrigado: a) percevejo-pirata *Rasahus* sp.; b) percevejo-vermelho *Sirthena* sp.; c) percevejo-assassino *Phirontis* sp.; d) outro reduvídeo noturno sugando mariposa da lagarta-militar

Fotos: R.Deans (a); V.Showard (b); Merrimac Farm Wildlife (c); M.Bondini (d)

Figure 1. Common reduvid bugs in irrigated rice agroecosystems: a) pirate bug *Rasahus* sp.; b) red assassin bug *Sirthena* sp.; c) assassin bug *Phirontis* sp.; d) another assassin bug sucking a fall armyworm moth

Photos: R. Deans (a); V. Showard (b); Merrimac Farm Wildlife (c); M. Bondini (d)

*tissimus* Stål e *Scipinia horrida* (Stål) foram as espécies coletadas em arroz no Sri Lanka (Bambaradeniya; Edirisinghe, 2008). No Brasil, as espécies *Apiomerus flavipennis* Schaff, *Atrachelus cinereus* (F.), *R. hamatus* e *Zelus longipes* (L.) já foram constatadas em cultivos de arroz. Além destas, percevejos-assassinos dos gêneros *Brontostoma* e *Repipta* também já foram reportados (Grutzmacher, 1994; Acosta, 2015).

Em Itajaí, os percevejos *Sirthenea* foram os mais frequentes, com acréscimo de população no verão (Figura 2). As espécies *S. stria* (F.) e *S. pedestris* Horváth ocorreram simultaneamente, com predomínio de *S. stria*. As maiores populações de *R. hamatus* foram registradas no final do ciclo do arroz, enquanto a maior incidência de *PNirontis* ocorreu

entre novembro e dezembro, época das proliferações primaveris dos lepidópteros. As coletas mais expressivas destas espécies ocorreram em Itajaí, na safra 2022/23: em 02/02/2023, foram capturados 26 indivíduos de *S. stria* e 18 de *R. hamatus*, enquanto a maior captura de *PNirontis* sp.1 ocorreu em 17/11/2022, com 47 indivíduos.

Em Araranguá, as capturas de reduvídeos noturnos foram extremamente baixas. O percevejo *S. stria* foi igualmente o mais frequente, porém com um total de apenas 7 indivíduos coletados na safra 2021/22 e de 6 na safra 2023/24, entre os meses de novembro e dezembro (Figura 2). Os percevejos *R. hamatus* e *PNirontis* foram esparsamente capturados em Araranguá, não sendo possível estabelecer as épocas de maior ocorrência.

Condicionantes edafoclimáticas à parte, a baixa captura de reduvídeos noturnos em Araranguá pode estar resultando da amplidão dos agroecossistemas de arroz irrigado no entorno do Cetrar. Essa uniformidade de paisagem estaria limitando habitats e presas para esses predadores generalistas (Ambrose, 2003; Sahayaraj, 2014). Em Itajaí, pastagens, capineiras e outros cultivos permeiam as áreas de arroz, provendo maior diversidade de habitats e presas para os reduvídeos e propiciando populações mais altas (Vennisson; Ambrose, 1991; Settle *et al.*, 1996; Lucas; Forero; Basset, 2016). Algo similar ocorre com a noiva-do-arroz, *Rupela albinella* Cramer (Lepidoptera: Pyralidae), cuja dinâmica populacional difere entre Itajaí e Araranguá. Em parte, esta diferença é atri-

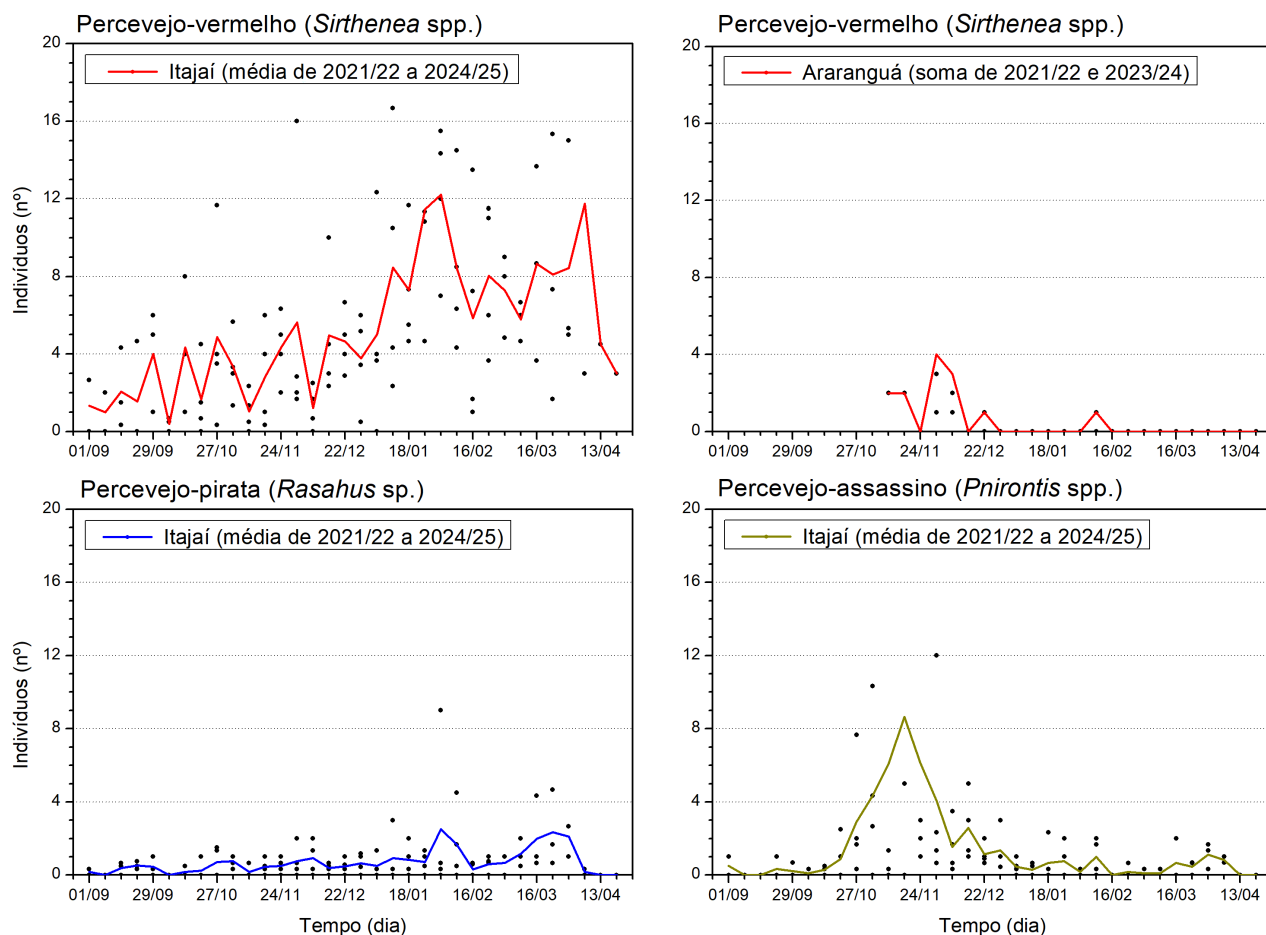


Figura 2. Flutuação populacional de reduvídeos noturnos em agroecossistemas de arroz irrigado nas safras de 2021/22 a 2024/25 em Itajaí, SC, e nas safras de 2021/22 e 2023/24 em Araranguá, SC

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 2. Population dynamics of assassin bugs in irrigated rice agroecosystems in Itajaí, SC, 2021/22 to 2024/25 seasons and in Araranguá, SC, 2021/22 and 2023/24 seasons

Source: Elaborated by the authors (2025)

buída à extensão dos agroecossistemas de arroz irrigado no entorno do Cetrar (Hickel; Oliveira, 2021).

Considerando o ciclo de cultivo do arroz irrigado, os percevejos *Sirthena* spp. e *PNirontis* spp. foram os mais constantes nas áreas de lavoura, quer seja no estágio vegetativo (*PNirontis* spp.), quer seja no reprodutivo (*Sirthena* spp.). Isso evidencia que a ação de controle biológico desses percevejos perdura por toda safra do arroz (Bambaradeniya; Edirisinghe, 2008; Lucas; Forero; Basset, 2016). Há que se considerar que a armadilha luminosa não captura indivíduos ápteros, portanto as ninfas não são amostradas. As maiores populações de *Sirthena* spp. que surgiram no verão resultaram de populações de ninfas que estavam no agroecossistema na primavera, exercendo pressão de controle biológico sobre as pragas do arroz, notadamente as lagartas desfolhadoras (Ambrose, 2003; Sahayaraj, 2014). Vennison e Ambrose (1991) e Sahayaraj e Ambrose (1997), estudando a dinâmica populacional de percevejos reduvídeos, verificaram que os períodos de maior ocorrência no ambiente coincidiram com a maior oferta de presas caçadas por cada espécie. Fato também verificado por Durkga, Sudarmani e Sundareswari (2023), tanto em área de agroecossistemas, quanto nos ambientes naturais.

A flutuação populacional dos percevejos *Sirthena* spp. e *R. hamatus* apresenta um padrão similar ao do reduvídeo *Cosmoclopius nigroannulatus* Stål em cultivo de fumo (Jahnke; Redaelli; Diefenbach, 2002). No início do cultivo, poucos adultos colonizam a área e ao final do ciclo as populações se elevam. Já a dinâmica populacional dos *PNirontis* spp. caracteriza-se pela grande afluência de adultos ao agroecossistema, denotando uma estratégia nômade de exploração dos recursos alimentares (Ambrose, 2003; Sahayaraj, 2014). Ambrose (2002) argumenta que um reduvídeo de estratégia nômade seria mais adequado num eventual programa de controle biológico inundativo, visto a

espécie já estar adaptada à alta competição intraespecífica. Neste caso, muitos indivíduos controlariam rapidamente um surto da praga alvo. Por outro lado, as espécies de colonização gradual do ambiente seriam mais adequadas para a manutenção de um controle biológico conservativo, onde os surtos de pragas seriam evitados pela constante ação desses predadores.

## Conclusões

O percevejo-vermelho (*Sirthena* spp.), o percevejo-pirata (*R. hamatus*) e o percevejo-assassino (*PNirontis* spp.) são os reduvídeos noturnos mais frequentes e abundantes no agroecossistema de arroz irrigado.

Em Santa Catarina, *Sirthena* spp. e *R. hamatus* ocorrem por todo o ciclo de cultivo do arroz, com populações mais elevadas no verão. A maior incidência de *PNirontis* spp. se verifica entre novembro e dezembro.

## Contribuição dos autores

**Eduardo Rodrigues Hickel:** Escrita – primeira redação, Validação, Metodologia, Investigação, Análise formal, Curadoria de dados, Recursos, Conceituação. **Douglas George de Oliveira:** Escrita – revisão e edição, Investigação, Análise formal, Recursos, Conceituação.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

## Dados de pesquisa

Dados serão disponibilizados pelo autor por solicitação.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc) - Chamada Pública 17/2023. Ao Dr. Jader de Oliveira, Faculdade de Ciências Farmacêuticas/Campus de Ara-

raquara, pela prestimosa identificação das espécies. Aos acadêmicos Barbara Sousa do Nascimento, Gustavo Osmar Michelmann, Júlia Rodrigues Gomes, Maria Clara Franzoi, pelo auxílio nas coletas e na triagem de insetos.

## Referências

- ACOSTA, L. G. **Diversidade comparada de insetos em arroz irrigado na área de proteção ambiental do Banhado Grande sob dois sistemas de manejo da vegetação das taipas no município de Viamão, RS.** 2015. 50f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), UFRGS, Porto Alegre. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/131930>. Acesso em: 15.maio.2021.
- AMBROSE, D. P. Assassin bugs (Heteroptera: Reduviidae) in integrated pest management programme: success and strategies. In: IGNACIMUTHU, S.; SEN, A. (Eds.). **Strategies in integrated pest management: Current trends and future prospects.** New Delhi: Phoenix Publishing House, 2002. p. 73-85.
- AMBROSE, D. P. Biocontrol potential of assassin bugs (Hemiptera: Reduviidae). **Journal of Experimental Zoology India**, v. 6, n. 1, p. 1-44. 2003.
- BAMBARADENIYA, C. N. B.; EDIRISINGHE, J. P. Composition, structure and dynamics of arthropod communities in a rice agro-eco-system. **Ceylon Journal of Science (Biological Sciences)**, v. 37, n. 1, p. 23-48. 2008.
- DIDONET, J.; DIDONET, A. P. P.; ERASMO, E. L., SANTOS, G. R. Incidência e densidade populacional de pragas e inimigos naturais em arroz de terras altas, em Gurupi - TO. **Bioscience Journal**, v. 17, n. 1, p. 67-76. 2001.
- DURKGA, S. J.; SUDARMANI, D.; SUNDARESWARI, C. Diversity and effect of meteorological factors on the reduviid bug population from selected habitats of Virudhunagar district, Tamil Nadu, India. **International Journal of Entomology Research**, v. 8, n. 3, p. 60-64, 2023.
- FERREIRA, E. Fauna prejudicial. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (eds). **A cultura do arroz no Brasil.** Santo Antônio de

- Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1.000 p.
- FIUZA, L. M.; OLIVEIRA, J. V.; ALMEIDA, D.; KNAAK, N.; SCHOENFELD, R.; FISCHER, M.; HEINRICHS, E. A. **Guia de inimigos naturais das pragas orizícolas**. Cachoeirinha: IRGA, 2017. 30 p. (IRGA. Boletim Técnico, 13).
- GRÜTZMACHER, A. D. **Artrópodes associados à cultura do arroz irrigado em vários sistemas de cultivos**. 1994. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências). ESALQ-USP, Piracicaba.
- HEINRICHS, E. A. (ed). **Biology and management of rice insects**. New Delhi: Wiley Eastern, 1994. 779 p.
- HEINRICHS, E. A.; BARRION, A. T. **Rice-feeding insects and selected natural enemies in West Africa**. Biology, ecology, identification. Los Baños: IRRI - WARDA, 2004. 242 p.
- HICKEL, E. R. Manejo de pragas. In: VALE, M. L. C.; HICKEL, E. R. (Orgs.). **Recomendações para a produção sustentável de arroz irrigado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2022. p.81-99. (Epagri. Sistemas de Produção, 56).
- HICKEL, E. R.; OLIVEIRA, D. G. Flutuação populacional do percevejo-do-grão, *Oebalus* spp. (Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 33, n. 3, p. 42-47, 2020. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v33i3.1049>
- HICKEL, E. R.; OLIVEIRA, D. G. Flutuação populacional da noiva-do-arroz, *Rupela albinnella* Cramer (Lepidoptera: Pyralidae), em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, n. 3, p. 48-51, 2021. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v34i3.1176>.
- JAHNKE, S. M.; REDAELLI, L. R.; DIEFENBACH, L. M. Flutuação populacional de *Cosmoclopius nigroannulatus* (Stål) (Hemiptera, Reduviidae) em cultivo de fumo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 1, p. 243-250, 2002.
- KNABBEN, G. C.; CARVALHO, M. W. M.; BERTOLDI, B.; NOVAES, Y. R.; HICKEL, E. R.; HINZ, R. H. Sonne – inovação tecnológica em armadilha luminosa para aplicação no manejo integrado de pragas. **Agropecuária Catarinense**, v. 32, n. 1, p. 41-44, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n1.3>.
- KURMI, A. **Study on diversity of phototactic insect fauna of rice collected in light trap at Jabalpur district**. 165f. Tese (Doutorado em Agricultura), Universidade Agrícola de Jawaharlal Nehru, Jabalpur, 2020.
- LINK, D.; INDRUSIAK, L. F.; LINK, F. M. Aranhas associadas à cultura do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., 2005, Santa Maria. **Anais[...]** Santa Maria: Editora Orium, 2005. p. 29-30.
- LUCAS, M.; FORERO, D.; BASSET, Y. Diversity and recent population trends of assassin bugs (Hemiptera: Reduviidae) on Barro Colorado Island, Panama. **Insect Conservation and Diversity**, v. 9, n. 6, p. 546-558, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/icad.12191>.
- MARTINS, J. F. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; CUNHA, U. S. Descrição e manejo integrado de insetos-pragas em arroz irrigado. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES Jr., A.M. (eds.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 899 p.
- MISHRA, Y.; SHARMA, A. K.; PACHORI, R.; KURMI, A. Taxonomic documentation of insect pest fauna of rice collected in light trap at Jabalpur district of Madhya Pradesh. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 5, n. 6, p. 1212-1218. 2017.
- NOLDIN, J. A.; HICKEL, E. R.; KNOBLAUCH, R.; EBERHARDT, D. S.; SCHIOCCHET, M. A.; SCHEUERMANN, K. K.; KLEVESTON, R.; AGOSTINI, I.; MARTINS, G. N.; MARSCHALEK, R.; WICKERT, E.; ANDRADE, A.; LUCIETTI, D. **Recomendações técnicas para a produção de arroz irrigado em sistema orgânico em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2015. 40 p. (Epagri. Sistemas de Produção, 47).
- OLIVEIRA, J. V.; RAMIREZ, H. V. MENEZES, V. G. Efeito do uso de inseticidas na população de inimigos naturais em arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2., 2001, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 452-453.
- RAMOS, J. P.; LINK, D.; LINK, F. M.; ANTUNES, V. M. Levantamento dos agentes de controle biológico em lavouras de arroz irrigado em Santa Maria, RS, safra 2004/05. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., 2005, Santa Maria. **Anais[...]** Santa Maria: Editora Orium, 2005. p.101-102.
- REISSIG, W. H.; HEINRICHS, E. A.; LITSINGER, J. A.; MOODY, K.; FIEDLER, L.; MEW, T. W.; BARRION, A. T. **Illustrated guide to integrated pest management in rice in tropical Asia**. Los Baños: IRRI, 1986. 410 p.
- ROSSETTO, C. J.; SILVEIRA NETO, S.; LINK, D.; VIEIRA, J.G.; AMANTE, E.; SOUZA, D. M.; BANZATTO, N. V.; OLIVEIRA, A. M. Pragas do arroz no Brasil. In: REUNIÃO DO COMITÊ DE ARROZ PARA AS AMÉRICAS, 2., Pelotas, 1971. **Contribuições técnicas da delegação brasileira[...]** Brasília: Ministério da Agricultura, 1972. p.149-238.
- SAHAYARAJ, K. Reduviids and their merits in biological control. In: SAHAYARAJ, K. (ed.). **Basic and applied aspects of biopesticides**. New Delhi: Springer, 2014. p.195-214. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-81-322-1877-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-81-322-1877-7_10).
- SAHAYARAJ, K.; AMBROSE, P. D. Population dynamics of the life stages of four reduviids from Sivanthipattl semi-arid zone, South India (Heteroptera: Reduviidae). **Hexapoda**, v.9, n.1-2, p.33-37, 1997.
- SETTLE, W. H.; ARIAWAN, H.; ASTUTI, E. T.; CAHYANA, W.; HAKIM, A. L.; HINDAYANA, D.; LESTARI, A. S.; SARTANO, P. Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. **Ecology**, v.77, n.7, p.1975-1988, 1996. DOI: <https://doi.org/10.2307/2265694>
- SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMONI, L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil**; seus parasitas e predadores. Parte II, 1º Tomo. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. 622 p.
- VALE, M. L. C.; HICKEL, E. R. (Orgs.). **Recomendações para a produção sustentável de arroz irrigado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2022. 132 p. (Epagri. Sistema de Produção, 56).
- VENNISON, S. J.; AMBROSE, D. P. Population dynamics of seven species of reduviids (Insecta: Heteroptera: Reduviidae) in Muthurmalai scrub jungle from South India. **Journal of Entomological Research**, v. 15, n. 3, p. 155-162, 1991.

# Análise comparativa de métodos de estimativa de área de soja em Santa Catarina

Murilo Schramm da Silva<sup>1</sup>, Kleber Trabaquini<sup>2</sup>, Haroldo Tavares Elias<sup>3</sup> e Tarik Cuchi<sup>4</sup>

**Resumo** – Diante da expansão do cultivo da soja, o sensoriamento remoto (SR) tornou-se estratégico para validar estimativas de área plantada. Este estudo comparou três metodologias na safra 2022/2023 em 32 municípios de Santa Catarina: o método da Epagri/Cepa, o MapBiomas e o Crop Enhancement Index (CEI) aplicado a imagens Sentinel-2/MSI. A análise incluiu testes de Friedman, regressão linear e interpretação de gráficos de pontos e dispersão. As estimativas apresentaram alta correlação ( $R^2 > 0,92$ ), especialmente entre CEI e MapBiomas ( $R^2 = 0,97$ ). O teste de Friedman não indicou diferença global ( $p = 0,26$ ); no entanto, a análise de regressão revelou *bias* positivo ao comparar o método da Epagri/Cepa com os métodos de SR, indicando superestimções. Os resultados reforçam o potencial do SR como método robusto e replicável, indicando a necessidade de harmonizar abordagens para aprimorar as estatísticas agrícolas oficiais.

**Palavras-chave:** Índice de Vegetação; MapBiomas; *Glycine max* L.; Google Earth Engine.

## Comparative Analysis of Methods for Estimating Soybean Area in Santa Catarina

**Abstract** – Given the expansion of soybean cultivation, remote sensing (RS) has become strategic for validating estimates of planted area. This study compared three methodologies in the 2022/2023 harvest in 32 municipalities in Santa Catarina: the Epagri/Cepa method, MapBiomas, and the Crop Enhancement Index (CEI) applied to Sentinel-2/MSI images. The analysis included Friedman tests, linear regression, and interpretation of scatter plots and dot plots. The estimates showed a high correlation ( $R^2 > 0.92$ ), especially between CEI and MapBiomas ( $R^2 = 0.97$ ). The Friedman test did not indicate an overall difference ( $p = 0.26$ ); however, regression analysis revealed a positive bias when comparing Epagri/Cepa with RS methods, indicating overestimations. The results reinforce the potential of RS as a robust and replicable method, indicating the need to harmonize approaches to improve official agricultural statistics.

**Keywords:** Vegetation Index; MapBiomas; *Glycine max* L.; Google Earth Engine.

## Introdução

A soja (*Glycine max* L.) consolidou-se como uma das culturas estratégicas para a economia global, desempenhando papel fundamental no abastecimento de alimentos, ração animal e biocombustíveis. Nos últimos dez anos, a oleaginosa passou por crescimento expressivo em sua área de cultivo, com produção global média de 424,2 milhões de toneladas (USDA, 2024). No Brasil, entre 2013 e 2023, a área cultivada aumentou 58,4% e a produção cresceu 85,1%, alcançando níveis recordes graças a avanços tecnológicos, expansão da fronteira agrícola e condições climáticas favoráveis (IBGE, 2024). Em Santa Catarina, a área cultivada de soja passou de 518 para 811 mil hectares

entre 2013/14 e 2023/24 (Observatório Agro Catarinense, 2025). O acompanhamento sistemático desse produto é estratégico, fornecendo dados essenciais para políticas públicas, prospecção de mercados e mitigação de riscos econômicos e ambientais.

A metodologia da Epagri/Cepa adota uma abordagem quali-quantitativa, integrando dados estatísticos municipais sobre área plantada, produção e produtividade das principais culturas com informações climáticas, econômicas e de mercado, conduzida por assistentes de pesquisa com apoio de informantes-chave (Epagri/Cepa, 2025). Essa metodologia se assemelha ao Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) do IBGE. Além dessa metodologia, também são utilizadas técnicas

de geoprocessamento e sensoriamento remoto (SR) que aplicam classificações supervisionadas (como Random Forest, SVM e Redes Neurais) e análise de séries temporais, conforme realizado pelo MapBiomas, além de abordagens híbridas que combinam imagens de satélite com verificações de campo, como adotado pela Conab.

Neste contexto, o SR assume papel categórico, pois o caráter sinóptico, repetitivo e a agilidade na aquisição de dados permitem acompanhar culturas agrícolas ao longo de todo seu ciclo (Conrad *et al.*, 2014). Esta ferramenta é uma alternativa factível em mapeamentos agrícolas, como no estudo de Zhong *et al.* (2014), que além de mapear soja e milho com imagens Landsat, trouxeram extensibilidade ao trabalho, gerando re-

Recebido em 24/02/2025. Aceito para publicação em 06/11/2025.

Editor - Editor de seção: Luiz Augusto Martins Peruch/ Epagri – Luiz Carlos Pittol Martini/ UFSC

<sup>1</sup>Engenheiro Florestal, M.Sc., Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC, Brasil. E-mail: muriloschsilva@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: klebertrabaquini@epagri.sc.gov.br

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: hteliass@epagri.sc.gov.br

<sup>4</sup> Engenheiro Florestal, Dr., Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati, PR, Brasil. E-mail: tarikcuchi@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2023>

sultados para os anos de 2006 a 2010, uma vez que as imagens orbitais permitiram criar um método de classificação baseado na fenologia para monitorar culturas com eficiência.

Diversas técnicas têm sido constantemente desenvolvidas e testadas no processo de mapeamento, desde as mais simples às mais complexas (Betta *et al.*, 2022; Chen *et al.*, 2023; Silva Junior *et al.*, 2020; Xiao *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2024). Tendo em vista a necessidade em obter estimativas de modo rápido, confiável e preciso, as técnicas que utilizam o limiar de índices de vegetação apresentam efetivo desempenho nessa tarefa. Com esse intuito, pesquisadores têm desenvolvido índices que visam evidenciar culturas específicas como a soja (Chen *et al.*, 2023; Silva Junior *et al.*, 2017; Silva Junior *et al.*, 2023).

No que diz respeito aos mapeamentos de soja existentes para o estado de Santa Catarina, o Projeto MapBiomass já disponibiliza informações relevantes para essa cultura, com destaque para sua série temporal extensa e metodologia robusta. No entanto, complementá-lo com uma abordagem mais direcionada à cultura específica da soja, com foco regional, pode trazer a possibilidade de explorar nuances que mapeamentos nacionais, por sua escala, podem não captar com a mesma precisão.

Diante deste cenário, o presente estudo compara as estimativas de área plantada de soja do método Epagri/Cepa com a do MapBiomass e uma técnica consolidada que utiliza o índice espectral CEI, confrontando-as estatisticamente. Como hipótese, assume-se que as técnicas de SR (MapBiomass e CEI) apresentam diferenças significativas frente ao da Epagri/Cepa. A confrontação entre esses métodos permite avaliar suas variabilidades, apontando a direção e as magnitudes das diferenças, bem como aprimorar a precisão das estimativas, especialmente em áreas de agricultura intensiva. A integração de dados heterogêneos reforça a robustez analítica, evidenciando lacunas como a escassez de mapeamentos públicos detalhados específicos para soja em Santa Catarina. Assim, essas comparações não

somente contextualizam o presente estudo, mas também contribuem para su-  
gestões de refinamento de estimativas  
e para a validação de fontes oficiais.

## Material e métodos

### Área de estudo

A área de estudo (Figura 1) compreende os 32 municípios com maior área plantada de soja na safra 2021/2022 no estado de Santa Catarina. Esses municípios, em conjunto, representaram aproximadamente 80% da área cultivada naquela safra (Epagri/Cepa, 2022). Dessa forma, foi possível realizar este estudo em um cenário representativo da realidade produtiva catarinense de soja.

### Dados Epagri/Cepa e MapBiomass

Os dados de área plantada de soja (safra 2022/2023) da metodologia Epagri/Cepa foram obtidos no site Observatório Agro Catarinense (Observatório Agro Catarinense, 2025). A metodologia foca em estimar a área ao nível municipal, iniciando com uma Estimativa

Inicial (intenção de plantio regional) e sendo corrigida mensalmente (Estimativa Atual) para subtrair perdas por intempéries. A coleta baseia-se em informantes-chave (extensionistas, cooperativas, etc.) e, por isso, não possui detalhamento para subtrair áreas improdutivas internas aos talhões, como carregadores ou afloramentos rochosos (Epagri/Cepa, 2025).

As áreas de soja do MapBiomass foram obtidas a partir da imagem classificada da Coleção 9 para o ano de 2023 (MapBiomass, 2024), a qual foi reclassificada para exibir somente a classe 39 (soja), recortada pelos limites municipais do IBGE (IBGE, 2022) e posteriormente calculada a área por hectare. A área contabilizada no MapBiomass é a área líquida, ou seja, área efetivamente ocupada pela cultura. A base da metodologia pode ser verificada em Souza *et al.* (2020).

### Mapeamento pelo índice CEI (Crop Enhancement Index)

Neste estudo também foi utilizado o índice *Crop Enhancement Index* (CEI)

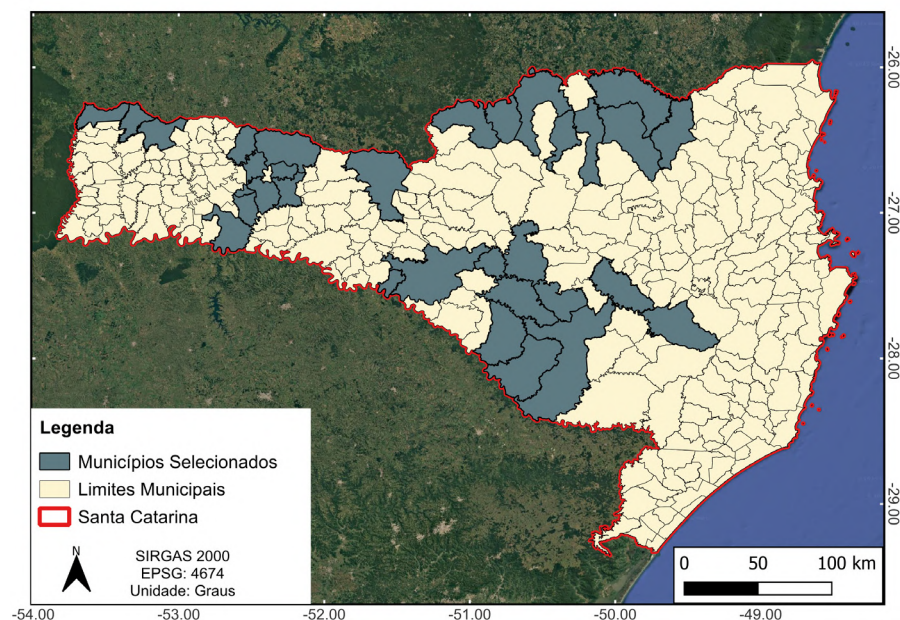


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo - municípios selecionados representados em cor cinza

Fonte: Os autores (2025)

Figure 1. Location map of the study area - selected municipalities are shown in gray

Source: The authors (2025)

para mapear áreas de soja em Santa Catarina, seguindo metodologia difundida na literatura (Rizzi *et al.*, 2009; Silva Junior *et al.*, 2017). O método baseia-se na variação temporal do *Enhanced Vegetation Index* (EVI) ao longo do ciclo da cultura, com parâmetros ajustados para cada município conforme o calendário agrícola, que pode ser acompanhado no painel do InfoAgro (InfoAgro, 2023) ou solicitando os dados históricos da Epagri/Cepa.

Foram processadas imagens Sentinel-2/MSI com 10m de resolução espacial no Google Earth Engine (Roy; Grieser; Evans, 2017), utilizando composições mensais para outubro/2022 e março/2023 com menos de 20% de nuvens. Nesta técnica é mapeada a área líquida, porém com uma pequena diferença em relação ao mapeamento automatizado do MapBiomas, por incorporar análise visual na definição de limiares para cada município.

Das duas imagens Sentinel-2 são calculados os índices EVI e CEI apresentados nas equações 1 e 2, respectivamente.

$$EVI = g \times \frac{\rho_{IVP} - \rho_V}{\rho_{IVP} + (c_1 \times \rho_V) - (c_2 \times \rho_A) + L}$$

Eq. (1)

$$CEI = \frac{\max EVI - \min EVI}{\max EVI + \min EVI} * 100$$

Eq.(2)

Onde:  $g$  = fator de ganho;  $\rho_{IVP}$  — banda do infravermelho próximo;  $\rho_V$  — banda do vermelho;  $\rho_A$  — banda do Azul;  $c_1$  = 6 (coeficiente de correção atmosférica banda do vermelho);  $c_2$  = 7,5 (coeficiente de correção atmosférica banda do azul);  $L$  = 1 (fator de correção de interferência do solo);  $\max EVI$  — máximo valor do EVI observado no pico de desenvolvimento;  $\min EVI$  — mínimo do valor do EVI observado no pré-plantio ou na emergência.

A imagem CEI é reclassificada agrupando-se os valores do índice em classes. A quantidade de classes é definida por inspeção visual sobre as imagens Sentinel-2 durante os meses de desenvolvimento da cultura da soja para cada

município, consultando o calendário agrícola. Por fim, identifica-se a classe ou as classes correspondentes às áreas de soja, as quais são convertidas do formato raster para polígono para que seja feito o refinamento manual em software ArcMap 10.4.

Concluído o refinamento manual, foi realizada a validação do mapeamento com duas classes, “soja” e “não soja”. Foram distribuídos de forma aleatória pela ferramenta “Criar pontos aleatórios” do ArcGIS 3.290 mil pontos de verdade de terreno, calculado de forma ponderada pela extensão territorial dos 32 municípios mapeados. Foi utilizado o critério de no mínimo 50 pontos para cada município segundo Congalton e Green (1991). A validação foi feita com base em imagens Planet (4 m/pixel) e verificações a campo com extensionistas rurais dos municípios. Após todo o processo, foram calculadas as áreas por municípios.

### Análise estatística

Após a obtenção das áreas de soja a partir de três metodologias distintas, foi realizada uma análise estatística comparativa. Inicialmente, avaliou-se a normalidade dos dados com o teste de Shapiro-Wilk, o qual indicou violação do pressuposto de normalidade ( $p < 0,001$ ), justificando a adoção do método não paramétrico.

Para verificar as diferenças entre as metodologias, foi aplicado o teste de Friedman para medidas repetidas. Adicionalmente, foram gerados gráficos de comparação direta e de dispersão (aos pares). Para os gráficos de dispersão,

foram calculadas métricas de desempenho: coeficiente de determinação ( $R^2$ ), raiz do erro quadrático médio (RMSE), erro absoluto médio (MAE), viés médio (*bias*), além da equação da reta ajustada por regressão linear simples. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados na linguagem R, com uso dos pacotes *rstatix*, *tidyverse*, *ggpubr* e *stats*.

## Resultados e discussão

O mapeamento realizado com o *Crop Enhancement Index* (CEI) apresentou uma acurácia global de 97,2% e Kappa = 0,93, atestando a consistência interna do método. As métricas de acurácia, embora elevadas, demonstram que o CEI, assim como já relatado em outros estudos (Rizzi *et al.*, 2009; Silva Junior *et al.*, 2017), é uma ferramenta eficaz para estimativas de área plantada quando aplicado com critérios regionais. A Tabela 1 detalha as estatísticas descritivas das estimativas de área cultivada pelos três métodos.

As estimativas mostraram padrões semelhantes entre as fontes Epagri/Cepa, CEI e MapBiomas, destacando Campos Novos, Abelardo Luz e Mafra como principais produtores. Estatisticamente, o teste de Friedman ( $p = 0,26$ ) não detectou diferenças significativas globais, sugerindo ausência de variações sistemáticas e rejeitando a hipótese do estudo em termos de diferença global entre os métodos.

As análises de regressão linear (Figura 2) indicam forte associação entre as metodologias ( $R^2 > 0,92$ ). A melhor relação foi observada entre CEI e MapBiomas ( $R^2 = 0,97$ ), evidenciando a pro-

Tabela 1. Estatística descritiva da área estimada (em hectares) pelos métodos Epagri/Cepa, CEI e MapBiomas

Table 1. Descriptive statistics of the estimated area (in hectares) using the Epagri/Cepa, CEI, and MapBiomas methods

| Método      | Média  | Mediana | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|-------------|--------|---------|---------------|--------|--------|
| Epagri/Cepa | 15.294 | 10.625  | 12.716        | 2.400  | 62.900 |
| CEI         | 14.111 | 10.414  | 10.818        | 1.810  | 54.693 |
| MapBiomas   | 14.201 | 9.943   | 12.832        | 2.006  | 61.353 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: Elaborated by the authors (2025)

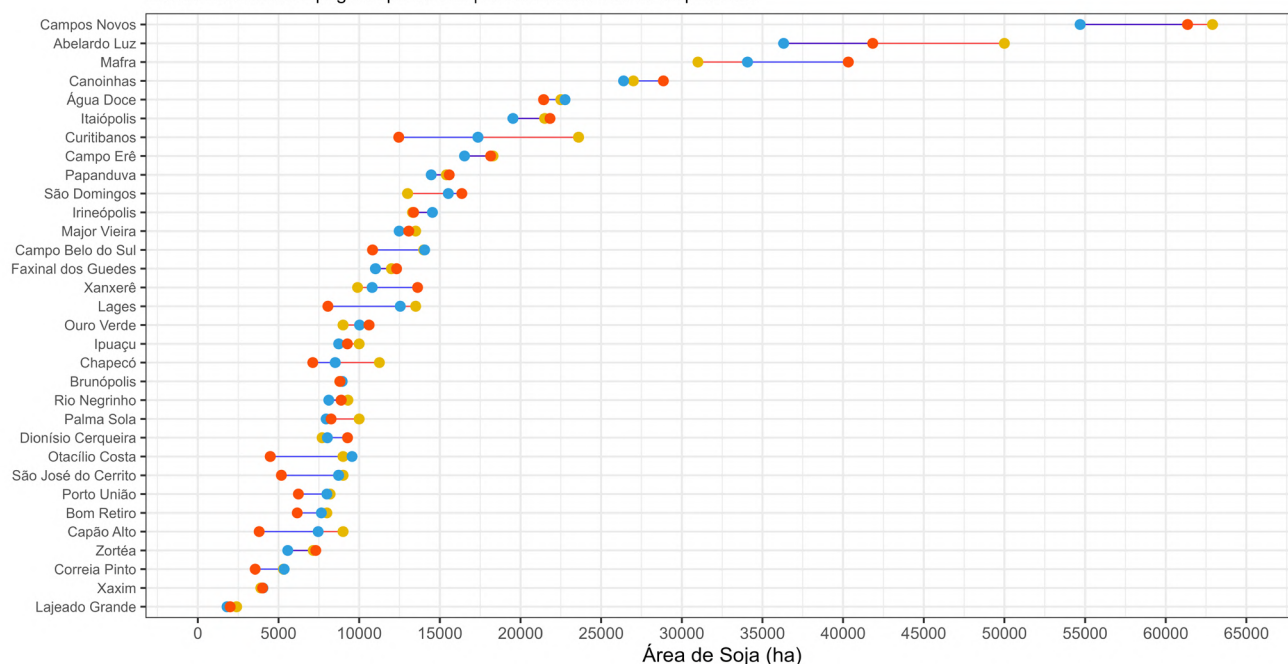
## Análise Comparativa de Métodos de Estimativa de Área de Soja

Safra 2022/2023 - 32 Municípios de Santa Catarina

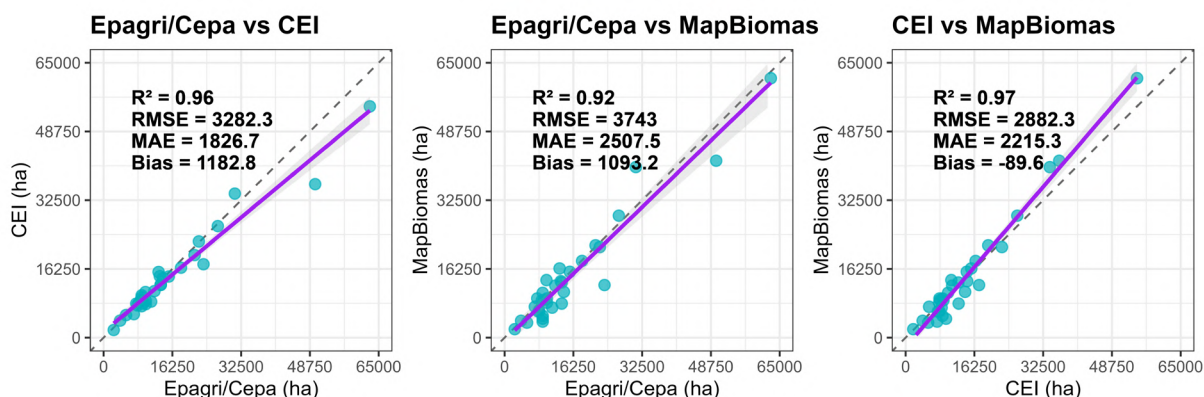
Teste de Friedman:  $\chi^2(2) = 2.69$ ,  $p = 0.26$

### Comparação Direta entre Métodos por Município

Linhas vermelhas: Epagri/Cepa vs CEI | Linhas azuis: CEI vs MapBiomas



Método ● CEI ● Epagri/Cepa ● MapBiomas



$R^2$ , RMSE, MAE e Bias calculados a partir de regressões lineares

Figura 2. Comparação integrada dos métodos de estimativa de área cultivada de soja (Epagri/Cepa, CEI e MapBiomas) por município em Santa Catarina. Os painéis de regressão linear (Epagri/Cepa vs. CEI, Epagri/Cepa vs. MapBiomas, e CEI vs. MapBiomas) exibem *scatterplots* com linha de identidade, reta de ajuste (com intervalo de confiança) e métricas anotadas diretamente ( $R^2$ , RMSE, MAE, *bias* e equação da reta)

Fonte: Os autores (2025)

Figure 2. Integrated comparison of methods for estimating soybean cultivation area (Epagri/Cepa, CEI, and MapBiomas) by municipality in Santa Catarina. The linear regression panels (Epagri/Cepa vs. CEI, Epagri/Cepa vs. MapBiomas, and CEI vs. MapBiomas) display *scatterplots* with identity line, fit line (with confidence interval), and directly annotated metrics ( $R^2$ , RMSE, MAE, *bias*, and line equation)

Source: The authors (2025)

ximidade e a robustez desses métodos baseados em SR. Contudo, os dados da Epagri/Cepa mostram maior dispersão e pontos atípicos em municípios como Abelardo Luz, Campos Novos e Curitiba-nos, sugerindo possíveis superestimativas.

A diferença observada pode ser atribuída diretamente às metodologias de coleta. Enquanto o CEI e o MapBiomias utilizam a delimitação sistemática por SR para mapear a área líquida cultivada, a Epagri/Cepa emprega levantamentos de campo com informantes locais. Esta abordagem tende a introduzir superestimativas em municípios de grande área, fato confirmado pelo *bias* positivo nas regressões lineares ao confrontar os métodos da Epagri/Cepa com os métodos SR. Tais diferenças podem ser afetadas por fatores como o desconhecimento dos limites territoriais exatos e a duplicidade de registros, como apontado em outros estudos (Rhodes *et al.*, 2015; Ferraz; Vicenz, 2019).

Esses resultados indicam que, embora existam pequenas variações, os métodos evidenciam elevada correlação nas estimativas de área cultivada entre os municípios avaliados, com destaque para a maior similaridade entre CEI e MapBiomias. Esse achado é compatível com os resultados de Silva Junior *et al.* (2020), que também validaram o uso de SR para o mapeamento agrícola com base em dados do IBGE, que segue metodologia semelhante à da Epagri/Cepa.

Estudos similares, como o de Paludo *et al.* (2020), que compararam áreas mapeadas no Paraná por SR com dados oficiais do IBGE, também apontam para a dificuldade de harmonização metodológica. Paludo *et al.* (2020) observaram que a área mapeada foi 20% menor que a área oficial, com um erro médio (ME) de 2.598ha e RMSE de 6.066ha. Apesar da diferença na magnitude e direção do erro com o presente estudo, ambos confirmam a alta correlação linear. A confiabilidade dos métodos de SR, como CEI e MapBiomias, é amplamente corroborada pela literatura recente

(Bahrami *et al.*, 2022), reforçando que a integração de dados de campo calibrados com técnicas avançadas de SR proporciona estimativas de área plantada com alta fidelidade.

## Conclusão

As análises comparativas da safra 2022/2023 não indicaram diferença estatística global ( $p = 0,26$ ) entre o método oficial e o SR, mas a maior dispersão observada nos dados de campo confirma a suscetibilidade destes a superestimativas por fatores operacionais e locais.

Os resultados validam a eficácia das metodologias de SR, evidenciada pela alta consistência entre CEI e MapBiomias ( $R^2 = 0,97$ ) e pela elevada acurácia global do mapeamento CEI (97,2%), reforçando o potencial destas ferramentas como alternativas robustas e replicáveis.

Conclui-se que a divergência na natureza dos dados (área bruta vs. líquida) exige harmonização metodológica e o uso sistemático de geotecnologias é essencial para aprimorar a precisão das estatísticas oficiais, subsidiando com maior assertividade o planejamento e as políticas públicas do setor.

## Contribuição dos autores

**Murilo Schramm da Silva:** Conceituação, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Validação, Visualização de Dados, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição. **Kleber Trabaquini:** Conceituação, Curadoria de dados, Investigação, Metodologia, Visualização de Dados, Supervisão, Escrita – revisão e edição. **Haroldo Tavares Elias:** Conceituação, Curadoria de dados, Obtenção de Financiamento, Investigação, Administração do Projeto, Supervisão, Visualização de Dados, Escrita – revisão e edição. **Tarik Cuchi:** Conceituação, Curadoria de Dados, Análise Formal, Investigação, Visualização de Dados, Escrita – revisão e edição.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses no desenvolvimento deste trabalho.

## Dados de pesquisa

Os dados serão disponibilizados pelos autores por solicitação.

## Financiamento

Este trabalho recebeu apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc).

## Referências

- BETTA, M.M.D.; TRABAGUINI, K.; ELIAS, H.T.; SILVA, M.S. da. Mapeamento da soja por meio de imagens Landsat e Sentinel-2 nos municípios de Lages e Capão Alto em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 35, n. 2, p. 68–73, 2022. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i2.1347>. Acesso em: 10 fev. 2025.
- BAHRAMI, H.; MCNAIRN, H.; MAHDIANPARI, M.; HOMAYOUNI, S. A meta-analysis of remote sensing technologies and methodologies for crop characterization. **Remote Sensing**, v. 14, n. 22, p. 5633, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14225633>. Acesso em: 11 set. 2025.
- CHEN, H.; LI, H.; LIU, Z.; ZHANG, C.; ZHANG, S.; ATKINSON, P.M. A novel Greenness and Water Content Composite Index (GWCCI) for soybean mapping from single remotely sensed multispectral images. **Remote Sensing of Environment**, v. 295, p. 113679, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113679>.
- CONAB. **Portal de Informações Agropecuárias**. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/mapeamentos-agricolas.html>. Acesso em: 27 out. 2023.
- CONGALTON, R.G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2019.
- CONRAD, C.; DECH, S.; DUBOVYK, O.; FRITSCH, S.; KLEIN, D.; LOW, F.; ZEIDLER, J. Deriva-

tion of temporal windows for accurate crop discrimination in heterogeneous croplands of Uzbekistan using multitemporal RapidEye images. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 103, p. 63-74, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.02.003>.

EPAGRI. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. Epagri/Cepa. **Síntese Anual da Agricultura Catarinense**. Florianópolis, SC, 2022. Disponível em: [https://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/publicacoes/Sintese\\_2020\\_21.pdf](https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2020_21.pdf). Acesso em: 28 ago. 2022.

EPAGRI. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Metodologia e estratégia de ação — Projeto Safras**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2025. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1ELcn2GrhJvCD5IXbskU1od1woS18kKbw/view>.

FERRAZ, D. da P.G.B.; VICENS, R.S. Desempenho do Descritor Máxima Diferença na Classificação de Plantações de Eucalipto no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 71, n. 1, p. 99-121, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/rb-cv71n1-46143>. Acesso em: 18 fev. 2025.

ROY, S.; GRIESER, J.; EVANS, J. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, v. 202, p. 18-27, 2017.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 28 jun. 2022.

IBGE. **Malha Municipal**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 28 ago. 2022.

INFOAGRO. **Sistema Integrado de Informações Agropecuárias**. 2023. Disponível em: <https://www.infoagro.sc.gov.br/index.php/safra/producao-vegetal>. Acesso em: 28 ago. 2023.

MAPBIOMAS. **Coleção 2023 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra**

do Brasil. Disponível em: [https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura\\_10m](https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura_10m). Acesso em: 02 fev. 2023.

OBSERVATÓRIO AGRO CATARINENSE. **Painel de produção Agropecuária**. Disponível em: <https://www.observatorioagro.sc.gov.br/areas-tematicas/producao-agropecuaria/paineis/#nav-794>. Acesso em: 11 fev. 2025.

PALUDO, A.; BECKER, W.R.; RICHETTI, J.; SILVA, L.C.A.; JOHANN, J.A. Mapping summer soybean and corn with remote sensing on Google Earth Engine cloud computing in Paraná state – Brazil. **International Journal of Digital Earth**, v. 13, n. 12, p. 1624–1636, 2020. DOI: [10.1080/17538947.2020.1772893](https://doi.org/10.1080/17538947.2020.1772893). DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/17538947.2020.1772893>.

RHODES, C.J.; HENRYS, P.; SIRIWARDENA, G.M.; WHITTINGHAM, M.J.; NORTON, L.R. The relative value of field survey and remote sensing for biodiversity assessment. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 6, n. 7, p. 772–781, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12385>.

RIZZI, R.; RISSO, J.; EPIPHANIO, R.D.V.; RUDORFF, B.F.T.; FORMAGGIO, A.R.; SHIMABUKURO, Y.E.; FERNANDES, S.L. Estimativa da área de soja no Mato Grosso por meio de imagens MODIS. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 14, p. 387-394, 2009. Acesso em: 11 jul. 2022.

SILVA JUNIOR, C.A.; NANNI, M.R.; TEODORO, P.E.; SILVA, G.F.C. Vegetation Indices for Discrimination of Soybean Areas: A New Approach. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 4, p. 1331–1343, 2017. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2017.01.0003>.

SILVA JUNIOR, C.A. da; LEONEL-JUNIOR, A.H.S.; ROSSI, F.S.; CORREIA FILHO, W.L.F.; SANTIAGO, D.B.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J.F. de; TEODORO, P.E.; LIMA, M.; CAPRISTO-SILVA, G.F. Mapping soybean planting area in midwest Brazil with remotely sensed images and phenology-based algorithm using the Google Earth Engine platform. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 169, p. 105194, 2020. ISSN: 0168-1699. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105194>.

SILVA JUNIOR, C.A. da; TEODORO, P.E.;

DELLA-SILVA, J.L.; ROSSI, F.S.; NANNI, M.R. Perpendicular Crop Enhancement Index: A New Approach To Soybean Monitoring Using Time-Series. *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 20., 2023, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: INPE, 2023 p. 156226. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2023/trabalhos/perpendicular-crop-enhancement-index-a-new-approach-to-soybean-monitoring-using?lang=en>. Acesso em: 10 fev. 2025.

SOUZA, C. M., JR., Z. SHIMBO, J., ROSA, M. R., PARENTE, L. L., A. ALENCAR, A., RUDORFF, B. F. T., HASENACK, H., MATSUMOTO, M., G. FERREIRA, L., SOUZA-FILHO, P. W. M., DE OLIVEIRA, S. W., ROCHA, W. F., FONSECA, A. V., MARQUES, C. B., DINIZ, C. G., COSTA, D., MONTEIRO, D., ROSA, E. R., VÉLEZ-MARTIN, E., ... AZEVEDO, T. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, n.v17, p. 2735, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12172735>.

USDA. **Production: Soybeans**. Washington, DC: USDA, 2024. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/2222000>. Acesso em: 18 fev. 2025.

XIAO, G.; HUANG, J.; SONG, J.; LI, X.; DU, K.; HUANG, H.; SU, W.; MIAO, S. A novel soybean mapping index within the global optimal time window. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 217, p. 120–133, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2024.08.006>.

ZHANG, H.; LOU, Z.; PENG, D.; ZHANG, B.; LUO, W.; HUANG, J.; ZHANG, X.; YU, L.; WANG, F.; HUANG, L.; LIU, G.; GAO, S.; HU, J.; YANG, S.; CHENG, E. Mapping annual 10-m soybean cropland with spatiotemporal sample migration. **Scientific Data**, v. 11, n. 1, p. 439, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-024-03273-5>.

ZHONG, L.; GONG, P.; BIGING, G. S. Efficient corn and soybean mapping with temporal extendability: A multi-year experiment using Landsat imagery. **Remote Sensing of Environment**, v.140, p.1-13, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.08.023>.

# Efeitos da temperatura e da umidade no desenvolvimento e consumo alimentar de *Bombyx mori* em Sirgaria no Mato Grosso do Sul

Édiston Tomazelli<sup>1</sup>, Marcos Massuo Kashiwaqui<sup>2</sup>, Adriane da Fonseca Duarte<sup>3\*</sup>, Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui<sup>4</sup>

**Resumo** – A sericultura compreende a criação do bicho-da-seda com finalidade de obtenção de fibras têxteis. O Brasil é o sétimo maior produtor de seda, empregando pequenos agricultores familiares. Considerando que nos últimos anos as mudanças climáticas estão alterando drasticamente os ambientes produtivos, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência da temperatura e umidade do ar no desenvolvimento de *Bombyx mori* L. nas diferentes estações do ano (outono, primavera e verão). O experimento foi conduzido no Assentamento Indaiá, no município de Itaquiraí, MS, nos meses de maio e novembro de 2008 e janeiro de 2009. A cultivar de amoreira utilizada foi Korin, e os dados de temperatura e umidade relativa nos barracões foram monitorados com um termo-higrômetro. O método aplicado para quantificar a dieta nutricional do bicho-da-seda baseou-se em três medidas: peso do alimento consumido, peso das fezes e peso adquirido pelo inseto. Não foi evidenciada influência da temperatura e umidade nos parâmetros biométricos e nutricionais. Os resultados indicam que o fornecimento contínuo de alimento exerceu maior influência sobre o desenvolvimento larval do que as variações de temperatura e umidade.

**Palavras-chave:** Bicho-da-seda; Condições ambientais; Sericultura; Bioecologia.

## Effects of temperature and humidity on the development and food consumption of *Bombyx mori* in Syrgaria in Mato Grosso do Sul

**Abstract** – Sericulture involves raising silkworms for the production of silk. Brazil is the seventh-largest silk producer, employing small family farmers. Considering that climate change has drastically altered production environments in recent years, the objective of this study was to evaluate the influence of temperature and humidity on the development of *Bombyx mori* L. throughout the seasons (fall, spring and summer). The experiment was conducted at the Indaiá Settlement in the municipality of Itaquiraí, Mato Grosso do Sul, from May to November 2008 and January 2009. The mulberry cultivar used was Korin, and temperature and relative humidity data in the sheds were monitored with a thermohygrometer. The method used to quantify the silkworm's nutritional diet was based on three measurements: the weight of food consumed, the weight of feces, and the weight gained by the insect. No influence of temperature and humidity on biometric and nutritional parameters was observed. The results indicate that the continuous supply of food exerted a greater influence on larval development than variat-ions in temperature and humidity.

**Keywords:** Silkworm; Environmental conditions; Sericulture; Bioecology.

## Introdução

A sericultura é a atividade agropecuária de criação do bicho-da-seda, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae), (híbridos comerciais) que objetiva a exploração comercial dos casulos (Sabag; Nicodemo; Oliveira, 2013). O Brasil foi o sétimo produtor mundial em 2023 (FAOSTAT, 2025), empregando grande número de pequenos agricultores fami-

liares nos estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Mato Grosso do Sul (Pinto; Murofuse; Carvalho, 2015). Por ser desenvolvida em uma ampla área geográfica no Brasil, nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, essa atividade é influenciada pelas condições climáticas inerentes a cada região e, por vezes, imprevisíveis (Panucci-Filho *et al.*, 2011), podendo influenciar na produtividade.

A relação das variações ambientais

com o ciclo biológico deste inseto é cientificamente documentada, mas a grande maioria desses estudos foi desenvolvida em laboratório (Sujatha *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2023). Rabha *et al.* (2025) avaliaram a influência das condições climáticas (Umidade relativa=UR e temperatura=T°C) na ocorrência de doenças infecciosas (virais e bacterianas), em diferentes épocas e locais da Bengala Ocidental, e verificaram que há

Recebido em 19/08/2025. Aceito para publicação em 07/11/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2210>

Editor - Editor de seção: Luiz Augusto Martins Peruch/ Epagri – Joatan M. da Rosa/ UFPR

1Policial Militar do Paraná, Soldado. Licenciado em Ciências Biológicas/UEMS, Mundo Novo, MS, Rodovia BR 163, nº 235, Bairro Universitário, CEP 79982-384, etomazelli@yahoo.com.br

2Engenheiro-agrônomo, Dr. em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Mundo Novo, MS, Rodovia BR 163, nº 235, Bairro Universitário, CEP 79982-384, mkashiwaqui@yahoo.com.br e marcos.kashiwaqui@uems.br

3Engenheira-agrônoma, Dra. em Fitossanidade, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Mundo Novo, MS, Rodovia BR 163, nº 235, Bairro Universitário, CEP 79982-384, adriane.duarte@uems.br

4Bióloga, Dra. em Ciências, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Mundo Novo, MS, Rodovia BR 163, nº 235, Bairro Universitário, CEP 79982-384, elainealk@uems.br

correlação forte. Sendo assim, é extremamente importante conhecer o quanto as variações climáticas influenciam na produção final da seda, sobretudo em condições experimentais de campo (barracões comerciais).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar como a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar influenciam no consumo alimentar e na taxa de desenvolvimento das larvas de *B. mori*, em condições reais de campo (sirgarias).

## Material e métodos

**Local do estudo:** O estudo foi realizado na propriedade do Projeto de Assentamento Indaiá (54°13'29.36"W e 23°29'21.05"S), no município de Itaquiraí, MS, em uma sirgaria de 30 metros de comprimento por 7,50 metros de largura, a qual possui seis camas (14 metros de comprimento por 1,6 de largura) de tratamento das lagartas de bicho-da-seda (Figura 1).

**Delineamento experimental:** O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, com seis repetições (camas) por mês de coleta. As camas foram divididas subjetivamente em sete quadrantes de 02m cada quadrante, dos quais, um deles foi sorteado para a tomada dos dados (Figura 1). As lagartas do 3º ínstar, entregues aos produtores do bicho-da-seda foram obtidas de lotes de cruzamentos comerciais híbridos (raças japonesa e chinesa), provenientes da sementagem da Fiação de Seda Bratac S.A., sediada no município de Bastos, SP.

**Coleta de dados ambientais e biométricos:** Os dados de temperatura ambiente (T°C) e Umidade Relativa do Ar (UR%), dentro e fora do Barracão, foram coletados com termo-higrômetro digital, com calibração de um minuto. Para a tomada dos dados biométricos foram feitas visitas diárias ao barracão ao entardecer, nos meses de maio/2008 (outono), novembro/2008 (primavera) e janeiro/2009 (verão). Nesse período, diariamente, duas lagartas foram medidas (mm) e pesadas (g) aleatoriamente por cama, totalizando doze lagartas por dia, ao longo do desenvolvimento do 3º ínstar (repetições) até o momento de

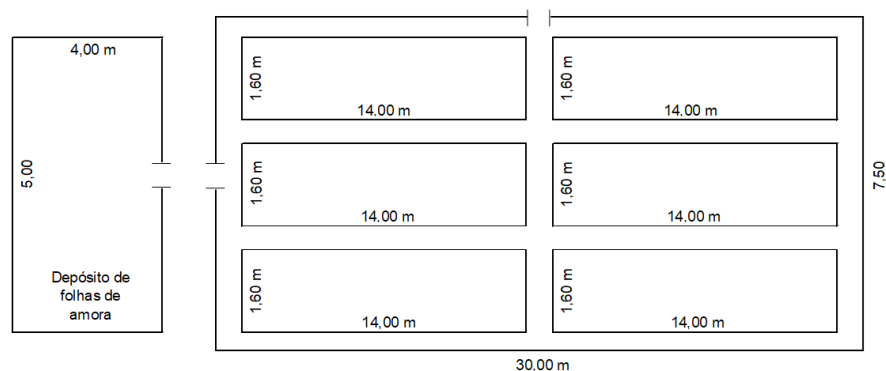


Figura 1. Planta representativa da Sirgaria  
Figure 1. Representative plan of the Sirgaria  
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
Source: Elaborated by the Authors (2025)

encasulamento (final do 5º ínstar). Para isso, utilizamos um paquímetro (comprimento total em milímetros (mm) e uma balança (peso em gramas (g)), ambos digitais (desinfetados com água de cal).

Os galhos de amoreira da variedade Korin (*Morus alba* L.) utilizados para a alimentação dos ínstares eram podados diariamente e estocados no depósito. Também foi estimada a quantidade diária de galhos verdes de amoreiras fornecidas para alimentação das lagartas durante todo o período do trabalho (peso úmido em kg). O material não consumido na alimentação (resíduos de amoreira) e os resíduos metabólicos (fezes) foram pesados ao final do encasulamento após a limpeza das camas de crescimento, utilizando uma balança. O método aplicado para quantificar a dieta das lagartas baseou-se em três medidas: peso do alimento (galhos verdes de amoreira), peso das fezes (resíduos metabólicos) e peso do ganho pelo inseto (média = peso inicial – peso final/dia) conforme metodologia de Bortoli *et al.* (2002), com a diferença que nosso experimento não foi realizado em laboratório, mas nos barracões de produção.

1- Para a avaliação do consumo do alimento foi empregado o método gravimétrico proposto por Waldbauer (1968) e utilizado por Porto (2006), empregando os seguintes índices nutricionais: **Taxa de consumo relativo (TCR)**.  $TCR = I / B \times T$ , em que:

B = peso médio das lagartas durante o tempo (T);

I = alimento consumido durante o tempo (T) e

T = tempo de duração do período de alimentação.

**2- Taxa metabólica relativa (TMR)**.  $TMR = M / B \times T$ , em que:

M = alimento metabolizado durante o tempo (T), ou seja, parte do alimento assimilado que foi utilizado na forma de energia para o metabolismo ( $M = (I - F) - GP$ );

GP = ganho de peso das lagartas no tempo T;

I-F = alimento assimilado durante o tempo T e,

F = alimento não digerido + produtos de excreção.

**3- Taxa de crescimento relativo (TCrR)**.  $TCrR = GP / B \times T$ .

**4- Eficiência de conversão ao alimento ingerido (ECI)**.  $ECI = GP / I \times 100$ .

**5- Eficiência de conversão do alimento digerido (ECD)**.  $ECD = GP / I - F \times 100$ .

**6- Digestibilidade aproximada (DA)**.  $DA = I - F / I \times 100$ .

**Análises estatísticas:** Os dados foram submetidos às análises exploratórias para observar padrões temporais, executadas no programa *Microsoft Office Excel* (2003). E analisados através da ANOVA (uni ou bifatorial) usando o mês e a idade do ínstar como fatores de variação, as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey*. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$  pelo *software Statistic™*.

Resultados e discussão

No período de estudo, foram medidos um total de 672 indivíduos de *B. mori*, sendo 264 em maio/2008 (com 22 dias de coleta até o encasulamento), 192 em novembro/2008 (com 16 dias até o encasulamento) e 216 em janeiro/2009 (com 18 dias até o encasulamento), ou seja, nas estações de outono, primavera e verão. Deste total, os ínstaros foram representados (idades diferentes) por 162 indivíduos do 3º ínstar de 10,00 – 24,00mm (cerca de 34% mês<sup>-1</sup>), 147 para o 4º ínstar de 24,01 – 40,00mm (de 30 a 40% mês<sup>-1</sup>) e 363 para 5º ínstar > 40,01 (22 a 52% mês<sup>-1</sup>) (Figura 2). Esses números mostram a aleatoriedade nas amostras, evidenciando uma equidade entre o 3º e 4º ínstaros. Porém, isso não se aplica para o 5º ínstar, que foi o mais representativo nas coletas no mês de maio/2008 (Figura 2). Esse fato pode ser explicado pelo tempo de desenvolvimento dos ínstaros, que nesse mês foi mais lento (22 dias) quando comparado aos demais.

Com relação às médias de comprimento corporal e temperatura, os maiores valores foram verificados em janeiro/2009. Entretanto, para as variáveis peso de lagartas e consumo de folhas de amora, os maiores valores foram observados em novembro/2008. A maior média de umidade relativa do ar foi observada em maio/2008 (Tabela 1).

A ANOVA bifatorial não evidenciou interações significativas nos comprimentos (mm) e pesos (g) corporais entre os diferentes ínstaros e os meses de amostragem (Figura 3A e 3B). Por outro lado, foram evidentes as diferenças entre as médias de comprimento [ANOVA, F(2, 53) = 108,39; p < 0,05] e peso [ANOVA, F(2, 53) = 80,72; p < 0,05] das lagartas quando testadas somente com os ínstaros.

Todas as médias de comprimento entre ínstaros (mm) foram diferentes entre si (Tukey ≤ 0,05), ao passo que, quanto às médias de peso, somente o 5º ínstar diferiu das demais (Figura 3B), demonstrando elevado ganho de peso nessa fase, fator importante para a produção de casulos e para as fases biológicas posteriores (Porto, 2004).

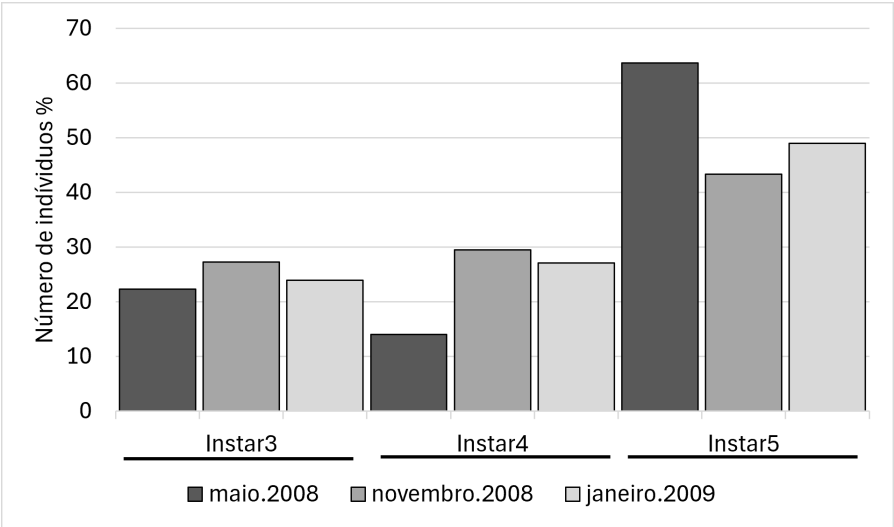


Figura 2. Porcentagem do número de indivíduos coletados em terceiro ínstar (id3), quarto ínstar (id4) e quinto ínstar (id5) por mês de amostragem  
Figure 2. Percentage of the number of individuals collected in the third instar (id3), fourth instar (id4), and fifth instar (id5) per sampling month  
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
Source: Elaborated by the Authors (2025)

Tabela 1. Médias ± erro padrão, do comprimento (mm), peso das lagartas (g), temperatura (T), umidade relativa (UR) e peso úmido de folhas de amora consumidas (kg)  
Table 1. Means ± standard error of length (mm), caterpillar weight (g), temperature (T), relative humidity (RH), and wet weight of consumed mulberry leaves (kg)

| Meses  | Comprimento (mm) | Peso (g)    | T (°C)       | UR (%)       | Amora (kg)      |
|--------|------------------|-------------|--------------|--------------|-----------------|
| mai/08 | 41,40 ± 4,57     | 1,47 ± 0,31 | 21,19 ± 0,73 | 63,72 ± 3,41 | 437,57 ± 81,81  |
| nov/08 | 41,22 ± 5,66     | 1,96 ± 0,53 | 25,55 ± 0,86 | 65,31 ± 3,19 | 586,13 ± 152,33 |
| jan/09 | 42,31 ± 5,34     | 1,71 ± 0,31 | 29,99 ± 1,01 | 58,66 ± 3,53 | 346,26 ± 80,54  |

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
Source: Elaborated by the Authors (2025)

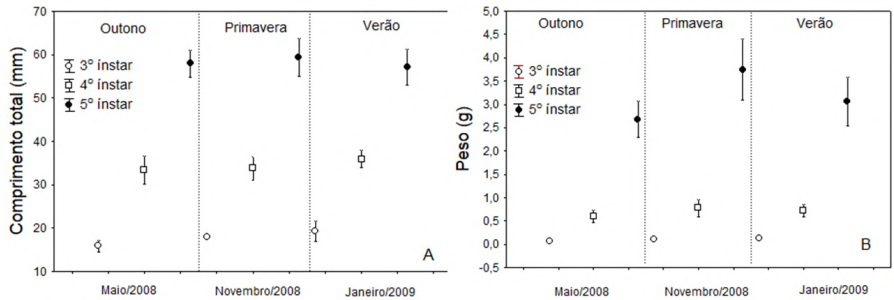


Figura 3. Médias (± EP) das variáveis biométricas (A. comprimento, B. peso) das lagartas em diferentes ínstaros nos meses de coleta  
Figure 3. Means (± SE) of biometric variables (A. length, B. weight) of caterpillars in different instars during the collection months  
Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
Source: Elaborated by the Authors (2025)

Com relação às variáveis ambientais, foi verificada diferença significativa para a temperatura ( $p < 0,05$ ), enquanto para a umidade relativa (UR) não houve diferença (Figura 4). O desenvolvimento das larvas de *B. mori* é muito influenciado pela temperatura, podendo ocasionar desequilíbrio das diversas funções orgânicas do inseto, prejudicando desempenho (Zambrano-González *et al.*, 2023). A influência da UR no desenvolvimento das larvas também é observada, porém em menor proporção. Khan (2014), em seu estudo, verificou que 80% é o valor mais adequado, quando ultrapassa o intervalo entre 60 e 90%, a sanidade das larvas é comprometida.

Os valores dos atributos biométricos no 5º instar remetem à observação de que nessa idade os insetos necessitam de maiores quantidades de recursos alimentares (Figuras 3A e 3B), mostrando interação significativa entre o fator tempo e a idade dos ínstar (Figura 5), com relação ao consumo de folhas de amoreira. O consumo foi maior no 5º instar em todos os meses de amostragem, principalmente em novembro/08, quando a UR média também foi maior (65,31%).

A alimentação das lagartas é o principal fator de sucesso na produção de seda, pois o desempenho em produzir seda é influenciado pela quantidade e qualidade de alimento ingerido (Bortoli *et al.*, 2002). Esse quadro pode ser resumizado na relação peso/comprimento (Figura 6) dos insetos. A melhor relação foi em novembro/2008, onde a energia alocada (amoreiras) teve um aumento (Figura 6B), cuja evidência pode ser visualizada na Figura 7.

Apesar do mês de maio ter mais dias em desenvolvimento e o mês de janeiro ser o mais quente (Tabela 1), em novembro se obteve mais ganho de peso no final (média) do desenvolvimento dos ínstar. Fase essa que é seguida do encasulamento, ou seja, produção de seda. De acordo com Marchi *et al.* (2009), para *B. mori*, a proporção de nutrientes é muito importante para um ótimo crescimento e especialmente para o desenvolvimento da glândula sericígena e a produção do fio de seda. Os índices

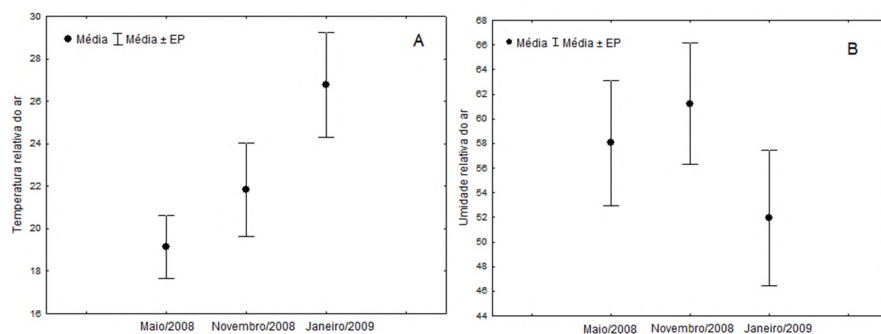


Figura 4. Médias das variáveis ambientais (A. temperatura, B. Umidade Relativa) dos diferentes meses de amostragem ( $\pm$  erro padrão)

Figure 4. Averages of environmental variables (A. temperature, B. Relative Humidity) for the different sampling months ( $\pm$  standard error)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: Elaborated by the Authors (2025)

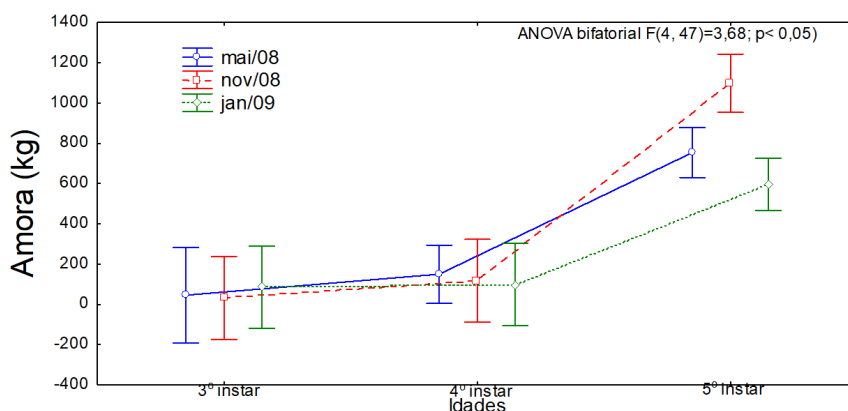


Figura 5. Médias de peso úmido de folhas de amora consumidas pelos diferentes ínstar durante os diferentes meses de coleta (Barras verticais demonstram 95% do intervalo de confiança).

Figure 5. Average wet weight of mulberry leaves consumed by different instars during different collection months (Vertical bars show 95% confidence interval)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: Elaborated by the Authors (2025)

de consumo avaliados são amplamente aplicados em estudos de adequabilidade de dietas (Porto *et al.*, 2006), pois revelam como os componentes ambientais e nutricionais influenciam o comportamento dos indivíduos e o ganho de peso, bem como a qualidade da seda, o que também foi encontrado por Lopes *et al.* (2023), onde a temperatura afetou o crescimento, desenvolvimento e o sistema imune, que por sua vez influencia na produção de seda.

Com base nos parâmetros avaliados em relação à quantidade de folhas verdes de amoreira, e também o consumo nutricional (índices) nos diferentes me-

ses de coleta (estações), observamos que em novembro/2008 se obteve a maior eficiência (Tabela 2), sugerindo que as variáveis ambientais do mês em questão são as mais favoráveis para o desenvolvimento larval (Tabela 1), pois favoreceu o consumo. Dessa forma, compreende-se que os recursos foram mais bem assimilados se comparados aos demais períodos.

Foram verificadas correlações significativas entre a qualidade de folhas de amora e as idades dos ínstar ( $R=0,77$ ), comprimento ( $R=0,85$ ) e peso ( $R=0,88$ ). Os meses de coleta também se correlacionaram com a temperatura.

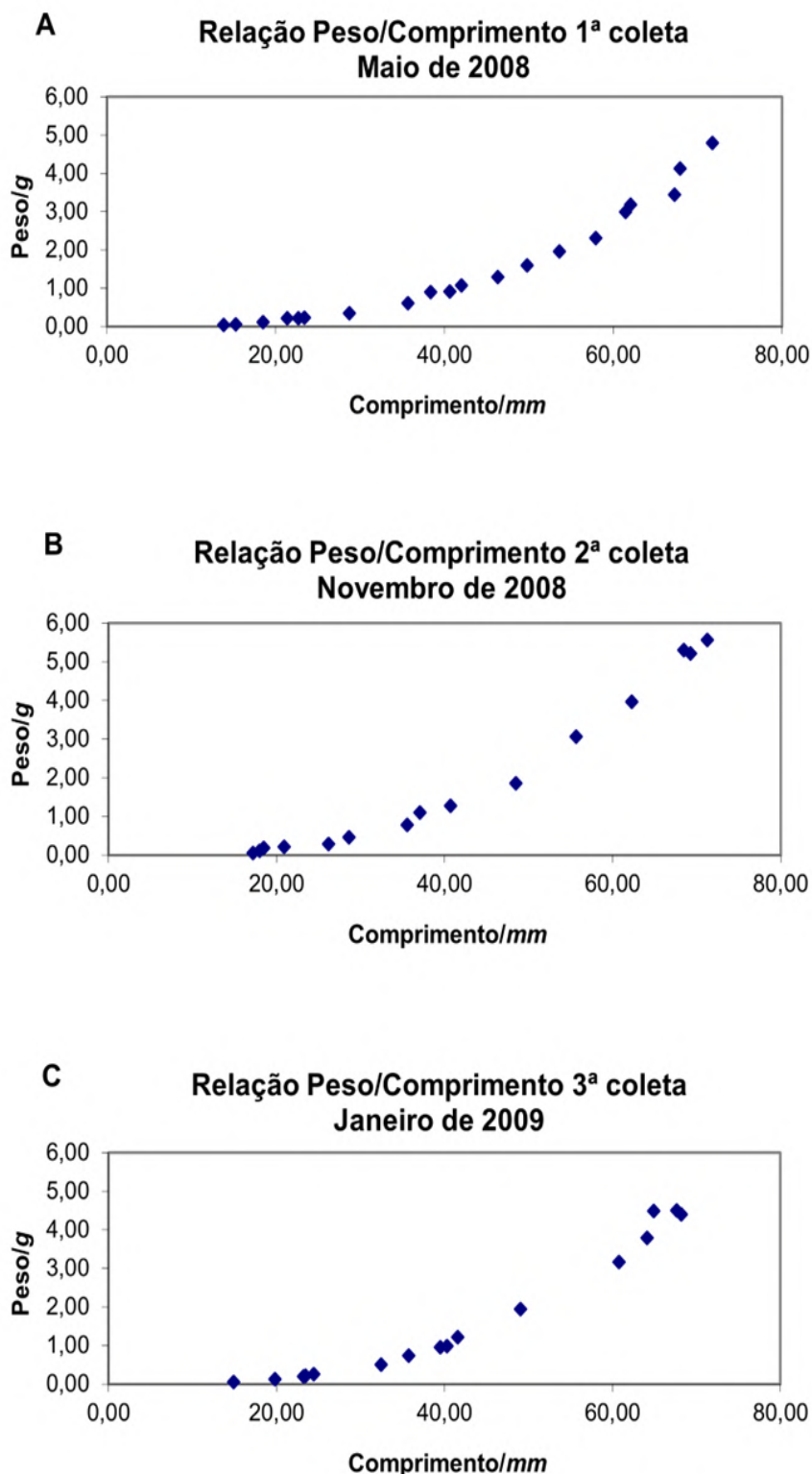


Figura 6. Incremento corporal (peso/comprimento) verificado para os diferentes meses de coletas

Figure 6. Body gain (weight/length) recorded for the different months of data collection

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: Elaborated by the Authors (2025)

Embora a UR não tenha variado muito, esta precisa ser considerada, uma vez que pesquisas realizadas em outros países indicam que as alterações climáticas influenciam fortemente a sanidade dos ambientes produtivos, pois a UR alta favoreceu a ocorrência de doenças (virais e bacterianas) (Rabha *et al.*, 2025). Sendo assim, pesquisas que foquem em estudar a influência das variações climáticas também na sanidade dos insetos precisam ser consideradas no Brasil.

## Conclusão

- A influência ambiental foi pequena, e apenas para as diferentes temperaturas;

- O fornecimento de alimento constantemente (folhas verdes de amoreira) para as lagartas é determinante para um bom desenvolvimento dos casulos;

- Mais estudos precisam ser realizados, principalmente considerando a sanidade dos insetos no ambiente.

## Contribuição dos autores

**Édiston Tomazelli** – Concepção, Design do estudo, Investigação, Recursos, Validação e redação inicial. **Marcos Massuo Kashiwaqui** – Design do estudo, Metodologia, Curadoria de dados, Investigação, Análise dos dados, Validação e redação. **Adriane da Fonseca Duarte** – Conceituação, Revisão, Redação, Validação e edição. **Elaine Antoniassi Luiz Kashiwaqui** – Concepção, Supervisão, Administração do projeto, Curadoria e visualização de dados, Análise dos dados e Redação.

## Dados de pesquisa

Os dados estão disponibilizados no repositório de dados Zenodo com Doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17860206>

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

## Financiamento

Este trabalho não recebeu recursos de uma fonte financiadora externa.

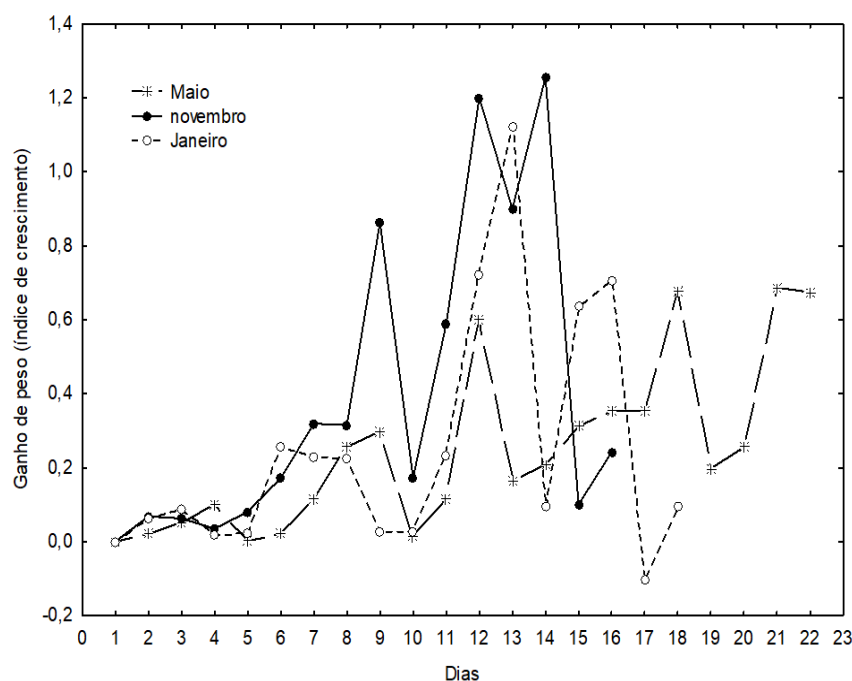


Figura 7. Taxa de crescimento corporal dos indivíduos do bicho-da-seda nos diferentes meses de amostragem

Figure 7. Body growth rate of silkworm individuals in different sampling months

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: Elaborated by the Authors (2025)

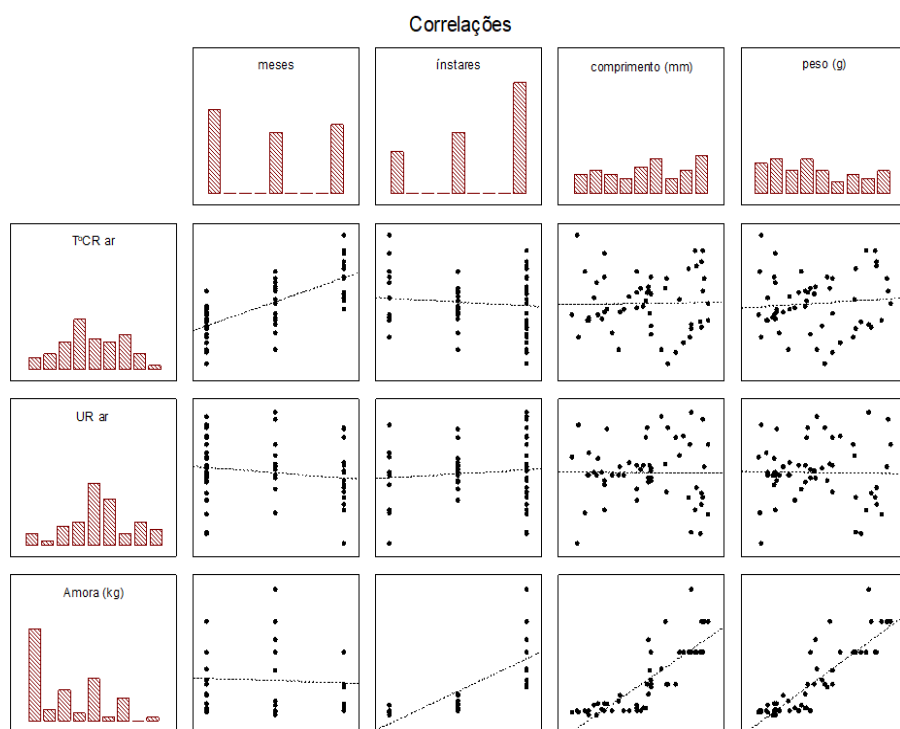


Figura 8. Correlações de Pearson entre os fatores e as variáveis estudadas no período de amostragem

Figure 8. Pearson correlations between the factors and variables studied during the sampling period

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: Elaborated by the Authors (2025)

## Referências

BORTOLI, S. A.; MONTAGNA, M. A.; MIRANDA, J. E.; MURATA, A. T.; TAKAHASHI, R. Índices de consumo e utilização de cultivares de amoreira por *Bombyx mori* L. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 77, n. 1, p. 65-77, 2002. DOI: <https://doi.org/10.37856/bja.v77i1.1343>.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2025. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acesso em: 28 outubro 2025.

KHAN, M. M. Effects of Temperature and R. H. % on Commercial Characters of Silkworm (*Bombyx mori* L.) cocoons in Anantapuramu district of AP, India. **Research Journal Agricultural Forest Science**, v. 2, n. 11, p. 1-3, 2014. Disponível em: [https://www.isca.in/AGRI\\_FORESTRY/Archive/v2/i11/1.ISCA-RJAFS-2014-034.php](https://www.isca.in/AGRI_FORESTRY/Archive/v2/i11/1.ISCA-RJAFS-2014-034.php). Acesso em: 25 agosto 2025.

LOPES, T. B. F.; RACHEL, C. M. A.; SOUZA, R. F.; NASCIMENTO, C. C.; DIONÍSIO, J. F.; MANTOVANI, M. S.; SEMPREBON, S. C.; ROSA, R. DA. Influence of temperature variation on gene expression and cocoon production in *Bombyx mori* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Bombycidae). **Comparative Biochemistry and Physiology - Part D: Genomics and Proteomics**, v. 47, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2023.101111>

MARCHI, S.; FODRA, R. C.; MARCHI, L.; PEIREIRA, L. H.; SANTANA, D. F.; SIGNORINI, T.; RUIZ, H. B.; OLIVEIRA, J. R. DE; FERREIRA, G. A. Influência da alimentação na morfologia da glândula sericígena de lagartas no 5º instar de *Bombyx mori* L. utilizando diferentes cultivares de amoreira. **Arquivos Ciências Veterinárias e Zoologia**, v. 12, n. 1, p. 17-22, 2009. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/2929>. Acesso em: 25 agosto 2025.

PANUCCI-FILHO, L.; CHIAU, A. V.; PACHECO, V. O custo da Sericicultura: A produção de casulos de bicho-da-seda no Paraná. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 37-55, 2011. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/download/1747/1185>. Acesso em: 25 agosto 2025.

PINTO, N. F.; MUROFUSE, N. T.; CARVALHO, M. de. Processo e cargas de trabalho e a saúde dos trabalhadores na sericicultura: uma revisão. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 40, n. 132, p. 237-247,

Tabela 2. Quantidade e qualidade dos recursos alimentares consumidos pelas lagartas nos diferentes meses de coleta. Os índices utilizados foram: taxa de consumo relativo (TCR), taxa metabólica relativa (TMR), taxa de crescimento relativo (TCrR), eficiência de conversão ao alimento ingerido (ECI), eficiência de conversão do alimento digerido (ECD) e digestibilidade aproximada (DA)

Table 2. Quantity and quality of food resources consumed by caterpillars in different collection months. The indices used were: relative consumption rate (RCR), relative metabolic rate (RMR), relative growth rate (RGR), conversion efficiency to ingested food (CEI), conversion efficiency of digested food (CED), and approximate digestibility (AD)

|                           | maio/08         | novembro/08      | janeiro/09      |
|---------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Trato de amoras (kg) I    | 9573,50 ± 83,65 | 9595,90 ± 147,49 | 6766,00 ± 79,14 |
| Resíduo do trato de amora | 5311,80         | 5087,40          | 3659,70         |
| Alimento ingerido (Total) | 4261,70         | 4508,50          | 3106,30         |
| F                         | 1404,00         | 1232,00          | 630,00          |
| I-F                       | 2857,70         | 3276,50          | 2476,30         |
| F                         | 6715,80         | 6319,40          | 4289,70         |
| B x T                     | 33,44           | 31,38            | 30,94           |
| M                         | 2857,45         | 3276,10          | 2476,05         |
| GP                        | 0,25            | 0,40             | 0,25            |
| TCR                       | 286,26          | 305,82           | 218,68          |
| TMR                       | 85,44           | 104,41           | 80,03           |
| TCrR                      | 0,0075          | 0,0127           | 0,0081          |
| ECI                       | 0,0026          | 0,0042           | 0,0037          |
| ECD                       | 0,0087          | 0,0122           | 0,0101          |
| DA                        | 29,85           | 34,14            | 36,60           |
| Consumo per capita/mês    | 10,82           | 17,07            | 11,46           |
| Consumo per capita/dia    | 1,08            | 1,59             | 1,01            |

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
Source: Elaborated by the Authors (2025)

2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0303-7657000095514>.

PORTO, A. J.; FUNARI, S. R. C.; DIERCKX, S. M. A. G. Consumo e utilização do alimento pelo Bicho-da-Seda (*Bombyx mori* L.), alimentado com dois cultivares de amoreira em diferentes idades de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 2, p. 153-166, 2006. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/399/374>. Acesso em: 25 agosto 2025.

PORTO, A. J.; OKAMOTO, F.; CUNHA, E. A.; OTSUK, I. P. Caracterização de oito raças do bicho da seda (*Bombyx mori* L.). **Ciência Rural**, v. 34, n. 1 p. 259-264, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000100040>

RABHA, M.; ETHUNGBENI, T. N.; RAHUL, K.; ALAM, K.; MAHESWARI, M. Temporal analysis of climatic factors influencing silkworm disease incidences in commercial sericulture crops of West Bengal, India (2018–2024). **The Journal of Basic and Applied Zoology**, v. 86, p. 65-72, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41936-025-00483-0>

SABBAG, O. J.; NICODEMO, S.; OLIVEIRA, J. E. M. Custos e viabilidade econômica da produção de casulos do bicho-da-seda. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 187-194, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000200004>

SUJATHA, G. S.; KUMAR, G. A.; TEJA, K. S. S.; DEVI, D. L.; MADHURI, V.; PANDA, A.; RUPALI R. J. S.; GAUTAM, S. K. 2024. “A Comprehensive Review of the Effect and Mitigation of Climate Change on Sericulture”. **International Journal of Environment and Climate Change**, v. 14, n. 7, p. 776–788, 2024. DOI: <https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i74317>.

WALDBAUER, G. P. The consumption and utilization of food by insect. **Advances in Insect Physiology**, v. 5, p. 229-282, 1968. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2806\(08\)60230-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2806(08)60230-1)

WANG, Y.; ZHANG, X. ; TIAN, C.; GUO, X.; SHU, Q.; GU, H.; FENG, P.; LI, F.; BING LI, B. Effects of different diets on thermal tolerance in the silkworm, *Bombyx mori*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 172, n. 1, p. 27-34, 2023 DOI: <https://doi.org/10.1111/eea.13382>

ZAMBRANO-GONZÁLEZ, G.; ALMANZA, M.; VÉLEZ, M.; RUIZ-ERAZO, X. Effect of environmental conditions on the changes of voltinism in three lines of *Bombyx mori*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202320210122>

# Qualidade pós-colheita de frutos de morangueiro com aplicação de silício

Maria Gabrielle Borges<sup>1</sup>, Marcelo Henrique Avelar Mendes<sup>2</sup>, Evando Luiz Coelho<sup>3</sup> e Sindynara Ferreira<sup>4</sup>

**Resumo** – O morango é muito apreciado devido ao seu sabor característico e valor nutricional. A qualidade dos frutos é fundamental para assegurar a aceitação no mercado e a rentabilidade da cultura. É essencial adotar práticas e estratégias durante o cultivo que possam produzir e manter a boa qualidade dos frutos no período pós-colheita. Neste sentido, a adubação foliar com silício pode melhorar a firmeza, a coloração e a qualidade dos frutos. Objetivou-se de avaliar o efeito da fertilização foliar com silício na qualidade pós-colheita de frutos de morangueiro da cultivar Albion. O experimento foi realizado no sistema semi-hidropônico na cidade de Camanducaia, MG. O delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, tendo a parcela experimental composta por 16 plantas, das quais as 10 plantas centrais foram consideradas úteis. Os tratamentos foram compostos por seis doses de silício (0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 mL L<sup>-1</sup>) aplicadas via foliar, em intervalos de 15 dias após o transplantio. Os frutos com 75% de coloração vermelha foram colhidos, embalados e armazenados em temperatura ambiente, em bancadas de laboratório. Foram avaliadas características de sólidos solúveis, firmeza de polpa, escurecimento das sépalas, cor dos frutos com espectrofotômetro e escala visual. Embora não tenha sido observado neste estudo um efeito pronunciado da adubação foliar, o tratamento 3,0 mL L<sup>-1</sup> de silício teve maior eficiência na manutenção dos atributos de qualidade aqui avaliados, principalmente até o 3º dia de avaliação.

**Palavras-chave:** Armazenamento; Elemento benéfico; *Fragaria x ananassa* Duch.; Vida de prateleira.

## Post-harvest quality of strawberry fruits with silicon application

**Abstract** – Strawberries are highly appreciated due to their characteristic flavor and nutritional value. Fruit quality is essential to ensure market acceptance and crop profitability. It is essential to adopt practices and strategies during cultivation that can produce and maintain good fruit quality post-harvest. In this sense, foliar fertilization with silicon can improve the firmness, color and quality of the fruits. The objective of this study was to evaluate the effect of foliar fertilization with silicon on the post-harvest quality of strawberry fruits of the 'Albion' cultivar. The experiment was carried out in a semi-hydroponic system in the city of Camanducaia, MG. The design was randomized blocks, with four replications, with the experimental plot composed of 16 plants, of which the 10 central plants were considered useful. The treatments consisted of six doses of silicon (0; 1.5; 3.0; 4.5; 6.0 and 7.5 mL L<sup>-1</sup>) applied via foliar application, at intervals of 15 days after transplanting. Fruits with 75% red coloration were harvested, packaged, and stored at room temperature on laboratory benches. Characteristics of soluble solids, pulp firmness, sepal darkening, and fruit color were evaluated using a spectrophotometer and visual scale. Although a pronounced effect of foliar fertilization was not observed in this study, the 3.0 mL L<sup>-1</sup> silicon treatment was more efficient in maintaining the quality attributes evaluated here, especially up to the 3rd day of evaluation.

**Keywords:** Storage; Beneficial element; *Fragaria x ananassa* Duch.; Shelf life.

## Introdução

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) destaca-se entre as pequenas frutas cultivadas mundialmente. É apreciado por sua aparência marcante, sabor distinto e composição nutricional expressiva (Zhang *et al.*, 2024), possui

expressiva relevância econômica e social especialmente no Brasil, que é o maior produtor da América do Sul e o nono do mundo, com mais de 218 mil toneladas cultivadas em cerca de 5.300 hectares (Delazeri *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2024).

A qualidade dos frutos é essencial

para garantir sua aceitação no mercado e a rentabilidade da cultura. Caracterizado por elevada perecibilidade, os frutos de morango apresentam vida pós-colheita limitada devido às altas taxas metabólicas, que intensificam a desidratação, a degradação dos tecidos e da coloração, além de aumentar a sus-

Submetido em 05/07/2025. Aceito para publicação em 27/11/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2159>

Editor: Editor de seção: Luiz A. M. Peruch/ Epagri- Rafael Roveri Sabião/Epagri

<sup>1</sup> Engenheira-agrônoma, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Inconfidentes, Praça Tiradentes, 416, Centro, Inconfidentes – MG, CEP 37576-000 e-mail: gabrielleborges.999@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri - Ituporanga), Est. Estrada Geral, Rua Lageado Águas Negras, 453, Ituporanga - SC, 88400-000, email: marceloavelar.agro@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5929-4371>

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes, e-mail: evando.coelho@ifsuldeminas.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6222-8703>

<sup>4</sup> Engenheira-agrônoma, Dra., IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes, e-mail: sindynara.ferreira@ifsuldeminas.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2557-337X>

cetibilidade a danos mecânicos (Pereira *et al.*, 2022; Quarshi *et al.*, 2023).

Esses fatores resultam em perdas econômicas significativas, o que motiva a busca por estratégias de conservação, como controle de temperatura, irradiação e uso de atmosferas controladas, bem como métodos de controle químicos, incluindo fumigação, revestimentos, ozonização e agroquímicos (Valentinuzzi *et al.*, 2021). No entanto, a nutrição vegetal e as aplicações suplementares com fertilizantes surgem como alternativa para auxiliar a preservação da qualidade e a valorização comercial dos frutos (Neuwald *et al.*, 2021; Guarconi *et al.*, 2023).

A nutrição das plantas contribui para a qualidade dos frutos, aumentando a produtividade e reduzindo as perdas pós-colheita (Duarte *et al.*, 2024). Efeitos benéficos da fertilização com silício (Si) têm sido observados em muitas culturas frutíferas. Na framboesa (*Rubus idaeus*) promoveu maior firmeza da fruta (Silva *et al.*, 2023b); no mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) aumentou o teor de acidez titulável, o teor de compostos fenólicos e de antocianinas (Silva *et al.*, 2023b); no morango tem potencial de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos (Xu *et al.*, 2023).

Além disso, o Si atua na redução da atividade respiratória dos frutos e no consumo de água, além de conferir maior rigidez estrutural aos tecidos (Xu *et al.*, 2023b). Esses efeitos contribuem para a melhoria da qualidade pós-colheita, promovendo alterações nas concentrações de sólidos solúveis, antocianinas, acidez titulável e outros parâmetros, resultando em maior qualidade comercial (Silva *et al.*, 2023a). O Si também atua na mitigação de estresses naturais, como temperaturas extremas, influenciando positivamente a fisiologia das plantas (Mir *et al.*, 2022).

Desta forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da fertilização foliar com silício na qualidade pós-colheita de frutos de morango do cultivar Albion.

## Material e métodos

O experimento foi realizado no sítio Maria Santos Borges, localizado em São Mateus de Minas, distrito do município de Camanducaia, MG, no sul de Minas

Gerais (22°42'25" S, 46°01'41" W, 1.300 a 1.400m de altitude). O clima do município trata-se de clima Cfb, com temperatura média de 17,5°C e precipitação anual de aproximadamente 1.880mm (Climate Data, 2024).

A pesquisa, realizada entre os meses de agosto/2023 a março/2024, teve delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, tendo a parcela experimental composta por 16 plantas, das quais as 10 plantas centrais foram consideradas úteis, com três plantas em cada lateral utilizadas como bordadura. Os tratamentos foram compostos por seis doses de silício (0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5mL L<sup>-1</sup>) aplicadas via foliar. A primeira aplicação de silício foi realizada aos 120 dias após o transplantio das mudas (DAT) e as demais aplicações ocorreram a cada 15 dias, totalizando seis aplicações.

Foi utilizado o cultivar comercial de morango 'Albion', em sistema protegido tipo túnel alto, com calhas semi-hidropônicas suspensas no formato de "V", com dimensões de 0,20m de profundidade, 0,30m de largura e 1,0m de altura do solo. O sistema foi coberto com plástico de 75 micras para a cobertura ficando a 0,8m de altura das plantas. O espaçamento entre plantas foi de 0,30m. Para preenchimento das calhas foi utilizado o substrato comercial Dalle mole Organic Compost®, com *mulching* dupla face sobre o substrato.

A irrigação foi realizada por fitas gotejadoras, mantendo o substrato sempre na capacidade de campo. As adubações de manutenção foram administradas via fertirrigação, três vezes ao dia, às 9, 12 e 16 horas, adotando-se 4 minutos por irrigação. A adubação foi realizada de acordo com a recomendação da 5ª Aproximação para a cultura do morangueiro, adaptada para o sistema semi-hidropônico (Ribeiro; Guimaraes; Alvarez, 1999). Durante a fase de crescimento das mudas, a condutividade elétrica (CE) foi ajustada para 0,8S/m, aumentando para 1,2S/m com o início da produção.

As pulverizações para controle de pragas e doenças foram realizadas sempre que necessário, com uso de produtos registrados para a cultura do morango.

O silício foi fornecido por meio da aplicação foliar do produto comercial Protector Sil®, à base de silício solúvel

(silicato de potássio) de fluido viscoso, garantia de 11,78% de silício. A recomendação do produto é de 100 a 500 mililitros (mL) para 100 litros (L) de água. A aplicação foi realizada com borrifador manual de 2L, equipado com bico de cobre ajustável e válvula de alívio acionada a 2,8atm. A pressão de trabalho foi mantida próxima ao limite operacional, assegurando um padrão uniforme de névoa fina. A constância na velocidade de aplicação e na distância em relação aos frutos contribuiu para a padronização do volume pulverizado.

Após quinze dias da última aplicação, no período da manhã, foram colhidos os frutos com 75% de coloração vermelha, conforme metodologia de Andrade Júnior *et al.* (2016).

Esses frutos foram embalados com filme de policloreto de vinila (PVC) de 15μ em bandejas de isopor de 15cm x 15cm, com quatro frutos por bandeja e quatro repetições por tratamento de aplicação, também conforme a metodologia de Andrade Júnior *et al.* (2016).

As bandejas foram colocadas em bancadas em temperatura ambiente (média de 24°C e UR 85%) e foram avaliadas a cada três dias de armazenamento, sendo o dia da colheita o primeiro dia de avaliação. O delineamento experimental utilizado para as avaliações laboratoriais foi de blocos casualizados (DBC), com as bandejas dos seis tratamentos de doses de silício (0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5mL.L<sup>-1</sup>), avaliadas ao longo de três períodos de armazenamento (0, 3 e 6 dias após a colheita), com quatro repetições.

As características avaliadas foram: sólidos solúveis, firmeza de polpa, escurecimento das sépalas, cor dos frutos com espectrofotômetro e escala visual. A análise de sólidos solúveis totais foi determinada no filtrado, com o auxílio de um refratômetro digital da marca Atago Pocket Refractometer, modelo PAL<sup>-1</sup>, com ajuste automático de temperatura e os resultados expressos em graus brix (°Brix), conforme metodologia da Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 2000).

A firmeza de polpa foi determinada com uso de penetrômetro manual de alta precisão com leitura de 0 a 14N, munido de uma ponteira de 7,9mm, perfurando-se cada fruto em dois lados opostos. O escurecimento das sépalas

foi avaliado em uma escala de 1 a 3: 1 para <10%, 2 para 10–40% e 3 para >40% da área escurecida e necrosada, conforme Brackmann *et al.* (2001).

A cor visual dos frutos foi avaliada em uma escala de 1 a 3: 1 para menos de 75% da epiderme vermelha, 2 para 75–95% e 3 para mais de 95% de cobertura vermelha, conforme Brackmann *et al.* (2001).

A cor dos frutos de morango foi determinada com um espectrofotômetro portátil Konica Minolta (CM-2300) no sistema CIELab, medindo:  $L^*$  (luminosidade, de 0 [preto] a 100 [branco]),  $a^*$  (cromaticidade verde a vermelho) e  $b^*$  (cromaticidade azul a amarelo) (Gennadios; Hanna; Kurth, 1997).

As análises estatísticas foram realizadas com o Sisvar® (Ferreira, 2019), utilizando análise de variância em delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas, comparando os efeitos das doses de silício (parcelas) ao longo do armazenamento (subparcelas). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Características de escurecimento de sépalas e cor visual dos frutos foram avaliadas por estatística não paramétrica, pelo teste de Kruskal-Wallis, com o software Real Statistics (Zaoit, 2024).

## Resultados e discussão

A suplementação com Si apresentou pouco efeito sobre os sólidos solúveis, a firmeza e os parâmetros colorimétricos ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ). Entre os tempos de armazenamento, observou-se diferença significativa entre os tratamentos, sendo que na primeira avaliação (zero dia) foram observados os maiores valores, com médias de 7,82°Brix para sólidos solúveis, 3,85N para firmeza, 40,47 para  $L^*$ , 36,23 para  $a^*$  e 26,11 para  $b^*$  (Tabela 1).

Para a variável sólidos solúveis, observou-se diferença significativa entre as doses de silício, apenas na avaliação ao terceiro dia. As doses T3 (3,0mL L<sup>-1</sup>) e T4 (4,5mL L<sup>-1</sup>) resultaram nos maiores valores de °Brix, 6,67 e 6,51, respectivamente (Tabela 1).

O teor de sólidos solúveis é uma característica importante no consumo de frutas, especialmente *in natura*, pois reflete a quantidade de açúcares e ácidos, além de pequenas quantidades de vita-

minas, frutanos, proteínas, pigmentos, compostos fenólicos e minerais. Assim, é um dado fundamental para avaliar a maturação e a qualidade dos frutos, por estar relacionado ao sabor, ao valor calórico e ao nível de aceitação pelos consumidores (Basak *et al.*, 2022).

Quanto à firmeza dos frutos, observou-se diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 1). Na avaliação inicial (zero dias), a dose T6 (7,5mL L<sup>-1</sup>) proporcionou maior firmeza, com 4,42N. Após três dias de armazenamento, apenas as doses T3 (3,0mL L<sup>-1</sup>) e T6 (7,5mL L<sup>-1</sup>) diferiram significativamente do controle, com valores de 3,12 e 3,21N, respectivamente. Aos seis dias de armazenamento, não foram verificadas diferenças entre as doses de silício.

A perda gradual da firmeza ou o amolecimento da polpa ocorrem como consequência natural do amadurecimento. Para a ativação do metabolismo celular há o consumo de açúcar, por meio da respiração, que produz CO<sub>2</sub> e estimula a síntese de etileno, hormônio regulador do amadurecimento. Assim, as enzimas envolvidas na maturação possuem condições satisfatórias para atuar na parede celular, diminuindo a firmeza dos frutos (Munaretto *et al.*, 2018).

Para os parâmetros de coloração ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) dos frutos de morango, a aplicação de silício resultou em diferença significativa apenas na avaliação realizada aos três dias de armazenamento. Nessa ocasião, a dose T3 (3,0mL L<sup>-1</sup>) apresentou os melhores resultados, com valores de 34,66 para  $L^*$ , 32,40 para  $a^*$  e 19,01 para  $b^*$  (Tabela 1).

No sistema CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), verificou-se que os frutos apresentaram valores no primeiro quadrante, com  $a^*$  e  $b^*$  positivos, indicando tonalidades vermelhas e amareladas. Durante o armazenamento, ambos os parâmetros diminuíram, evidenciando a perda de coloração, possivelmente associada à degradação e oxidação de compostos bioativos, que levam à formação de pigmentos escurecidos (Dionisio *et al.*, 2016). De forma semelhante, o parâmetro  $L^*$  também se reduziu, refletindo menor luminosidade e o progressivo escurecimento dos frutos ao longo do período de armazenamento.

A cor é um atributo fundamental para a avaliação da qualidade e para a determinação da vida útil dos frutos,

influenciando diretamente as expectativas sensoriais e hedônicas dos consumidores durante a seleção, compra e consumo dos morangos. A análise instrumental da cor é, portanto, de grande relevância, pois variações nesse parâmetro podem levar à rejeição do produto ainda nas prateleiras (Castro *et al.*, 2015; Da Silva Simão *et al.*, 2022).

As características de escurecimento de sépalas e de cor visual dos frutos, avaliadas por meio de notas de aparência, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos com suplementação de silício. Em todas as análises, os valores de P foram superiores a 0,05, indicando ausência de efeito das doses aplicadas sobre esses parâmetros (Tabela 2).

A presença, a coloração e o frescor das sépalas são atributos relevantes na avaliação da qualidade dos morangos, uma vez que os frutos são colhidos, armazenados e comercializados com as sépalas, as quais contribuem para maior vida de prateleira (Wang *et al.*, 2024; Ye *et al.*, 2024). A deterioração em temperatura ambiente constitui um dos principais desafios da pós-colheita, pois a perda acelerada de umidade compromete rapidamente a aparência, a textura e o valor nutricional dos frutos, resultando em prejuízos econômicos expressivos (Farnezi *et al.*, 2023). Segundo Guimarães *et al.* (2014), em condições ambientais (temperatura média 17,4 ± 2,6°C e umidade relativa 74,1 ± 10,4), os frutos de morangos podem ser armazenados por até três dias.

A ausência de efeito significativo da suplementação de Si nas diferentes doses observada neste estudo contrasta com relatos da literatura. O silício pode promover o acúmulo de sacarose, aumentar a biomassa dos frutos e a produtividade da cultura, além de favorecer a resistência e o acúmulo de pigmentos com proteínas, minerais e açúcares (Munaretto *et al.*, 2018; Xu *et al.*, 2023a).

Essa divergência pode ser explicada pelas condições de cultivo adotadas neste experimento, como o armazenamento em temperatura ambiente. Observa-se que ocorreu perda de qualidade nos frutos armazenados em função do rápido amadurecimento, mesmo com a aplicação foliar de silício.

O uso da refrigeração pode aumentar significativamente o tempo de con-

Tabela 1. Sólidos solúveis, firmeza, parâmetros colorimétricos L\*, a\* e b\*, dos frutos de morango da cultivar Albion, em função das doses de silício, ao longo do tempo de armazenamento  
 Table 1. Soluble solids, firmness, colorimetric parameters L\*, a\* and b\*, of strawberry fruits of the Albion cultivar, as a function of silicon doses, over the storage time

| Sólidos Solúveis (°Brix) |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                          | T1<br>0,0mL L <sup>-1</sup> | T2<br>1,5mL L <sup>-1</sup> | T3<br>3,0mL L <sup>-1</sup> | T4<br>4,5mL L <sup>-1</sup> | T5<br>6,0mL L <sup>-1</sup> | T6<br>7,5mL L <sup>-1</sup> |
| 0º Dia                   | 7,25 aA                     | 7,80 aA                     | 7,56 aA                     | 8,47 aA                     | 8,10 aA                     | 7,76 aA                     |
| 3º Dia                   | 4,58 bB                     | 4,93 bB                     | 6,67 aB                     | 6,51 aB                     | 4,97 bB                     | 5,42 abB                    |
| 6º Dia                   | 2,18 aC                     | 2,45 aC                     | 2,30 aC                     | 3,31 aC                     | 3,12 aC                     | 2,74 aC                     |
| Firmeza (N)              |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
|                          | T1<br>0,0mL L <sup>-1</sup> | T2<br>1,5mL L <sup>-1</sup> | T3<br>3,0mL L <sup>-1</sup> | T4<br>4,5mL L <sup>-1</sup> | T5<br>6,0mL L <sup>-1</sup> | T6<br>7,5mL L <sup>-1</sup> |
| 0º Dia                   | 3,32 bA                     | 4,01 abA                    | 3,61 abA                    | 3,75 abA                    | 4,03 abA                    | 4,42 aA                     |
| 3º Dia                   | 2,13 bB                     | 2,46 abB                    | 3,12 aB                     | 3,00 abB                    | 2,31 abB                    | 3,21 aB                     |
| 6º Dia                   | 1,47 aC                     | 1,33 aC                     | 1,59 aC                     | 1,53 aC                     | 2,02 aC                     | 1,56 aC                     |
| L*                       |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
|                          | T1<br>0,0mL L <sup>-1</sup> | T2<br>1,5mL L <sup>-1</sup> | T3<br>3,0mL L <sup>-1</sup> | T4<br>4,5mL L <sup>-1</sup> | T5<br>6,0mL L <sup>-1</sup> | T6<br>7,5mL L <sup>-1</sup> |
| 0º Dia                   | 38,94 aA                    | 42,81 aA                    | 37,70 aA                    | 39,95 aA                    | 41,28 aA                    | 42,18 aA                    |
| 3º Dia                   | 24,94 bB                    | 24,91 bB                    | 34,66 aB                    | 29,76 abB                   | 23,44 bB                    | 28,03 abB                   |
| 6º Dia                   | 11,57 aC                    | 10,09 aC                    | 10,02 aC                    | 14,44 aC                    | 14,02 aC                    | 11,36 aC                    |
| a*                       |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
|                          | T1<br>0,0mL L <sup>-1</sup> | T2<br>1,5mL L <sup>-1</sup> | T3<br>3,0mL L <sup>-1</sup> | T4<br>4,5mL L <sup>-1</sup> | T5<br>6,0mL L <sup>-1</sup> | T6<br>7,5mL L <sup>-1</sup> |
| 0º Dia                   | 35,80 aA                    | 35,44 aA                    | 35,52 aA                    | 36,31 aA                    | 36,93 aA                    | 37,42 aA                    |
| 3º Dia                   | 23,71 bB                    | 24,27 bB                    | 32,40 aB                    | 28,50 abB                   | 23,00 bB                    | 26,60 abB                   |
| 6º Dia                   | 10,90 aC                    | 8,05 aC                     | 9,43 aC                     | 13,55 aC                    | 13,88 aC                    | 11,83 aC                    |
| b*                       |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
|                          | T1<br>0,0mL L <sup>-1</sup> | T2<br>1,5mL L <sup>-1</sup> | T3<br>3,0mL L <sup>-1</sup> | T4<br>4,5mL L <sup>-1</sup> | T5<br>6,0mL L <sup>-1</sup> | T6<br>7,5mL L <sup>-1</sup> |
| 0º Dia                   | 24,12 aA                    | 27,00 aA                    | 25,50 aA                    | 25,16 aA                    | 26,61 aA                    | 28,28 aA                    |
| 3º Dia                   | 14,90 abB                   | 15,20 abB                   | 19,01 aB                    | 18,03 abB                   | 14,04 bB                    | 16,38 abB                   |
| 6º Dia                   | 6,44 aC                     | 4,72 aC                     | 7,53 aC                     | 5,65 aC                     | 7,88 aC                     | 6,74 aC                     |

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
 Fonte: Elaborado pelos autores (2024).  
 \*Means followed by the same lowercase letter in the row and uppercase letter in the column do not differ significantly from each other by Tukey's test at a 5% probability level.  
 Source: authors (2024).

servação e a qualidade dos frutos, sendo responsável por manter características qualitativas importantes, como firmeza, sabor e frescor, além de minimizar as perdas pós-colheita (Priyadarshi *et al.*, 2024). Porém Munaretto *et al.*, (2018) observaram redução na firmeza da polpa após o período de armazenamento sob refrigeração de 7,77N para 6,63N, mostrando que a aplicação de silício alinhada à refrigeração foi eficiente para a manutenção desse parâmetro.

Os efeitos da aplicação de Si dependem de diversos fatores, como a forma do nutriente, a dose aplicada, o método de aplicação e as condições ambientais (Somma *et al.*, 2025). Somma *et*

*al.*, (2025) observaram que a aplicação de silício não afetou a produtividade, a qualidade comercial e o perfil nutracêutico do morango. Dehghanipoodeh *et al.*, (2016) observou que a suplementação de Si aumentou a firmeza dos frutos, porém não afetou o teor de sólidos solúveis totais. Já Valentinuzzi *et al.* (2018) não observou efeito da aplicação de Si na firmeza dos frutos. Munaretto *et al.*, (2018) também observaram que o teor de sólidos solúveis, a relação SS/TA e o teor de ácido ascórbico não foram influenciados pelas doses de silício.

O silício é depositado nas plantas em forma de ácido silícico polimerizado, então se torna imóvel não se redistribuin-

do na planta, devido à sua reduzida solubilização. Por esse motivo, pode ocorrer que o silício tenha ficado depositado na epiderme foliar e não alcançado os frutos (Duarte *et al.*, 2024).

Embora não tenha sido observado neste estudo um efeito pronunciado da adubação foliar, o tratamento 3,0mL L<sup>-1</sup> de Si teve maior eficiência na manutenção dos atributos de qualidade aqui avaliados, principalmente até o 3º dia de avaliação.

**Conclusão**

- A suplementação foliar com silício não apresentou efeito durante o arma-

Tabela 2. Escala de notas para as características de escurecimento de sépalas e cor visual dos frutos de morango cultivar Albion, em função das doses de silício, ao longo do tempo de armazenamento  
 Table 2. Scale of grades for the characteristics of sepal darkening and visual color of strawberry fruits of the Albion cultivar, as a function of silicon doses, over the storage period

| Escurecimento de sépalas |                             |                             |                             |                             |                             |                             |         |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------|
|                          | T1<br>0,0mL L <sup>-1</sup> | T2<br>1,5mL L <sup>-1</sup> | T3<br>3,0mL L <sup>-1</sup> | T4<br>4,5mL L <sup>-1</sup> | T5<br>6,0mL L <sup>-1</sup> | T6<br>7,5mL L <sup>-1</sup> | p-value |
| 1º Dia                   | 1                           | 1                           | 1                           | 1                           | 1                           | 1                           | _*      |
| 3º Dia                   | 1                           | 1                           | 1                           | 1                           | 1                           | 1                           | 0,2     |
| 6º Dia                   | 3                           | 3                           | 3                           | 3                           | 3                           | 3                           | 0,91    |
| Cor visual               |                             |                             |                             |                             |                             |                             |         |
|                          | T1<br>0,0mL L <sup>-1</sup> | T2<br>1,5mL L <sup>-1</sup> | T3<br>3,0mL L <sup>-1</sup> | T4<br>4,5mL L <sup>-1</sup> | T5<br>6,0mL L <sup>-1</sup> | T6<br>7,5mL L <sup>-1</sup> | p-value |
| 1º Dia                   | 3                           | 3                           | 3                           | 3                           | 3                           | 3                           | 0,13    |
| 3º Dia                   | 3                           | 3                           | 3                           | 3                           | 3                           | 3                           | _*      |
| 6º Dia                   | 3                           | 3                           | 3                           | 3                           | 3                           | 3                           | _*      |

\*sem variação dos dados.  
 Fonte: autores (2024).  
 \*no variation in data.  
 Source: authors (2024).

zenamento sobre sólidos solúveis, firmeza, coloração e aparência das sépalas dos morangos. Entre as doses, 3,0mL L<sup>-1</sup> mostrou maior eficiência na preservação da qualidade até o terceiro dia de armazenamento;  
 - A baixa resposta pode ser atribuída às condições de cultivo e ao armazenamento em temperatura ambiente, ao rápido amadurecimento dos frutos e à limitada mobilidade do silício na planta.

### Contribuição dos autores

**Maria Gabrielle Borges:** Investigação, Curadoria dos dados, Escrita – primeira redação; **Marcelo Henrique Avelar Mendes:** Escrita – revisão e edição, Análise Formal; **Evando Luiz Coelho:** Metodologia, Validação; **Sindynara Ferreira:** Supervisão, Administração do projeto.

### Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

### Dados da pesquisa

Os dados serão disponibilizados pelo autor mediante solicitação.

### Financiamento

Á CAPES, ao CNPq e à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

### Referências

ANDRADE JUNIOR, V. C.; GUIMARÃES, A. G.; AZEVEDO, A. M.; PINTO, N. A. V. D.; FERREIRA, M. A. M. Postharvest conservation of strawberry fruits at different storage conditions. **Horticultura Brasileira**, v.34, n.3, 2016, p. 405-411, 2016. DOI: 10.1590/S0102-05362016003016

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the association on analytical chemistry**. 12 ed. Washington: AOAC, 2000. 1015p.

BASAK, J. K.; MADHAVI, B. G. K.; PAUDEL, B.; KIM, N.E.; KIM, H.T. Prediction of total soluble solids and pH of strawberry fruits using RGB, HSV and HSL colour spaces and machine learning models. **Foods**, v.11, n.14, p. 2086, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11142086>

BRACKMANN, A.; HUNSCHE, M.; WACLAWOVSKI, A.; DONAZZOLO, J. Armazenamento de morangos cv. Oso Grande (*Fragaria ananassa* L.) sob elevadas pressões parciais de CO<sub>2</sub>. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 1, p. 10-14, 2001.

CASTRO, T.M.N.; ZAMBONI, P.V.; DOVADO NI, S.; CUNHA NETO, A.; RODRIGUES, L. J. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.74, n.4, p.426-436, 2015.

CLIMATE DATA. **Climate data for cities worldwide**. Disponível em: <https://en.climate-data.org/>. Acesso em: 15 ago. 2024.

DA SILVA SIMÃO, R.; DE MORAES, J.O.; LOPES, J.B.; FRABETTI, A.C.C.; CARCIOFI, B.A.M.; LAURINDO, J.B. Survival analysis to predict how color influences the shelf life of strawberry leather. **Foods**, v.11, n.2, p. 218, 2022.DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11020218>

DELAZERI, E.E.; SCHIAVON, A.V.; BECKER, T.B.; BONOW, S.; CANTILLANO, R.F.F.; ANTUNES, L.E.C. Physical and quality fruit parameters of new strawberry genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 59, p. e03462, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2024.v59.03462>

DEHGHANIPOODEH, S.; GHOBADI, C.; BANINASAB, B.; GHEYSAARI, M.; BIDABADI, S. S.. Effects of potassium silicate and nanosilica on quantitative and qualitative characteristics of a commercial strawberry (*fragaria x ananassa* cv. ‘camarosa’). **Journal Of Plant Nutrition**, v. 39, n. 4, p. 502-507, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2015.1086789>

DIONISIO, A. P.; WURLITZER, N.J.; GOES, T. S.; BORGES, M. F.; GARRUTI, D.; ARAÚJO, I.M.S. Estabilidade de uma bebida funcional de frutas tropicais e yacon (*Smallanthus sonchifolius*) durante o armazenamento sob refrigeração. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.66, n.2, p. 148-155, 2016.

DUARTE, G. N.; DE BARROS, H. E. A.; NATARELLI, C. V. L.; DOS SANTOS, J. P.; DE ANDRADE, L. I. F.; MENDES, M. H. A.; RIBEIRO, N. G.; ARAÚJO, A. B. S.; OSSANI, P. C.; CARVALHO, E. E. N.; RESENDE, L. V. Neural networks in evaluating the post-harvest quality of stra-

- wberries fertilized with calcium and/or leaf silicon. **Food and Humanity**, v. 3, p. 100429, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100429>
- FARNEZI, P. K. B.; DE OLIVEIRA, L. L.; SARDINHA, L.T.; FRANÇA, A.C.; MACHADO, C. M. M.; MACEDO, L. A. Influência de fertilizantes organominerais fosfatados sobre o crescimento e produção de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Revista Ciência Agrícola**, v. 21, p. e12060-e12060, 2023. DOI: <https://doi.org/10.28998/rca.21.12060>
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- GENNADIOS, A.; HANNA, M. A.; KURTH, L. B. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. **Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v.30, n.4, p. 337-350, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1006/fstl.1996.0202>
- GUARÇONI, A.; ESPOSTI, M. D. D.; CAETANO, L. C. S. Doses de nitrogênio e potássio para fertirrigação do morangueiro e sua influência em características químicas do solo. **Scientia Plena**, v. 19, n. 8, 080201, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2023.080201>
- GUIMARÃES, A. G.; OLIVEIRA, C. M.; VIEIRA, G.; PINTO, N. A. V. D. Qualidade Físicas e Químicas de Morango Passa em Diferentes Embalagens. **Engenharia na Agricultura**, v. 22, n. 4, p. 306-316, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.v22n04a03>
- MIR, R. A.; BHAT, B. A.; YOUSUF, H.; ISLAM, S. T.; RAZA, A.; RIZVI, M. A.; CHARAGH, S.; ALBAQAMI, M.; SOFI, P. A.; ZARGAR, S. M.. Multidimensional Role of Silicon to Activate Resilient Plant Growth and to Mitigate Abiotic Stress. **Frontiers In Plant Science**, v. 13, n. 1, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2022.819658>
- MUNARETTO, L. M.; BOTELHO, R. V.; RESENDE, J. T. V.; SCHWARZ, K.; SATO, A. J. Productivity and quality of organic strawberries pre-harvest treated with silicon. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 40-46, mar. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620180107>
- NEUWALD, D. A.; GRÖTZINGER, M.; WOOD, R.; KITTEMANN, D.; WÜNSCHE, J. Comparação de duas estratégias de manuseio pós-colheita de morango: frutas resfriadas rapidamente ou não resfriadas para o distribuidor. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MORANGO**, 9., 2021. p. 835-840. DOI: <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1309.119>
- PEREIRA, M.A.; LIMA, L.F.; DE SOUZA, D.C.; RESENDE, L.V. Productivity of experimental strawberry clones for alfenas-mg. **Colloquium Agrariae**, v. 18, n. 1, p.46-52, 2022. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/4108>. Acesso em: 1 dez. 2025.
- PRIYADARSHI, R.; JAYAKUMAR, A.; SOUZA, C. K. de; RHIM, J-W.; KIM, J T. Advances in strawberry postharvest preservation and packaging: a comprehensive review. **Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety**, v. 23, n. 4, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.13417>
- QUARSHI, H.Q.; AHMED, W.; AZMANT, R.; CHENDOUH-BRAHMI, N.; QUYYUM, A.; AB-BAS, A. Post-harvest problems of strawberry and their solutions. In: Recent studies on strawberries. **IntechOpen**, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.102963>
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. 1999, 359 p.
- SILVA, A. D. da; PIO, R.; REIS, L. A. C.; AFRIDI, M. S.; SUÁREZ, N. F.; PECHE, P. M.; RIBEIRO, C. H. M. Silicon application for the production and quality of raspberry fruit in a subtropical region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 58, n. 1, p. 1-10, 2023a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2023.v58.03371>
- SILVA, L. R. da; CAMPOS, A.A.A.; MOREIRA, L.C.; BARRAL, D.M.; ANDRADE, G.F.P. de; GUIMARÃES, A.G.; SILVA, I. M. da; TANNURE, M. P.; PINTO, N. A. V. D.; COSTA, M. R. da; ZANUNCIO, J.C. Agronomic characteristics and postharvest quality of strawberry in a semi-hydroponic cultivation system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.59, e03384, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2024.v59.03384>
- SILVA, T.; UMBURANAS, R. C.; GARCIA, C.; BENNEMANN, G. D.; GILONI-LIMA, P. C.; RUSIN, C.; SOUSA, A. J. de; BOTELHO, R. V.. Agronomic, Physiological, and Post-Harvest Aspects of Different Blueberry Cultivars Treated with Silicon. **Communicata Scientiae**, v. 14, n. 1, 2023b. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/cs.v14.4043>
- SOMMA, A.; BONELLI, L.; D'IMPERIO, M.; MONTESANO, F. F.; BLANDO, F.; SANTAMARIA, P.; SERIO, F.; GONNELLA, M.. Silicon partitioning and accumulation in agronomic biofortification of strawberry (*Fragaria x ananassa*) cv. Sabrosa grown in soilless system. **Scientia Horticulturae**, v. 350, n. 1, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sci-enta.2025.114322>
- VALENTINUZZI, F.; COLOGNA, K.; PII, Y.; MIMMO, T.; CESCO, S. Assessment of silicon biofortification and its effect on the content of bioactive compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* 'Elsanta') fruits. **Acta Horticulturae**, n. 1217, p. 307-312, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.17660/actahortic.2018.1217.38>
- VALENTINUZZI F.; PII Y.; BORRUSO L.; MIMMO T.; PUGLISI E.; TREVISAN M.; CESCO S. Epiphytic Microbial Community and Post-Harvest Characteristics of Strawberry Fruits as Affected by Plant Nutritional Regime with Silicon. **Agronomy**. 2021; 11(12):2407. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122407>
- WANG, L.; LIU, J.; LI, M.; LIU, L.; ZHENG, Y.; ZHANG, H.  $\beta$ -aminobutyric acid effectively postpones senescence of strawberry fruit by regulating metabolism of NO, H<sub>2</sub>S, ascorbic acid, and ABA. **Horticulturae**, v.10, n.3, p.218, 2024. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10030218>
- XU, X.; ZOU, G.; LI, Y.; SUN, Y.; LIU, F. Silicon application improves strawberry plant antioxidation ability and fruit nutrition under both full and deficit irrigation. **Scientia Horticulturae**, [S.L.], v. 309, n. 1, fev. 2023a. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sci-enta.2022.111684>.
- XU, X.; ZHANG, Y.; LI, Y.; LIAO, S.; SUN, Y.; LIU, F. Supplemental light and silicon improved strawberry fruit size and sugars concentration under both full and deficit irrigation. **Scientia Horticulturae**, [S.L.], v. 313, n. 1, abr. 2023b. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sci-enta.2023.111912>.
- YE, R.; SHAO, G.; GAO, Q.; ZHANG, H.; LI, T. CR-YOLOv9: improved YOLOv9 multi-stage strawberry fruit maturity detection application integrated with CRNET. **Foods**, v. 13, n. 16, p. 2571, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13162571>
- ZAOINT, C. **Real statistics resource pack software (Release 7.6)**. Copyright (2013-2021). Disponível em: <https://real-statistics.com/free-download/real-statistics-resource-pack/>. Acesso em: 14 ago. 2024.
- ZHANG L.; SUN C. ; TIAN H. ; XU J. ; WU X. Foliar spraying of boron prolongs preservation period of strawberry fruits by altering boron form and boron distribution in cell. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, p. 1457694, 2024. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1457694>

# Desempenho do milho safrinha em Latossolo sob restrição hídrica: efeitos da adubação nitrogenada e da subsolagem

Alison de Meira Ramos<sup>1</sup>, Silas Maciel de Oliveira<sup>2</sup>, Alessandro Lucca Braccini<sup>2</sup>,

Laura Alievi Tirelli<sup>3</sup>, Julio Cezar Franchini<sup>4</sup>, Henrique Debiasi<sup>4</sup>, José Renato Bouças Farias<sup>4</sup> e Alvadi Antonio Balbinot Junior<sup>5</sup>

**Resumo** – O milho cultivado como “safrinha” (segunda safra) é frequentemente submetido ao déficit hídrico, condição que potencializa os efeitos negativos da compactação do solo, reduz a eficiência da adubação nitrogenada e, consequentemente, limita a produtividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da subsolagem e da adubação nitrogenada de cobertura sobre o desempenho do milho segunda safra submetido ao déficit hídrico. O experimento foi conduzido em Londrina, PR, nas safras 2023 e 2024, em delineamento de blocos casualizados, com parcelas subdivididas. Nas parcelas foram testados dois níveis de adubação nitrogenada em cobertura: ausência de N e aplicação de 80kg ha<sup>-1</sup> de N. Nas subparcelas, avaliou-se a ausência ou a presença de subsolagem. Dois anos após a subsolagem, observou-se redução da resistência do solo à penetração, principalmente na camada de 0,15 a 0,30m, em razão da mobilização do solo. Nas duas safras, ocorreu déficit hídrico intenso durante o ciclo da cultura. Não foi verificado efeito da adubação nitrogenada de cobertura sobre a produtividade. Na safra 2023, o tratamento sem subsolagem apresentou maior produtividade do milho (6,2t ha<sup>-1</sup>), em comparação ao subsolado (5,4t ha<sup>-1</sup>). Na safra 2024, a subsolagem não influenciou a produtividade do cereal.

**Palavras-chave:** Resistência do solo à penetração; Produtividade; Componentes do rendimento.

## Performance of second-crop corn in Oxisol under water deficit: effects of nitrogen fertilization and subsoiling

**Abstract** – Corn cultivated as a *second-season crop* (“safrinha”) is often subjected to water-deficit conditions, which exacerbate the negative effects of soil compaction, reduce nitrogen fertilization efficiency, and consequently decrease grain yield. The objective of this study was to evaluate the effects of subsoiling and topdressing nitrogen fertilization on the performance of second-season corn under water deficit. The experiment was carried out in Londrina, Paraná State, Brazil, during the 2023 and 2024 growing seasons, in a randomized complete block design with split plots. In the main plots, two levels of nitrogen topdressing were tested: absence of N and application of 80kg ha<sup>-1</sup> of N. In the subplots, the presence or absence of subsoiling was evaluated. Two years after subsoiling, a reduction in soil penetration resistance was observed, mainly in the 0.15–0.30m layer, due to soil loosening. In both growing seasons, severe water deficit occurred during the crop cycle. No effect of nitrogen topdressing on grain yield was detected. In the 2023 season, the treatment without subsoiling showed a higher corn yield (6.2t ha<sup>-1</sup>) compared to subsoiled plots (5.4t ha<sup>-1</sup>). In the 2024 season, subsoiling did not affect grain yield.

**Keywords:** Soil penetration resistance; Grain yield; Yield components.

## Introdução

Na safra 2024/2025, estima-se que foram cultivados cerca de 17 milhões de hectares com milho segunda safra no Brasil, com produtividade média de 6,5t

ha<sup>-1</sup> (Conab, 2025). Nas últimas duas décadas, a taxa média de crescimento de área cultivada com milho segunda safra no país foi de 770mil ha ano<sup>-1</sup>. A maioria das áreas de milho segunda safra é cultivada em modelo de sucessão com a

soja, com baixa diversificação de espécies cultivadas (Garbelini *et al.*, 2020), o que contribui para o aumento da compactação do solo, em sistema plantio direto (SPD), especialmente na camada de 0,10-0,20m (Franchini *et al.*, 2012).

Recebido em 29/08/2025. Aceito para publicação em 28/11/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2220>

Editor - Editor de seção: Luiz Augusto Martins Peruch/ Epagri – Luis Cesar Cassol / UTFPR

Engenheiro-agrônomo, Universidade Estadual de Maringá (UEM). Departamento de Agronomia, Av. Colombo, 5790, Jd. Universitário, Maringá, PR, CEP 87.020-900. E-mail: ramosalison1998@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Universidade Estadual de Maringá (UEM). Departamento de Agronomia. E-mail: msoliveira2@uem.br; albraccini@uem.br

<sup>3</sup> Engenheira-agrônoma, Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc). Centro de Ciências Agroveterinárias, Av. Luiz de Camões, 2090, Conta Dinheiro, Lages, SC, CEP 88520-000. E-mail: laura.alievi@outlook.com

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Soja), Rodovia Carlos João Strass (acesso Orlando Amaral), s/n, Distrito de Warta, Londrina, PR, CEP 86001-970. E-mail: julio.franchini@embrapa.br; henrique.debiasi@embrapa.br; joserenato.farias@embrapa.br

<sup>5</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Trigo), BR 285, Km 174, Bairro São Cristóvão, CEP 99050-970. E-mail: alvadi.balbinot@embrapa.br

Portanto, a compactação do solo é um dos principais problemas em culturas de grãos, especialmente em períodos de estiagem (Shah *et al.*, 2017).

Uma prática que muitos produtores têm adotado para reduzir os efeitos negativos da compactação é a subsolagem, que reduz significativamente a resistência do solo à penetração (RP) (Guamán *et al.*, 2016). Por outro lado, a subsolagem pode comprometer a estrutura do solo em SPD, reduzindo a capacidade de retenção de água, especialmente quando associada a gradagens para o nivelamento da área (Schick *et al.*, 2000). Isso ocorre devido à mudança da dinâmica da água em um solo menos estável (Kool *et al.*, 2019).

A adubação nitrogenada de cobertura é uma prática que influencia significativamente o desempenho da cultura do milho segunda safra, principalmente na formação dos grãos (Batista *et al.*, 2019). Em tese, a adubação nitrogenada pode conferir ao milho maior crescimento radicular no perfil do solo, atenuando consequentemente o impacto do déficit hídrico (Wang *et al.*, 2019). Em contrapartida, eventuais restrições hídricas, desde o começo do ciclo de desenvolvimento do milho, podem reduzir a absorção e assimilação do N pela cultura, reduzindo a resposta do milho à adubação nitrogenada. Ainda não estão elucidadas as possíveis interações entre a adubação nitrogenada e a subsolagem, nem seu potencial para atenuar os efeitos negativos do déficit hídrico no milho segunda safra.

A hipótese deste trabalho é de que a associação da adubação nitrogenada de cobertura com a subsolagem, em um Latossolo com restrições físicas ao crescimento de raízes, pode atenuar os efeitos do déficit hídrico em milho segunda safra. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação nitrogenada de cobertura e da subsolagem sobre o desempenho produtivo do milho segunda safra submetido ao déficit hídrico.

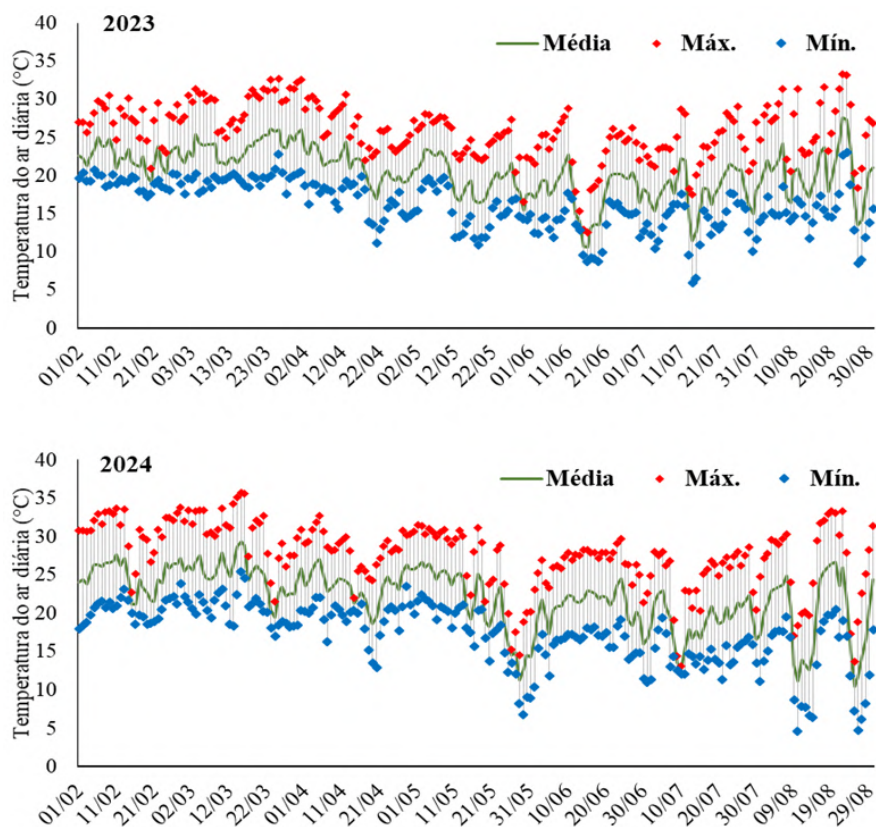


Figura 1. Temperaturas diárias máximas, mínimas e médias do ar durante o período de cultivo do milho segunda safra, em duas safras - Londrina, PR

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 1. Daily maximum, minimum, and mean air temperatures during the second-season maize cultivation period in two growing seasons - Londrina, PR

Source: Prepared by the authors (2025)

## Material e métodos

O experimento foi conduzido de março de 2023 a março de 2025, em Londrina, Paraná, Brasil (23°11'37"S, 51°11'03"O e altitude de 630m). O clima é classificado como Cfa, de acordo com a classificação de Köppen (Alvares *et al.*, 2013). Os dados de temperatura do ar foram obtidos na estação meteorológica da Embrapa Soja, distante cerca de 800m do experimento e apresentados na Figura 1. O balanço hídrico sequencial durante o período experimental foi estimado por meio de dados meteorológicos e assumindo profundidade efetiva do sistema radicular de 0,5m e capacidade de água disponível de 75mm (Farias *et al.*, 2001), de acordo com o método descrito por Thornthwaite e Mather (1955) (Figura 2).

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distroférrico (Santos *et al.*, 2018), com textura muito argilosa (710 de argila, 82 de silte e 208g kg<sup>-1</sup> de areia). As propriedades químicas do solo na camada de 0,00–0,20m, no início do experimento, eram as seguintes: C (Walkley Black) 17,8g dm<sup>-3</sup>, pH CaCl<sub>2</sub> 5,1, H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> (SMP) 5,2cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, K (Mehlich-1) 0,85cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, P (Mehlich-1) 36,9mg dm<sup>-3</sup>, Ca<sup>2+</sup> (KCl) 4,41cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e Mg<sup>2+</sup> (KCl) 1,52cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. No momento da implantação do experimento, a densidade média do solo na camada de 0,10–0,20m atingiu 1,33Mg m<sup>-3</sup>, enquanto nas camadas de 0–0,10m e de 0,20–0,30m atingiu 1,28Mg m<sup>-3</sup>. Na camada de 0,10–0,20m a resistência à penetração (RP), com umidade em capacidade de campo, era de 3,5MPa. Estes dados indicam restrições físicas

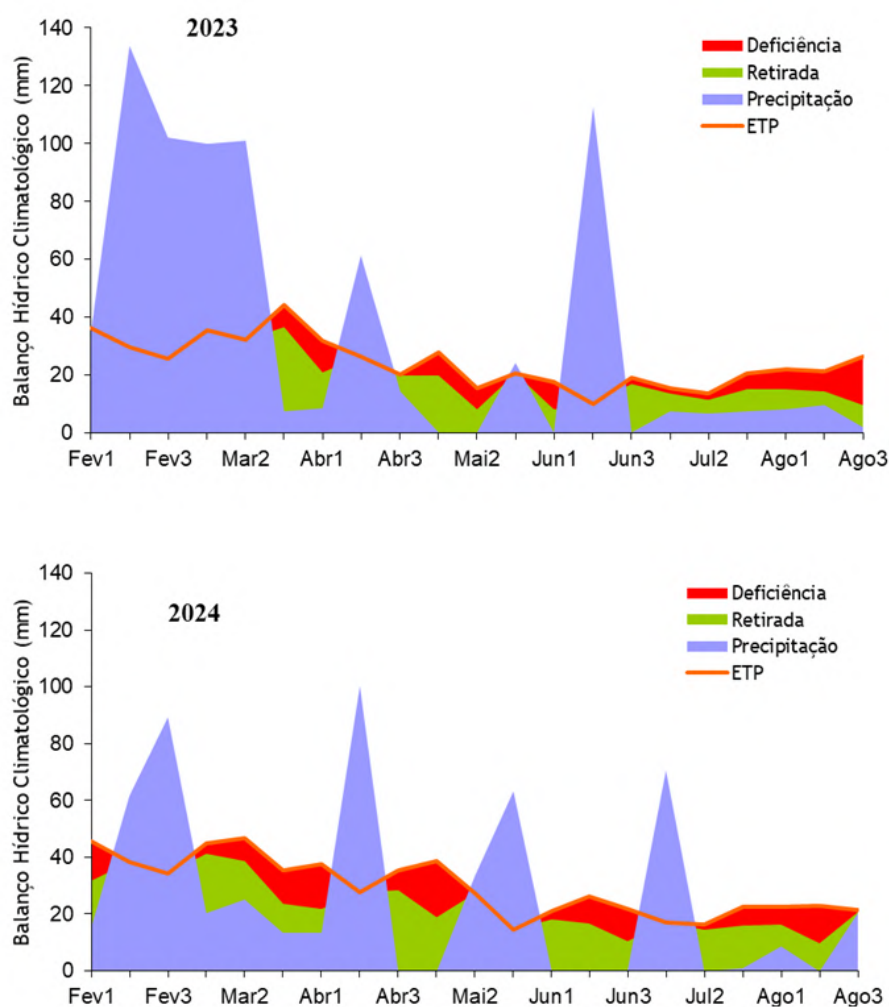


Figura 2. Balanço hídrico climatológico decenal, considerando a capacidade de água disponível de 75mm, durante o período de cultivo do milho segunda safra, em duas safras - Londrina, PR

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 2. Ten-day climatological water balance, considering an available water capacity of 75mm, during the second-season maize cultivation period in two growing seasons - Londrina, PR

Source: Prepared by the authors (2025)

relevantes na camada de 0,10-0,20m no momento da subsolagem (Moraes et al., 2014).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos completos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas. Nas parcelas (5 x 10m) foram testados dois níveis de adubação nitrogenada de cobertura: ausência de N e aplicação de 80kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, aplicada a lanço, quando o milho apresentava cinco folhas expandidas. Nas subparcelas (2,5 x 10m), avaliou-se a ausência e a presença da subsolagem.

Cada subparcela apresentou área útil de 12m<sup>2</sup> (1,5 x 8m). A subsolagem foi realizada em março de 2023, com solo friável, utilizando-se um subsolador com cinco hastes espaçadas em 0,50m e com profundidade de ação de 0,32m. Após a subsolagem, foram realizadas duas gradagens, a 0,10m de profundidade, para nivelar a área e viabilizar a semeadura do milho.

A semeadura do milho híbrido B2401PWU ocorreu em meados de março, em fileiras espaçadas de 0,45m, com 55.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A fertilização

na semeadura foi de 24kg ha<sup>-1</sup> de N, 84kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 48kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, buscando atingir a produtividade de 8t ha<sup>-1</sup>, (Pauletti; Motta, 2019). Nas duas safras, o milho foi colhido em agosto. Após 2 anos da subsolagem, foi realizada a avaliação de RP, com umidade gravimétrica média do solo de 31,2%, utilizando o penetrômetro Falker Solostar, equipado com cone de 12,5mm de diâmetro e 25mm de comprimento, em cinco pontos por transecta nas entrelinhas da cultura. Para isso, foram realizadas 10 amostragens por parcela, a fim de reduzir o erro amostral da avaliação.

Os dados de variáveis do milho de cada safra foram analisados separadamente. Inicialmente utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos resíduos e o teste de Bartlett para avaliar a homogeneidade das variâncias. Ambos indicaram que não havia necessidade de transformação dos dados, uma vez que as premissas da análise de variância (ANOVA) foram atendidas. Em seguida, os dados foram submetidos ao teste F ( $p \leq 0,05$ ) e, quando detectada diferença significativa, as médias foram comparadas. As análises estatísticas foram realizadas no software R (R Core Team, 2023).

## Resultados e discussão

Nas duas safras de milho, houve déficit hídrico expressivo (Figura 2). Na safra 2024 ocorreu déficit mais intenso no início do ciclo e na fase de enchimento de grãos, comparativamente à safra 2023. Apesar de o cereal ser cultivado no outono/inverno, em vários dias as temperaturas máximas ultrapassaram 30°C (Figura 1), o que acentuou os efeitos negativos da estiagem sobre o crescimento e a produtividade do milho.

Após dois anos da subsolagem, observou-se menor RP no tratamento subsolado, em relação ao não subsolado, principalmente na camada de 0,10-0,30m (Figura 3). No solo não subsolado, a RP chegou a 3,4MPa, enquanto no subsolado a RP máxima foi de 3,1MPa. Por outro lado, na camada de 0,00-

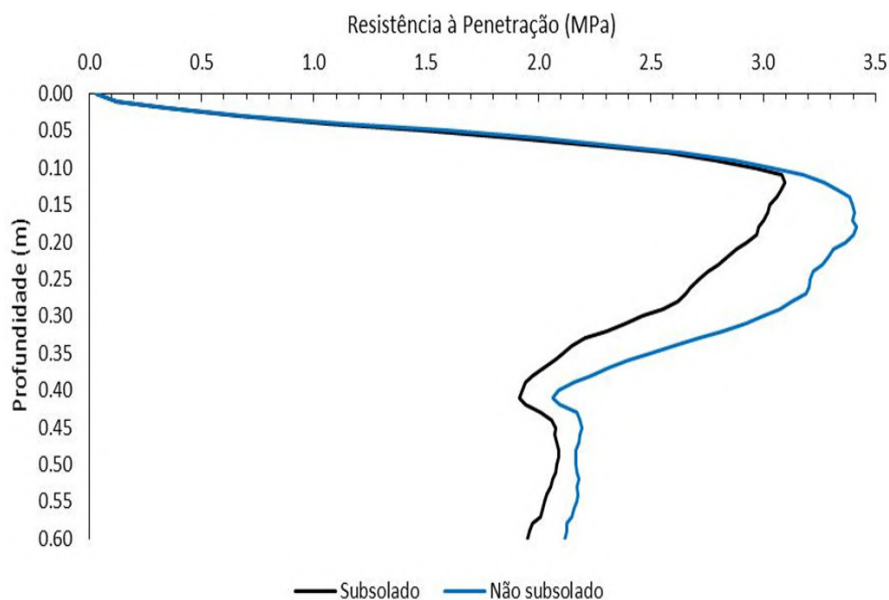


Figura 3. Resistência do solo à penetração avaliada em março de 2025, em solo não subsolado e subsolado em março de 2023 - Londrina, PR

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 3. Soil penetration resistance evaluated in March 2025 in non-subsoiled soil and in soil subsoiled in March 2023 - Londrina, PR

Source: Prepared by the authors (2025)



Figura 4. Sintoma de deficiência de fósforo nas folhas do milho segunda safra no tratamento subsolado. Safra 2023 - Londrina, PR

Foto: Alvadi Antonio Balbinot Junior

Figure 4. Phosphorus deficiency symptoms in second-season maize leaves in the subsoiled treatment. 2023 growing season - Londrina, PR

Photo: Alvadi Antonio Balbinot Junior

0,10m não foram observados efeitos da subsolagem na RP, demonstrando que ocorreu processo de reagregação do solo, retornando ao estado anterior à subsolagem. Na camada superficial, a RP máxima foi próxima de 3,0MPa.

A subsolagem apresenta efeito temporário, pois o solo tende a recuperar o estado de compactação anterior à intervenção mecânica quando submetido a manejos inadequados. Assim, seus benefícios são de curta duração, uma vez que a operação apenas reduz momentaneamente a compactação, sem corrigir as causas que levam à sua reincidência. De acordo com Drescher *et al.* (2016), a persistência da descompactação promovida pela subsolagem pode variar de uma safra até, aproximadamente, 24 meses, dependendo das condições edafoclimáticas e do manejo adotado. Esse efeito de curta duração é causado principalmente pelo tráfego de máquinas agrícolas e pela carência de raízes e palhada para manter a elevada porosidade do solo (Correa *et al.*, 2019). Portanto, o solo pode recuperar parcialmente suas características estruturais e funcionais após uma perturbação externa, por meio de processos naturais, como os ciclos de umedecimento e secagem, desde que o manejo adotado favoreça a estabilidade estrutural (Gubiani *et al.*, 2015) e promova a atividade biológica das plantas e da fauna do solo.

A subsolagem é uma prática adequada para a recuperação de solos compactados, no entanto, solos de textura argilosa apresentam uma rápida reconsolidação, pela qual a densidade aumenta e a macroporosidade diminui em um período inferior a dois anos (Nunes *et al.*, 2014). Apesar da reconsolidação após a subsolagem, em cultivos sob SPD com rotação de culturas a compactação não atinge níveis prejudiciais ao crescimento radicular (Sales *et al.*, 2016). Baretta Junior *et al.* (2022) observaram que a RP de 3,4MPa, em geral, não prejudicou o desempenho do milho em SPD.

Para todas as variáveis avaliadas na cultura do milho, não houve nas duas safras interação entre a subsolagem e a

Tabela 1. Efeito da subsolagem, em março de 2023, sobre variáveis do milho segunda safra, em duas safras. Médias com e sem adubação nitrogenada de cobertura - Londrina, PR  
 Table 1. Effect of subsoiling in March 2023 on second-season maize variables in two growing seasons. Means with and without nitrogen topdressing fertilization - Londrina, PR

| Variáveis                                     | Subsolagem         |        | C.V. (%) |
|-----------------------------------------------|--------------------|--------|----------|
|                                               | sem                | com    |          |
| Safr <span>2023</span>                        |                    |        |          |
| Altura de plantas (cm)                        | 236 a <sup>1</sup> | 231 a  | 7,4      |
| Altura de inserção da espiga principal (cm)   | 135 a              | 131 a  | 9,9      |
| Número de espigas por planta                  | 1,08 a             | 1,12 a | 5,4      |
| Número de grãos por espiga                    | 399 a              | 382 a  | 14,8     |
| Massa de mil grãos (g)                        | 262 a              | 258 a  | 5,8      |
| Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> ) | 6254 a             | 5426 b | 13,3     |
| Safr <span>2024</span>                        |                    |        |          |
| Altura de plantas (cm)                        | 193 a              | 203 a  | 8,9      |
| Altura de inserção da espiga principal (cm)   | 97 a               | 101 a  | 10,7     |
| Número de espigas por planta                  | 0,87 a             | 0,86 a | 17,3     |
| Massa de mil grãos (g)                        | 304 a              | 297 a  | 4,8      |
| Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> ) | 4293 a             | 4153 a | 20,2     |

1 Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste F (p≤0.05).  
<sup>1</sup> Means followed by the same letters do not differ from each other by the F-test (p ≤ 0.05).  
 Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
 Source: Prepared by the authors (2025)

adubação nitrogenada de cobertura. Na safra 2023, na qual o milho foi semeado logo após a subsolagem, a mobilização do solo não influenciou a altura de plantas e de inserção da espiga principal, bem como os componentes de rendimento (Tabela 1). Contudo, observou-se menor produtividade de grãos no tratamento subsolado, em relação ao não subsolado.

Na safra 2023, foram observados sintomas de deficiência de P nas plantas de milho cultivadas nas parcelas subsoladas (Figura 4), mesmo o solo apresentando teor de P enquadrado como muito alto (36,9mg dm<sup>-3</sup>) (Pauletti; Motta, 2019). Por outro lado, nas parcelas não

subsoladas esse sintoma não foi observado. Uma possível explicação para esse fato é que a subsolagem realizada em março de 2023 provocou perda de água presente na camada superficial do solo via evaporação, em função da mobilização do solo e redução da cobertura do solo por palha, acentuando os efeitos do déficit hídrico dos meses de abril e maio (Figura 2). Outro efeito pode ser a menor retenção de água em solos mobilizados, pois o preparo tende a aumentar a macroporosidade e diminuir a microporosidade (Mazurana *et al.*, 2011). No caso do P, por se tratar de um íon fortemente adsorvido ao solo, e tendo a difusão como o seu principal mecanis-

mo de absorção pelas plantas, o déficit hídrico provoca ineficiência na absorção desse íon, ocasionando sintomas de deficiência (Gurgel *et al.*, 2020). Assim, a redução do teor de água no solo pode refletir em uma baixa disponibilidade de P às plantas (Silva, 2021). Portanto, os resultados obtidos na presente pesquisa indicam que o cultivo de milho segunda safra logo após a subsolagem deve ser evitado.

Na safra 2024, não foram observados efeitos da subsolagem sobre a altura de plantas e de inserção da espiga principal, componentes de rendimento e produtividade de grãos (Tabela 1). Neste sentido, a subsolagem não apresentou efeitos favoráveis ao milho nas duas safras avaliadas.

Em ambas as safras, a adubação nitrogenada de cobertura não influenciou a altura de plantas e de inserção de espigas. Houve diferença no número de espigas por planta; contudo, essa variação não resultou em diferenças significativas na produtividade do milho (Tabela 2). Possivelmente, a restrição hídrica comprometeu a absorção do N pelas plantas de milho durante o ciclo de desenvolvimento. Plett *et al.* (2020) destacam que a deficiência hídrica diminui a atividade da enzima nitrato redutase (NR), ocasionando acúmulo de nitrato nas folhas, reduzindo consequentemente o fluxo deste íon do solo às folhas. Adicionalmente, Gloser *et al.* (2020) observaram que a disponibilidade de N nas folhas é limitada pelo fechamento estomático em períodos de déficit hídrico.

## Conclusões

A adubação nitrogenada de cobertura não influenciou a produtividade e as variáveis de crescimento (altura de plantas e altura de inserção da espiga), embora tenham aumentado o número de espigas por planta na safra de 2023, não refletiram em aumento de produtividade. De modo geral, a adubação nitrogenada de cobertura não alterou o desempenho do milho segunda safra submetido ao déficit hídrico.

Tabela 2. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura no milho segunda safra, 80kg ha<sup>-1</sup> de N, sobre variáveis do cereal em duas safras. Médias com e sem subsolagem - Londrina, PR  
 Table 2. Effect of nitrogen topdressing fertilization (80 kg ha<sup>-1</sup> N) on second-season maize variables in two growing seasons. Means with and without subsoiling - Londrina, PR

| Variáveis                                     | Adubação nitrogenada de cobertura |        | C.V. (%) |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------|--------|----------|
|                                               | sem                               | com    |          |
| Safr <span> </span> 2023                      |                                   |        |          |
| Altura de plantas (cm)                        | 233 a <sup>1</sup>                | 234 a  | 4,4      |
| Altura de inserção da espiga principal (cm)   | 133 a                             | 133 a  | 7,6      |
| Número de espigas por planta                  | 1,05 b                            | 1,14 a | 2,2      |
| Número de grãos por espiga                    | 391 a                             | 389 a  | 13,0     |
| Massa de mil grãos (g)                        | 254 a                             | 266 a  | 5,6      |
| Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> ) | 5688 a                            | 5992 a | 16,7     |
| Safr <span> </span> 2024                      |                                   |        |          |
| Altura de plantas (cm)                        | 200 a                             | 198 a  | 5,5      |
| Altura de inserção da espiga principal (cm)   | 98 a                              | 100 a  | 2,9      |
| Número de espigas por planta                  | 0.85 a                            | 0,88 a | 8,4      |
| Massa de mil grãos (g)                        | 299 a                             | 303 a  | 6,2      |
| Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> ) | 4287 a                            | 4159 a | 18,4     |

1 Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste F (p≤0.05).  
<sup>1</sup> Means followed by the same letters do not differ from each other according to the F-test (p ≤ 0.05).  
 Fonte: Elaborado pelos autores (2025)  
 Source: Prepared by the authors (2025)

A subsolagem associada às gradagens reduziu a produtividade do milho implantado imediatamente após a mobilização do solo e, no segundo ano, não apresentou efeito sobre o desempenho do cereal sob déficit hídrico.

### Contribuição dos autores

**Alison de Meira Ramos:** Conceituação, Investigação, Metodologia, Escrita – primeira redação, Escrita – Revisão, edição e análise formal; **Alvadi Antonio**

**Balbinot Junior:** Conceituação, Investigação, Metodologia, Escrita – primeira redação, Escrita – Revisão, edição e análise formal; **Alessandro Lucca Braccini:** Conceituação e investigação; **José Renato Farias:** Conceituação e investigação; **Julio Cezar Franchini:** Conceituação; Investigação; **Henrique Debiasi:** Conceituação e investigação. **Laura Alievi Tirelli:** Investigação; **Silas Maciel de Oliveira:** Conceituação e investigação.

### Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

### Dados de pesquisa

Os dados serão disponibilizados pelos autores por solicitação.

### Financiamento

Este trabalho não recebeu financiamento externo para sua realização.

### Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BATISTA, K.; GIACOMINI, A. A.; GERDES, L.; MATTOS, W. T de; OTSUK, I. P. A fertilização com nitrogênio melhora a eficiência da produção de grãos e a sustentabilidade do cultivo consorciado de milho fora de época e capim-congo. **Soil Research**, v. 57, n. 4, p. 397-407, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1071/SR19002>.

BARETA JUNIOR, E.; GENÚ, A. M.; RAMPIM, L.; UMBURANAS, R. C.; POTT, C. A. Critical limits of soil physical attributes for corn and black oat in a Xanthic Hapludox. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, 2022. DOI: <http://doi.org/10.5935/1806-6690.20220003>.

**CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: safra 2024/25**, v. 12, n. 1 – janeiro 2025. Brasília, DF: Conab, 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 27 ago. 2025.

CORREA, J.; POSTMA, J.; WATT, M.; WOJCIECHOWSKI, T. Soil compaction and the architectural plasticity of root systems. **Journal of Experimental Botany**, v. 70, n. 21, p. 6019-6034, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1093/jxb/erz383>.

DRESCHER, M. S.; REINERT, D. J.; DENARDIN, J. E.; GUBIANI, P. I.; FAGANELLO, A.;

- DRESCHER, G. L. Duração das alterações em propriedades físico-hídricas de Latossolo argiloso decorrentes da escarificação mecânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 2, p. 159-168, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000200008>.
- FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R. de; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 415-421, 2001.
- FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; TONON, B. C.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N. de; TORRES, E. Evolution of crop yields in different tillage and cropping systems over two decades in southern Brazil. **Field Crops Research**, v. 137, p. 178-185, 2012. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.09.003>.
- GARBELINI, L. G.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; BETIOLI JUNIOR, E.; TELLES, T. S. Profitability of soybean production models with diversified crops in the autumn–winter. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 5, p. 4092-4103, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1002/agj2.20308>.
- GUAMÁN, V.; BÅTH, B.; HAGMAN, J.; GUNNARSSON, A.; PERSSON, P. Short time effects of biological and inter-row subsoiling on yield of potatoes grown on a loamy sand, and on soil penetration resistance, root growth and nitrogen uptake. **European Journal of Agronomy**, v. 80, p. 55-65, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.eja.2016.06.014>.
- GUBIANI, P. I.; VAN LIER, Q. de J.; DRESCHER, M. S.; MEZZOMO, H. C.; VEIGA, C. M. C. Relação entre densidade do solo e conteúdo de água em repetidos ciclos de contração e expansão em um latossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 1, p. 100-108, 2015.
- GURGEL, A. L. C.; SANTANA, J. C. S.; THEODORO, G. F.; DIFANTE, G. S.; ALMEIDA, E. M.; ARCANJO, A. H. M.; COSTA, C. M.; COSTA, A. B. G.; FERNANDES, P. B. Compactação do Solo: Efeitos na Nutrição Mineral e Produtividade de Plantas Forrageiras. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 1, p. 13-29, 10 jun. 2020. DOI: <http://doi.org/10.30945/rcrv22i1.3154>.
- GLOSER, V.; DVORACKOVA, M.; MOTA, D. H.; PETROVIC, B.; GONZALEZ, P.; GEILFUS, C. M. Early Changes in Nitrate Uptake and Assimilation Under Drought in Relation to Transpiration. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 602065, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.602065>.
- KOOL, D.; TONG, B.; TIAN, Z.; HEITMAN, J. L.; SAUER, T. J.; HORTON, R. Soil water retention and hydraulic conductivity dynamics following tillage. **Soil & Tillage Research**, v. 193, p. 95-100, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.still.2019.05.020>.
- MAZURANA, M.; LEVIEN, R.; MÜLLER, J.; CONTE, O. **Sistemas de preparo de solo: alterações na estrutura do solo e rendimento das culturas**. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 4, p. 1197-1206, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/7LQwHbxq6kNHCWbt9ZMNJ/>. Acesso em: 01 dez. 2025.
- MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; CARLESSO, R.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R. Critical limits of soil penetration resistance in a rhodic Eutrudox. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 288-298, 2014.
- NUNES, M. N.; PAULETTO, E. A.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; PINTO, L. F. S.; SCHEU-NEMANN, T. Persistência dos efeitos da escarificação sobre a compactação de Nitossolo sob plantio direto em região subtropical úmida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 7, p. 531-539, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-204X2014000700005>.
- PLETT, D. C.; RANATHUNGE, K.; MELINO, V. J.; KUYA, N.; UGA, Y.; KRONZUCKER, H. J. The intersection of nitrogen nutrition and water use in plants: new paths toward improved crop productivity. **Journal of Experimental Botany**, v. 71, n. 15, p. 4452-4468, 25 jul. 2020. DOI: <http://doi.org/10.1093/jxb/eraa049>.
- R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023.
- SALES, R. P.; PORTUGAL, A. F.; MOREIRA, J. A. A.; KONDO, M. K.; PEGORARO, R. F. Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto e preparo convencional no semiárido. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, 2016. DOI: <http://doi.org/10.5935/1806-6690.20160052>.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 353 p.
- SCHICK, J.; BERTOL, I.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; BATISTELA, O. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico aluminoso submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 427-436, 2000. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-06832000000200020>.
- SHAH, A. N.; TANVEER, M.; SHAHZAD, B.; YANG, G.; FAHAD, X.; ALI, S.; BUKHARI, M. A.; TUNG, S. A.; HAFEEZ, A.; SOULIYANONH, B. Soil compaction effects on soil health and crop productivity: an overview. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 11, p. 10056-10067, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11356-017-8421-y>.
- SILVA, P. L. F. da. Compactação e seus efeitos sobre o funcionamento do solo e a absorção de nutrientes pelas plantas: uma revisão bibliográfica. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 3, n. 2, p. 24-33, 2021. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.5118286>.
- PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba: SBSC/NEPAR, 2019. 289 p.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1).
- WANG, Y.; ZHANG, X.; CHEN, J.; CHEN, A.; WANG, L.; GUO, X.; NIU, Y.; LIU, S.; MI, G.; GAO, Q. Reducing basal nitrogen rate to improve maize seedling growth, water and nitrogen use efficiencies under drought stress by optimizing root morphology and distribution. **Agricultural Water Management**, v. 212, p. 328-337, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.09.010>.

# Efeitos do biofertilizante de *Kappaphycus alvarezii* em cultivos agrícolas: uma revisão sistemática (2020-2024)

Aline Nunes<sup>1</sup>, Gadiel Zilto Azevedo<sup>2</sup>, Marcelo Maraschin<sup>2</sup> e Giuseppina Pace Pereira Lima<sup>1</sup>

**Resumo** – O objetivo desta revisão foi analisar os efeitos do extrato de *Kappaphycus alvarezii* como biofertilizante de espécies de interesse agrícola, considerando artigos científicos publicados entre 2020 e 2024. A revisão sistemática seguiu os critérios Prisma e foi realizada na base de dados do Portal de Periódicos da Capes. Dos 480 artigos inicialmente identificados, 25 abordavam o uso de *K. alvarezii* com foco na área agrônômica. Entre as culturas avaliadas, destacaram-se o milho, arroz e tomate, totalizando 72% dos estudos. Constatou-se uma variação importante nos resultados em relação às concentrações dos extratos testados, i.e., entre 0,1% a 10% (v/v), indicando que a eficácia do biofertilizante pode ser dose-dependente. Além disso, a forma de obtenção do extrato também pode desempenhar um papel importante. No entanto, de forma geral, os estudos demonstram que o extrato algal não apenas estimula o crescimento e a produtividade das plantas, mas também melhora sua resistência a estresses. Ademais, influencia positivamente os mecanismos moleculares, a sanidade vegetal e o microbioma do solo, contribuindo para sistemas de produção com menor impacto ambiental. Assim, o biofertilizante de *K. alvarezii* pode ser uma alternativa viável para a agricultura sustentável.

**Palavras-chave:** Alga vermelha; Rhodophyta; Extrato aquoso.

## Effects of the *Kappaphycus alvarezii* biostimulant in crop species: a systematic review (2020-2024)

**Abstract** – This review aimed to analyze the effects of *Kappaphycus alvarezii* extract as a biofertilizer for species of agricultural interest, considering scientific articles published between 2020 and 2024. The systematic review followed Prisma criteria and was conducted in the Capes Periodicals Portal database. Of the 480 articles initially identified, 25 addressed the use of *K. alvarezii* with a focus on the agronomic area. Among the evaluated crops, corn, rice, and tomato stood out, totaling 72% of the studies. A significant variation in results was found concerning the concentrations of the tested extracts, i.e., between 0.1% and 10% (v/v), indicating that the efficacy of the biofertilizer may be dose-dependent. Additionally, the method of application may also play an important role. However, in general, the studies demonstrate that the algal extract not only stimulates plant growth and productivity but also enhances their resistance to stresses. Furthermore, it positively influences molecular mechanisms, plant health, and the soil microbiome, contributing to production systems with lower environmental impact. Thus, the biofertilizer from *K. alvarezii* may be a viable alternative for sustainable agriculture.

**Keywords:** Red seaweed; Rhodophyta; Aqueous extract.

## Introdução

A agricultura sustentável, essencial para garantir a segurança alimentar e a preservação dos recursos naturais, busca equilibrar a produção agrícola com a proteção do ambiente. Essa abordagem fornece soluções à produção de alimentos e outros produtos agrícolas a um baixo custo ambiental, sem comprometer a acessibilidade e a disponibilidade de alimentos, além de assegurar o bem-estar das gerações futuras (Muhie, 2022).

Nesse sentido, os biofertilizantes, também conhecidos como bioestimulantes,

conforme a legislação de cada país, emergem como uma solução promissora para promover o crescimento e a produção de espécies agrícolas e melhorar a eficiência de uso dos recursos. Esses produtos naturais, incluindo extratos de macroalgas, têm demonstrado eficácia em diversas culturas agrícolas. Além de melhorar o desenvolvimento das plantas, os biofertilizantes podem aumentar a resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos, contribuindo à sustentabilidade agrícola (Munaro *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2025).

Dentre as macroalgas fontes de compostos bioativos, destaca-se a espécie *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta), uma alga vermelha amplamente cultivada em diversas partes do mundo. Sua importância deve-se, em grande parte, à extração de  $\kappa$ -carragenana, um polissacarídeo amplamente utilizado na indústria alimentícia e farmacêutica (Udo *et al.*, 2023). Além disso, essa espécie apresenta uma rica composição nutricional, incluindo aminoácidos, proteínas, minerais, lipídios, carotenoides, esteroides, hormônios, fenóis e flavonoides. Essa diversidade de compostos bioativos tem despertado interesse em pesquisas que investigam seu potencial como biofertilizante para diversas cul-

turas agrícolas. A espécie *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta), uma alga vermelha amplamente cultivada em diversas partes do mundo. Sua importância deve-se, em grande parte, à extração de  $\kappa$ -carragenana, um polissacarídeo amplamente utilizado na indústria alimentícia e farmacêutica (Udo *et al.*, 2023). Além disso, essa espécie apresenta uma rica composição nutricional, incluindo aminoácidos, proteínas, minerais, lipídios, carotenoides, esteroides, hormônios, fenóis e flavonoides. Essa diversidade de compostos bioativos tem despertado interesse em pesquisas que investigam seu potencial como biofertilizante para diversas cul-

turas agrícolas (Pramanick *et al.*, 2020; Garai *et al.*, 2021; Vaghela *et al.*, 2023a; Nivetha *et al.*, 2024).

Dessa maneira, esta revisão sistemática objetiva descrever o estado da arte relativo aos efeitos do extrato de *K. alvarezii* como biofertilizante de espécies de interesse agrícola, considerando as publicações realizadas no período entre 2020 e 2024.

## Material e métodos

Esta revisão sistemática seguiu os critérios Prisma (<https://www.prisma-statement.org/>) e considerou o conjunto de dados disponível no Portal de Periódicos da Capes (<https://www.periodicos.capes.gov.br/>), que possui 390 bases indexadas, albergando mais de 39.000 manuscritos completos (Nunes *et al.*, 2025). Como descritor utilizou-se o nome científico da macroalga, “*Kappaphycus alvarezii*”, com filtro para o período de 2020 a 2024.

Dois revisores (A.N. e G.Z.A.) realizaram a revisão da literatura de forma independente, reduzindo qualquer influência de viés na seleção dos artigos. Os dados foram extraídos integralmente dos periódicos da Capes para análise posterior, independentemente de serem ou não considerados nos resultados ( $n = 480$ ). Os dados foram tabulados em uma planilha do Microsoft Excel, inserindo o título do artigo, o ano de publicação, a área e o objetivo do estudo.

Foram considerados apenas artigos em inglês e revisados por pares que estudaram *K. alvarezii* como bioinsumo na agricultura. Na tabulação dos resultados, identificou-se que 6 artigos não se encontravam na língua inglesa, 56 eram duplicados e 1 foi retirado a pedido dos autores, resultando em um total de 417 manuscritos para análise subsequente. Destes, 391 foram excluídos com base nos seguintes critérios: artigos de revisão ( $n = 52$ ), estudos que abordavam o cultivo de *K. alvarezii* juntamente com outras algas ( $n = 103$ ), pesquisas em áreas distintas, e.g., alimentação, saúde ou caracterização química ( $n = 216$ ), e artigos em que *K. alvarezii* foi apenas citada textualmente ( $n = 21$ ). Assim, fo-

ram selecionados 25 artigos que tratavam do uso de *K. alvarezii* ou de produtos que contêm a alga com foco na área agrônômica (Figura 1).

## Resultados

Dos 25 artigos selecionados, constatou-se que os maiores números de publicações ocorreram em 2020, 2023 e 2024 ( $n = 6$  em cada ano), seguidos de 2021 ( $n = 4$ ) e 2022 ( $n = 3$ ). Dentre as espécies agrícolas com maior número de pesquisas destacaram-se milho ( $n = 7$ , *Zea mays*), arroz ( $n = 6$ , *Oryza sativa*), tomate ( $n = 5$ , *Solanum lycopersicum*), batata ( $n = 2$ , *Solanum tuberosum*) e feijão ( $n = 2$ , *Phaseolus vulgaris* e *Vigna radiata*). Os demais estudos concentraram-se em outras espécies, com apenas uma pesquisa para cada cultivo, incluindo arabeta (*Arabidopsis thaliana*), ervilha (*Pisum sativum*), quiabo (*Abelmoschus esculentus*), gerânio (*Pelargonium graveolens*), kiwi (*Actinidia deliciosa*), mostarda (*Brassica juncea*), orquí-

dea (*Epidendrum secundum*) e pepino (*Cucumis sativus*). Vale ressaltar que o número total de cultivos ( $n = 30$ ) excede o número de pesquisas ( $n = 25$ ), uma vez que três estudos abordaram mais de uma espécie agrícola.

Dentre os estudos sobre milho (*Zea mays*), Kumar *et al.* (2020) relataram que plantas tratadas com extrato de *K. alvarezii* (2,5% - v/v) sob condições de déficit hídrico expressaram diferencialmente genes relacionados a proteínas de sinalização, transporte, estresse e de vias metabólicas (como de carboidratos, de metabólicos secundários, lipídico e hormonal). Também é descrita a regulação negativa de genes ligados à degradação de amido e sacarose, indicando o impacto do uso do biofertilizante algal sobre o metabolismo energético de *Zea mays*. Trivedi *et al.* (2021a) identificaram 380 genes *up*-regulados e 631 *down*-regulados após a aplicação do extrato de *K. alvarezii* (10% - v/v) no estágio V5, em condições de estresse hídrico (déficit). Nos tecidos foliares, genes

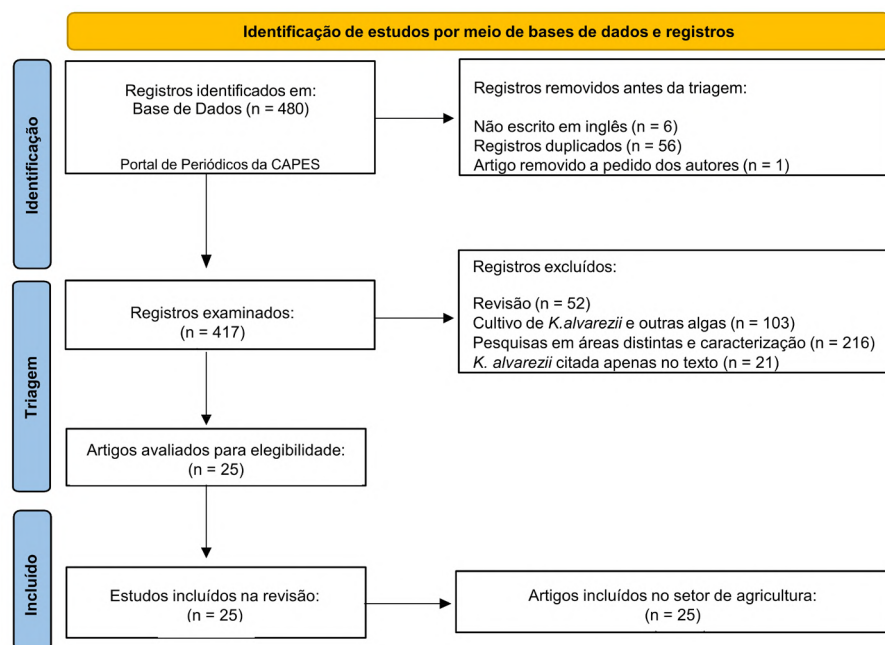


Figura 1. Fluxograma baseado no modelo Prisma com o resultado da busca realizada na base de dados do Portal de Periódicos da Capes (2020-2024) utilizando a palavra-chave “*Kappaphycus alvarezii*”

Figure 1. Flowchart based on the Prisma model showing the results of the search conducted in the Capes Journals Portal database (2020-2024) using the keyword “*Kappaphycus alvarezii*”

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: Elaborated by the authors (2025)

relacionados ao transporte de nitrato, fotossíntese e biossíntese de glicogênio foram *up*-regulados, enquanto genes associados ao catabolismo de polissacarídeos e proteínas foram *down*-regulados. Adicionalmente, aqueles autores identificaram aumento na diversidade bacteriana do solo após a aplicação de extratos de *K. alvarezii* (5% e 10% - v/v) em milho, com atividades enzimáticas elevadas e melhorias no rendimento das plantas (Trivedi *et al.*, 2021b). Plantas sob estresse hídrico apresentaram maior rendimento de grãos quando tratadas com extratos de *K. alvarezii* (10%) nos estágios V5 e V15, além de níveis de atividade de enzimas antioxidantes superiores comparativamente ao controle (Trivedi *et al.*, 2022).

Vaghela *et al.* (2023a) descreveram que a aplicação foliar do biofertilizante de *K. alvarezii* (Rhodophyta) e *Sargassum wightii* (Phaeophyceae), isoladamente ou em combinação (0,35% - v/v) em milho, proporcionou melhorias no crescimento e rendimento da cultura. Corroborando esse estudo, Nivetha *et al.* (2024) relataram que a aplicação foliar do produto AgroGain/LBS6 (1mL/L), derivado de *K. alvarezii*, aumentou o crescimento do milho, área foliar, altura total e pesos frescos e secos das plantas. O LBS6 também promoveu o acúmulo de clorofila a e b, carotenoides, açúcares solúveis, aminoácidos, flavonoides e compostos fenólicos, além de incrementar a densidade populacional de bactérias e fungos no ambiente da rizosfera. Por fim, Gandhi *et al.* (2024) investigaram a eficácia do extrato de *K. alvarezii* no milho. A aplicação do extrato, especialmente a 7,5% (v/v), promoveu maior absorção de nutrientes do solo, com reflexos positivos sobre o crescimento das plantas e qualidade dos grãos, contribuindo para um acréscimo de produtividade de 19%.

No que se refere aos estudos com arroz (*Oryza sativa*), Pramanick *et al.* (2020) avaliaram a eficácia do extrato de *K. alvarezii* em um sistema de produção baseado na rotação das culturas de batata (*Solanum tuberosum*) e feijão-mungo (*Vigna radiata*). O tratamento das plantas de arroz com o bioinsumo

a 7,5% associado à dose de fertilizantes recomendada melhorou atributos de qualidade física, como descasque e moagem, além de aumentar a produtividade do sistema. Roy *et al.* (2022) investigaram duas formulações comerciais de *K. alvarezii* (Tomatough® – 4mL/L e AgFort® – 1mL/L) aplicadas em *Ara-bidopsis thaliana* (Plantae, Magnoliophyta) como biocidas contra *Pseudomonas syringae* e *Xanthomonas oryzae* em arroz. As aplicações foliares do bioinsumo algal estimularam as respostas de defesa no arroz, evidenciadas pelo aumento nas concentrações de ácido salicílico, ácido jasmônico e citocinina, resultando em uma redução significativa na incidência da mancha bacteriana em arroz. Por sua vez, Deb e Singh (2022) descrevem que a aplicação foliar do extrato de *K. alvarezii* (7,5% - v/v) promoveu aumento no crescimento e rendimento do arroz. De forma similar, Castro *et al.* (2023) relataram que o biofertilizante algal, na concentração de 10%, incrementou a massa seca de raízes e folhas, além da área, diâmetro e número de raízes. Os autores observaram, adicionalmente, que o tratamento das plantas com menores concentrações do extrato também resultaram em efeitos de interesse, a exemplo do incremento na massa fresca e seca das raízes (3% - v/v) e da área, comprimento, número e volume das raízes (2% - v/v), além de promover a mobilização intensa de K<sup>+</sup> nos tecidos foliares, melhorando a eficiência de absorção daquele nutriente.

Castro *et al.* (2024a) demonstraram que extratos de *K. alvarezii* (2% e 10% - v/v), aplicados por via foliar e radicularmente, melhoraram a eficiência fotossintética, a absorção de N e K e a adaptação ao estresse em plantas de arroz, com consequente incremento do desenvolvimento radicular e de biomassa de parte aérea. Em estudo similar, Castro *et al.* (2024b) relataram incrementos de 7,1% e 19,04% nas massas secas de raízes e folhas, respectivamente, com a aplicação foliar de *K. alvarezii* (2% - v/v) enriquecida com ácido fúlvico (80mg/L). A aplicação desse produto misto elevou em aproximadamente 50% o teor de N nas bainhas das plantas, enquanto a

concentração de K foi incrementada em 14%.

Em plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) tratadas com o extrato de *K. alvarezii* (0,3% - v/v) detectou-se o aumento da atividade de enzimas associadas à resposta de defesa (e.g., peroxidase e  $\beta$ -1,3-glucanase) contra o *Fusarium oxysporum* (Melo *et al.*, 2020). Por sua vez, Mani *et al.* (2021) demonstraram que  $\kappa$ -carragenana extraída de *K. alvarezii* (0,3% - v/v) propiciou maior resistência ao patógeno causador da mancha foliar do tomateiro (i.e., *Septoria lycopersici*), via estímulo à atividade de peroxidase e a consequente produção de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, além de regular positivamente 11 proteínas associadas a respostas de defesa.

Vaghela *et al.* (2023b) demonstraram que a aplicação foliar de extratos aquosos de *K. alvarezii* ou *S. wightii* elevaram a produção de tomates entre 20 e 31% comparativamente às plantas controle. Banu, Ramani e Murugan (2020) extraíram um gel após ferver as algas *K. alvarezii* e *Sargassum tenerrium* (Phaeophyceae), obtendo-se um extrato gelatinoso que foi usado para revestir os tomates. Dentre as concentrações testadas (1%, 2% e 3%), o extrato a 3% mostrou-se mais eficaz na manutenção da qualidade dos frutos durante o armazenamento, além de apresentar maior atividade antibacteriana.

Layek *et al.* (2023), por sua vez, observaram que produtos comerciais de *K. alvarezii* (10%), em conjunto com a adubação recomendada aos cultivos de feijão francês (*Phaseolus vulgaris*), quiabo (*Abelmoschus esculentus*) e tomates, aumentaram significativamente o crescimento e a produtividade, além dos conteúdos de ácido ascórbico e licopeno nos frutos de tomate.

Em plantas de batata, Garai *et al.* (2021) observaram incrementos no crescimento, produtividade e propriedades físico-químicas dos tubérculos com o uso do extrato de *K. alvarezii* a 10% (v/v).

Shukla *et al.* (2023) demonstraram que o tratamento por sete dias com o produto comercial AgroGain/LBS6 (1mL/L) gerou incremento de 29,2%

na área foliar de cotilédones de pepino (*Cucumis sativus*) comparativamente ao controle, maior atividade de amilase e a consequente conversão de amido em sacarose. Além disso, a aplicação foliar do bioinsumo em sistema hidropônico estimulou o crescimento das plantas. Em outro estudo, Shukla *et al.* (2024) relataram que a administração desse mesmo produto comercial por via radicular (1mL/L) incrementou em ganhos significativos de crescimento de ervilha (*Pisum sativum*), tanto em plantas cultivadas em condições ótimas quanto naquelas submetidas a déficit de nitrogênio. Além disso, ao utilizar o produto à base de *K. alvarezii*, observou-se a indução da floração e um aumento nos teores de nitrogênio, nitrato e amônia, além de elevações nos níveis de clorofila, em plantas que estavam sob deficiência de nitrogênio. A irrigação com LBS6 também regulou a eficiência fotossintética, modulando positivamente os processos de transporte de elétrons e prótons nas membranas tilacoidais.

Yogendra *et al.* (2024) relataram que a aplicação do extrato de *K. alvarezii* (15% - v/v) em associação com a dose recomendada de fertilizantes químicos em cultivos de gerânio (*Pelargonium graveolens*) resultou em aumento significativo da altura das plantas, de biomassa de parte aérea (23,14%) e de rendimento de óleo essencial (23,87%).

No que tange ao efeito do extrato algal sobre a multiplicação de espécies hortícolas, Dutta *et al.* (2023) demonstraram que estacas de kiwi (*Actinidia deliciosa*) tratadas com solução a 10% (v/v) do bioinsumo apresentaram ganhos significativos na porcentagem de enraizamento, teores de clorofilas, carotenoides, carboidratos totais e compostos fenólicos em relação ao controle. Por sua vez, Amatuzzi *et al.* (2020) observaram estímulo ao enraizamento e ganho de massa de parte aérea da orquídea *Epidendrum secundum*, após o tratamento com o extrato aquoso de *K. alvarezii* na concentração de 50mg/L<sup>-1</sup>. Por fim, Yusuf *et al.* (2020) observaram que o extrato de *K. alvarezii* (50g/L) afetou positivamente o crescimento e a produção de folhas de mostarda (*Brassica juncea*).

## Discussão

Os estudos revisados destacam a crescente relevância de *K. alvarezii* como fonte de extrato aquoso com reconhecidas propriedades estimulantes do crescimento e produção vegetal, para além de promover maior resistência de plantas a fatores de estresse (a) biótico. No entanto, ressalta-se que as metodologias descritas nos estudos são distintas, um fato que dificulta a comparabilidade dos dados e resultados. Por exemplo, alguns estudos utilizam concentrações de 7,5% a 10%, enquanto outros exploram doses mais baixas (0,1%-3%), o que levanta questões sobre a eficácia do bioinsumo em distintas espécies e sob determinadas condições de cultivo.

Para as culturas mais estudadas, especialmente milho (n = 7), arroz (n = 6) e tomate (n = 5), observa-se uma ampla gama de concentrações do biofertilizante de *K. alvarezii*. No caso do milho e do arroz, as concentrações de extratos variaram entre 0,1% e 10%, e no tomate de 0,3% a 10%. Essa diversidade de dosagens indica que a resposta das plantas pode ser altamente dose-dependente, variando não apenas em função da dose aplicada, mas também em decorrência do estágio fenológico, cultivar e condições edafoclimáticas, por exemplo.

Além disso, cabe destacar que a forma de obtenção do extrato pode influenciar as respostas das plantas, uma vez que o extrato pode ser obtido de diferentes maneiras. Por exemplo, pode ser produzido através de processamento simples, como trituração e filtragem (Deb; Singh, 2022), pelo descongelamento da biomassa algal (Castro *et al.*, 2023), ou por meio de hidrolisados de frações sólidas (Shukla *et al.*, 2023). Assim, esse fator também deve ser considerado para determinação de concentrações ótimas para uso do biofertilizante.

De acordo com Trivedi *et al.* (2023), os resultados podem ser melhor compreendidos por meio de investigações sobre os mecanismos de ação do extrato algal. É sabido que o extrato de *K. alvarezii* tem efeito regulatório de genes de defesa da planta, aumentando a

resistência desta a patógenos e fatores de estresse. Além disso, ele ativa genes relacionados ao desenvolvimento radicular e à sinalização hormonal (e.g., ácido giberélico e auxinas), promovendo tanto o crescimento das raízes quanto a fotossíntese. O extrato também auxilia na degradação de amido e sacarose, contribuindo ao metabolismo energético vegetal. Por fim, atua também na modulação de comunidades bacterianas do solo, criando um ambiente mais benéfico às plantas, por exemplo, através da otimização da absorção de macro e micronutrientes.

Um dos fatores que pode estar relacionado aos resultados observados na aplicação do extrato de *K. alvarezii* em plantas é a bioatividade da carragenana. As carragenanas são polissacarídeos sulfatados extraídos de algas vermelhas, e têm sido amplamente estudadas devido às suas propriedades funcionais e bioativas. Esses compostos podem promover o crescimento vegetal e melhorar a resistência das plantas a estresses bióticos. Com base em todo esse contexto, torna-se evidente que os estudos devem concentrar-se nos mecanismos de ação do extrato de *K. alvarezii* para elucidar as respostas de plantas ao bioinsumo a nível molecular. Além disso, é fundamental que as pesquisas expandam o número de espécies vegetais analisadas. Tal abordagem não só ampliará o conhecimento sobre a eficácia do biofertilizante em diferentes contextos agrônômicos, mas contribuirá à identificação das espécies mais responsivas àquele produto biotecnológico.

Ademais, é importante ressaltar que, apesar dos benefícios agrônômicos da *K. alvarezii* como biofertilizante, dois aspectos devem ser considerados para a sua efetiva adoção: o acesso e a aceitação dos agricultores, que podem ser limitados por falta de informação, a análise do potencial custo-benefício do uso desta tecnologia e as eventuais melhorias na saúde do solo. Pesquisas que abordem essas questões são essenciais para promover a utilização desse biofertilizante de maneira geral na agricultura (Kholssi *et al.*, 2022; Hermans, 2024).

## Conclusão

A revisão sistemática das publicações sobre os efeitos do biofertilizante de *K. alvarezii* na agricultura no período 2020-2024 evidencia seu potencial na promoção do crescimento, incrementos de produtividade e resistência das plantas a fatores de estresse. Os estudos analisados evidenciam que o extrato algal não apenas melhora os parâmetros agronômicos, mas também influencia os mecanismos moleculares que favorecem a sanidade vegetal e o microbioma do solo, aspectos relevantes à adoção de sistemas de produção de menor impacto ambiental.

## Contribuição dos autores

**Aline Nunes:** Escrita – primeira redação, Validação, Investigação, Análise formal, Financiamento. **Gadiel Zilto Azevedo:** Escrita – revisão e edição, Análise formal. **Marcelo Maraschin:** Escrita – revisão e edição. **Giuseppina Pace Pereira Lima:** Administração do projeto, Financiamento, Escrita – revisão e edição.

## Conflitos de Interesse

Os autores declaram não haver nenhum conflito de interesse.

## Dados de pesquisa

Não foram gerados dados de pesquisa para a redação deste trabalho.

## Financiamento

A pesquisa foi apoiada pelas bolsas 2023/03886-1 (A.N.) da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP); pelos auxílios 311719/2023-6 (G.P.P.L.) e 405949/2022-7 e 306495/2023-6 (M.M.), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil (CNPq); e pelo auxílio 2024TR002499 (M.M.).

## Referências

AMATUZZI, J. C. A.; VIEIRA, L. N.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; NOSEDA, M. D.; FRAGA, H. P. F. Improved *in vitro* development of *Epidendrum secundum* (Orchidaceae) by using aqueous extract of the seaweed *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae). *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 42, n. 8, p. 1-9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-020-03129-6>.

BANU A, T.; RAMANI P, S.; MURUGAN, A. Effect of seaweed coating on quality characteristics and shelf life of tomato (*Lycopersicon esculentum* mill). *Food Science and Human Wellness*, v. 9, n. 2, p. 176–183, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2020.03.002>.

CASTRO, T. A. V. T.; TORCHIA, D. F. O.; LIMA, A. C. S.; LOPES, S. A.; CANTARINO, R. E.; RODRIGUES, N. F.; PEREIRA, E. G.; GOMES, V. O. R.; SANTOS, L. A.; VENDRAMINI, A. L. A.; GARCÍA, A. C. Conversion of *Kappaphycus alvarezii* macroalgae biomass enriched with fulvic acid into a foliar biostimulant for plant (*Oryza sativa* L.) growth and stress protection. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, v. 11, n. 1, p. 1-22, 2024b. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40538-024-00687-6>.

CASTRO, T. A. V. T.; TAVARES, O. C. H.; TORCHIA, D. F. O.; SILVA, H. O.; MOURA, O. V. T.; CANTARINO, R. E.; LOPES, S. A.; VIÊGAS, C. V.; VENDRAMINI, A. L. A.; SANTOS, L. A.; BERBARA, R. L. L.; GARCÍA, A. C. Organic fragments of k-carrageenan, lipids and peptides plus K-rich inorganic fraction in *Kappaphycus alvarezii* biomass are responsible for growth stimulus in rice plant when applied both foliar and root pathway. *Algal Research*, v. 71, p. 1-16, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103040>.

CASTRO, T. A. V. T.; TAVARES, O. C. H.; TORCHIA, D. F. O.; PEREIRA, E. G.; RODRIGUES, N. F.; SANTOS, L. A.; VENDRAMINI, A. L. A.; MATA JR., M. R.; VIÊGAS, C. V.; BERBARA, R. L. L.; GARCÍA, A. C. Regulation of growth and stress metabolism in rice plants through foliar and root application of seaweed extract from *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*, v. 36, n. 4, p. 2295–2310, 2024a. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-024-03216-y>.

DEB, K.; SINGH, S. Effect of seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) extract on rainfed aerobic rice (*Oryza sativa* L.). *Environment Conservation Journal*, v. 23, n. 3, p. 260–266. DOI:

<https://doi.org/10.36953/ECJ.10072231>.

DUTTA, S. K.; LAYEK, J.; YADAV, A.; DAS, S. K.; RYMBAL, H.; MANDAL, S.; SAHANA, N.; BHUTIA, T. L.; DEVI, E. L.; PATEL, V. B.; LOHA, R.; MISHRA, V. K. Improvement of rooting and growth in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) cuttings with organic biostimulants. *Heliyon*, v. 9, n. 7, p. 1-15, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17815>.

GANDHI, G.; GOPALAKRISHNAN, V. A. K.; VERAGURUNATHAN, V.; GHOSH, A. Unlocking the potential of tropical red and brown seaweed-based biostimulants – a comparative assessment for sustainable maize (*Zea mays*) production. *Journal of Applied Phycology*, v. 36, n. 3, p. 1513–1531, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-023-03155-0>.

GARAI, S.; BRAHMACHARI, K.; SARKAR, S.; MONDAL, M.; BENERJEE, H.; NANDA, M. K.; CHAKRAVARTY, K. Impact of seaweed sap foliar application on growth, yield, and tuber quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Applied Phycology*, v. 33, n. 3, p. 1893–1904, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02386-3>.

HERMANS, S. Opinion: developments in the commercialisation of seaweed extract biostimulants. *Journal of Applied Phycology*, v. 36, n. 6, p. 3149–3152, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-024-03366-z>.

KHOLSSI, R.; LOUGRAIMZI, H.; GRINA, F.; LORENTZ, J. F.; SILVA, I.; CASTAÑO-SÁNCHEZ, O.; MARKS, E. A. N. Green Agriculture: a review of the application of micro- and macroalgae and their impact on crop production on soil quality. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v. 22, p. 4627–4641, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00944-3>.

KUMAR, R.; TRIVEDI, K.; ANAND, K. G. V.; GHOSH, A. Science behind biostimulant action of seaweed extract on growth and crop yield: insights into transcriptional changes in roots of maize treated with *Kappaphycus alvarezii* seaweed extract under soil moisture stressed conditions. *Journal of Applied Phycology*, v. 32, n. 1, p. 599–613, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01938-y>.

LAYEK, J.; DUTTA, S. K.; KRISHANAPPA, R.; DAS, A.; GHOSH, A.; MISHRA, V. K.; PANWAR, A. S.; HAZARIKA, S.; DEVI, S.; KUMAR, M.; BURAGOHAJIN, J. Productivity, quality and profitability enhancement of French bean, okra and tomato with seaweed extract application under North-Eastern Himalayan

- condition. **Scientia Horticulturae**, v. 309, n. 111626, p. 1-14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111626>.
- MANI, S. D.; GOVINDAN, M.; MUTHAMILA-RASAN, M.; NAGARATHNAM, R. A sulfated polysaccharide  $\kappa$ -carrageenan induced antioxidant defense and proteomic changes in chloroplast against leaf spot disease of tomato. **Journal of Applied Phycology**, v. 33, n. 4, p. 2667–2681, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02432-0>.
- MELO, P. C.; COLLELA, C. F.; SOUSA, T.; PACHECO, D.; COTAS, J.; GONÇALVES, A. M. M.; BAHCEVANDZIEV, K.; PEREIRA, L. Seaweed-based products and mushroom  $\beta$ -glucan as tomato plant immunological inducers. **Vaccines**, v. 8, n. 3, p. 1-13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/vaccines8030524>.
- MUHIE, S. H. Novel approaches and practices to sustainable agriculture. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 10, n. 100446, p. 1-11, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100446>.
- MUNARO, D.; NUNES, A.; SCHMITZ, C.; BAUER, C.; COELHO, D. S.; OLIVEIRA, E. R.; YUNES, R. A.; MOURA, S.; MARASCHIN, M. Metabolites produced by macro- and micro-algae as plant biostimulants. In: **Studies in Natural Products Chemistry**. Elsevier, p. 87–120, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91095-8.00011-8>.
- NIVETHA, N.; SHUKLA, P. S.; NORI, S. S.; KUMAR, S.; SURYANARAYAN, S. A red seaweed *Kappaphycus alvarezii*-based biostimulant (AgroGain®) improves the growth of *Zea mays* and impacts agricultural sustainability by beneficially priming rhizosphere soil microbial community. **Frontiers in Microbiology**, v. 15, p. 1-18, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1330237>.
- NUNES, A.; AZEVEDO, G. Z.; SCHMITZ, C.; LIMA, G. P. P.; MARASCHIN, M. The importance of the capes scientific database for the Brazilian and world research. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 20, n. 41, p. 1–14, 2025. DOI: <https://doi.org/10.21713/rbpg.v20i41.2237>.
- OLIVEIRA, E. R.; NUNES, A.; DUTRA, F. S.; AZEVEDO, G. Z.; SCHNEIDER, A. R.; SANTOS, B. R.; MUNARO, D.; MOURA, S.; LIMA, G. P. P.; MARASCHIN, M. Marine and terrestrial biostimulant elicitors of tolerance to cold stress. **Frontiers in Plant Science**, v. 16, p. 1-21, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1569516>.
- PRAMANICK, B.; BRAHMACHARI, K.; KAR, S.; MAHAPATRA, B. S. Can foliar application of seaweed sap improve the quality of rice grown under rice–potato–greengram crop sequence with better efficiency of the system? **Journal of Applied Phycology**, v. 32, n. 5, p. 3377–3386, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02150-z>.
- ROY, A.; GHOSH, D.; KASERA, M.; GIRISH, T. R.; VEMANNA, R. S.; MOHAPATRA, S.; NARAYAN, S. S.; BHATTACHARJEE, S. *Kappaphycus alvarezii*-derived formulations enhance salicylic acid-mediated anti-bacterial defenses in *Arabidopsis thaliana* and rice. **Journal of Applied Phycology**, v. 34, n. 1, p. 679–695, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02658-y>.
- SHUKLA, P. S.; NIVETHA, N.; NORI, S. S.; KUMAR, S.; CRITCHLEY, A. T.; SURYANARAYAN, S. A biostimulant prepared from red seaweed *Kappaphycus alvarezii* induces flowering and improves the growth of *Pisum sativum* grown under optimum and nitrogen-limited conditions. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 1-18, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1265432>.
- SHUKLA, P. S. NIVETHA, N.; NORI, S. S.; BOSE, D.; KUMAR, S.; KHANDELWAL, S.; CRITCHLEY, A.; SURYANARAYAN, S. Understanding the mode of action of AgroGain®, a biostimulant derived from the red seaweed *Kappaphycus alvarezii* in the stimulation of cotyledon expansion and growth of *Cucumis sativa* (cucumber). **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 1-16, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1136563>.
- TRIVEDI, K.; GOPALAKRISHNAN, V. A. K.; KUMAR, R.; GHOSH, A. Transcriptional analysis of maize leaf tissue treated with seaweed extract under drought stress. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, p. 1-14, 2021a. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.774978>.
- TRIVEDI, K.; KUMAR, R.; ANAND, K. G. V.; BHOJANI, G.; KUBAVAT, D.; GHOSH, A. Structural and functional changes in soil bacterial communities by drifting spray application of a commercial red seaweed extract as revealed by metagenomics. **Archives of Microbiology**, v. 204, n. 1, p. 1-21, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02644-5>.
- TRIVEDI, K.; ANAND, K. G. V.; KUBAVAT, D.; GHOSH, A. Role of *Kappaphycus alvarezii* seaweed extract and its active constituents, glycine betaine, choline chloride, and zeatin in the alleviation of drought stress at critical growth stages of maize crop. **Journal of Applied Phycology**, v. 34, n. 3, p. 1791–1804, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02722-1>.
- TRIVEDI, K.; ANAND, K. G. V.; VAGHELA, P.; CRITCHLEY, A. T.; SHUKLA, P. S.; GHOSH, A. A review of the current status of *Kappaphycus alvarezii*-based biostimulants in sustainable agriculture. **Journal of Applied Phycology**, v. 35, n. 6, p. 3087–3111, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-023-03054-4>.
- UDO, T.; MUMMALETI, G.; MOHAN, A.; SINGH, R. K.; KONG, F. Current and emerging applications of carrageenan in the food industry. **Food Research International**, v. 173, p. 1-21, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113369>.
- VAGHELA, P.; GANDHI, G.; TRIVEDI, K.; ANAND, K. G. V.; CHAVDA, D.; MANNA, M.; SETH, T.; SETH, A.; SHANMUGAM, M.; GHOSH, A. Underpinning beneficial maize response to application of minimally processed homogenates of red and brown seaweeds. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 1-21, 2023a. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1273355>.
- VAGHELA, P.; TRIVEDI, K.; ANAND, K. G. V.; BRAHMBHATT, H.; NAYAK, J.; KHANDHEDIYA, K.; PRASAD, K.; MORADIYA, K.; KUBAVAT, D.; KONWAR, L. J.; VEERAGURUNATHAN, V.; GRACE, P. G.; GHOSH, A. Scientific basis for the use of minimally processed homogenates of *Kappaphycus alvarezii* (red) and *Sargassum wightii* (brown) seaweeds as crop biostimulants. **Algal Research**, v. 70, p. 1-22, 2023b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.102969>.
- YOGENDRA, N. D.; PRAKHYATH, K. M.; RAVIKUMARA, R.; PADALIA, R. C.; GHOSH, A. Effect of *Kappaphycus alvarezii* seaweed liquid extract on growth, yield and chemical constituents of Geranium (*Pelargonium graveolens* L' Herit. ex Aiton). **Journal of Plant Nutrition**, v. 48, n. 6, p. 907-920, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2024.2415478>.
- YUSUF, R.; BAHRUDIN; MAS'UD, H.; SYAKUR, A.; AFRIANA, D. S.; KALABA, Y.; KRISTIANSEN, P. Application of local seaweed extracts on growth and yield of mustard greens (*Brassica juncea* L.). **Earth and Environmental Science**, v. 484, n. 1, p. 1-8, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/484/1/012066>.

# O cumprimento da legislação ambiental como estratégia de sustentabilidade e valorização da agricultura familiar em Santa Catarina

Luiz Fernando de Novaes Vianna<sup>1</sup>, Juliana Mio de Souza<sup>2</sup>

**Resumo** – A legislação ambiental brasileira está próxima de completar um século de existência. Ao longo desse período vem sofrendo alterações que buscam adaptá-la à realidade socioeconômica de cada tempo. Por ter uma forte incidência no meio rural, as alterações ocorrem devido às constantes pressões, ora do setor produtivo, ora da sociedade, dos cientistas e dos ambientalistas. Diferentes narrativas são construídas de acordo com visões de mundo, interesses e conjunturas político-sociais que coexistem. Mesmo diante das evidências globais da crise ambiental atual, a preservação, a conservação e a restauração dos ecossistemas naturais ainda são vistos, no Brasil, como entraves ao desenvolvimento rural. E essa visão se reflete nos instrumentos legais vigentes e nas propostas atuais de alteração. Neste artigo fazemos uma breve discussão acerca dos conflitos de narrativas que embasam a construção legislativa à luz dos princípios atuais da sustentabilidade. Buscamos apresentar referências científicas e técnicas que demonstram que a legislação ambiental deve começar a ser tratada não mais como um entrave ao desenvolvimento rural, mas como uma aliada a partir de novas perspectivas de produção, baseadas na multifuncionalidade da propriedade rural.

**Palavras-chave:** Regularização ambiental; Área de preservação permanente (APP); Reserva legal (RL); Sustentabilidade; Pequena propriedade rural.

**Compliance with environmental law as a strategy for the sustainability and valorization of family farming in Santa Catarina**

**Abstract** – Brazilian environmental legislation is approaching its centennial anniversary. Throughout this period, the legislation has undergone changes to adapt to the socioeconomic reality of each era. Due to its strong impact on rural areas, changes have occurred because of constant pressure from several sectors, including the productive sector, society, scientists, and environmentalists. Different narratives emerge according to worldviews, interests, and political and social contexts. Despite global evidence of the current environmental crisis, preserving, conserving, and restoring natural ecosystems are still seen in Brazil as obstacles to rural development. This view is reflected in the current legal instruments and proposals for changes. In this article, we briefly discuss the conflicting narratives that underpin legislative construction considering current sustainability principles. Our goal is to present scientific and technical references demonstrating that environmental legislation should be viewed as an ally, not an obstacle, to rural development, offering new production perspectives based on the multifunctionality of rural property.

**Keywords:** Environmental regularization; Permanent preservation area (APP); Legal reserve (RL); Sustainability; Small rural property.

## Introdução

Considerando-se o primeiro código florestal, estabelecido através do Decreto 23.793/1934 e sancionado por Getúlio Vargas como um marco legal ambiental, a legislação ambiental brasileira está próxima de completar um século de existência (Lago, 2024). Frente aos desafios da época, o primeiro Código Florestal Brasileiro teve como objetivo

regulamentar o uso dos “recursos naturais” com fins de desenvolvimento econômico e incentivo ao processo de industrialização do país. Sua principal contribuição em termos ambientais foi estabelecer diferentes tipologias de uso, proteção e conservação, mas com foco nos recursos naturais voltados à indústria (Lins *et al.*, 2022).

A década de 60 foi marcada pelo surgimento dos movimentos ambientalistas e pela percepção

equivocada sobre a inesgotabilidade da natureza. Nesse contexto surgiu a Lei 4.771/1965 (Brasil, 1965), uma política intervencionista que buscou limitar o restrito poder de uso da terra particular, em função do avanço indiscriminado da indústria madeireira e em prol de uma preservação mínima de interesse comum a todos os habitantes do país. A percepção sobre a necessidade de manter um mínimo de vegetação natural conservada e interconectada,

Recebido em 16/05/2025. Aceito para publicação em 31/07/2025.

Editor-Editor de seção: Luiz Augusto Martins Peruch/Epagri – Paulo Antonio de Souza Gonçalves/Epagri.

<sup>1</sup> Biólogo, Dr., Epagri/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia (Ciram). Rodovia Admar Gonzaga, 1347 – Itacorubi. Florianópolis, SC, Brasil –. CEP 88034-901. Fone: (48) 3665-5161. E-mail: vianna@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Engenheira-cartógrafa, Dra., Epagri/Ciram. Fone: (48) 3665-5150. E-mail: julianasouza@epagri.sc.gov.br.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i3.2058>

para proteger prioritariamente recursos hídricos e encostas, fez surgir os conceitos de “Área de Preservação Permanente – APP” e “Reserva Legal – RL” (Santos Filho *et al.*, 2015).

Durante as décadas seguintes, os valores determinantes das APPs e RLs sofreram alterações, como em 1989, através da Lei 7.803 (Brasil, 1989). As alterações buscaram aumentar a proteção dos recursos hídricos, encostas e topos de morro, mas ainda com uma ótica antropocêntrica e majoritariamente econômica.

Essa percepção econômica não tem se mostrado eficiente para evitar a redução das áreas de vegetação nativa nas propriedades privadas. Enquanto nas unidades de conservação, nas terras indígenas e nas demais áreas públicas destinadas à preservação e conservação, a vegetação natural vem se mantendo e se regenerando, nas áreas rurais privadas observou-se um aumento crescente do desmatamento e das queimadas (Del Lama *et al.*, 2022). A principal justificativa para que esse tipo de prática agrícola ocorra é a necessidade de produção de alimentos para uma população crescente (Ripplinger *et al.*, 2024) e a necessidade constante de aumento de renda do produtor rural<sup>3</sup>.

Em Santa Catarina, essa estratégia, focada prioritariamente nos ganhos econômicos, gerou um passivo ambiental que hoje é de aproximadamente 600 mil hectares de áreas de preservação permanente ocupadas por atividades econômicas, valor estimado considerando-se uma distância média de 30m nas zonas ripárias (Zambonim; Vianna, 2024). Apoiando o discurso de aumento de renda e melhoria da qualidade de vida do pequeno produtor rural, o estado de Santa Catarina passou a questionar “o impacto da legislação ambiental nas propriedades rurais”, iniciando uma nova discussão sobre a necessidade de alterar o código florestal de 1965 (Brasil, 1965) e criar mecanismos para regularizar os passivos ambientais nas propriedades rurais. O problema é que esse “impacto da legislação sobre as propriedades rurais” vem

sendo avaliado através de métodos que mensuram as perdas produtivas potenciais apenas em função das áreas das APPs e RLs, ocupadas ou não por atividades agrícolas (ex. Dortzbach *et al.*, 2021; Kluck *et al.*, 2011), sem considerar os benefícios da preservação dessas áreas no contexto do ecossistema, da bacia hidrográfica ou da manutenção da qualidade ambiental no longo prazo.

A narrativa de que o pequeno produtor rural seria prejudicado economicamente pela legislação ambiental, fundamentou a Lei Estadual 14.675/2009 (Santa Catarina, 2009), que por sua vez foi uma das bases para a construção de uma nova normativa federal, hoje vigente através da Lei 12.651/2012 (Brasil, 2012), conhecida como Lei de Proteção da Vegetação Nativa.

A Lei de Proteção da Vegetação Nativa vem sendo criticada tanto no meio jurídico quanto no meio científico, pois reduziu as APPs, criou a possibilidade de anistiar usos inadequados de APP ocorridos durante a vigência do código anterior e entrou em conflito com outros mecanismos de proteção ambiental, como a Lei da Mata Atlântica (Brasil, 2006), por exemplo. As críticas à Lei de Proteção da Vegetação Nativa estão embasadas nos dados de desmatamento e queimadas e nas evidências científicas sobre as consequências da degradação ambiental em diversas escalas espaço-temporais (Dos Santos; Medeiros; De Freitas, 2023; Lins *et al.*, 2022; Rodrigues; Matavelli, 2020; Santos Filho *et al.*, 2015). O que se questiona não é o impacto da legislação sobre a propriedade, mas o impacto do não cumprimento, da anistia e do enfraquecimento da legislação ambiental para a sociedade, o meio ambiente e, principalmente, para o pequeno produtor rural e as populações tradicionais e indígenas (Horn, 2024).

Neste artigo busca-se apresentar e discutir os riscos do não cumprimento da legislação frente à realidade rural e ambiental de Santa Catarina. Para isso, apresenta-se uma base conceitual atual sobre sustentabilidade e se propõe uma nova abordagem para adoção de políticas rurais sustentáveis.

## Base conceitual para uma política ambiental moderna

Um código ambiental moderno deve estar alinhado prioritariamente ao que atualmente se pensa em termos de sustentabilidade. É preciso considerar os riscos associados às condições de “ponto de inflexão” (*tipping points*) (Lenton *et al.*, 2023) e é necessário avançar, prioritariamente, nas ações de regeneração ambiental.

Segundo o relatório “*Global tipping points reports 2023*” (Lenton *et al.*, 2023), hoje estamos diante de mais de 25 pontos de inflexão no sistema planetário. Os pontos de inflexão representam situações extremas de estresse a partir das quais o sistema dificilmente se recupera. Os exemplos de situações de pontos de inflexão são interdependentes e interconectados, com complexidades inter-relacionais distintas, mas apresentados e descritos separadamente apenas para facilitar a compreensão. São seis pontos de inflexão associados à criosfera, incluindo situações de larga escala, como nos campos de gelo da Groenlândia e da Antártica. A perda de gelo é um dos indicadores das causas do aquecimento acelerado do planeta. As circulações oceânicas e atmosféricas apresentam quatro pontos de inflexão, na Circulação Atlântica Meridional (AMOC), no Giro Subpolar do Atlântico (SPG), na Circulação da Água de Fundo da Antártica (SMOC) e nas Monções do Oeste Africano. A alteração nas dinâmicas oceanográficas e atmosféricas são consequências (e retroalimentam) a alteração de densidade e temperatura dos oceanos em função do aquecimento e do derretimento da criosfera.

Em relação à biosfera, é onde se encontram os 16 principais pontos de inflexão associados diretamente à agricultura, como, por exemplo, a morte das florestas e sua incapacidade regenerativa; a destruição das savanas, cerrados e demais ecossistemas semiáridos; a substituição dos campos naturais e a eutrofização de lagos; além do colapso da pesca pela perda acelerada dos recifes de corais, manguezais e

<sup>3</sup> <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2025/04/16/sc-rural-2-missao-do-banco-mundial-conhece-experiencias-inovadoras-na-agricultura-catarinense/>

marismas. A alteração da biosfera tem como consequências (e retroalimenta) a perda da biodiversidade, a alteração no ciclo de carbono e consequentemente o aquecimento do planeta.

Ainda, segundo o relatório (Lenton *et al.*, 2023), a redução do desmatamento e o investimento em regeneração dos ambientes naturais podem reduzir as emissões de gases do efeito estufa e contribuir para interromper e reverter o declínio da biodiversidade e, ao mesmo tempo, gerar recursos financeiros da ordem de 1,3 trilhões de dólares até 2030. Essa estimativa de ganho econômico está parcialmente associada à agricultura, em uma perspectiva multifuncional, focada na diversificação dos ganhos financeiros para além da venda dos produtos agrícolas (Martini; Trentini, 2011).

Nessa linha, a ONU definiu o período entre 2021 e 2030 como a Década da Restauração de Ecossistemas<sup>4</sup>. De acordo com o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2021), “infelizmente continuamos seguindo na direção errada”. O ecossistema planetário continua sendo degradado de forma acelerada, de maneiras distintas e complexas, mesmo que saibamos que o crescimento econômico massivo das décadas recentes ocorreu às custas de uma degradação da saúde ecossistêmica. A restauração ecossistêmica é necessária em larga escala e a conservação dos ecossistemas ainda saudáveis é de suma importância, mas já não é suficiente. Segundo o programa da ONU, estima-se que no ritmo atual estamos utilizando o equivalente a 1,6 planetas para mantermos o nosso estilo de vida, baseado no consumo excessivo, nos desperdícios e na desconexão com a natureza. Enquanto alguns ecossistemas estão próximos de ultrapassar o ponto de inflexão, outros podem ser recuperados, se pararmos de degradá-los e investirmos em restauração. A restauração ecossistêmica está diretamente associada a diversos benefícios e é um dos principais meios para prover soluções baseadas na natureza.

O retorno social de cada dólar investido em restauração ecossistêmica é de US\$30,00 (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2021). A segurança alimentar está diretamente relacionada à saúde dos ecossistemas, uma vez que tanto a saúde do solo quanto os regimes de chuvas dependem diretamente das florestas e demais formas de vegetação natural. Por isso, a restauração através de sistemas agroflorestais e do resgate do conhecimento ancestral de produção de alimentos é um ponto chave nesse processo (Malheiro, 2023; Vianna, 2024). Além disso, a manutenção da temperatura do planeta também depende diretamente dos ecossistemas saudáveis. Estima-se que a restauração de 15% dos ecossistemas a partir de terras já degradadas pode evitar até 60% da extinção das espécies em risco (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2021).

### **Para além da regularização ambiental: potencialidades da legislação ambiental para uma agricultura sustentável em Santa Catarina**

“Qual o impacto do cumprimento da legislação ambiental nas propriedades rurais de Santa Catarina?”

Quando essa pergunta foi feita no final dos anos 2000, especulava-se que a manutenção da vegetação tanto nas APPs quanto nas RLs estava prejudicando financeiramente os pequenos agricultores no Estado. Mesmo sem comprovação científica, foram elaboradas propostas de leis para alterar o código florestal de 1965 e reduzir as APPs e RLs, além de considerar “área rural consolidada” os casos de ocupação irregular entre 1990 e 2008. A alteração legislativa foi efetivada em 2012, de forma política e avessa às orientações científicas (Dos Santos *et al.*, 2023) e, no caso de Santa Catarina, fora de um contexto fundiário no qual a agricultura multifuncional

poderia ser mais adequada do que a tradicional agricultura produtivista (Martini; Trentini, 2011).

Alguns trabalhos abordam os impactos econômicos da restrição ao uso produtivo das APPs e das RLs nas pequenas propriedades rurais (ex. Dortzbach *et al.*, 2021; Kluck *et al.*, 2011). Porém, os resultados obtidos estão metodologicamente baseados em cálculos que desconsideram a multifuncionalidade das pequenas propriedades, os serviços ecossistêmicos oferecidos pelas áreas conservadas e os benefícios ambientais, sociais e culturais associados à preservação da paisagem. As limitações daquele tipo de abordagem podem reforçar uma narrativa distorcida, segundo a qual a conservação ambiental seria um entrave ao desenvolvimento rural, quando, na realidade, os principais desafios enfrentados pelos pequenos produtores rurais são de outra ordem.

Segundo o “Histórico de Perdas na Agricultura Brasileira 2000-2021 (Brasil, 2022), Santa Catarina é o terceiro estado do país em quantidade de anos que apresentaram perdas agrícolas (10 anos) e o segundo em quantidade de quebras ao longo do período (38). O relatório aponta ainda que os principais responsáveis pelos prejuízos agrícolas no Estado foram o excesso de chuvas e as secas, ou seja, dois extremos climáticos que estão intimamente relacionados à perda de vegetação natural (Aguirre-Gutiérrez *et al.*, 2025; Lenton *et al.*, 2023; UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2021). Além dos desafios climáticos, os pequenos agricultores de Santa Catarina ainda enfrentam dificuldades associadas à dependência das cadeias produtivas (ex. soja, suínos e aves) (Schneider; Ferrari, 2015), dificuldade na sucessão familiar, carência de apoio técnico e burocracia na regularização fundiária e ambiental (Lovatel *et al.*, 2019).

Como demonstrado anteriormente, o meio científico e os órgãos internacionais de agricultura e meio ambiente já estão conscientes de que o caminho para uma agricultura sustentável deve passar por uma rápida mudança de valores e de

<sup>4</sup> <https://www.decadeonrestoration.org/pt-br/sobre-decada-da-onu>

paradigma. Os pontos de inflexão vêm sendo apontados sistematicamente e os esforços internacionais já não são apenas em reduzir o desmatamento e a queima de combustíveis fósseis, mas em iniciar um processo de restauração ecossistêmica.

Santa Catarina é um estado que tem potencial em liderar essa mudança na agricultura brasileira. Sua característica fundiária somada aos indicadores sociais e econômicos<sup>5</sup> apresenta um ambiente que permite inovar e desenvolver novos mecanismos de desenvolvimento econômico baseados na valorização do meio ambiente preservado e restaurado. Minimizar os prejuízos agrícolas causados pelas chuvas e pelas estiagens através da implantação de sistemas agroflorestais nas APPs e RLs degradadas pode ser uma estratégia (Vijaykumar *et al.*, 2024).

Em um cenário de emergência climática global e crescente pressão por práticas agrícolas sustentáveis, é importante entender e reconhecer que o cumprimento da legislação ambiental não é um entrave à produção, mas uma alavanca para o desenvolvimento socioeconômico no campo.

No caso das pequenas propriedades, que representam a base fundiária de Santa Catarina, respeitar (e ampliar) as áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal (RL), restaurar o que foi degradado e avançar na implementação de políticas como o Programa de Regularização Ambiental (PRA) e os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), podem ser um diferencial de avanço. O cumprimento da legislação ambiental pode ser um aliado no incremento da pluriatividade do agricultor familiar e da multifuncionalidade da pequena propriedade rural, fortalecendo atividades como a venda direta dos produtos, o turismo rural e de natureza, além da manutenção, restauração e valorização das paisagens no interior da propriedade, que podem contribuir com as atividades remuneradas que não estão intimamente ligadas à exploração agrícola (Cazella; Roux, 1999). A valorização da biodiversidade, a melhoria dos serviços ecossistêmicos

e a resiliência frente aos eventos climáticos extremos — como secas e enchentes — também são ganhos diretos e concretos para o agricultor (Martini; Trentini, 2011). Essas ações são condição necessária para que o produtor tenha acesso a uma nova economia que está em formação, a “economia verde”. Instrumentos como o crédito de carbono, os mercados de produtos de baixo carbono e os selos de certificação ambiental já operam como mecanismos de agregação de valor à produção rural (Abdul Gafoor *et al.*, 2024; Santa Catarina, 2023; Zhang *et al.*, 2021).

No Brasil, no entanto, a adoção da economia verde ainda é vista como frágil diante da insegurança jurídica e da instabilidade macroeconômica (Haryono, 2024; Yamahaki *et al.*, 2022). Embora a economia verde apresente oportunidades substanciais para promover o crescimento econômico sustentável, os críticos argumentam que pode servir apenas como uma camada superficial sobre as estruturas econômicas existentes, servindo como uma “máscara verde”, em que as empresas adotam superficialmente práticas ecológicas sem um compromisso genuíno com a conservação e a regeneração da natureza em sua plenitude (Brito *et al.*, 2022; Mota *et al.*, 2012).

É preciso, portanto, escolher a narrativa a ser seguida. Como bem descreve Joanna Macy, estamos diante de “três histórias do nosso tempo” (Macy, 2020). Na primeira, denominada por ela como “*business as usual*”, ou “mais do mesmo”, confiamos que não há necessidade de mudança pois acreditamos que o crescimento econômico é sinônimo de prosperidade, o enredo central é sobre crescer sempre e negarmos as consequências através de mecanismos psíquicos de defesa. A segunda aponta para as consequências das escolhas pela manutenção e expansão ilimitada do “mais do mesmo”. Denominada de “O grande desmoronamento”, essa narrativa está baseada em evidências científicas do colapso dos sistemas ecológicos e sociais, da crise climática,

do esgotamento dos recursos, dos impactos dos rejeitos dos sistemas produtivos e da extinção em massa da biodiversidade. Trata-se de uma narrativa que nos causa dor, medo, estresse e nos coloca vulneráveis diante das nossas próprias escolhas, o que muitas vezes é difícil de lidar cotidianamente. A terceira narrativa “é sustentada e incorporada por aqueles que sabem que a primeira está nos levando à catástrofe e se recusam a deixar que a segunda tenha a última palavra” (Macy, 2020). É uma narrativa de atitude, de criatividade, de transição entre um modelo baseado na produção–consumo–descarte para um modelo de suporte à vida em todas as suas esferas. Essa narrativa é denominada pela autora de “A Grande Virada”. Joanna Macy nos convida a refletir sobre o sentido de discutir quais delas estão “certas” uma vez que todas estão acontecendo ao mesmo tempo. Para ela a questão fundamental está em “onde queremos colocar a nossa energia?”

A legislação ambiental não precisa mais ser tratada como uma ameaça à propriedade rural, mas sim como uma aliada da produção agrícola do futuro – conservacionista, regenerativa e de baixa emissão de carbono. Isso não significa ignorar as dificuldades e as transições necessárias, mas sim fortalecer o papel da pesquisa, da extensão rural, da educação agrotécnica e do resgate dos saberes ecológicos como pontes entre o conhecimento técnico, a sabedoria ancestral e a realidade no campo.

## Contribuição dos autores

**Luiz Fernando de Novaes Vianna:** Conceituação; Curadoria dos dados (revisão bibliográfica); Análise formal; Investigação; Escrita – primeira redação.

**Juliana Mio de Souza:** Conceituação; Curadoria dos dados (revisão bibliográfica); Análise formal; Investigação; Escrita – revisão e edição.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

<sup>5</sup> <https://necat.ufsc.br/estatisticas-de-santa-catarina-2/indicadores-economicos-fiscais-de-sc-sefsc/>

## Dados de pesquisa

Não foram gerados dados originais de pesquisa para a redação desse trabalho.

## Financiamento

Este trabalho não recebeu financiamento.

## Referências

- ABDUL GAFOOR, C. P.; PERUMBALATH, S.; DAIMARI, P.; NAHEEM, K. T. Trends and patterns in green finance research: A bibliometric study. **Innovation and Green Development**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 100119, 2024. DOI em: <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100119>.
- AGUIRRE-GUTIÉRREZ, J.; DÍAZ, S.; RIFAI, S. W.; CORRAL-RIVAS, J. J.; NAVA-MIRANDA, M. G.; GONZÁLEZ-M, R.; HURTADO-M, A. B.; REVILLA, N. S.; VILANOVA, E.; ALMEIDA, E.; DE OLIVEIRA, E. A.; ALVAREZ-DAVILA, E.; ALVES, L. F.; DE ANDRADE, A. C. S.; LOLA DA COSTA, A. C.; VIEIRA, S. A.; ARAGÃO, L.; ARETS, E.; AYMARD C., G. A.; BACCARO, F.; BAKKER, Y. V.; BAKER, T. R.; BÁNKI, O.; BARALOTO, C.; DE CAMARGO, P. B.; BERENGUER, E.; BLANC, L.; BONAL, D.; BONGERS, F.; BORDIN, K. M.; BRIENEN, R.; BROWN, F.; PRESTES, N. C. C. S.; CASTILHO, C. V.; RIBEIRO, S. C.; DE SOUZA, Fernanda Coelho; COMISKEY, J. A.; VALVERDE, F. C.; MÜLLER, S. C.; DA COSTA SILVA, R.; DO VALE, J. D.; DE ANDRADE KAMIMURA, V.; DE OLIVEIRA PERDIZ, R.; DEL AGUILA PASQUEL, J.; DERROIRE, G.; DI FIORE, A.; DISNEY, M.; FARFAN-RIOS, W.; FAUSET, S.; FELDPAUSCH, T. R.; RAMOS, R. F.; LLAMPAZO, G. F.; MARTINS, V. F.; FORTUNEL, C.; CABRERA, K. G.; BARROSO, J. G.; HÉRAULT, B.; HERRERA, R.; HONORIO CORONADO, E. N.; HUAMANTUPA-CHUQUIMACO, I.; PIPOLY, J. J.; ZANINI, K. J.; JIMÉNEZ, E.; JOLY, C. A.; KALAMANDÉEN, M.; KLIPEL, J.; LEVESLEY, A.; OVIEDO, W. L.; MAGNUSSON, W. E.; DOS SANTOS, R. M.; MARIMON, B. S.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; DE ALMEIDA REIS, S. M.; MELO CRUZ, O. A.; MENDOZA, A. M.; MORANDI, P.; MUSCARELLA, R.; NASCIMENTO, H.; NEILL, D. A.; MENOR, I. O.; PALACIOS, W. A.; PALACIOS-RAMOS, S.; PALLQUI CAMACHO, N. C.; PARDO, G.; PENNINGTON, R. T.; DE OLIVEIRA PEREIRA, L.; PICKAVANCE, G.; PICOLOTTO, R. C.; PITMAN, N. C. A.; PRIETO, A.; QUESADA, C.; RAMÍREZ-ANGULO, H.; RÉJOU-MÉCHAIN, M.; CORREA, Z. R.; REYNA HUAYMACARI, J. M.; RODRIGUEZ, C. R.; RIVAS-TORRES, G.; ROOPSIND, A.; RUDAS, A.; SALGADO NEGRET, B.; VAN DER SANDE, M. T.; SANTANA, F. D.; MAËS SANTOS, F. A.; BERGAMIN, R. S.; SILMAN, M. R.; SILVA, C.; ESPEJO, J. S.; SILVEIRA, M.; SOUZA, Fernanda Cristina; SULLIVAN, M. J. P.; SWAMY, V.; TALBOT, J.; TERBORGH, J. J.; VAN DER MEER, P. J.; VAN DER HEIJDEN, G.; VAN ULFT, B.; MARTINEZ, R. V.; VEDOVATO, L.; VLEMINCKX, J.; VOS, V. A.; WORTEL, V.; ZUIDEMA, P. A.; ZWERTS, J. A.; LAURANCE, S. G. W.; LAURANCE, W. F.; CHAVE, J.; DALLING, J. W.; BARLOW, J.; POORTER, L.; ENQUIST, B. J.; TER STEEGE, H.; PHILLIPS, O. L.; GALBRAITH, D.; MALHI, Y. Tropical forests in the Americas are changing too slowly to track climate change. **Science**, [s. l.], v. 387, n. 6738, 2025. DOI: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adl5414>.
- BRASIL. **Histórico De Perdas Na Agricultura Brasileira 2000-2021**. Brasília: Secretaria de Política Agrícola - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/seguro-rural/publicacoes-seguro-rural/historico-de-perdas-na-agricultura-brasileira-2000-2021.pdf>.
- BRASIL. **Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965 - Institui o Novo Código Florestal**. Brasil. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4771impressao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771impressao.htm). Acesso em: 15 set. 2025. 1965.
- BRASIL. **Lei 7.803 de 18 de julho de 1989. Altera o Novo Código florestal e dá outras providências**. Brasil. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7803.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7803.htm). Acesso em: 18 jul 2025. 1989.
- BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Câmara dos Deputados**, p. 38, 2012. Disponível em: [http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-norma-atualizada-pl.pdf](http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-norma-12651-25-maio-2012-613076-norma-atualizada-pl.pdf). Acesso em: 18 jul. 2025.
- BRASIL. Lei Nº 11.428, De 22 De Dezembro De 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Lei Nº 11.428, De 22 De Dezembro De 2006**, p. 1–9, 2006.
- BRITO, A. C. F. D. M.; DIAS, S. L. F. G.; ZARO, E. S. Corporate socioenvironmental report and greenwashing: analysis of a Brazilian mining company. **Cadernos EBAPE.BR**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 234–246, 2022. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-39512022000200234&tling=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512022000200234&tling=en). Acesso em: 15 set. 2025
- CAZELLA, A. A.; ROUX, B. Agribusiness em questão: a emergência da agricultura multifuncional. **Estudos Sociedade e Agricultura**, [s. l.], v. 13, p. 46–69, 1999.
- DEL LAMA, C.; ROSA, M.; AZEVEDO, T.; SHIMBO, J.; TEIXEIRA, L.; OLIVEIRA, M.; COELHO-JUNIOR, M. **RAD2023: Relatório Anual de Desmatamento no Brasil**. Environmental Research Letters. São Paulo: [s. n.], 2022. Disponível em: [https://alerta.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/17/2024/10/RAD2023\\_COMPLETO\\_15-10-24\\_PORTUGUES.pdf](https://alerta.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/17/2024/10/RAD2023_COMPLETO_15-10-24_PORTUGUES.pdf). Acesso em: 15 set. 2025
- DORTZBACH, D.; VIEIRA, V. F.; TRABQUINI, K.; VIEIRA, E.; ZAMBONIM, F. M.; LOSS, A.; BERNETT, D.; SANTOS, E. A. dos. Impacto do código florestal e da lei da Mata Atlântica em áreas de mata ciliar de propriedades rurais do Estado de Santa Catarina. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. e10910212251, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12251>.
- DOS SANTOS, C. R.; MEDEIROS, J. D. D.; DE FREITAS, R. R. Conservação da Mata Atlântica no Antropoceno: retrocessos legais em Santa Catarina, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 62, p. 784–807, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/84688>.
- HARYONO, H. BRICS and Sustainable Development: Assessing the Impact of Green Finance Initiatives on Economic Growth and Environmental Sustainability. **West Science Business and Management**, [s. l.], v. 2, n. 04, p. 1267–1273, 2024. Disponível em: <https://wsj.westsciences.com/index.php/wsbm/article/view/1547>. Acesso em: 15 set. 2025.
- HORN, C. The International and Local Politics of the Rural Environmental Registry: Brazil's Green Currency. **Development and Change**, [s. l.], v. 55, n. 6, p. 1230–1258, 2024.
- KLUCK, C.; REFOSCO, J. C.; CAGLIONI, E.;

- ARMÊNIO, G. de A. Impacto na economia das propriedades bananicultoras em Luís Alves-SC, em função da implementação das áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 35, n. 3 suppl 1, p. 707–716, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622011000400015&Ing=pt&tIng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622011000400015&Ing=pt&tIng=pt). Acesso em: 15 set. 2025.
- LAGO, J. dos S. Environmental legislation and policy: from national to municipal. **South Florida Journal of Development**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. e3804, 2024. Disponível em: <https://ojs.southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/3804>. Acesso em: 18 jul. 2025
- LENTON, T. M.; MCKAY, D. I. A.; LORIANI, S.; ABRAMS, J. F.; S.J. LADE, J. F. D.; MILKOREIT, M.; POWELL, T.; SMITH, S. R.; ZIMM, C.; BUXTON, J. E.; BAILEY, E.; LAYBOURN, L.; GHADIALI, A.; (EDS), J. G. D. **Global tipping points reports 2023** Bezos Earth Fund. Exeter: [s. n.], 2023. Disponível em: <https://report-2023.global-tipping-points.org/download/4608/>. Acesso em: 18 jul. 2025
- LINS, C. F.; MOREIRA, S. N.; LEITÃO, T. F. S.; DE ALMEIDA, A. N. Código Florestal Brasileiro: 1965-2012, Da Ditadura À Democracia. **Revista Foco**, [s. l.], v. 15, n. 6, p. e589, 2022.
- LOVATEL, M.; SIMONETTI, A. L.; GAZOLLA, M. Vulnerabilidades socioeconômicas e produtivas dos agricultores familiares pobres de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 147, 2019. Disponível em: <http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rbdr/article/view/6628>. Acesso em: 15 set. 2025.
- MACY, J. **Esperança Ativa: Como encarar o caos em que vivemos sem enlouquecer**. Rio de Janeiro: Bambual, 2020. 2020.
- MALHEIRO, B. As Amazônias no centro do mundo: do colapso climático à memória ancestral. Em: OXFAM (org.). **Transiciones justas. Una agenda de cambios para América Latina y el Caribe**. Buenos Aires: CLACSO/OXFAM, 2023. p. 153–173. Disponível em: <https://www.clacso.org/wp-content/uploads/2023/06/Transiciones-justas.pdf#page=154>. Acesso em: 18 jul. 2025.
- MARTINI, L. C. P.; TRENTINI, É. C. Agricultura em zonas ripárias do sul do Brasil: conflitos de uso da terra e impactos nos recursos hídricos. **Sociedade e Estado**, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 613–630, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-69922011000300010&Ing=pt&tIng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69922011000300010&Ing=pt&tIng=pt). Acesso em: 18 jul. 2025.
- MOTA, M. D. O.; MAZZA, A. C. A.; OLIVEIRA, F. C. de. Uma análise dos relatórios de sustentabilidade no âmbito ambiental do Brasil: sustentabilidade ou camuflagem?. **BASE - Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 69–80, 2012. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/base/article/view/base.2013.101.06>.
- RIPPLINGER, F.; NASCIMENTO, E.; SCHERMA, R. A. A expansão da soja no oeste de Santa Catarina: aspectos produtivos e dinâmica geoeconômica. **GEOGRAFIA**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 338–359, 2024. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/17798>. Acesso em: 15 set. 2025
- RODRIGUES, A. do R.; MATAVELLI, C. J. As principais alterações do Código Florestal Brasileiro. **Revista Brasileira de Criminalística**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 28–35, 2020. Disponível em: <https://revista.rbc.org.br/index.php/rbc/article/view/300>. Acesso em: 18 jul. 2025.
- SANTA CATARINA. **Lei 14.675 de 13 de abril de 2009 - Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências**. Brasil: [https://leis.alec.sc.gov.br/html/2009/14675\\_2009\\_lei\\_c.html](https://leis.alec.sc.gov.br/html/2009/14675_2009_lei_c.html), 13 abr. 2009.
- SANTA CATARINA. **Plano de ação estadual de Santa Catarina (pae-sc) para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (Plano Estadual ABC+, 2020-2030)**. Florianópolis: Secretaria de Estado de Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural de Santa Catarina (SAR), 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/abc/gge-abc/santa-catarina/plano-de-acao-estadual-pae/plano-estadual-para-adaptacao-a-mudanca-do-clima-e-baixa-emissao-de-carbono-na-agropecuaria-abc-santa-catarina-2020-2030>. Acesso em: 15 set. 2025.
- SANTOS FILHO, A. O.; RAMOS, J. M.; OLIVEIRA, K.; NASCIMENTO, T. A evolução do Código Florestal brasileiro. **Caderno de Graduação - Ciências Humanas e Sociais**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 271–290, 2015.
- SCHNEIDER, S.; FERRARI, L. D. Cadeias curtas, cooperação e produtos de qualidade na agricultura familiar – o processo de realocação da produção agroalimentar em Santa Catarina. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 56–71, 2015. Disponível em: <https://www.revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/949>. Acesso em: 15 set. 2025.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Ecosystem restoration for people, nature and climate**. Nairobi: UNEP, 2021. 2021. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36251/ERPNC.pdf>.
- VIANNA, L. F. de N. Conhecimento ancestral : passado , presente e futuro da agricultura no Brasil. **Agropecuária Catarinense**, [s. l.], v. 37, n. 3, p. 5–6, 2024. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1897>. Acesso em: 15 set. 2025.
- VIJAYKUMAR, R.; TIWARI, P.; DANIEL, S.; KUMAR, K. R.; MISHRA, I.; KS, A.; SHAH, D. Agroforestry Systems: A Pathway to Resilient and Productive Landscapes. **International Journal of Environment and Climate Change**, [s. l.], v. 14, n. 12, p. 177–193, 2024. Disponível em: <https://journalijec.com/index.php/IJECC/article/view/4617>. Acesso em: 18 jul. 2025.
- YAMAHAKI, C.; FELSBURG, A. V.; KÖBERLE, A. C.; GURGEL, A. C.; STEWART-RICHARDSON, J. Structural and specific barriers to the development of a green bond market in Brazil. **Journal of Sustainable Finance & Investment**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 389–406, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/20430795.2020.1769985>.
- ZAMBONIM, F. M.; VIANNA, L. F. de N. **Diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente (APPs) do estado de Santa Catarina como subsídio ao Plano de Regularização Ambiental (PRA)**. Florianópolis: Epagri, 2024. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/infra/article/view/1854/1682>. Acesso em: 15 set. 2025.
- ZHANG, S.; WU, Z.; WANG, Y.; HAO, Y. Fostering green development with green finance: An empirical study on the environmental effect of green credit policy in China. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 296, p. 113159, 2021. DOI: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301479721012214>.

# Os números da agropecuária catarinense estão todos em um só lugar



## INFOAGRO

- Produção agropecuária vegetal e animal
- Preços de produtos agrícolas e de terras
- Importações e exportações do agronegócio
- Políticas públicas

Acesse pelo computador, tablet ou celular:

**[www.infoagro.sc.gov.br](http://www.infoagro.sc.gov.br)**



Pastagem exuberante na região de Lages

Foto: Aires C. Mariga