

# Agropecuária Catarinense



ISSN 0103-0779 (impresa)  
ISSN 2525-6076 (on-line)  
DOI 10.52945/rac  
Vol. 36, nº 3, set./dez. 2023

Nino3

4

Nino1+2

## O El niño e seus impactos no clima catarinense

Potencial de uso de dejetos  
de suínos no Oeste catarinense

Comparação de sistema  
de cultivo de milho e soja

Avaliação de colmeias  
de abelhas por algoritmos

# Agropecuária Catarinense

Agrobase (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).



**Governador do Estado**  
Jorginho dos Santos Mello

**Secretário de Estado da Agricultura, da Pesca  
e do Desenvolvimento Rural**  
Valdir Colatto

**Presidente da Epagri**  
Dirceu Leite

## Diretores

Célio Haverroth  
Desenvolvimento Institucional

Fabírcia Hoffmann Maria  
Administração e Finanças

Gustavo Gimi Santos Claudino  
Extensão Rural e Pesca

Reney Dorow  
Ciência, Tecnologia e Inovação



## Comitê de Publicações/Publication Committee

Alexandre C. M. Netto, Dr., Epagri/EEV  
Ana L. Hanisch, Epagri, Dra., Epagri/EEC  
Bruno C. da Silva, Dr., CEPCamboriú  
Cristiano J. Arioli, Dr., Epagri/EESJ  
Cristiano Nunes Nesi, Dr., Cepaf  
Fabia Tonini, Epagri/DERP  
Fabiana Schimidt, Dra., EECN  
Fábio S. Higashikawa, Dr., EEIt  
Gilson J. M. Gallotti, M.Sc., Epagri/EEC  
Henrique B. Petry, Dr., EEU  
João P. P. Gardin, Dr., EEV  
José C. Gelsleuster, bibliotecário  
Júlio C. Ramos, Dr., Epagri/EECN  
Leandro Hahn, Dr., Epagri/EECd  
Léo T. Kroth, Dr., Cepa  
Leonardo Araújo, Dr., Epagri/EESJ  
Lucia M. Kinceler, Dra., Epagri/DEMOC (Presidente)  
Luiz A. M. Peruch, Dr., Epagri/EEC  
Luiz F. Vianna, Dr., Epagri/Ciram  
Marcelo A. de Sá, Cepa  
Marcelo M. de Haro, Dr., Epagri/EEI  
Márcia C. Varaschin, M.Sc., Epagri/DEMOC  
Maria C. C. R. da Silva, Dra., Cepaf  
Marlise N. Ciotta, Dra., Epagri/EEI  
Mauro F. B. Junior, Dr., Epagri/EEU  
Murilo D. Costa, Dr., Epagri/EEI  
Natália da C. Marchiori, Dra., Cedap  
Paulo S. Tagliari, M.Sc., Epagri/DEMOC  
Rodoldo V. Castilhos, Dr., Cepaf  
Rosana Kokuszka, M.Sc., Epagri/DEMOC  
Rose M. Gerber, Dra., Epagri/DERP

## 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

Monique Souza  
Fábio Martinho Zamboni  
Fernando Fan  
Erica Frazão Pereira De Lorenzi  
Marcelo Mendes Haro  
Lucas Gomes  
Jackson Adriano Albuquerque  
Tássio Dresch Rech  
Márcia Faíta  
Denise Nunes Araujo

Janaína Pereira dos Santos  
Gabriel Berenhauser Leite  
Vilmar Francisco Zardo  
Bruno Dalazem  
Daniel Remor Moritz  
Graziela Goulart Tartari  
Marcus Vinicius Sandoval Paixão  
Flávia Lucena Zacchi  
Marcella Radael  
Marlise Nara Ciotta

Paula Beatriz Sete  
Sidinei Zwick Radons  
Rosandro Boligon Minuzzi  
Augusto Carlos Pola  
Ricardo Miotto Ternus  
Cibele Alves dos Santos  
Nátali Maidl Souza  
Paulo Eduardo Rocha Eberhardt  
André Sordi  
Márcio Sônego

## Lista dos editores de seção

Dr. Alexander de Andrade, Epagri/EEI  
Dr. André B. Soares, Epagri/UTFP  
Dra. Cristiane de Lima Wesp, Epagri/EEV  
Dr. Douglas da Cruz Mattos, UENF  
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/EEI  
Dr. João Guzanski, Epagri/CEd  
Dr. Joatan M. da Rosa, UFPR  
Dr. Juracy C. Lins Junior, Epagri/EECd  
Dr. Keny H. Mariguelo, Epagri/EEI  
Dr. Leandro Hahn, Epagri/EECd  
Dr. Leonardo Araújo, Epagri/EEESJ  
Dr. Luiz C. P. Martini, UFSC  
Dr. Marcio Sonogo, Epagri/EEU  
Dra. Marina L. M. Daltoé, UTFP  
Dr. Matheus Deniz, UTFP  
Dra. Marlise N. Ciotta, Epagri/EEESJ  
Dr. Paulo A. de S. Gonçalves, Epagri/EEIt  
Dr. Rafael R. Sabião, Epagri/Cepaf  
Dra. Renata S. Resende, Epagri/EEIt  
Dr. Rogerio Luiz Backes, UFSM  
Dr. Tiago C. Baldissera, Epagri/EEI  
Dr. Ubirajara M. da Costa, Udesc  
D.Sc. Vinicius Caliar, Epagri/EEV  
Dr. Luis Cessar Cassol, UTFF  
Dr. Virgílio G. Uarrota, Universidad de O'Higgins, Chile  
Dra. Vanessa Ruiz Fávoro, Epagri/EEI

# Sumário

<b>Serranos, gente simples com campos nos olhos</b> .....	<b>5</b>
Ulisses de Arruda Córdova e Andréia Pires dos Santos	
<b>O El Niño e suas lições</b> .....	<b>7</b>
Maria Laura Guimarães Rodrigues, Marilene de Lima, Marcelo Martins e Gilsânia Cruz	
<b>O que sabemos sobre florações de microalgas produtoras de toxinas em áreas de cultivo de moluscos em Santa Catarina</b> .....	<b>12</b>
Robson Ventura de Souza, Luiz Fernando de Novaes Vianna, Mathias Alberto Schramm e Thiago Pereira Alves	
<b>Estratégias de manejo do solo para mitigar os efeitos do déficit hídrico</b> .....	<b>15</b>
Júlio César Ramos, Evandro Spagnollo, Leandro do Prado Wildner e Marcelo Henrique Bassani	
<b>O ambiente possibilita o crescimento da atividade da suinocultura no Oeste Catarinense?</b> .....	<b>19</b>
Vitor João D'Agostini, Romualdo Morelato Begnini, Juliano Vitória Domingues, Clecir Miguel Nonnenmacher e Rosângela Corrêa de Lima	
<b>First record of <i>Zaprionus tuberculatus</i> (Diptera: Drosophilidae) in Santa Catarina State, Brazil</b> .....	<b>22</b>
Janaína Pereira dos Santos, Mariana Fiedler, Alexandre Carlos Menezes-Netto, Mari Inês Carissimi Boff and Flávio Roberto Mello Garcia	
<b>Germination of yellow passion fruit (<i>Passiflora edulis</i>) seeds subjected to different dormancy overcoming methods</b> .....	<b>26</b>
Rafaela Rodrigues de Oliveira, Deivisson Ferreira da Silva and Rodrigo Martins Monzani	
<b>Danos de geada em oliveiras jovens cv. Arbequina e Koroneiki tratadas com L-prolina, ácido salicílico ou bioestimulante</b> .....	<b>29</b>
Eduardo Cesar Brugnara e Rafael Roveri Sabião	
<b>Plantas espontâneas, aporte de matéria seca e rendimento de grãos de milho e soja em sistemas de produção sustentável e convencional</b> .....	<b>34</b>
Cirio Parizotto, Rodolfo Vargas Castilhos, Fabiana Schmidt e Cristiano Nunes Nesi	
<b>Visão do mercado de sementes de soja catarinense na perspectiva dos atuantes do setor</b> .....	<b>41</b>
Mariana Bertoncini Peixoto da Silva, Haroldo Tavares Elias, Janice Maria Waittuch Reiter e João Rogério Alves	
<b>Indutores de brotação em pessegueiro – influência sobre a floração, brotação e frutificação efetiva</b> .....	<b>47</b>
Augusto Carlos Pola, Emilio Della Bruna, Henrique Belmonte Petry e Alexander Luís Moreto	
<b>Avaliação de algoritmos computacionais de reconhecimento digital de alvéolos em favos de abelhas africanizadas</b> .....	<b>52</b>
Hamilton Justino Vieira, Carlos Eduardo Salles de Araújo, André Amarildo Sezerino, Tânia Patrícia Schafaschek e Rafael Canan	
<b>Caracterização da agressividade e erosividade das chuvas em Ituporanga, Santa Catarina</b> .....	<b>58</b>
Álvaro José Back, Juliane Garcia Knapik Justen e Clístenes Antônio Guadagnin	

Indexadores/repositórios: Agrobases (Mapa); Agris (FAO); Diadorim (Ibict); CAB internacional; DOAJ; FSTA, PKP Index; Periódicos da Capes; Revistas de Livre Acesso (CENEN); 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, fax: (48) 3665-5010, site: 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 Tomazi 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, fone: (48) 3665-5449, 3665-5367.

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

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

**FOTO DA CAPA:** IFSC/NOAA

**DOCUMENTAÇÃO:** José Carlos Gelsleuster

**EXPEDIÇÃO:** DEMC/Epagri, C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5357, 3665-

## 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

Esta edição da revista Agropecuária Catarinense foi realizada durante o período em que os efeitos do El Niño eram visíveis em todo o sul brasileiro. Por este motivo, o destaque da RAC não poderia ser outro: emergência climática!

Na verdade, a formação desse fenômeno já vinha sendo apontada pelos meteorologistas há alguns meses. O El Niño atingiu fortemente os estados do sul, provocando alterações em várias regiões do país. Houve excesso de chuva no sul, seca em outras regiões, altas temperaturas em vários locais do país. As perdas foram enormes nas cidades e no campo e as previsões indicam que os efeitos do El Niño ainda devem permanecer fortes nesse verão. Ao todo, segundo a Defesa Civil, 11 pessoas morreram em virtude desses eventos climáticos em SC. Em 2023, enquanto as chuvas se concentraram durante a primavera na Região Sul, o tempo seco e a seca predominaram nas demais regiões do Brasil.

Os impactos do El Niño ainda se sentem na agricultura em várias regiões de Santa Catarina e este é o nosso principal assunto. Além dos grandes volumes de chuva e altas temperaturas, a Conjuntura faz uma análise histórica sobre o tema no Estado.

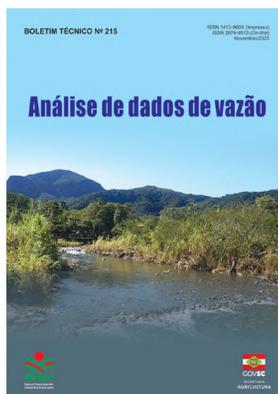
No informativo técnico são discutidas as estratégias para reduzir o impacto do déficit hídrico nas lavouras, fato que se repetiu nos últimos três anos sob influência da La Niña. O equilíbrio na relação entre a suinocultura e o meio ambiente no Oeste Catarinense é o tema abordado numa nota científica. Esse estudo apontou que ainda existe potencial para crescimento da atividade com o uso dos dejetos de suínos como fonte de adubo. A caracterização e a agressividade das chuvas em Ituporanga e o controle dos danos das geadas em oliveiras com produtos químicos são questões tratadas nesta edição.

Outros assuntos interessantes são os problemas causados pelas toxinas das algas em moluscos e o uso de ferramentas digitais na apicultura. A contaminação por toxinas produzidas por algas – um desafio recorrente para a produção de moluscos – é discutida num trabalho que traz informações gerais sobre o tema para o produtor. Na apicultura destaca-se o uso de reconhecimento digital no desenvolvimento de colmeias de abelhas, metodologia que permite a avaliação do desenvolvimento das colmeias de forma rápida e menos invasiva.

Além dos destaques mencionados, a RAC traz tópicos relevantes em Santa Catarina, como o primeiro registro da diptera *Zaprionus tuberculatus* no Estado, o mercado de sementes de soja, indutores de brotação em pessegueiro, sistemas de produção de milho e soja e muito mais.

Não deixe de ler a revista Agropecuária Catarinense.

A ciência não pode parar!



**Análise de dados de vazão (Impresso/On-line) - 2023 96p. BT 215**

Esta publicação tem por objetivo apresentar os principais conceitos relacionados à análise de dados de vazão obtidos das redes de monitoramento hidrológico. São apresentadas as principais estatísticas usadas na descrição e análise dos dados, bem como as principais distribuições estatísticas usadas nas estimativas de vazões extremas. Acompanha a obra o programa HidroVazão, onde constam as rotinas para leitura e análise dos dados de vazão. Com este programa o usuário poderá obter as estimativas de vazões médias, vazões máximas e mínimas e também a curva de permanência a partir da série histórica de vazões medidas. A obra é destinada aos técnicos das diferentes áreas de engenharia, com ênfase na engenharia de recursos hídricos.



**Indicadores de desempenho da agropecuária e agronegócio de Santa Catarina: 2021 e 2022 (Impresso/On-line) - 2023 78p. BT 213**

Este Boletim Técnico, elaborado pelo Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Cepa), unidade de pesquisa da Epagri, contém uma série de indicadores calculados para as últimas safras. São informações que refletem os resultados mais relevantes alcançados pelos cultivos e criações de Santa Catarina, em termos produtivos e mercadológicos. O trabalho apresenta uma análise do desempenho da agropecuária e do agronegócio catarinenses nos últimos anos, demonstrando a importância desse setor para a economia e o desenvolvimento socioeconômico estadual, especialmente na geração de divisas para o Estado e o País e renda para as famílias do meio rural.



**Plantas para adubação verde e cobertura do solo (Impresso/On-line) BT 213 140p. DOC 360**

Nesta obra são apresentadas informações sucintas, mas fundamentais sobre caracterização e cultivo de distintas espécies de adubos verdes e plantas de cobertura, especificamente para o estado de Santa Catarina: 28 delas para cultivo na primavera-verão e 16 para cultivo no outono-inverno. São informações com possibilidade real de adoção nos mais distintos sistemas de produção, tanto em solo preparado convencionalmente quanto em sistemas de semeadura ou plantio direto, em cultivo exclusivo, intercalar ou em coquetéis de espécies. São ainda apresentados três anexos contendo recomendações agrônômicas específicas para o cultivo adequado de adubos verdes e plantas de cobertura do solo.

Disponível em: <https://publicacoesepagri.sc.gov.br/>



**Aipim do Alto Vale: Experiências e vivências técnicas, lembranças culturais e gastronômicas (Impresso/On-line) - 2023 68p. DOC 360**

Sabe-se que a mandioca é uma das principais heranças culturais dos povos originários do Brasil e que foi adotada desde o descobrimento por colonizadores portugueses e outras etnias que aqui se fixaram posteriormente. Base alimentar de praticamente todos os povos indígenas, a planta foi incorporada à alimentação das famílias dos colonizadores. A Epagri promoveu inúmeras ações ao longo dos últimos anos, tendo como foco a cultura da mandioca na região do Alto Vale do Itajaí. Parte destas ações está descrita neste documento que os extensionistas disponibilizam à sociedade catarinense. Além de resgatar a história e a evolução da cultura da mandioca nessa região especificamente, a publicação apresenta várias receitas à base de aipim para quem deseja adicionar uma pitada apetitosa em seu cardápio familiar.



**De tudo um pouco, sem retórica (Impresso/On-line) - 2023 72p. Livro**

Este livro é mais uma de inúmeras obras elaboradas pelo engenheiro-agrônomo Glauco Olinger, que em setembro de 2023 completou 101 anos. Foi fundador da antiga Acaresc, hoje parte da Epagri e Presidente da extinta Embrater, além de Pró-Reitor da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), entre outros cargos e funções. Nesta publicação, Glauco apresenta aspectos históricos que presenciou, ressaltando a seriedade, a honestidade e a ética, virtudes importantes para os cargos públicos. Além de destacar questões ambientais, sua veia de escritor o faz enveredar para o conto e a poesia. Isto torna a leitura do livro bastante agradável, fazendo com que o leitor se sinta atraído pelo contexto da narração, esperando, com avidez, o desenrolar da estória.



**O tesouro do meu avô (Impresso/On-line) - 2023 34p. BD 174**

Esta publicação tem por objetivo resgatar o conhecimento sobre plantas tradicionais que hoje são conhecidas como plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e incentivar o seu uso na alimentação cotidiana de forma segura. A obra é destinada ao público infantil, mas pode servir de guia para o reconhecimento correto das plantas comestíveis. O tema é introduzido de maneira lúdica, com história e desenhos coloridos. Ao final, a obra acrescenta o acesso *on-line* para um clipe com música, letra e encenação dedicadas ao tema, feitas sob medida para crianças. Além de despertar a curiosidade, o texto busca estimular as crianças a experimentar e adotar as PANCs como alimento acessível e saudável durante toda a vida.

Disponível em: <https://publicacoesepagri.sc.gov.br/>

## Serranos, gente simples com campos nos olhos

Ulisses de Arruda Córdova<sup>1</sup> & Andréia Pires dos Santos<sup>2</sup>

A atual região do Planalto Sul Catarinense começou a ser explorada ainda no século 17 pelos jesuítas espanhóis. Eles se deslocavam para as regiões mais altas com o objetivo de observar o movimento dos portugueses no litoral, especialmente, Nossa Senhora do Desterro (atual Florianópolis) e Santo Antônio dos Anjos da Laguna. Dessas incursões resultaram nomes topográficos como Morro da Igreja, Campos dos Padres, Cemitério Jesuíta, entre outros que existem entre Bom Retiro, Urubici e Bom Jardim da Serra.

Em 1728 Francisco de Souza Faria abriu o Caminho dos Conventos ligando Laguna à Vila de Nossa Senhora da Luz dos Pinhais (atual Curitiba) e ao Distrito de Nossa Senhora da Ponte de Sorocaba na Província de São Paulo. Esse caminho foi retificado em 1732 por Cristóvão Pereira de Abreu, que abandonou o antigo traçado, desbravando um novo pela região de campos e planaltos, que passou a ser conhecido como Caminho das Tropas. Essa medida permitiria deslocamento mais rápido e seguro. Assim o Ciclo do Tropeirismo se intensificou, quando passam a se estabelecer as primeiras propriedades no planalto das araucárias de Santa Catarina.

Em 1766 o bandeirante Antônio Correia Pinto de Macedo, a mando da Coroa Portuguesa, recebe ordens de fundar uma povoação na margem direita do Rio Pelotas, pois os espanhóis tinham estabelecido a *Baqueria de Los Piñales*<sup>3</sup> na margem esquerda, com a introdução de dezenas de milhares de bovinos trazidos dos Sete Povos das Missões, na maior migração pastoril das Américas. O objetivo dos lusitanos era claro: conter a invasão castelhana

em direção ao norte. Assim é fundada a Villa de Nossa Senhora dos Prazeres do Certão das Lajens (atual Lages).

A partir deste período começa definitivamente a ocupação do Continente das Lajens, por bandeirantes e tropeiros paulistas. E também por açorianos que subiram a Serra Geral para explorar os rebanhos de gado xucros que se encontravam na imensidão de pastagens inabitadas – bovinos que tinham origem nos animais introduzidos pelos padres jesuítas na margem esquerda do Rio Pelotas. É importante ressaltar que a ocupação europeia dos campos de cima da serra de SC e RS foi realizada por paulistas e açorianos e não por rio-grandense do Sul, mais especificamente fronteiriços ou da pampa, como muitos imaginam. A adoção adaptada de alguns costumes gaúchos<sup>4</sup> se fez pelo modo de vida ligado à pecuária e também pela proximidade, “geografia à parte, entre irmãos de arte, não há contrabando”. Mas os costumes e a cultura do gaúcho serrano são diferentes das demais regiões do Rio Grande do Sul.

Assim o serrano é uma mescla de portugueses do continente e açorianos, africanos e povos originários, mais especificamente Kaingang e Xokleng. Evidente que ocorreu intensa miscigenação dando origem a grande parte da população, todavia muitas famílias têm origem apenas lusitana ou miscigenando séculos depois com outras etnias europeias, mais precisamente alemã e italiana.

Registra-se que por mais de dois séculos as principais atividades do serrano foram a pecuária e o tropeirismo. Por isso a “pecuária corre em suas veias”. Nos primórdios da ocupação

do território, ele sempre estava na lida com o gado, tropeando para o norte do Brasil ou em direção ao mar, fazendo escambo com queijo, charque, pinhão por farinha, café, sal, açúcar ou outros produtos de que necessitava. Essa atividade foi muito bem descrita pelo escritor Flávio José Cardoso, natural de Lauro Muller: “Penso nos tempos em que (...) uma tropilha de 30, 40 mulas parava num descampado... Vinham de outro país... vagamente imaginado: cerros, chapadões, canhadas, coxilhões, pinheiros, gado, maçãs e pêros d’água, cavalos e homens com revólver e faca por baixo da guaica (...). Das bruacas de couro cru saltavam queijos memoráveis, mantas de charque magníficas. Ah queijos e charques que desciam da serra no lombo daquelas mulas heroicas”!

O isolamento das demais regiões de Santa Catarina, as longas tropeadas que duravam meses, o clima frio durante metade do ano, a participação em diversas revoluções e por sempre estar alerta quanto à pretensão dos espanhóis, forjaram um tipo social próprio no ambiente dos Campos de Cima da Serra de SC e RS, o serrano, também chamado de biriva<sup>5</sup>. Ensimesmado, de poucas palavras, vivendo da pecuária, agricultura de subsistência e extrativismo, principalmente o pinhão. Ou seja, daquilo que era essencial para a sobrevivência em condição desafiadora.

Esse modo de vida, extremamente ligado ao ambiente (Figura 1), sofreu influência decisiva do tropeirismo, pois a necessidade assim exigia. Por mais de dois séculos houve intercâmbio de produtos e laços culturais com os territórios do Prata, regiões ao norte e litorâneas. De tudo isso nasceu uma cultura própria, única no Brasil.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, M. Sc., Epagri/Estação Experimental de Lages (EEL), Rua João José Godinho, s/nº, Bairro Morro do Posto, 88506-080, Lages, SC, e-mail: ulisses@epagri.sc.gov.br

<sup>2</sup> Assistente Social, Esp., Tribunal de Justiça de Santa Catarina. Rua Vidal Ramos Junior, 82, Centro, Anita Garibaldi, SC, 88900-00, e-mail: andreia.pires@tjsc.jus.br

<sup>3</sup> Corresponde à última vacaria fundada pelos padres jesuítas em 1697.

<sup>4</sup> Gaúcho é um ser social e não adjetivo pátrio, que habita o Cone Sul da América, incluindo parte dos três estados meridionais do Brasil (RS, SC e PR).

<sup>5</sup> Biriva ou biriba era o tropeiro de origem paulista, que levava bovinos e muare para São Paulo ou então fazia escambo de mantimentos com as regiões litorâneas de SC e RS.

O povo serrano, especialmente o habitante do meio rural, é por natureza simples. Para ele o campo é uma extensão de sua vida, algo indissolúvel. E provavelmente não há maior sentimento de dor, quando, por motivos alheios a sua vontade, tem que mudar para o meio urbano. O corpo físico vai para “o povo”, mas a alma continua a vagar na antiga querência. A adaptação é muito difícil, muitas vezes não se consolida e gera um sentimento de perda por toda a vida. É a própria erosão humana dos “desgarrados”<sup>6</sup> que se consolida, de pessoas que têm raízes seculares no campo. Sentimento muito semelhante ao banzo, um estado de depressão psicológica profunda que levava muitos escravos à morte devido à saudade de suas terras natais.

Mas se tem algo que chama a atenção nos habitantes do meio rural da Serra Catarinense é a hospitalidade. Mesmo quando alguém estranho brada “oh de casa” numa propriedade, após minutos de conversa e vencida a natural desconfiança, vem o convite para entrar e se abancar, tomar um mate, um café. Essa hospitalidade é provável que tenha origem nos primórdios da ocupação da vasta região, pois somente de maneira solidária era possível sobreviver em rincões isolados. Como também tem relação direta com o tropeirismo, atividade típica do serrano, pois praticamente todos os homens

até o século 19 e também nas décadas iniciais do seguinte precisavam tropear, seja por ofício levando tropas de bois e muares para São Paulo ou em direção ao litoral, onde iam buscar produtos de primeira necessidade em troca de outros que produziam na serra. Os tropeiros necessitavam do apoio de outras pessoas que encontravam em sua trajetória, bem como de locais de pouso, poteiros para descansar os animais e repor os mantimentos. A família que permanecia na propriedade, quando a mulher assumia todos os encargos, igualmente necessitava de ajuda mútua dos vizinhos.

Boa parte dos serranos, principalmente aqueles que vivem em localidades mais isoladas, ainda não despertaram para a agropecuária mais tecnificada e voltada para o mercado e têm na atividade extensiva a principal fonte de renda. Em contraponto, muitos descendentes das famílias que vieram, no amanhecer da formação do Sul, para o “Continente das Lajens” formar pátria e querência, estão perfeitamente adaptados às novas tecnologias, seja na agricultura, seja na pecuária. São bons produtores de culturas complexas como a maçã ou criam bovídeos de forma intensiva adotando técnicas modernas.

O povo serrano tem outras características que precisam ser realçadas. A preservação das suas raízes culturais, a harmonia com o

ambiente onde vivem e a transmissão do saber-fazer entre as gerações. Esse é um reconhecimento que veio bastante tarde, mas que na atualidade representa grandes conquistas. Um exemplo é o turismo rural, que cresce rapidamente em toda a Serra Catarinense, de forma muito particular nos municípios de maior altitude. Outro indicativo é a valorização dos produtos regionais. A tal ponto que quatro das sete indicações geográficas (IG) de Santa Catarina já concedidas têm como principal território demarcado os campos de altitude entremeados com mata de araucária do Planalto Sul. Três são denominações de origem (DO), quando o produto está vinculado ao ambiente. A IG Campos de Cima da Serra para queijo artesanal serrano é a única DO para queijos nacionais. Outros produtos estão com o processo de IG em elaboração ou têm potencial para obtenção desse signo distintivo coletivo.

É importante salientar que o serrano está transformando os fatores que aparentemente eram desvantagens em ativos de grande potencial. O ambiente com invernos rigorosos, os produtos tradicionais, a gastronomia, o patrimônio histórico e a própria cultura são exemplos expressivos. Esse conjunto de atributos, aliado à receptividade dos serranos, contribui de maneira decisiva para a migração de pessoas de outras regiões para os altiplanos catarinenses, seja para lazer em alguma época do ano, seja para residência definitiva. É um movimento que está apenas no início e que, aliás, deverá se intensificar rapidamente nos próximos anos.

A simplicidade do serrano, aliada a suas virtudes e aos ativos territoriais fortemente ligados ao meio rural, formam uma sociedade única, capaz de promover ou atrair recursos para um modelo de desenvolvimento singular, assim como foi o Ciclo do Tropeirismo. É como se estivessem surgindo novos tropeiros, repovoando locais mais isolados e gerando novas perspectivas para uma região com a economia deprimida, mas com possibilidades de se tornar uma referência em qualidade de vida fortemente ligada aos recursos naturais.



Figura 1. O serrano, a pecuária e o ambiente: vínculos indissolúveis  
Foto: Ulisses de Arruda Córdova

<sup>6</sup> Expressão utilizada pelo poeta Sérgio Napp no poema musicado por Mário Barbará Dornelles.

## O El Niño e suas lições

Maria Laura Guimarães Rodrigues<sup>1</sup>, Marilene de Lima<sup>2</sup>, Marcelo Martins<sup>3</sup> e Gilsânia Cruz<sup>4</sup>

A **Figura 1**, que estampa uma mancha vermelha espalhando-se sobre o Pacífico Equatorial e margeando a costa peruana, é clássica em apresentações sobre o El Niño. Fenômeno que, do norte ao sul do Brasil dispensou apresentações nesta primavera de 2023. Colega de trabalho, vizinho ou o desconhecido no elevador, com certeza você ouviu nos últimos meses pelo menos uma pessoa comentando a respeito. Tudo que acontecia em termos de clima no país parecia ter um único responsável: El Niño. Será mesmo? Chuva extrema, tornados, vendavais, granizos como bolas de tênis ocorrendo com frequência nos três estados do sul do Brasil e, ao mesmo tempo, uma seca histórica nos estados do norte e um calor de 40°C no centro-sul do país. Em Curitiba, segundo o INMET, foram registrados 35°C no dia 02/12/2023, antes mesmo da chegada oficial do verão, que promete ser quente em 2024. Pode um fenômeno trazer tudo isso ao mesmo tempo, em uma única primavera?

Desde o outono/inverno de 2023 e com base em prognósticos da modelagem climática divulgados pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), os meteorologistas da Epagri/Ciram alertavam os catarinenses sobre a intensificação do El Niño durante a primavera, caracterizando-se como de forte intensidade e com impactos mais significativos para outubro e novembro. Considerando tal previsão, no mês de julho foi realizado, em Florianópolis, o Workshop El Niño 2023/2024, organizado pela Associação Catarinense de Meteorologia (ACMET) e com participação da Epagri/Ciram e centros de previ-

são como o CIGERD/Defesa Civil de SC e Simepar/PR, além de instituições de ensino e pesquisa da Região Sul. Meteorologistas e profissionais de diversas áreas discutiram a previsão para este El Niño, seus impactos no sul do Brasil e as experiências da região em eventos passados. Em agosto/2023 a Epagri/Ciram anunciava “Primavera com El Niño forte: chuva e temperatura acima da média”. O boletim climático do Ciram alertava para precipitação frequente e a ocorrência de totais mais elevados, o predomínio de nebulosidade em boa parte dos dias e o aumento de eventos extremos, como temporais com granizo, dias consecutivos de temperatura elevada, acima de 30°C.

Uma previsão que infelizmente se confirmou. No Rio Grande do Sul, os

efeitos mais fortes do El Niño começaram em setembro. E no início de outubro as chuvas persistentes e excessivas chegavam a SC, tornando-se uma constante até os últimos dias de novembro. Em dois meses, os totais de precipitação ficaram muito acima da média e quebrando recordes nos três estados do sul do Brasil, que também sofreram com frequentes eventos de ventos fortes e granizo, associados a tempestades. Até tornados ocorreram em SC com um número expressivo de cinco casos registrados em um único mês (novembro). Todas as regiões catarinenses tiveram grandes prejuízos com inúmeras perdas materiais, e não somente na agricultura, mas em diversos setores, em função de enchentes, inundações, enxurradas e deslizamentos de encosta, especial-

Anomalia de TSM (C) para NOV/2023 – Atualizado em 30NOV2023

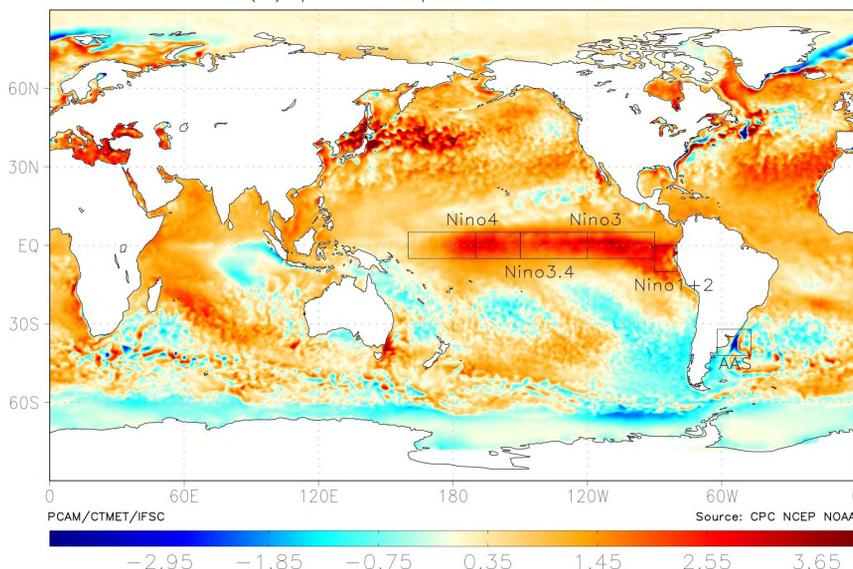


Figura 1. Anomalia média da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), em °C, em novembro de 2023

Fonte: IFSC/NCEP/NOAA.

<sup>1</sup> Meteorologista, Dra., Epagri/Centro de Informações de Recursos Ambientais de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram), Rod. Admar Gonzaga, 1347, Florianópolis/SC, Fone: (48) 36655008, e-mail: laura@epagri.gov.sc.br

<sup>2</sup> Meteorologista, MSc., Epagri/Ciram, e-mail: marilene@epagri.gov.sc.br

<sup>3</sup> Meteorologista, Esp., Epagri/Ciram, e-mail: marcelomartins@epagri.gov.sc.br

<sup>4</sup> Meteorologista, MSc., Epagri/Ciram, e-mail: gil@epagri.gov.sc.br

mente no Oeste, Meio-Oeste e Vale do Itajaí.

## Excesso de chuva em outubro e novembro/2023

Os totais de chuva de outubro/2023 superaram os 400mm em grande parte de SC (Figura 2), ficando acima de 500mm em uma ampla área do Extremo Oeste ao Meio-Oeste, Alto Vale do Itajaí e Planalto Norte. O maior acumulado foi em Mirim Doce, de **725,4mm**, seguido de valores acima de 600mm, registrados em Taió (646,8mm), Papanduva (639,0mm), Tangará (632,0mm), Joaçaba (618,20mm), Chapecó (622,0mm) e Porto União (614,0mm). Em novembro, os totais superaram os 400mm do Extremo Oeste ao Meio-Oeste, estendendo-se para o Planalto Sul, Alto Vale do Itajaí, Grande Florianópolis e Litoral Sul. Neste mês, o maior acumulado foi em Praia Grande, de **794,4mm**, seguido de totais acima de 500mm nas localidades de Celso Ramos (571,2mm), Caibi (549,6mm), Concórdia (545,0mm), Piratuba (543,4mm), Jacinto Machado (516,2mm) e Mirim Doce (514,0mm).

Os elevados totais nesses meses resultaram em precipitação muito acima da média climatológica no Estado. Nas Figuras 3 e 4 observa-se que, em grande parte de SC, o total de chuva de outubro e de novembro foi três vezes maior do que a média histórica desses meses, que já é elevada nessa época do ano. Nas áreas em tom de rosa mais escuro no mapa das Figuras 3 e 4, onde está inserida a região do Alto Vale do Itajaí, os volumes de chuva, em cada mês, representam valores quatro vezes maiores do que a média climatológica.

As chuvas mais intensas e volumosas ocorreram em cinco eventos em outubro (03 e 04; 06 a 08; 11 e 12; 17 a 19; 27 a 29/10) e em novembro (01 a 03, 09, 12 a 19, 22 e 23, 27 e 28/11), cada um deles com acumulados próximos ou acima de 100mm. Na primeira quinzena de outubro, totais acima de 300mm fo-

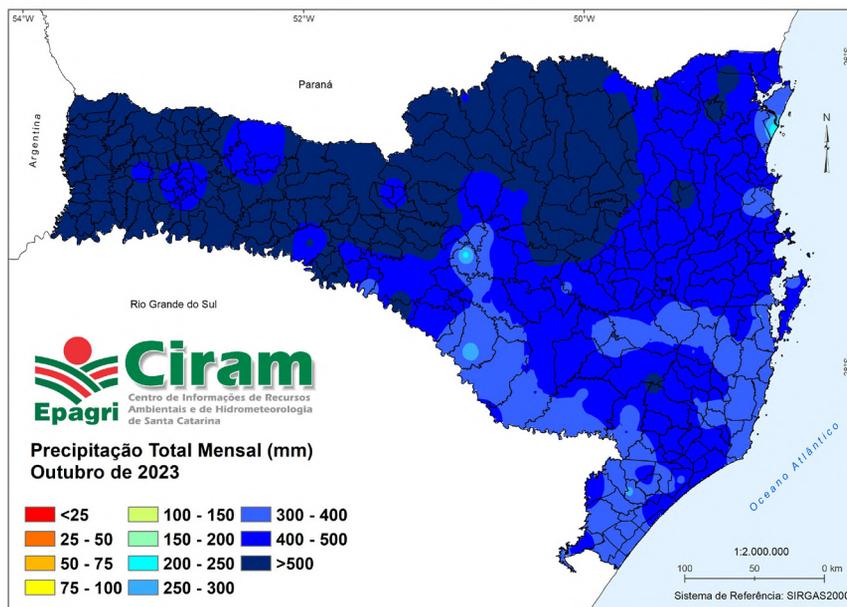


Figura 2. Total mensal de chuva (mm) em SC em outubro de 2023

Autor: Fabricio Vidal

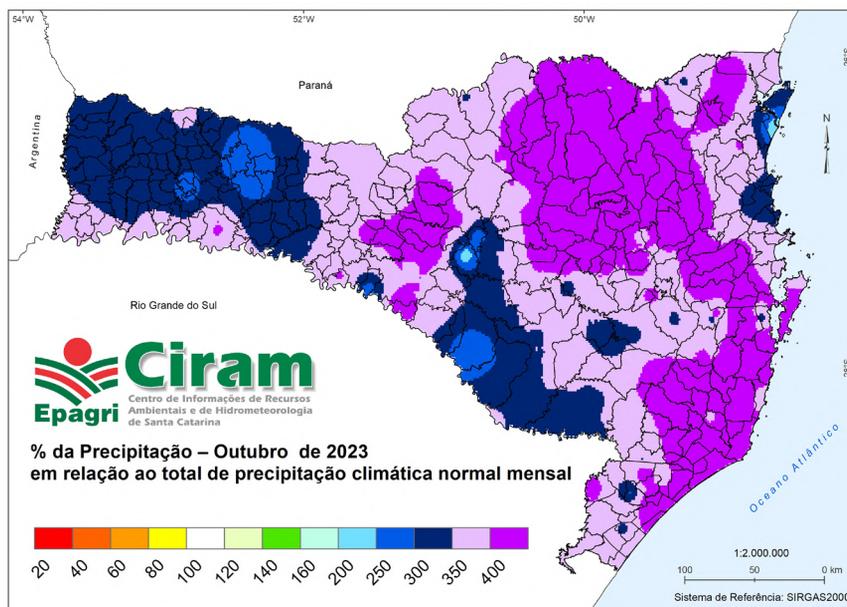


Figura 3. Porcentagem (%) de chuva em relação à média histórica em outubro de 2023

Figura: Fabricio Vidal

ram registrados em boa parte do Meio-Oeste ao Litoral, em especial no Alto Vale do Itajaí, em Taió (456mm) e Mirim Doce (465mm). Da mesma forma, a primeira quinzena de novembro encerrou-se com um total de chuva que superava a média histórica do mês. A sequência prolongada de dias de chuva atingiria seu ponto crítico no dia 16/11, quando um total diário elevado, de 90mm a 136mm, era registrado no Alto Vale

do Itajaí, causando a quinta enchente de 2023 em Rio do Sul. No dia seguinte (17/11), era a vez de Blumenau, que enfrentava a sexta enchente do ano. Na madrugada do dia 18/11, o pico do nível do Rio Itajaí-Açu em Rio do Sul chegou a 13,04m, configurando a segunda maior enchente da história neste município.

Na Figura 5, que mostra os maiores totais mensais de chuva no Estado – e respectivo município catarinense – re-

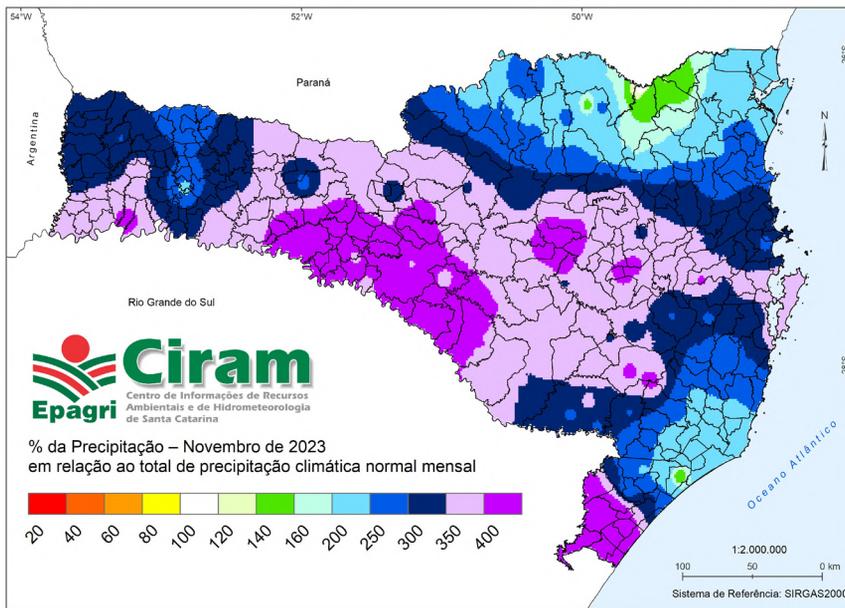


Figura 4. Porcentagem (%) de chuva em relação à média histórica em novembro de 2023  
Autor: Fabricio Vidal



Figura 5. Maiores totais mensais de chuva (e respectivo município) registrados em cada mês de 2023 em SC  
Autor: Kellen B. Kruscinski Martarello

registrados em cada mês de 2023, observam-se os expressivos volumes de precipitação em Mirim Doce em outubro e Praia Grande em novembro. Nos demais meses do ano, todos os totais de chuva foram inferiores a 500mm.

Nos registros históricos de SC, armazenados no Banco de Dados da Epagri/Ciram, verifica-se que totais mensais superiores ao de novembro de 2023, em Praia Grande (Figura 5), são encontrados somente em novembro de 2008. Neste ano, embora não tenha havido um evento de El Niño, enchentes e deslizamentos de encosta afetaram uma ampla área no Vale do Itajaí e Litoral Norte, com acumulados de 1.172,6mm

em São Francisco do Sul, 1.051,4mm em Blumenau, 889,2mm em Itapoá e 848,4mm em Balneário Camboriú. Ou seja, o fenômeno não é o único causador de chuvas extremas no Estado.

## O El Niño de ontem, hoje e amanhã

El Niño e La Niña são fases de um mesmo fenômeno de interação atmosfera-oceano que ocorre no Oceano Pacífico Equatorial Central, entre a costa peruana e a Austrália, denominado El Niño Oscilação Sul (ENOS). O ENOS é um fenômeno cíclico associado a alterações

da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Pacífico Equatorial, entre a costa peruana e a Austrália, alternando-se entre mais quente (El Niño) ou mais fria (La Niña) em relação à média histórica, ou com Neutralidade (não há configuração de Niño ou Niña). Na Figura 1 observam-se as anomalias de TSM em novembro/2023, na região de monitoramento do ENOS. Nos primeiros meses de 2023, essas medições mostravam o enfraquecimento de uma La Niña que perdurava desde 2020 favorecendo frequentes e longos períodos de estiagens em SC. Após um período de neutralidade climática, tem início uma configuração de El Niño nos meses de junho e julho, com o surgimento de águas mais quentes nessa região do Pacífico.

A caracterização do ENOS é feita por meio do cálculo de alguns índices, como o Índice Oceânico Niño (Oceanic Niño Index – ONI), definido pela média móvel trimestral da anomalia de TSM, na região do Niño 3.4 (Figura 1), por no mínimo cinco meses consecutivos. Uma anomalia maior que 0,5°C é associada a El Niño e, inferior a -0,5°C, a La Niña. O Índice de Oscilação Sul (Southern Oscillation Index – SOI), que representa a diferença na pressão média ao nível do mar entre o Pacífico Central (Taiti) e o Pacífico Oeste (Darwin/Austrália), indica o status de acoplamento entre o Oceano Pacífico Equatorial e a atmosfera. Comparado ao padrão atmosférico médio, em períodos de El Niño a circulação de Walker fica mais fraca.

E o que é a circulação média de Walker? Esta circulação (Figura 6a) é caracterizada pela subida do ar mais aquecido (convecção), com formação de nuvens de tempestade, sobre as águas muito quentes do extremo oeste do Pacífico, gerando ventos de oeste para leste no alto da atmosfera e movimento descendente do ar sobre as águas relativamente mais frias do Pacífico Oriental e, conseqüentemente, ventos de leste para oeste em superfície, os alísios, que ajudam a manter a água mais aquecida

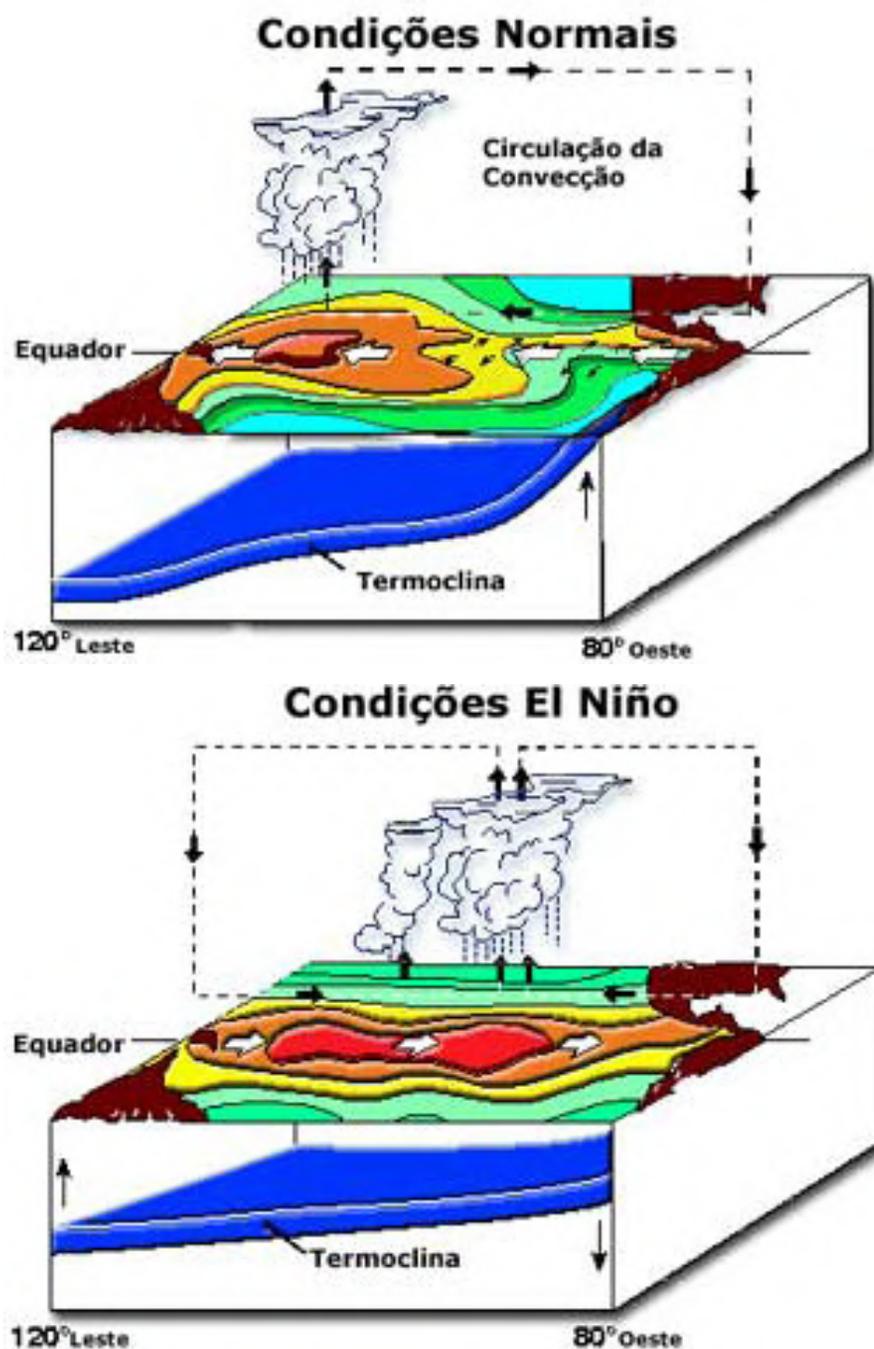


Figura 6. Representação da célula de circulação de Walker no Pacífico Equatorial (a) em anos normais (b) em anos de El Niño

Fonte: Oliveira (2001)

acumulada no Pacífico Ocidental. Em um evento Niño (**Figura 6b**), o aquecimento do oceano e o enfraquecimento dos alísios favorecem mudanças na circulação da atmosfera que determinam mudanças nos padrões de transporte de umidade e, assim, resultam em variações na distribuição das chuvas e em efeitos na temperatura em nível global.

Com mais nuvens e chuva no Pacífico Equatorial, p. e., a convecção sobre a Indonésia também é reduzida.

No sul do Brasil, o Jato Subtropical (corrente de ventos fortes em altos níveis da atmosfera) fica mais intenso que o normal, em anos de El Niño, e as frentes frias permanecem estacionárias por vários dias na região. Os mais

diversos estudos científicos apontam que essa condição atmosférica provoca um aumento na frequência e volume de chuva, com valores excessivos e acima da média climatológica, em toda ou em parte da Região Sul, especialmente na primavera do ano em que o fenômeno se estabelece e no outono do ano seguinte. Sob influência do El Niño, o inverno não é tão rigoroso na região, como verificado neste último inverno (2023) em SC, com massas de ar frio pouco frequentes e de duração menos prolongada.

Enquanto as chuvas se concentraram durante a primavera de 2023 no sul do Brasil, o tempo seco e a falta de chuva predominaram nas demais regiões. No norte e nordeste do país, o impacto do El Niño é contrário ao que ocorre nos estados do sul. A seca na Amazônia, verificada nesse período, tem outros fatores, mas o El Niño é mais um a contribuir. As massas de ar seco que inibiram o avanço das chuvas para as regiões Sudeste e Centro-Oeste do país favoreceram ondas de calor e temperaturas fora dos padrões, para meses de primavera, nessas regiões. Em 19/11/2023, conforme o INMET, os termômetros chegaram a 44,8°C em Araçuai, MG, a maior temperatura já registrada no Brasil. Em SC o calor foi maior em setembro, quando as chuvas excessivas dominaram o Rio Grande do Sul. A maior temperatura de 2023 em SC (40,76°C) ocorreu em Criciúma no dia 18/09/2023.

A **Tabela 1** apresenta os eventos de El Niño e suas respectivas intensidades registrados nos últimos 50 anos. Os impactos do fenômeno dependem da sua intensidade. As enchentes de 1983, entre as maiores registradas no Estado, estiveram associadas a El Niño de intensidade forte, como este de 2023/2024. Os eventos de 1982-1983 e de 1997-1998 foram os mais intensos do século passado, com grandes perdas materiais e humanas nos estados do sul do Brasil. Em SC, o forte El Niño 1997-1998 resul-

Tabela 1. Períodos de El Niño e respectiva intensidade nos últimos 50 anos

Ano	Intensidade
1969 - 1970	Fraca
1972 - 1973	Moderada
1976 - 1977	Fraca
1977 - 1978	Fraca
1982 - 1983	Forte
1986 - 1987	Moderada
1991 - 1992	Moderada
1993 - 1994	Fraca
1997 - 1998	Forte
2002 - 2003	Fraca
2004 - 2005	Fraca
2006 - 2007	Fraca
2009 - 2010	Fraca a moderada
2014 - 2016	Forte
2006 - 2007	Fraca
2018 - 2019	Fraca

Fonte: NOAA

Autor: Kellen B. Kruscinski Martarello

tou em menores impactos em relação ao de 1982-1983.

## Considerações finais

Depois de três anos, entre 2020 e 2022, com a estiagem sendo uma constante, quem poderia esperar uma brusca mudança no clima em SC? Os meteorologistas, claro! Profissionais que analisam informações diariamen-

te, monitorando e informando sobre mudanças no tempo e clima. O El Niño 2023/2024 foi previsto com antecedência. E, em comparação a eventos passados, as previsões climáticas, como as previsões de tempo, vão se tornando mais precisas, com maiores índices de acerto. Há 40 anos SC enfrentou um El Niño (1982/1983) em condições de conhecimento e tecnologia muito distintas de hoje.

Antigos moradores do Vale do Itajaí estão entre aqueles que mais conhecem – e respeitam – os impactos de um El Niño que se tornou popular no Estado durante as inundações históricas de 1983/1984 na região, quando pouco se ouvia falar em previsão do tempo e o repasse de informações contava com o apoio de radioamadores. Nem internet nem celulares fizeram parte dessa história que ainda pode ser contada por catarinenses, entre eles a Prof. Alice Grimm, da UFPR, que se tornou uma pesquisadora dedicada a estudar o fenômeno, como ela mesma conta, exatamente por presenciar o cenário devastador nessa época ([https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram\\_arquivos/site/videos/ElNinoEntrevistaAlice.mp3](https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/site/videos/ElNinoEntrevistaAlice.mp3)).

Sabemos que previsões meteorológicas, mesmo quando se confirmam, não são suficientes para impedir tragédias. Mas a perda de vidas humanas, num total de onze no Estado em decorrência das chuvas de outubro e novembro de 2023, foi bem menor em relação ao El Niño de 1982/1983. Este último evento nos ensina que a mesma ciência que pode salvar vidas com vacinas também pode salvar vidas e garantir maior segurança à população com previsões confiáveis, especialmente se aliadas a medidas de prevenção e adaptação.

## Referências

GRIMM, A.M. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: regional processes versus remote influences. **Journal of Climate**, v. 16, p. 263-280, 2003.

GRIMM, A.M.; BARROS, V.R.; DOYLE, M.E. Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v.13, n.1, p.35-58, 2000.

OLIVEIRA, G. S. **O El Niño e você - o fenômeno climático**. Editora Transtec - São José dos Campos (SP), 2001. Disponível em: [http://enos.cptec.inpe.br/saiba/Oque\\_el-nino.shtml](http://enos.cptec.inpe.br/saiba/Oque_el-nino.shtml). Acesso em: 5 dez. 2023.

# O que sabemos sobre florações de microalgas produtoras de toxinas em áreas de cultivo de moluscos em Santa Catarina

Robson Ventura de Souza<sup>1</sup>, Luiz Fernando de Novaes Vianna<sup>2</sup>, Mathias Alberto Schramm<sup>3</sup> e Thiago Pereira Alves<sup>3</sup>

**Resumo** – Uma pesquisa recente realizada pela Epagri e pelo IFSC analisou os dados gerados pelo programa estadual de monitoramento de florações de algas produtoras de toxinas gerados entre 2007 e 2019 e cruzou com dados gerados por modelos meteorológicos e por sensores de satélites, de forma a gerar informações que permitam entender melhor esses eventos. O estudo evidenciou que o gênero *Dinophysis* é o grupo de microalgas produtoras de toxinas que mais floresce em SC e que as toxinas diarreicas são as mais comumente detectadas nos moluscos. O estudo evidenciou também que as florações de *Dinophysis* podem ocorrer durante todos os meses do ano, mas tendem a se concentrar nos meses de outono e inverno e se relacionam com as condições meteorológicas observadas durante esse período do ano. Outra informação importante é que as florações de *Dinophysis* não tendem a coincidir com florações de microalgas não tóxicas e que as estimativas de clorofila feitas com base em satélites não são um bom indicador da ocorrência desses eventos em Santa Catarina.

**Termos para indexação:** *Dinophysis*; *Pseudo-nitzschia*; Maré vermelha; Malacocultura; Saúde pública;

## What we know about toxin-producing microalgae blooms in shellfish farming areas in Santa Catarina

**Abstract** – A recent study carried out by Epagri and IFSC analyzed the data generated by the toxin-producing algal blooms monitoring state program between 2007 and 2019. It correlated these with data generated by meteorological models and satellite sensors to generate information to understand these events. The study showed that the genus *Dinophysis* is the group of toxin-producing microalgae that blooms most in SC and that diarrhoeic toxins are the most common. The study also shows that *Dinophysis* blooms can occur during all months of the year, but but tend to be concentrated in the autumn and winter months and are related to the meteorological conditions observed during that period. Another important information is that *Dinophysis* blooms do not tend to coincide with non-toxic microalgae blooms and that chlorophyll estimates based on satellites are not a good indicator of the occurrence of these events in Santa Catarina.

**Index terms:** *Dinophysis*; *Pseudo-nitzschia*; Red tide; Shellfish farming; Public health.

## Introdução

Moluscos bivalves, como os mexilhões e as ostras, se alimentam filtrando material em suspensão na água do mar, incluindo algas microscópicas que compõem o fitoplâncton. Existem milhares de espécies de microalgas, uma pequena parte delas é capaz de produzir toxinas que podem ser acumuladas pelos moluscos. Quando as condições ambientais (Ex: radiação solar, temperatura, salinidade e

níveis de nutrientes na água marinha) favorecem a reprodução de uma dessas espécies, sua concentração na água aumenta significativamente, o que chamamos de floração de algas nocivas<sup>4</sup> (FAN). Durante esses eventos, é mais provável que moluscos consumam essas algas em grandes quantidades e acumulem toxinas em níveis significativos, caracterizando os eventos tóxicos (ET). Humanos que venham a consumir moluscos colhidos durante um ET podem sofrer intoxicações. É

importante lembrar que, passados esses eventos, as toxinas são eliminadas pelos moluscos e os animais podem novamente ser consumidos.

Estes eventos ocorrem em todo o mundo e, alinhado ao que ocorre em outros importantes países produtores de moluscos, o estado de Santa Catarina possui um programa que monitora e controla riscos relacionados às FAN, impedindo a colheita e comercialização de moluscos de áreas onde e durante períodos em que estes eventos

Recebido em 19/05/2023. Aceito para publicação em 15/10/2023.

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1631>

<sup>1</sup> Médico-veterinário, Dr., Epagri/Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca, Rodovia Admar Gonzaga, 1.188, Itacorubi, CEP 88010-970, Florianópolis, SC, e-mail: robsonsouza@epagri.sc.gov.br

<sup>2</sup> Biólogo, Dr., Epagri/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina, Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, e-mail: vianna@epagri.sc.gov.br

<sup>3</sup> Oceanógrafo, Dr., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina/Campus Itajaí, Av. Vereador Abrahão João Francisco, n° 3899 – Ressacada, CEP 88307-303, Itajaí, SC, e-mail: mathias.schramm@ifsc.edu.br, thiago.alves@ifsc.edu.br

<sup>4</sup> Existem outros tipos de florações de algas nocivas, como aquelas que causam mortalidade de organismos aquáticos. Nesse documento, trataremos por FAN exclusivamente as florações de espécies de microalgas que produzem toxinas que podem ser acumuladas por moluscos bivalves e intoxicar humanos.

estejam ocorrendo. Uma pesquisa recente realizada pela Epagri e pelo IFSC (VIANNA et al, 2023) revisou os dados gerados pelo programa estadual de monitoramento de FAN gerados entre 2007 e 2019 e cruzou com dados gerados por modelos meteorológicos e sensores de satélites, de forma a gerar informações que permitam entender melhor esses eventos. O presente informativo técnico apresenta de forma sucinta os principais achados desse estudo. Detalhes metodológicos e pormenores dos resultados podem ser obtidos diretamente no artigo de Vianna et al. (2023).

## Metodologia

O estudo analisou os resultados das contagens de microalgas em amostras de água marinha e dos níveis de toxina detectados em amostras de moluscos gerados entre 2007 e 2019. Foram estabelecidos limites máximos de concentração de algas e de toxinas para definir quais resultados caracterizavam eventos de FAN ou ET. Os limites foram embasados na legislação brasileira (BRASIL, 2012), em literatura internacional (HALLEGRAEFF et al., 2003; MAFRA JUNIOR et al., 2006) e na experiência do laboratório responsável pelo monitoramento em SC (Laqua, IFSC Campus Itajaí). Dessa forma, foi possível contabilizar o número de dias em que foram detectados FAN ou ET em SC. É importante notar que o estudo considerou a costa de SC como um todo. Portanto, a detecção de uma floração em um único local monitorado, mesmo quando todo o restante da costa estava livre de florações, era caracterizado como um dia com detecção de FAN em SC. O estudo buscou por correlações entre o número de dias com FANs e/ou com ETs e os dados ambientais obtidos de modelos meteorológicos, como temperatura do ar, pressão atmosférica, nebulosidade, precipitação, radiação solar e direção dos ventos, e dados obtidos a partir de sensores de satélites,

como a concentração de clorofila e temperatura da superfície do mar. O estudo analisou ainda a influência dos fenômenos El Niño/La Niña e as correlações das FANs e ETs com florações de microalgas não tóxicas.

### Quais os principais grupos de microalgas de preocupação para consumidores de moluscos no mundo e quais as toxinas produzidas por estes grupos?

As intoxicações por FAN são causadas basicamente por cinco tipos de toxinas: as diarreicas, produzidas principalmente por microalgas do gênero *Dinophysis*<sup>4</sup>; as amnésicas, produzidas principalmente por microalgas do gênero *Pseudo-nitzschia*<sup>5</sup>; as paralisantes, produzidas principalmente<sup>6</sup> pelo gênero *Alexandrium* e pela espécie *Gymnodinium catenatum*; as neurotóxicas e os azaspirácidos (FAO et al., 2023). Os três primeiros grupos de toxinas já foram registrados em SC.

### Quão frequente é a ocorrência de FAN em SC e quais os tipos mais detectados?

Dentre 6.691 amostras de água analisadas durante o período estudado, 9,9% apresentaram contagens de espécies tóxicas acima dos limites adotados pelo estudo, caracterizando a ocorrência de FAN. Dessas amostras consideradas positivas, 84% eram provenientes de florações de *Dinophysis*, 12% de *Pseudo-nitzschia*, 3% de *Alexandrium* e 1% de *Gymnodinium catenatum*. No mesmo período, 6.135 amostras de moluscos foram analisadas e 7,6% delas apresentaram níveis de toxina compatíveis com o conceito de ET. Destas, 87,4% continham toxinas diarreicas, 9,1% toxinas paralisantes e 3,6% toxinas amnésicas. Os resultados evidenciam que as algas do gênero *Dinophysis* são as que florescem com maior frequência em SC e as toxinas diarreicas são as mais comumente

observadas durante os ETs.

Eventos de floração de *Dinophysis* foram registrados durante praticamente todos os anos do período estudado, sendo 2019 a única exceção. O maior número de dias com detecção de floração desse gênero (49 dias) ocorreu em 2007. Por sua vez, em relação às florações de *Pseudo-nitzschia*, o ano que se mostrou mais preocupante foi 2009, quando 13 dias com detecção de floração foram registrados. O banco de dados evidencia baixa prevalência de *Gymnodinium catenatum* e do gênero *Alexandrium* no litoral SC. Para *Gymnodinium*, foram detectadas florações em apenas dois dias, um em 2008 e outro em 2013. O único ano em que toxinas paralisantes foram detectadas, com 15 dias de detecção dessa toxina, foi 2017, período que coincide os cinco dias em que foi detectada a única FAN de *Alexandrium* em SC.

### Existem períodos do ano mais propensos à ocorrência de FAN em SC?

O estudo mostra que as florações de *Dinophysis* e os eventos com detecção de toxinas diarreicas distribuem-se ao longo de todos os meses do ano; no entanto, tendem a se concentrar no inverno, principalmente entre julho e setembro. Já as florações do gênero *Pseudo-nitzschia* tendem a ocorrer durante a primavera/verão (novembro a março).

### É possível correlacionar condições climáticas específicas com a ocorrência das FAN em SC?

Os resultados mostram que as florações de *Dinophysis* tendem a ocorrer em condições de alta pressão atmosférica, predominância de ventos de oeste e sul, baixa radiação solar e baixa temperatura do ar e do mar, condições ambientais comumente observadas durante os meses de outono e inverno. Condições ambientais

<sup>5</sup> Também produzidas pelos gêneros *Phalacroma* e *Prorocentrum*.

<sup>6</sup> Também produzidas pelo gênero *Nitzschia*.

<sup>7</sup> Também produzidas pelas espécies *Centrodinium punctatum* e *Pyrodinium bahamense*

opostas foram relacionadas às florações de *Pseudo-nitzschia*, condições estas comumente observadas durante os meses de verão e início do outono. Este padrão de ocorrência dessas microalgas em condições ambientais opostas parece ser específico de SC. FANs tanto de *Dinophysis* quanto de *Pseudo-nitzschia* tendem a ocorrer durante a primavera/verão no Hemisfério Norte e registros semelhantes foram feitos em outras localidades, como no Chile, também na América do Sul.

### Correlação entre florações genéricas de microalgas e FAN

O estudo identificou correlações fracas, porém interessantes, entre florações de microalgas em geral e florações de espécies produtoras de toxinas. Os resultados sugerem que as florações de *Dinophysis*, que são as mais comuns em SC, tendem a acontecer quando não estão ocorrendo florações de microalgas não tóxicas. Analisando os dados do monitoramento foi possível demonstrar que florações de fitoplâncton em geral não coincidem com as FANs. Os anos com maiores números de dias com floração de microalgas em geral foram 2015 (150 dias) e 2016 (154 dias), enquanto os anos com maior número de dias com detecção de FAN foram 2007 (49 dias), 2008 (32 dias), 2009 (44 dias) e 2016 (26 dias). Já as florações de *Pseudo-nitzschia*, bem menos frequentes em SC, parecem tender a ocorrer associadas a florações de microalgas em geral.

### Estimativas de clorofila podem ser usadas como um indicador da ocorrência de FAN?

Diferentes países utilizam estimativas de clorofila geradas a partir de dados de satélites como um indicativo da ocorrência de FAN. Isso porque são dados acessíveis que podem ser gerados para qualquer parte do globo. No entanto, um achado importante do estudo da Epagri e IFSC foi a falta de correlação entre o número de dias com detecção de FAN e os níveis

de clorofila estimados pelos sensores de satélites. Esse resultado sugere que esse parâmetro seja um mau preditor de FAN no litoral de SC. Diferentes fatores podem estar relacionados a esse achado. Por exemplo, a falta de correlação entre florações de algas não tóxicas e as FANs. É durante as florações de microalgas em geral que se espera a detecção de maiores níveis de clorofila na água. No entanto, as *Dinophysis* parecem florescer justamente quando não estão ocorrendo florações de algas não tóxicas. Além disso, organismos com menor atividade fotossintética, como as *Dinophysis*, podem produzir assinaturas de clorofila mais fracas que não são capturadas por sensores de satélite. As estimativas de clorofila feitas a partir de dados de satélite podem também ser enviesadas devido a outros constituintes das águas costeiras, como sedimentos ou plumas de rios. A costa de SC sofre a influência das águas drenadas pelas bacias hidrográficas e os sedimentos transportados por grandes corpos d'água, como o Rio Itajaí-Açu, o Rio Cubatão do Sul, a Lagoa dos Patos e o Rio da Prata, o que pode ser um fator importante que influencia a precisão das estimativas de clorofila.

### Considerações finais

O trabalho de monitoramento de FAN é uma iniciativa importante e que vem sendo bastante eficiente em SC. Praticamente todos os anos esses eventos são detectados e, por consequência, a colheita e comercialização de moluscos são interrompidas, evitando assim que os consumidores dos moluscos produzidos em SC sejam intoxicados. A análise dos dados gerados por esse monitoramento trouxe informações adicionais valiosas para entender esses eventos e apoiar as autoridades responsáveis pelo programa sanitário de moluscos em SC. O estudo evidenciou que o gênero *Dinophysis* é o grupo de microalgas produtoras de toxinas que mais floresce em SC e que as toxinas diarreicas são as mais comuns. Evidenciou também que esses eventos ocorrem durante todos

os meses do ano, mas se concentram nos meses de outono e inverno e se relacionam com as condições meteorológicas observadas durante esse período do ano. Outra informação importante gerada é que as florações de *Dinophysis* não tendem a coincidir com florações de microalgas não tóxicas e que as estimativas de clorofila feitas com base em satélites não parecem ser um bom indicador da ocorrência desses eventos em SC.

### Agradecimento

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc) pelo financiamento da pesquisa.

### Referências

BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL MPA/MAPA N° 07, DE 08 DE MAIO DE 2012. Institui o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB), estabelece os procedimentos para a sua execução e dá outras providências. Brasília, DF, 2012.

FAO; IOC; IAEA. **Joint technical guidance for the implementation of early warning systems for harmful algal blooms**. Fisheries and Aquaculture Technical Paper N° 690. Roma, 2023. 224p. FAO. Doi: <https://doi.org/10.4060/cc4794en>

HALLEGRAEFF, G.; ANDERSON, D.M.; HOLE, W.; CEMBELLA, A. **Manual on Harmful Marine Microalgae**. UNESCO, Paris, 2003. 793 p.

MAFRA JUNIOR, L.L.; FERNANDES, L.F.; PROENÇA, L.A.O. Harmful algae and toxins in Paranaguá bay, Brazil: bases for monitoring. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, p.107–121, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1590/s1679-87592006000200002>.

VIANNA, L.F.N.; DE SOUZA, R.V.; SCHRAMM, M.A.; ALVES, T.P. Using climate reanalysis and remote sensing-derived data to create the basis for predicting the occurrence of algal blooms, harmful algal blooms and toxic events in Santa Catarina, Brazil. **Science of The Total Environment**, v.880, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163086>.

# Estratégias de manejo do solo para mitigar os efeitos do déficit hídrico

Júlio César Ramos<sup>1</sup>, Evandro Spagnollo<sup>1</sup>, Leandro do Prado Wildner<sup>2</sup> e Marcelo Henrique Bassani<sup>3</sup>

**Resumo** – A ocorrência do fenômeno La Niña traz como consequências períodos com déficits hídricos no estado de Santa Catarina, impactando negativamente a produção das culturas. Na safra 2020/2021, por exemplo, houve redução de 10% na produção de grãos de soja, 27% de milho, e 75% na produção de milho silagem. Embora a baixa produtividade esteja ligada às intempéries climáticas, a melhoria da qualidade do solo e o manejo conservacionista podem proporcionar maior resistência ou resiliência das culturas à falta de chuva. Neste informativo é discorrido sobre o panorama atual, destacando os problemas das lavouras e as práticas de manejo do solo que devem ser adotadas para mitigar o impacto das estiagens na produtividade das lavouras.

**Termos de indexação:** Práticas Conservacionistas; Disponibilidade hídrica; Qualidade do solo.

## Soil management strategies to mitigate the effects of water deficit

**Abstract** – The occurrence of the La Niña phenomenon results in periods of water deficits in the state of Santa Catarina, negatively impacting crop production. In the 2020/2021 season, there was a 10% reduction in the production of soybeans, 27% of corn, and 75% in the production of corn silage. Although low productivity is linked to adverse weather conditions, improving soil quality and conservation management can provide excellent resistance or resilience of crops to hydric stress. This technical report discusses the current situation, highlighting crop problems and soil management practices that must be adopted to mitigate the impact of droughts on crop productivity.

**Index terms:** Conservation practices; Water availability; Soil quality.

## Panorama histórico e condição atual das lavouras de plantio direto

O preparo convencional do solo prevaleceu até a década de 1990, resultando em perda da qualidade do solo, acentuada erosão hídrica e compactação do solo, principalmente na camada entre 10 e 20cm (pé-de-grade ou pé-de-arado). O advento do plantio direto abrandou a erosão hídrica. Em estudos com chuva natural, Bertol et al. (2016) observaram reduções respectivas de 87% e 62% nas perdas de solo e água do plantio direto, quando comparado ao preparo convencional.

No entanto, concomitantemente à adoção do plantio direto, houve um abandono de muitas práticas conservacionistas em grande parte das lavouras, praticando somente a semeadura direta, caracterizada, exclusivamente, pelo não revolvimento do solo. Esse manejo inadequado provocou o declínio da qualida-

de física, química e biológica dos solos, com menor aproveitamento da água da chuva nas lavouras, tornando-os vulneráveis e com baixa resistência às intempéries climáticas, com consequente redução da produtividade das culturas.

Na sequência são elencadas condições intrínsecas ao manejo do solo atual que prejudicam o aproveitamento da água e, ou a resistência das culturas às estiagens.

## Lavouras com baixa cobertura do solo

As principais sucessões de culturas hoje utilizadas adicionam poucos resíduos vegetais à superfície do solo, deixando-o desprotegido contra a ação das gotas de chuva, com redução da infiltração, do armazenamento e do aproveitamento da água do solo (REICHERT et al., 2011). A cobertura por resíduos vegetais previne o aumento da temperatura do solo (Figura 1 A e B), diminuindo as

perdas por evaporação e favorecendo a atividade biológica (organismos) do solo que auxilia na ciclagem de nutrientes e no fornecimento e disponibilidade de água para as plantas (ALBUQUERQUE et al., 2005).

## Baixo aporte de material orgânico ao solo

O uso de sucessão de culturas que produzem pouca massa da parte aérea e radicular condiciona a estagnação e, ou a diminuição dos teores de matéria orgânica dos solos. Em estudos realizados em El Dorado, RS, Lovato et al. (2004) observaram em um Argissolo Vermelho típico, necessidade de se aportar 10ton ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de resíduos vegetais (massa seca da parte aérea e das raízes) para a manutenção dos teores de matéria orgânica dos solos em plantio direto e, por dedução, para incrementos de matéria orgânica, são necessários aportes superiores aos valores mencionados. A ma-

Recebido em 04/09/2023. Aceito para publicação em 20/11/2023.

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1742>

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), 89803-904 Chapecó, SC, fone: (49) 2049-7510. E-mail: julioramos@epagri.gov.sc.br, spagnollo@epagri.gov.sc.br.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Msc., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf). E-mail: lpwildner@epagri.gov.br.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Esp., Epagri – Gerência Regional de Xanxerê, 89820-000, Xanxerê, SC. E-mail: marcelobassani@epagri.gov.br.



Figura 1. Efeito da cobertura sobre a temperatura do solo, resultando em temperatura de 36,1°C na superfície do solo com resíduos vegetais (A), e de 62°C com poucos resíduos (B)

Foto: Júlio César Ramos

Figure 1. Effect of difference in soil cover on temperature, resulting in a temperature of 36.1°C on the soil surface under good straw (A) and 62°C under low straw (B)

Photo: Júlio César Ramos

téria orgânica, além de ser fundamental para a estruturação do solo é extremamente importante para a retenção de água e nutrientes, sendo capaz de reter, aproximadamente, 20 vezes o seu peso em água.

## Camadas compactadas

A compactação do solo diminuiu o volume e o comprimento radicular, limitando a absorção de água e nutrientes pelas plantas (Figura 2 A e B). Mielniczuk et al. (1985) observaram redução de 86% no comprimento radicular da soja, com resistência à penetração (RP) de 2,35MPa. Girardello et al. (2014) encontraram decréscimos de 38% na produtividade da soja com RP de 5,0MPa. A compactação diminuiu a infiltração de água, aumentando as perdas de solo e água por erosão e interfere na reposição e disponibilidade de água ao longo do ciclo.

## Lavouras com gradientes químicos no solo

A distribuição de adubos e corretivos exclusivamente em superfície gera gradiente químico no perfil do solo (CIOTTA et al., 2004). Sem a correção da acidez em profundidade na implantação do plantio direto ou das pastagens, as concentrações de H + Al permanecem elevadas, o que prejudica o crescimento radicular e a capacidade de absorção de água e nutrientes.

## Lavouras sem práticas conservacionistas de suporte

A ocorrência de chuvas intensas em áreas com baixa cobertura do solo, com solo mal manejado e com baixa infiltração de água, criam condições para a ocorrência de erosão significativa nas lavouras de plantio direto, sendo fortemente corroborado pelo plantio morro abaixo, que facilita o fluxo de água nos sulcos de semeadura, e pela ausência



Figura 2. Lavoura de plantio direto com camada compactada, resultando em aumento da resistência mecânica do solo (A) e tortuosidade do sistema radicular (B)

Foto: Júlio César Ramos

Figure 2. No-till soil with a compacted layer, resulting in increased mechanical resistance of the soil (A) and tortuosity of the root system (B)

Photo: Júlio César Ramos

de estruturas capazes de interromper o fluxo e reter a enxurrada ao longo do declive (BARBOSA et al., 2012).

## Recomendações de manejo do solo para melhorar o aproveitamento de água

Com base no supracitado, observa-se que tanto alterações quanto a adoção de novas práticas de manejo são necessárias em lavouras manejadas em plantio direto hoje adotado, seguindo os preceitos da agricultura conservacionista. Na sequência são elencadas etapas e práticas de manejo necessárias para favorecer o aproveitamento hídrico e a resistência e resiliência às intempéries climáticas.

## Avaliação e correção do solo

Como primeiro passo é preciso avaliar de forma estratificada a qualidade do solo (física, química e biológica), pois enquanto algumas áreas de cultivo precisarão sofrer correção de caráter químico, em outras, de caráter físico e, ou biológica, a correção deve ser feita antes da adoção de qualquer prática mecânica. Se o solo apresentar acidez

na camada de 10 a 20cm, por exemplo, pode ser recomendado incorporar calcário para corrigir limitações ao desenvolvimento radicular e de absorção de água e nutrientes. Por outro lado, caso haja concentração de nutrientes nos primeiros centímetros, pode-se pensar em revolver o solo, especialmente se associado à limitação de pH e, ou impedimento físico em profundidade.

As limitações físicas existentes no solo podem ser identificadas através de avaliação do perfil de solo em trincheiras para identificar camadas com resistência à penetração, estrutura e brilho distinto, uso de metodologias visuais (DRES) ou então, analisando indicadores de compactação como presença de raízes somente na camada superficial do solo, com tortuosidade e crescimento lateral (Figura 2B).

Caso existam limitações de caráter físico no solo será necessário realizar descompactação através de práticas biológicas, com uso de adubos verdes/plantas de cobertura com sistema radicular abundante, ou através de ação mecânica como escarificação e subsolação, complementada por práticas biológicas. A severidade da compactação definirá o manejo necessário. Se for observado impedimento severo ao crescimento radicular, a ação biológica das raízes será pouco efetiva na descompactação, sendo necessária intervenção mecânica, seguida de adubação verde formado preferencialmente por gramíneas de verão ou mix de verão (mistura de diferentes espécies de plantas de cobertura) com predominância de gramíneas, com uma adequada densidade de plantas, aonde o sistema radicular abundante e fasciculado irá reestruturar o solo recém-descompactado. O crescimento de raízes e o aumento do aporte de resíduos vegetais sobre o solo após a intervenção mecânica são cruciais para a manutenção dos benefícios do revolvimento do solo.

A avaliação biológica do solo, embora pouco comum, demonstrará como anda a saúde do solo. Metodologias como a Bioanálise de Solo (MENDES et al., 2020) dão um panorama de como está a atividade biológica do solo. Ainda, a presença de fauna no solo (minhocas, besouros, enquitreídeos, etc.) em quantidade e diversidade e o aumento da matéria orgânica natural do solo re-

fletem um solo com boa qualidade.

## Aporte de material orgânico ao solo em quantidade e qualidade

Para aportar quantidade de massa vegetal (parte aérea e raízes) acima da demanda biológica do solo de 10ton ha<sup>-1</sup> por ano na região sul (LOVATO et al., 2004), faz-se necessário planejar um sistema de rotação ou sucessão de culturas com gramíneas de verão, seja para produção de grãos ou apenas para produção de massa vegetal como terceira safra (safrinha), aumentando o aporte de resíduos e a cobertura ao longo do tempo. Quanto maior o aporte de resíduos vegetais na superfície e de raízes no interior do solo, maior será a proteção ao impacto das gotas de chuva e à pressão exercida pelo tráfego de máquinas sobre o solo, diminuindo as perdas por erosão e a evaporação, aumentando ainda o teor de matéria orgânica, favorecendo a agregação, a infiltração e o armazenamento de água.

## Adoção de práticas conservacionistas de suporte

A adoção de práticas conservacionistas, em especial as práticas mecânicas como o terraceamento e o plantio em nível, deve ser realizada simultaneamente às melhorias da qualidade do solo, sendo recomendado melhorar a infiltração de água do solo antes de se implantar todos os terraços (maior infiltração resulta em maior espaçamento entre os terraços). O terraço deve ser associado ao cultivo em contorno para maior efetividade (Figura 3), pois o plantio em nível forma pequenas barreiras ao escoamento superficial que diminuem as perdas de solo e água, melhorando a homogeneidade da sementeira. Já o terraço em nível aumenta o aproveitamento de água e nutrientes, pois a água que excede a infiltração e escoar pela superfície (carreando solo e nutrientes) ficará retida no canal. Comparando áreas com e sem terraço, Hörbe et al. (2021) observaram maior disponibilidade de água para as plantas na área com terraço em nível e ganho de produtividade de 10% e 12% para o milho e a

soja, respectivamente.

O terraceamento associado ao plantio em nível ou em contorno proporciona maior efetividade às duas práticas mecânicas no manejo da água de escoamento (Figura 3), podendo fazer com que a totalidade da água das chuvas permaneça dentro da lavoura. Sugere-se realizar o dimensionamento e o espaçamento entre terraços através do aplicativo Hidro-Terraço 1.0 (BACK & WILDNER, 2022), para o qual é necessário determinar a campo a velocidade de infiltração básica e a declividade do terreno para calcular a distância entre terraços.

Recomenda-se preferencialmente implantar terraços de absorção e de base larga para manter o excedente escoado das chuvas na lavoura. No entanto limitações como profundidade efetiva do solo, gradiente textural e declividade excessiva do solo e entrada de água de áreas adjacentes tornam a implantação de terraços de base larga e/ou de absorção inviável ou insegura. Assim deve-se optar por terraços de base menor, de drenagem ou misto, de modo a direcionar o excedente adequadamente para fora da lavoura.

## Considerações finais

Nos estabelecimentos rurais onde são adotadas práticas conservacionistas há diminuição dos custos e aumento do lucro (FORTINI et al., 2020), reflexo da qualidade do solo e da maior eficiência no uso da água (HÖRBE et al., 2021) e de fertilizantes (BERTOL et al., 2016), tornando o sistema mais eficiente e sustentável.

A construção de um perfil de solo favorável ao desenvolvimento das culturas (Figura 4) é um processo lento e dinâmico, pois o incremento de matéria orgânica em profundidade é um processo gradativo e que se dá principalmente pela adição de raízes, especialmente de gramíneas de verão.

É preciso ressaltar aos produtores a importância e o retorno almejado ao longo dos anos e a maior estabilidade produtiva após essa mudança e ganho de qualidade do sistema. Adicionalmente, além da melhoria no aproveitamento de água, a atividade agrícola se torna mais sustentável, com maior incorporação e sequestro de carbono nos solos.



Figura 3. Terraço de absorção de base larga e semeadura em nível  
Foto: Murilo Renan Mota  
Figure 3. Terracing system with wide base terrace and level sowing  
Photo: Murilo Renan Mota

## Referências

BACK, A. J.; WILDNER, L. do P. **HidroTerraço 1.0 - Programa para cálculos hidrológicos e dimensionamento de estruturas de conservação do solo e da água em áreas agrícolas.** Florianópolis: Epagri, 2022. 124p. (Epagri. Documentos, 348).

BARBOSA, F.T.; BERTOL, I.; WERNER, R.S.; RAMOS, J.C.; RAMOS, R. R. Comprimento crítico de declive relacionado à erosão hídrica, em três tipos e doses de resíduos em duas direções de semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36: 1279-1290,

2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000400022>.

BASSANI, M.H; GARCEZ, J.G.; BORTOLANZA, D.R.; SOCCOL, J.J.; PERGHER, M.; MOTA, M.R.; RAMOS, J.C.; WILDNER, L.P.; JUSTEN, J.G.K. **O terraceamento passo a passo.** Florianópolis: Epagri, 2023. 32p. (Epagri. Boletim Didático, 170)

BERTOL, I.; SCHICK, J.; BANDEIRA, D.H.; PAZ-FERREIRO, J.; VÁZQUEZ, E.V. Multifractal and joint multifractal analysis of water and soil losses from erosion plots: A case study under subtropical condition in Santa Catarina highlands, Brazil. **Geoderma**, 2016.



Figura 4. Solo de plantio direto bem manejado, com alto teor de matéria orgânica (A), com raízes explorando o solo em profundidade em busca de água e nutrientes (B)  
Foto: Júlio César Ramos  
Figure 4. Well-managed soil in No-tillage, with a high content of organic matter (A), allowing the roots to explore the soil in search of water and nutrients (B)  
Photo: Júlio César Ramos

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.08.008>

CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C.; ALBUQUERQUE, J. A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.317-326, 2004.

FORTINI, R. M. ; BRAGA, M. J. ; & FREITAS, C. O. Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.58, n.2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.199479>.

GIRARDELLO, V. C; AMADO, T.J.C.; SANTI, A. L.; CHERUBIN, M. R.; KUNZ, J.; TEIXEIRA, T. G. Resistência à penetração, eficiência de escarificadores mecânicos e produtividade da soja em Latossolo argiloso manejado sob plantio direto de longa duração. Viçosa, MG: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.1234-1244, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000400020>.

HÖRBE, T.; MINELLA, J.P.G.; SCHNEIDER, F.J.A.; LONDERO, A.L.; GUBIANI, P.I.; MERTEN, G.H.; SCHLESNER, A. Managing runoff in rainfed agriculture under no-till system: potential for improving crop production. Viçosa, MG: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.45, e0210015, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36783/18069657rbc20210015>.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. Viçosa, MG: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.1, p.175-187, 2004.

MENDES, I.D.C.; CHAER, G.; de SOUSA, D.M.G.; dos REIS JUNIOR, F.B.; da SILVA, O.D.D.; de OLIVEIRA, M.I.L.; LOPES, A.A.C.; de SOUZA, L.M. **Bioanálise de solo: a mais nova aliada para a sustentabilidade agrícola.** Informações Agronômicas NPCT, n.8, p.1-11, 2020.

MIELNICZUK, J.; CARPENEDO, V.; PEDÓ, F. Desenvolvimento de raízes em solos compactados. Porto Alegre, RS. **Lavoura Arrozeira**, v.38, p.42-43, 1985.

REICHERT, J.M.; ALBUQUERQUE, J.A.; GUBIANI, P.I.; KAISER, D.R.; MINELLA, J.P.G. & REINERT, D.J. Hidrologia do solo, disponibilidade de água às plantas e zoneamento agroclimático. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A.L. & GATIBONI, L.C., eds. **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. v.7, p.1-54.

# O ambiente possibilita o crescimento da atividade da suinocultura no Oeste Catarinense?

Vitor João D'Agostini<sup>1</sup>, Romualdo Morelato Begnini<sup>2</sup>, Juliano Vitória Domingues<sup>1</sup>, Clecir Miguel Nonnenmacher<sup>1</sup> e Rosângela Corrêa de Lima<sup>3</sup>

**Resumo** – A suinocultura é um segmento da agropecuária com histórico de crescimento no Oeste Catarinense, mas isso é contraposto pelo impacto ambiental inerente à atividade que, devido à geração de dejetos, tem grande potencial de contaminação das águas superficiais. Com o licenciamento ambiental e o uso das tecnologias da informação, a quantidade de áreas para a aplicação de dejetos líquidos de suínos e a relação com os limites geoambientais do território podem ser analisadas. A análise das áreas de aplicação confirmou a possibilidade de aumentar o número de suínos no território em razão da disponibilidade de áreas passíveis à adubação orgânica.

**Termos para indexação:** Dejeito líquido de suínos; Fertilizante orgânico; Sistema de informação geográfica.

## Does the environment involve the growth of pig farming activity in the West of Santa Catarina?

**Abstract** – Pig farming is a segment of agriculture with a history of growth in western Santa Catarina. Although important, it causes an environmental impact inherent to the activity, which is the generation of waste and its potential for contaminating surface waters. With environmental licensing and the use of information technologies, it is possible to analyze the number of areas for the application of liquid pig manure and the relationship with the geoenvironmental limits of the territory. In this study, the analysis of application areas can confirm the possibility of increasing the number of pigs in the territory due to the availability of areas suitable for organic fertilization.

**Index terms:** Swine liquid manure; Organic fertilizer; Geographic information system.

O crescimento da suinocultura em sistemas confinados, uma das atividades agropecuárias mais relevantes do Oeste Catarinense, gera concentração da produção de dejetos e aumenta o potencial de poluição para a água. Sabendo do potencial agrônomo dos dejetos (BARROS et al., 2019), a adoção do licenciamento ambiental promove o aperfeiçoamento do gerenciamento dos resíduos produzidos.

Com o crescimento da suinocultura, surgiu a noção entre consultores e suinocultores que “faltou terra”, expressando o limite nos empreendimentos para receber a quantidade de dejetos produzida, o que implicava a busca de áreas de terceiros para adubação. Esta noção foi uma das razões que estimularam a gestão das áreas através do georreferenciamento. Por este motivo, estudaram-se as áreas de adubação com o objetivo de analisar a quantidade de áreas para aplicação de dejetos líquidos de suínos e a relação com os limites

geoambientais do Oeste Catarinense.

Os autores trabalharam por mais de uma década na análise do licenciamento ambiental da suinocultura através de análise documental e vistorias técnicas. Dava-se atenção especial à análise dos planos de adubação, ao programa de monitoramento das áreas agrícolas adubadas e à verificação das áreas de aplicação (BRASIL, 2010; IMA/SC, 2022).

Com a popularização do uso de imagens de satélite e sistemas de informação geográfica passou-se a utilizar polígonos georreferenciados para gerenciar as áreas de aplicação de acordo com o planejamento agrícola e o dimensionamento do rebanho de suínos. Os polígonos foram adotados junto com a análise documental para fundamentar o parecer técnico e confirmar informações durante a vistoria. Junto com os polígonos eram enviadas as análises de solo, com coletas na profundidade de 0 a 20cm, os cálculos da produção de dejetos e, especialmente, a demanda de

fósforo no solo em função da produção agrícola estimada.

Para a análise das informações das áreas de aplicação de dejetos de suínos, dos dados secundários da área total dos municípios de abrangência da instituição (IBGE, 2021) e das áreas agrícolas do ano de 2021 (MAPBIOMAS, 2022) utilizou-se o programa QGIS (2023). Os dados das áreas agrícolas e das áreas de dejetos foram tabulados, relacionando o percentual das áreas de dejetos com as áreas agrícolas, ordenados de acordo com os municípios do Oeste Catarinense.

O procedimento de análise com base nos polígonos iniciou em 2015. Neste tempo, obteve-se um registro muito significativo da totalidade de áreas de aplicação de dejetos de suínos no território. Só não representam a totalidade de áreas porque recentemente há outras instituições licenciadoras e não há integração de dados.

O dejeito líquido de suíno, após pas-

Recebido em 05/05/2023. Aceito para publicação em 21/08/2023.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA/SC), Coordenadoria Regional do Meio Ambiente de Chapecó (CODAM CRO), Tv. Ilma. Rosa de Nês, 91 D, 2º andar, Centro, Chapecó, 89.801-014, Fone: (49) 2049-9500, e-mail: vitordagostini@ima.sc.gov.br, julianodomingues@ima.sc.gov.br, miguel@ima.sc.gov.br

<sup>2</sup> Biólogo, M.Sc., IMA/SC/CODAM CRO, e-mail: romualdobegnini@ima.sc.gov.br

<sup>3</sup> Engenheira-agrônoma, Dra., IMA/SC/CODAM CRO, e-mail: rosangeladelima@ima.sc.gov.br

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1619>

sar pelo processo de fermentação, pode ser utilizado como fertilizante orgânico nas culturas agrícolas como lavouras e pastagens. No fertilizante, o elemento fósforo é utilizado como o nutriente que tem maior impacto ambiental nas águas, sendo o principal indicador de potencial poluidor da suinocultura. Em doses excessivas, há perda do fósforo no solo com destino às águas. Altas concentrações de fósforo na água propiciam afloramento de algas, tornando-a imprópria para os principais usos, fenômeno conhecido como eutrofização das águas (BARROS et al., 2019).

Os resultados deste trabalho mostram que o Oeste Catarinense apresenta áreas significativas destinadas à agropecuária, que somadas atingem 636 mil hectares (Figura 1). Os municípios que têm a maior área de uso agropecuário são Abelardo Luz, Chapecó e Campo Erê. Registrou-se que os municípios de Bom Jesus, Ouro Verde, Galvão e Lajeado Grande possuem mais de 80% da

área total destinada à agropecuária. Em média 70% das áreas são de uso agropecuário nos municípios e, como regra, mais de 50% das áreas totais são destinadas para atividades agrícolas. Em síntese, as maiores áreas agrícolas estão localizadas nos municípios do norte e do leste da mesorregião (Figura 1).

As áreas de aplicação de dejetos se concentram em uma faixa central que vai de leste a sudoeste do Meio-Oeste da mesorregião (Figura 1). O total de áreas de aplicação de dejetos (Tabela 1) é de 69 mil hectares, ou seja, 10,9% do total das áreas agrícolas. Como alguns municípios concentram mais a suinocultura, este dado é relativo em relação ao município. Por exemplo, a mesma média calculada para os 10 municípios com mais áreas de aplicação de dejetos em relação com as áreas agrícolas é de 35,2%.

Os municípios de São Carlos, Cunhaíta e Arvoredo apresentam a maior quantidade de áreas de aplicação de

dejetos em relação às áreas agrícolas (Tabela 1). O município que tem o maior percentual de área de aplicação de dejetos em relação a área agrícola, São Carlos ainda possui mais da metade de suas áreas agrícolas, 6.191ha, com possibilidade de destinação como área de aplicação de dejetos. Da mesma forma, o município com a maior quantidade de áreas de aplicação de dejetos, Palmitos, possui uma quantidade significativa de áreas agrícolas sem destinação de fertilizantes orgânicos de suínos.

Inferese-se que há potencial de ampliação da suinocultura a partir da confrontação com as áreas de uso agropecuário. Mesmo em municípios com alta densidade de animais é possível praticamente dobrar as áreas destinadas à aplicação. Chiocchetta & Weydmann (2002) diagnosticaram que a Microbacia Arroio Tigre, no Oeste Catarinense, possuía alta concentração de produção de suínos (36 das 42 propriedades), concluindo que seria necessário elevar

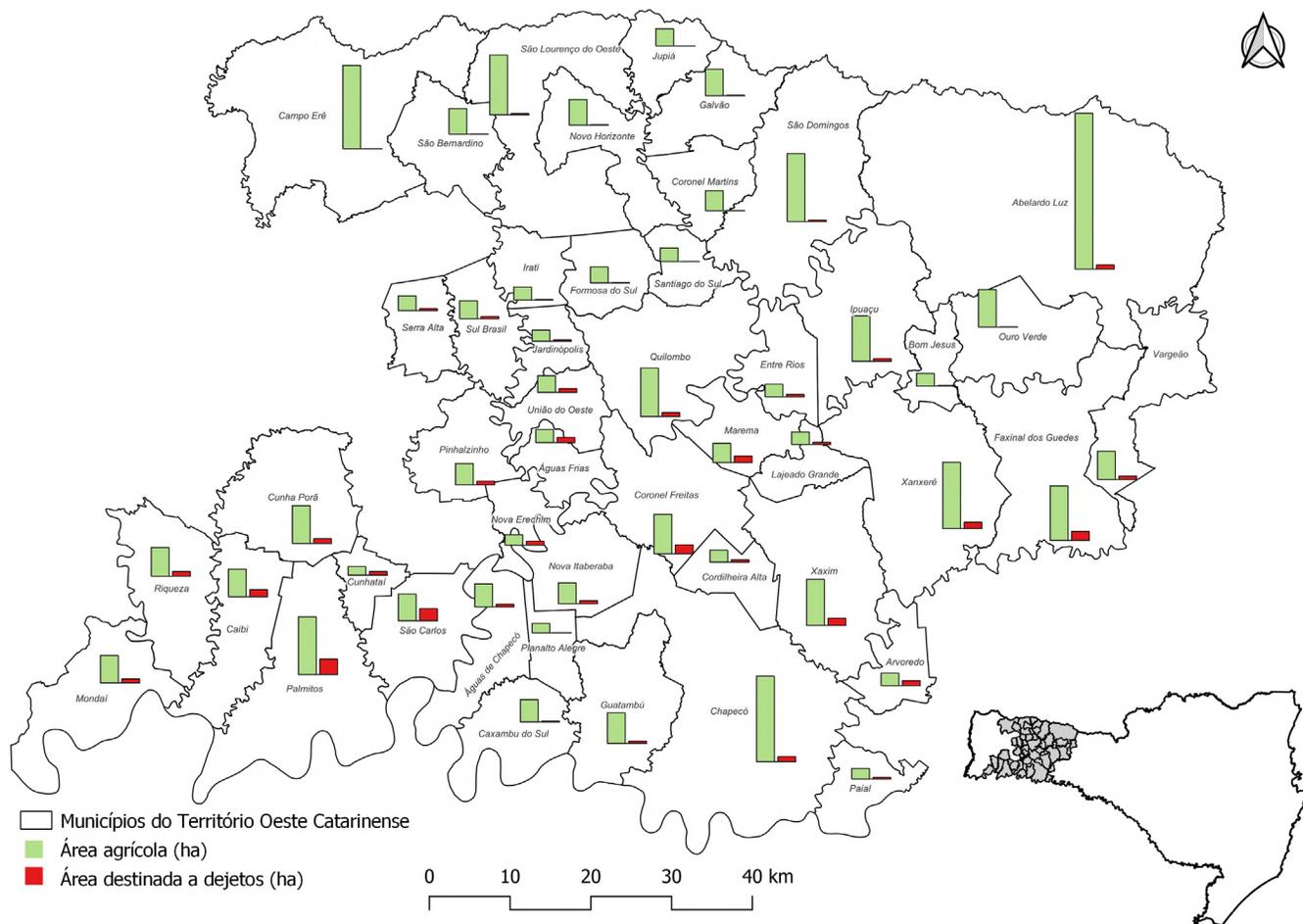


Figura 1. As dimensões das áreas agrícolas e das áreas de aplicação de dejetos no Oeste Catarinense, Santa Catarina, Brasil  
 Figure 1. The dimensions of agricultural areas and pig slurry application areas in the West of Santa Catarina, Santa Catarina, Brazil

Tabela 1. Municípios com as maiores áreas de aplicação de dejetos no Oeste Catarinense em relação às áreas agrícolas, Santa Catarina, Brasil

Table 1. Municipalities with the largest pig slurry application areas in the West of Santa Catarina in relation to agricultural areas, Santa Catarina, Brazil

Município	Área agrícola (ha)	Área de dejetos (ha)	Área de dejetos por área agrícola (%)
São Carlos	11.431	5.240	45,8
Cunhataí	3.685	1.562	42,4
Arvoredo	5.278	2.172	41,2
Águas Frias	5.578	2.218	39,8
Nova Erechim	4.404	1.667	37,9
Marema	8.241	2.811	34,1
Palmitos	24.682	6.670	27,0
Caibi	11.792	3.051	25,9
Coronel Freitas	16.901	3.900	23,1
União do Oeste	7.086	1.594	22,5
[...]			
Total	636.831	69.256	10,9

Fonte: os autores, com base em MapBiomias, 2022.

a oferta de dejetos de suínos em 29% para atender a demanda agrícola da microbacia.

Com uma análise setorial em relação ao meio ambiente é possível afirmar que o Oeste Catarinense comporta o crescimento da atividade suinícola. Contudo, o excesso de fósforo no solo e a eutrofização da água por aplicação de dejetos não se dá somente pela quantidade de áreas destinadas à aplicação de dejetos, mas também pela concentração dos dejetos em áreas com maior facilidade de adubação orgânica. Dessa forma, identificar nas áreas de aplicação de dejetos os seus níveis de fósforo se torna importante para a gestão ambiental da suinocultura. Baldissera & Borsatto (2004), por exemplo, analisaram a qualidade da água de fontes superficiais a céu aberto nos municípios de Saudades e Arvoredo, identificando que 27 e 46% das fontes, respectivamente, estavam com teores de fosfato solúvel (ortofosfato) acima do máximo permitido pela legislação. Veiga et al. (2008) analisaram dezenas de milhares de amostras de solo no Oeste Catarinense e verificaram que pouco mais de 15% têm os teores de fósforo em nível muito alto, representando áreas de risco para ampliar e concentrar a adubação de dejetos de suínos.

Além da concentração das áreas de aplicação de dejetos, outro complicador

é a variação na profundidade de amostragem das coletas de solo. Como o fósforo é nutriente pouco móvel no solo, a inclusão dos níveis 10 a 20cm pode subestimar o teor de fósforo do solo, distorcendo o monitoramento. Scherer et al. (2013), por exemplo, identificaram que “em um período de 10 anos, a aplicação de esterco líquido de suínos (ELS) como fertilizante promoveu aumento nos teores de P, K, Cu e Zn, principalmente na camada de até 10cm e, em menor intensidade, até 20cm de profundidade”. Portanto, como não há dados no licenciamento ambiental que diferenciam as profundidades das amostragens, novas pesquisas precisam ser feitas sobre os efeitos da profundidade de coleta de solo em situações limites, isto é, nas áreas de aplicação de dejetos que os limites de fósforo estejam em níveis muito altos.

## Referências

BALDISSERA, I.T.; BORSATTO, M.T. Qualidade das águas de fontes superficiais utilizadas para consumo humano no Oeste Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v.17, n.3, p.68-71, 2004. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1015/911>. Acesso em: 17 out. 2023.

BARROS, E.C.; NICOLOSO, R.; OLIVEIRA, P.A.V.; CORRÊA, J.C. **Potencial agrônomo dos dejetos suínos**. Concórdia: Embrapa

Suínos e Aves, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1117243/1/final9052.pdf>. Acesso em: 17 out. 2023.

BRASIL. Decreto n. 2.955, de 20 de janeiro de 2010. Estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental... Florianópolis, SC: **Diário Oficial do Estado**, 20 de janeiro de 2010. Disponível em: <http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/2010/002955-005-0-2010-002.htm>. Acesso em: 17 out. 2023.

CHIOCCHETTA, O.; WEYDMANN, C.L. Distribuição de dejetos na suinocultura, sob a ótica ambiental – caso de uma microbacia no Oeste Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v.15, n.1, p.28-30, 2002. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1279/1111>. Acesso em: 17 out. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Acesso em: set. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>. Acesso em: 17 out. 2023.

IMA/SC. Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina. **Instrução Normativa n. 11**: suinocultura. Florianópolis: IMA/SC, jun. 2022. Disponível em: <https://in.ima.sc.gov.br/>. Acesso em: 17 out. 2023.

MAPBIOMAS. **Coleção versão 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil**. 2022. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 10 set. 2022.

QGIS [software GIS]. Versão 3.28. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. 2023. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 17 out. 2023.

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T.; SPAGNOLLO, E. **Qualidade do solo e da água surgente em áreas com uso intensivo e contínuo de esterco de suínos como fertilizante**. Florianópolis, SC: Epagri, 2013. Boletim Técnico n. 160.

DA VEIGA, M.; PANDOLFO, C. M.; NETTO, J. M. M.; ANDREOLA, F.; FLARESSO, J. A.; FIGUEIREDO, O. A. R.; DE BEM, C. G.; KAT-SURAYAMA, J. M. Diagnóstico da fertilidade em solos cultivados de Santa Catarina, em 2004. **Agropecuária Catarinense**, v.21, n.3, p.79-84, nov. 2008. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/870/774>. Acesso em: 17 out. 2023.

# First record of *Zaprionus tuberculatus* (Diptera: Drosophilidae) in Santa Catarina State, Brazil

Janaína Pereira dos Santos<sup>1</sup>, Mariana Fiedler<sup>2</sup>, Alexandre Carlos Menezes-Netto<sup>3</sup>, Mari Inês Carissimi Boff<sup>4</sup> and Flávio Roberto Mello Garcia<sup>5</sup>

**Abstract** – Agricultural product exports and imports have increased in recent decades. Consequently, global transportation has expanded the geographic distribution of several invasive pest species. Insect pests introduced to new environments can pose risks to native biodiversity and agricultural production, leading to negative environmental and economic impacts. This study aims to report the first record of the Afrotropical species *Zaprionus tuberculatus* (Diptera: Drosophilidae) in Santa Catarina State. The first record of *Z. tuberculatus* was in March 2023, in fruits of feijoa collected in Caçador, and yellow strawberry guava fruits collected in Videira, Alto Vale do Rio do Peixe region. This species was also recorded in red strawberry guava collected in Caçador in April 2023. We also recorded an increase in fruit species that host *Z. tuberculatus* in Brazil, with the inclusion of feijoa. These results reinforce the need to monitor this pest in the State, assess its impacts and distribution, and establish future management programs focused on it.

**Index terms:** Pomace fly; Invasive exotic species; Hosts.

## Primeiro registro de *Zaprionus tuberculatus* (Diptera: Drosophilidae) no estado de Santa Catarina, Brasil

**Resumo** – Nas últimas décadas, as exportações e importações de produtos agrícolas aumentaram e o transporte global favoreceu a ampliação da distribuição geográfica de várias espécies-praga exóticas invasoras. Insetos-praga introduzidos em um novo ambiente podem colocar em risco a biodiversidade nativa e a produção agrícola, causando impactos ambientais e econômicos negativos. Neste trabalho relatamos o primeiro registro da espécie Afrotropical *Zaprionus tuberculatus* (Diptera: Drosophilidae) no estado de Santa Catarina. O primeiro registro de *Z. tuberculatus* foi em março de 2023, em frutos de goiaba-serrana coletados em Caçador e de araçá-amarelo coletados em Videira, municípios da região do Alto Vale do Rio do Peixe. Em Caçador, a espécie também foi registrada em araçá-vermelho, em abril de 2023. Registrou-se também o aumento de espécies frutíferas hospedeiras de *Z. tuberculatus* no Brasil, com a inclusão da goiabeira-serrana. Tais resultados reforçam a necessidade da realização do monitoramento desta praga no Estado, para se avaliar seus impactos, distribuição e estabelecer futuros programas de manejo da espécie.

**Termos para indexação:** Pomace fly; Espécie exótica invasora; Hospedeiras.

Genus *Zaprionus* (Coquillett, 1902) (Diptera: Drosophilidae) comprises 48 species (YASSIN & DAVID, 2010); among them, *Zaprionus tuberculatus* Malloch, 1932 and *Zaprionus indianus* (Gupta, 1970), both native to tropical Africa (YASSIN, 2008). These two species are among the most widely distributed drosophilids in new regions worldwide (CHASSAGNARD & TSACAS, 1993). In Brazil, *Z. indianus* was first recorded in 1999 (VILELA, 1999), and *Z. tuberculatus* in 2020 (CAVALCANTI et al., 2022).

*Z. tuberculatus* was the first recorded in urban parks in Brasília, it was also

the first record of this species in the American continent (CAVALCANTI et al., 2022). After that, it was also reported in São Paulo (MATEUS & MACHADO, 2022; MONTES & VILELA, 2022), Rio de Janeiro (FARIA & BITNER-MATHÉ, 2023), Rio Grande do Sul (JOBIM et al., 2023), and Minas Gerais states (MOREIRA et al., 2023).

The establishment of *Z. tuberculatus* in Brazil is worrisome since niches occupied by this species are similar to those occupied by *Z. indianus* (VIEIRA et al., 2019) and *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931) (AMIRESMAEILI et

al., 2019). Their interaction in the same crop can increase infestation potential; consequently, it can worsen damage to fruits. Thus, these exotic drosophilids pose a potential risk to fruit production because these generalist species efficiently exploit both native and exotic hosts (VALADÃO et al., 2019). Species belonging to the genus *Zaprionus* are acknowledged for their polyphagous habit and preference for decomposing fruits (PATLAR et al., 2012; JOSHI et al., 2014) and for fruits presenting mechanical damage caused by other insect species, such *D. suzukii* lays its

Received on 26/09/2023. Accepted for publication on 29/11/2023.

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1755>

<sup>1</sup> Agricultural Engineer, Ph.D., Epagri/Experimental Station of Caçador (EECD), P.O. Box 591, 89501-032, Caçador, SC, phone: (49) 3561 6813, email: janapereira@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Agronomy Student, State University of Santa Catarina (UDESC), phone: (49) 3289 9100, email: marianafiedler@gmail.com.

<sup>3</sup> Agricultural Engineer, Ph.D., Epagri/Experimental Station of Videira (EEV), phone: (49) 3533 5600, email: alexandrenetto@epagri.sc.gov.br.

<sup>4</sup> Agricultural Engineer, Ph.D., State University of Santa Catarina (UDESC), phone: (49) 3289 9170, email: mari.boff@udesc.br.

<sup>5</sup> Biologist, Ph.D., Federal University of Pelotas (UFPEL), phone: (53) 3275 7324, email: flavio.garcia@ufpel.edu.br.

eggs in intact fruits due to its serrated ovipositor (GARCIA et al., 2022). *Z. tuberculatus* can damage intact pear, strawberry, fig, and pomegranate fruits during oviposition (KUYULU et al., 2019), making it a significant threat to fruit production.

A member of the group of flies known as vinegar fly or pomace fly, *Z. tuberculatus*, is featured by two longitudinal white dorsal stripes along its head and thorax (Figure 1A), as well as by the prominent tubercle on the external femoral surface of the foreleg, in both sexes (Figure 1B). This tubercle presents long bristles and lays adjacent to a short cuticle expansion found on the inner surface of the fore femur (YASSIN, 2008).

The present article reports the first *Z. tuberculatus* occurrence in Santa Catarina State, which was recorded during a study focused on investigating drosophilids associated with the main native fruit trees grown in Alto Vale do Rio do Peixe region. It was conducted to gather information to support integrated drosophilid pest management programs. Therefore, it is important to conduct studies aimed at reporting both the incidence and expansion of invasive species' geographic distribution. These

studies allow future niche modeling studies and regional pest management measures (ZAZYCKI et al., 2019).

Drosophilids' natural infestation in the following fruit was assessed: *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. (guabiroba) (Myrtaceae), *Psidium cattleianum* Sabine (yellow and red strawberry guava) (Myrtaceae), and *Acca sellowiana* (O. Berg.) Burret (feijoa) (Myrtaceae). Fruits were collected in rural areas in two municipalities, Caçador (guabiroba and red strawberry guava) and Videira (guabiroba, yellow strawberry guava, and feijoa).

The fruits were harvested in the following months and years: guabiroba (January/2023), yellow strawberry guava and feijoa (March/2023), and red strawberry guava (April/2023). Fruits were harvested at the full ripe stage when they were more susceptible to drosophilid infestation. The harvest time set for each fruit species was considered to check the fruit ripening stage, based on research data previously collected in the investigated region (SANTOS, 2013), as well as on monitoring color changes in fruit epidermis.

A total of 50 fruits were randomly harvested (at trees and on the ground). No pesticides were applied. Each fruit

was weighed individually on an analytical scale, under laboratory conditions, and placed individually in 80mL transparent plastic containers with perforated lids covered by voile fabric to allow gas exchange. These containers were filled with a two-centimeter layer of extra-fine vermiculite, over which fruits remained for 30 days in the climatized room ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ;  $70 \pm 10\%$  relative air humidity; 12-hour photoperiod). Emerged flies were collected and placed in 2mL Eppendorf-type flasks filled with 70% alcohol for subsequent screening and identification. Adults of *Z. tuberculatus* were identified following Cavalcanti et al. (2022).

The infestation rates of *Z. tuberculatus* were calculated based on the methodology by Garcia and Norrbom (2011), according to which: a) flies/fruit = total number of flies divided by the number of fruits in the sample and b) flies/kg = total number of flies divided by the total weight (kg) of fruits in the sample.

The first *Z. tuberculatus* specimens were recorded in March 2023, in feijoa fruits from Caçador municipality, as well as in yellow strawberry guava fruits collected in Videira. The flies in Caçador also emerged in red strawberry guava



Figura 1. Adulto de *Zaprionus tuberculatus*: (A) vista dorsal das faixas brancas longitudinais ao longo da cabeça e do tórax e (B) detalhe do tubérculo proeminente na superfície externa do fêmur das pernas anteriores, característico da espécie. Tamanho real do inseto = 3mm. Fotos: (A) Juracy Caldeira Lins Junior e (B) André Amarildo Sezerino.

Figure 1. Adult *Zaprionus tuberculatus* individual: (A) dorsal view of the longitudinal white stripes along the head and thorax and (B) detail of the prominent tubercle on the external femoral surface of the forelegs, typical of this species. Real insect size = 3mm. Photos: (A) Juracy Caldeira Lins Junior and (B) André Amarildo Sezerino.

Tabela 1. Espécies frutíferas nativas e seus respectivos números de frutos amostrados (n), peso, abundância de *Zaprionus tuberculatus* e número médio de exemplares de *Z. tuberculatus* por fruto<sup>-1</sup> e kg<sup>-1</sup>.

Table 1. Native fruit tree species and their respective number of sampled fruits (n), weight, abundance of *Zaprionus tuberculatus*, and mean number of *Z. tuberculatus* specimens per fruit<sup>-1</sup>, and kg<sup>-1</sup>.

Native fruit tree species	n	Weight (Kg)	Abundance	Flies.fruit <sup>-1</sup>	Flies.Kg <sup>-1</sup>
<i>Psidium cattleianum</i> (yellow strawberry guava)	50	0.95	11	0.22	11.6
<i>Psidium cattleianum</i> (red strawberry guava)	50	0.54	70	1.40	129.6
<i>Acca sellowiana</i> (feijoa)	50	3.33	6	0.12	1.8

fruits in April 2023. *Z. tuberculatus* emergence was not recorded in guabiroba. A study conducted by Jobim et al. (2023), in Rio Grande do Sul State, detected *Z. tuberculatus* in Pelotas city in January 2023 (JOBIM, et al., 2023). These authors recorded *Z. tuberculatus* infestation in butiá, *Butia capitata* (Mart.) Becc. (Arecaceae); in Cherry of the Rio Grande, *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae); in strawberry guava, *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae); as well as in grape, *Vitis labrusca* L. Cv. Isabel (Vitaceae).

A total of 3,847 Drosophilidae specimens were collected from all fruits assessed in the present study: 4.1% of them belonged to species *D. sukukii*; 24.1% to *Z. indianus*; and only 2.3% to *Z. tuberculatus*. The other unidentified drosophilids accounted for 69.5% of collected specimens. The highest and lowest *Z. tuberculatus* infestation rates were recorded in red strawberry guava and feijoa fruits, respectively (Table 1).

*Zaprionus tuberculatus* was recorded in 49 host plant species belonging to 11 botanical families worldwide (EPP0, 2023). To the best of our knowledge, this is the first record of feijoa as a host for *Z. tuberculatus*. This highlights the successful spread of *Zaprionus* spp. worldwide due to its greater host range and rapid adaptation to different climatic conditions (Parkash and Yadav, 1993). Thus, this fruit species must be included as a host species in Brazil. According to Garcia et al. (2022), in most cases, species are passively spread via international trade of fresh fruits. Therefore, it is important to intensify both surveys on and the monitoring of *Z. tuberculatus* to verify its expansion to other regions in Santa Catarina state, as well as its population

dynamics and tri-trophic interactions with hosts and natural enemies, mainly with parasitoids, to support future pest species management programs.

## Acknowledgment

The authors would like to thank the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) (Process n. 311896/2021-9) and for the research productivity scholarship granted to author FRMG.

## References

AMIRESMAEILI, N.; JUCKER, C.; SAVOLDELLI, S.; LUPI, D. Can exotic drosophilids share the same niche as the invasive *Drosophila sukukii*? **Journal of Entomological and Acarological Research**, Milan, v.51, n.1, p.8-15, 2019.

CAVALCANTI, F.A.G.S.; RIBEIRO, L.B.; MARINS, G.; TONELLI, G.S.S.S.; BÃO, S.N.; YASSIN, A.; TIDON, R. Geographic expansion of an invasive fly: first record of *Zaprionus tuberculatus* (Diptera: Drosophilidae) in the Americas. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.115, n.3, p.267-274, 2022.

CHASSAGNARD, M.T.; TSACAS, L. Le sous-genre *Zaprionus* S. Str. Définition de groupes d'espèces et révision du sous-groupe *Vittiger* (Diptera: Drosophilidae). In: **Annales de la Société Entomologique de France**, Paris, v.29, n.2, p.173-194, 1993.

EPP0. **Mini datasheet on *Zaprionus tuberculatus* (Diptera: Drosophilidae)**. Available at: [https://gd.eppo.int/download/doc/1437\\_minids\\_ZAPRTU.pdf](https://gd.eppo.int/download/doc/1437_minids_ZAPRTU.pdf). Accessed on: 12 set.2023.

FARIA, F.S.; BITNER-MATHÉ, B.C. Occurrence of *Zaprionus tuberculatus* on Southeastern Brazil coastal plain, in Rio de Janeiro. **Drosophila Information Service**, Lawrence, v.106, p.1-2, 2023.

GARCIA, F.R.M.; NORRBOOM, A.L. Tephritoid flies (Diptera, Tephritoidea) and their plant hosts from the State of Santa Catarina in Southern Brazil. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.94, n.2, p.151-157, 2011.

GARCIA, F.R.M.; LASA, R.; FUNES, C.F.; BUZZETTI, K. *Drosophila sukukii* management in Latin America: current status and perspectives. **Journal of Economic Entomology**, Annapolis, v.115, n.4, p.1008-1023, 2022.

JOBIM, K.; KASTER, P.L.; DA ROSA, B.R.; TIDON, R.; GARCIA, F.R.M. Expansion of the area of occurrence of *Zaprionus tuberculatus* (Diptera: Drosophilidae) in the Americas and registration of new host plants. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.83, p.e273916, 2023.

JOSHI, N.K.; BIDDINGER, D.J.; DEMCHAK, K.; DEPPEN, A. First report of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in commercial fruits and vegetables in Pennsylvania. **Journal of Insect Science**, v.14, n.1, p.259, 2014.

KUYULU, A.; YÜCEL, S.; GENÇ, H. Molecular identification of invasive drosophilid *Zaprionus tuberculatus* Malloch (Diptera: Drosophilidae) in Çanakkale, Turkey. **Turkish Journal of Zoology**, v.43, n.5, p.531-535, 2019.

MATEUS, R.P.; MACHADO, L.P.B. Survey of Drosophilidae fauna in an interior Atlantic forest fragment in Southeastern Brazil reveals the occurrence of the invasive *Zaprionus tuberculatus*. **Drosophila Information Service**, Lawrence, v.105, p.53-56, 2022.

MONTES, L.F.; VILELA, C.R. *Zaprionus tuberculatus* was collected in the

- metropolitan region of São Paulo, State of São Paulo, Brazil. **Drosophila Information Service**, Lawrence, v.105, p.56-59, 2022.
- MOREIRA, M.M.; DIAS, L.P.B.; SENA, L.C.P.; LINO-NETO, J.; MEDEIROS, H.F.; YOTOKO, K. First record of *Zaprionus tuberculatus* Malloch, 1932 (Diptera: Drosophilidae) in Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.67, n.3, e20230031, 2023.
- PARKASH, R.; YADAV, J.P. Geographical clinal variation at seven esterase-coding loci in indian populations of *Zaprionus indianus*. **Hereditas**, Lund, v.119, n.2, p.161-170, 1993.
- PATLAR, B.; KOC, B.; YILMAZ, M.; OZSOY, E.D. The first records of *Zaprionus tuberculatus* (Diptera: Drosophilidae) from the Mediterranean Region, Turkey. **Drosophila Information Service**, Lawrence, v.95, p.94-96, 2012.
- SANTOS, J.P. **Flutuação populacional e danos de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) relacionada à fenologia de quatro genótipos de macieira (*Malus domestica* Borkh.) (Rosaceae).** 2013. 92 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- VALADÃO, H.; PROENÇA, C.E.; KUHLMANN, M.P.; HARRIS, S.A.; TIDON, R. Fruit-breeding drosophilids (Diptera) in the Neotropics: playing the field and specializing in generalism?. **Ecological Entomology**, London, v.44, n.6, p.721-737, 2019.
- VIEIRA, J.G.A.; WOLLMANN, J.; SCHLESENER, D.C.H.; MENDES, S.R.; GARCIA, F.R.M. Níveis de infestação de *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) em diferentes frutos hospedeiros. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.18, n.2, p.268-273, 2019.
- VILELA, C.R. Is *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) currently colonizing the Neotropical region? **Drosophila Information Service**, Lawrence, v.82, p.37-39, 1999.
- YASSIN, A. Molecular and morphometrical revision of the *Zaprionus tuberculatus* species subgroup (Diptera: Drosophilidae), with descriptions of two cryptic species. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v.101, n.6, p.978-988, 2008.
- YASSIN, A.; DAVID, J.R. Revision of the Afrotropical species of *Zaprionus* (Diptera, Drosophilidae), with descriptions of two new species and notes on internal reproductive structures and immature stages. **Zookeys**, n.51, p.33-72, 2010.
- ZAZYCKI, L.C.F.; VARGAS, J.P.; BONFIM, V.S.; GARCIA, F.R.M.G. Ampliação da área ocorrência de *Drosophila suzukii* (Diptera, Drosophilidae) em Santa Catarina, Brasil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.18, n.4, p.526-529, 2019.

# Germination of yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) seeds subjected to different dormancy overcoming methods

Rafaela Rodrigues de Oliveira<sup>1</sup>, Deivisson Ferreira da Silva<sup>2</sup> and Rodrigo Martins Monzani<sup>3</sup>

**Abstract** – Despite a high cultivation in Brazil, passion fruit may present seed dormancy and heterogeneous production. This study evaluated the effect of conventional dormancy overcoming methods in yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) by means of a completely randomized experimental design, with eight replications for each of the six treatments used, namely: thermal scarification, acid scarification, mechanical scarification, hydro conditioning with and without subsequent BOD (Biochemical Oxygen Demand) drying and control. Germination was performed on germitest paper in a BOD incubator at 25°C. Germination percentage (G), germination speed index (GSI), Mean Germination Time (MGT) and Average Germination Speed (AGS) were the variables analyzed. Excepting T4, all other treatments were efficient in germination, but dormancy could not be proved cause germination occurred in the control batch.

**Index terms:** Passion fruit; Conventional methods; Propagation.

## Germinação das sementes de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) submetidas a diferentes métodos de superação de dormência

**Resumo** – Apesar do alto cultivo de maracujá no Brasil, a frutífera pode apresentar dormência em suas sementes e heterogeneidade da produção. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de métodos convencionais para superação da dormência de sementes de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 8 repetições. Os tratamentos foram: estratificação térmica, estratificação ácida, escarificação mecânica, hidro condicionamento com e sem posterior secagem em incubadora BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) e um tratamento controle. Adotou-se o método de germinação sobre papel germitest em incubadora BOD a uma temperatura de 25°C. Foram analisadas as variáveis de porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio para germinação (TMG) e velocidade média de germinação (VMG). Com exceção do T4, os demais tratamentos foram eficientes na germinação, no entanto, não foi possível comprovar a dormência visto que ocorreu germinação no lote controle.

**Termos para indexação:** Cultivation; Métodos Convencionais; Propagação.

Usually, passion fruit propagation for forming commercial orchards takes place using seeds due to low cost and large availability. But implementing and obtaining a uniform and productive orchard depend on the uniform germination and development of the seeds used in commercial seedlings, which can be limited by dormancy issues (ZAIDAN & BARBEDO, 2004). According to Perez et al. (2004), dormant seeds are those which fail to germinate even under favorable development conditions. Sour passion fruit seeds often present temporary dormancy, which can be overcome with controlled storage for 30 to 40 days, especially in subtropical regions, as Petry et al. (2016) suggest. It

is therefore useful to study methods for obtaining uniformity in the commercial production of *Passiflora* seedlings (JÚNIOR et al., 2021). Thus, this study evaluates the effects of different conventional dormancy overcoming methods on *P. edulis* Sims.

The experiment was conducted at the Microbiology Laboratory, Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari, from May to July 2021 with seeds obtained from fruits harvested at the institution's own orchard. The collected seeds were placed in a blender with water to remove mucilage (JÚNIOR et al., 2010) and then transferred into another container with water for separation and disposal of floating

seeds according to Ruggiero et al. (1996). A completely randomized experimental design was used, with six conventional treatments and eight replications each. The treatments were labeled as follows: T1 – control (no treatment applied); T2 – chemical scarification with sulfuric acid for 10 minutes; T3 – mechanical scarification with scraping of the integument using a A257 sandpaper sheet; T4 – thermal scarification with hot water (80°C for 5 minutes) on a thermal shaker; T5 – hydro conditioning (seeds immersed in water for 144h) and subsequent drying at room temperature; T6 – hydro conditioning (seeds immersed in water for 144h) and subsequent drying in a

Received on 19/07/2023. Accepted for publication on 16/11/2023.

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1720>

<sup>1</sup>Agricultural Engineer, Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari, e-mail: rafaela.agronomia1118@gmail.com.

<sup>2</sup>Agricultural Engineer, Me., IFC, Campus Araquari, e-mail: deivisson.silva@ifc.edu.br.

<sup>3</sup>Agricultural Engineer, Dr., IFC, Campus Araquari, e-mail: rodrigo.monzani@ifc.edu.br.

BOD (Biochemical Oxygen Demand) oven for 24h. Each replication used 50 seeds, totaling 400 seeds per treatment. To avoid possible contamination by microorganisms during the experiment, the seeds were sanitized with 2% hypochlorite for 2 minutes and then washed in distilled water for 2 minutes. Germination was performed on germitest paper sheets rolled into a roulade and moistened with distilled water in an ratio of 2.5 x the weight of the paper. The seeds were stored in plastic bags inside the BOD greenhouse at 25°C for 26 days according to RAS criteria (Rules for Seed Analysis) (BRASIL, 2009), and the number of seeds were counted every two days. Germinated seeds were those which showed development of the essential embryo structures (root system, aerial part, terminal buds and cotyledons) (BRASIL, 2009). Germination percentage (G), Germination Speed Index (IVG), Average Germination Time (TMG) and Average Germination Speed (VMG) were the variables calculated (CARVALHO et al., 2009). Data normality was evaluated by Shapiro-Wilk testing and homogeneity of variance by Bartlett's test. Data were then subjected to analysis of variance. Means of treatments with significant differences were compared using Scott-Knott's test at a 5% significance level. If the variance assumptions were not met even after data transformation, means were compared using non-parametric Kruskal-Wallis and Bonferroni tests.

All statistical analyses were performed using R software version 4.2.2.

Figure 1 shows the percentage of final and accumulated seed germination. Germination of *P. edulis* started on the 2<sup>nd</sup> day of experiment and except for T2 (chemical scarification) and T4 (thermal scarification), the other treatments showed a progressive increase in the percentage of germinated seeds until the 6<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> day, when stability was reached. After this period, the seeds started to develop only the essential seedling structures, without new germinations. T4 batch had a low germination percentage, but not statistically significant when compared with the other treatments. Using water at 80°C for 5 minutes to overcome dormancy proved to be an inefficient method, since using hot water at a temperature above 50°C can harm the seeds by putting the embryo and its germination potential at risk (JÚNIOR et al., 2010). For T2, submerging the seeds in sulfuric acid for 10 minutes may have damaged the embryo and stunted its development. T3 (mechanical scarification) showed the best germination percentage at the end of the experiment, when compared with the other treatments. According to Morley-Bunker (1980), Passifloraceae seeds can become dormant due to their coat impermeability which controls the amount of water inside, called physical dormancy. The integumentary rupture thus favors the entry of water on the

scarified side allowing the embryo to develop (DE ABREU et al., 2014; JÚNIOR et al., 2021). Hydropriming treatments T5 (with drying at room temperature) and T6 (with drying in a BOD oven) had similar germination percentages. Hydropriming favors increased germination uniformity or speed, as it provides sufficient water for activating the metabolic reactions and cell expansion (JÚNIOR et al., 2021). Drying the seeds in a BOD after hydropriming opens fissures in the seed coat making water entry possible (TAIZ et al., 2017). Even without receiving any type of treatment, T1 (control) achieved high germination, thus hindering proof of dormancy in the *P. edulis* seeds used for the experimental batch. Lots that received treatment and failed to germinate suggest a possible physiological dormancy of the seeds. Unlike physical dormancy, physiological dormancy is not directly linked to external environmental factors, but to the embryo and its ability to germinate (CARDOSO, 2009).

Germination speed (GSI) was calculated based on the daily counting of germinated seeds during the 26 days of testing, suggesting that the higher the germination speed, the more vigorous the batch of seeds (FERREIRA et al., 2004). T3 showed a higher germination speed compared with the other treatments, indicating that in case of physical dormancy helping the entry of water into the seed favors embryo

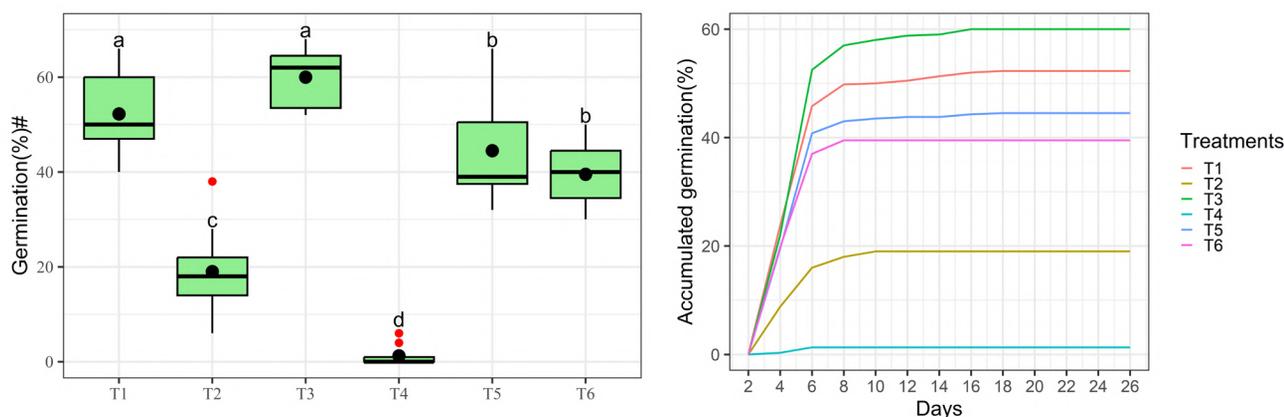


Figure 1. Percentage of final and accumulated germination of *P. edulis* seeds after subjection to different dormancy overcoming treatments. Means followed by the same letter do not differ from each other by Scott-Knott test ( $p>0.05$ ). Red and black markers indicate outlier and mean, respectively. #Angular data transformation.

Figura 1. Porcentagem de germinação final e acumulada de sementes de *P. edulis*, após serem submetidas a diferentes tratamentos de quebra de dormência. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott ( $p>0,05$ ). Marcadores vermelhos e pretos indicam Outlier e média, respectivamente. # Transformação angular dos dados.

development and rapid germination. T4 and T2 had GSI below 3.00, showing that heat treatments with water at 80°C and sulfuric acid do not favor germination at the same speed as other treatments. Exposing the seeds to acid (for 10 minutes) and hot water (for 5 minutes) may have compromised the reserves contained in the seeds and the starch hydrolysis process, reducing their ability to express physiological and genetic characteristics (JÚNIOR et al., 2021). Average Germination Speed (AGS index), expressed in days, was calculated based on the total number of seeds germinated divided by the experiment's total number of days. Except for T4, the other treatments showed similar average speed. Average Germination Time (AGT) was calculated based on the experiment duration for each treatment (Figure 2). Except for T4, the other treatments presented similar AGT. Hydropriming treatments T5 and T6 showed a small drop in MGT, but there was no difference between the two treatments. Bernardinelli (2016) obtained similar results.

Overall, except for thermal stratification (T4), all other treatments showed good germination, including the control. This result may be explained by a probable heterogeneity in the seed lot used in this experiment.

Temporary physical or physiological dormancy of the passion fruit could not be proved with the seedlings used. Further studies on the dormancy of the

sour passion fruit tree are needed. In T4, the temperature of 80°C, above that appropriate for Passifloraceae seeds, possibly caused damage to the embryo.

## References

BERNARDINELLI, L.P. **Quebra de dormência de sementes de maracujá amarelo através do uso da técnica de hidrocondicionamento**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal, Departamento de Defesa Vegetal, 2009.

CARDOSO, V.J.M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, v.2, n.1, p.619-631, 2009.

CARVALHO, D.B.; CARVALHO, R.I.N. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma sob influência do envelhecimento acelerado e da luz. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, p. 489-494, 2009.

DE ABREU, D.G.; DOURADO, D.P.; TURÍBIO, T.O.; MURASHI, C.T. Técnicas de superação da dormência em sementes de maracujá amarelo. **Revista Integralização Universitária**, n.10, 2014.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. p. 209-222, Porto Alegre: Artmed, 2004.

JÚNIOR, A.W.; RADAELLI, J.C.; BERNARDINELLI, L.P.; ZANELLA, L.R. Técnicas para superação da dormência de sementes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.2, p.20060-

20070, 2021.

MORLEY-BUNKER, M.J.S. Seed coat dormancy in *Passiflora* species. **Annual Journal of the Royal New Zealand Institute of Horticulture**, Canterbury, v.8, p.72- 84, 1980.

JÚNIOR, M.X.O.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.H.; MORAIS, O.M.; DOURADO, F.W.M. Superação de dormência de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.584-590, 2010.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A.R.; VOLPE, C.A.; OLIVEIRA, J.C.; DURIGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J.G.; SILVA, J.R.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M.E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. de P. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA SPI, 1996. 64 p. (Publicação Técnicas Frupex, 19).

PEREZ, S.C.J.G.A; FERREIRA, A.G; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. p.125-134, Porto Alegre: Artmed, 2004.

PETRY, H.B.; ALBERTON, A.S.; MARCHESI, D.R., CRISPIM, J.E.; PERUCH, L.A.M. **Germinação de sementes de maracujá-azedo 'SCS437 catarina' submetidas à termoterapia**. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 24, 2016. Anais[...] Embrapa: São Luiz, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ZAIDAN, L.B.P.; BARBEDO, C.J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. p. 135-146. Porto Alegre: Artmed, 2004.

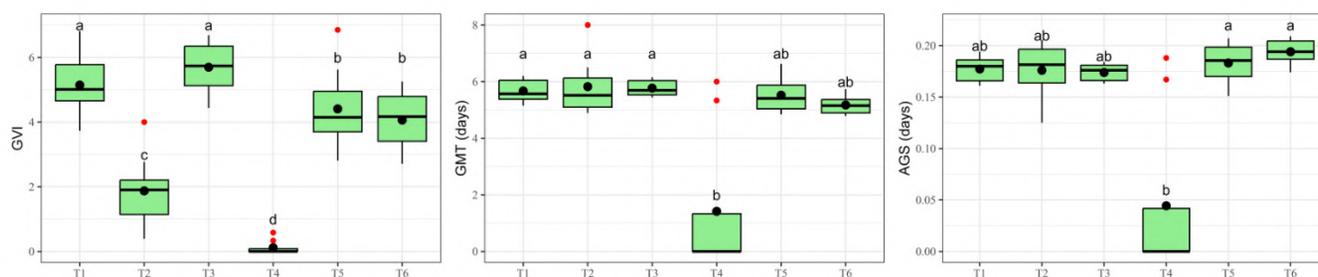


Figure 2. Germination Speed Index (GSI), Mean Germination Time (MGT), and Average Germination Speed (AGS) of *P. edulis* seeds after subjection to different dormancy overcoming treatments. For GSI, means followed by the same letter do not differ from each other by Scott-Knott test ( $p>0.05$ ). For GMT and AGS, means followed by the same letter do not differ from each other by Bonferroni test ( $p>0.05$ ). Red and black markers indicate outlier and mean, respectively. #Angular data transformation.

Figura 2. Índice de Velocidade Germinação (IVG); Tempo Médio de Germinação (TMG); Velocidade Média de Germinação (VMG) de sementes de *P. edulis*, após serem submetidas a diferentes tratamentos de quebra de dormência. Para IVG, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p>0,05$ ). Para TMG e VMG, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Bonferroni ( $p>0,05$ ). Marcadores vermelhos e pretos indicam Outlier e média, respectivamente.

# Danos de geada em oliveiras jovens cv. Arbequina e Koroneiki tratadas com L-prolina, ácido salicílico ou bioestimulante

Eduardo Cesar Brugnara<sup>1</sup> e Rafael Roveri Sabião<sup>2</sup>

**Resumo** – Oliveiras jovens podem ser perdidas por danos de geada em climas subtropicais, especialmente em áreas com altitude elevada, onde o potencial de produção é maior. Assim, este trabalho teve por objetivo identificar tratamentos químicos que reduzam os danos de geada em plantas jovens, e comparar os cultivares Arbequina e Koroneiki quanto a sua resistência à geada. Foram realizados dois experimentos de campo em Chapecó, Santa Catarina: com plantas de oliveira do cultivar Koroneiki em 2021; e com 'Arbequina' e 'Koroneiki' em 2022. Três dias antes da geada prevista as plantas cultivadas em vasos foram aspergidas com L-prolina 10g L<sup>-1</sup>, o composto One.A Pro 15mL L<sup>-1</sup>, ácido salicílico 28mg L<sup>-1</sup> e um controle (água). A temperatura do ar atingiu -6,6 e -1,2°C, em 2021 e 2022, respectivamente, levando as plantas, em 2021, a queima de brotações, fissuras no tronco, brotação intensa próxima ao colo (tronco) e morte, com aumento de extravasamento de eletrólitos celulares (EEC) nas folhas, inclusive em 2022. As aspersões não preveniram significativamente os danos, enquanto em 2022 a 'Arbequina' apresentou EEC significativamente menor. Conclui-se que 'Arbequina' tem menor EEC por geada e que as aspersões testadas não melhoram a capacidade das oliveiras de suportar o estresse por congelamento.

**Termos para indexação:** *Olea europaea*; Frio; Prolina; Ácido salicílico.

## Frost damage in young olive trees cv. Arbequina and Koroneiki treated with L-proline, salicylic acid or biostimulant

**Abstract** – In subtropical climates, young olive trees can be lost due to damages by frost, especially in high altitudes, where the production potential is greater. Thus, this work aimed to identify chemical treatments that reduce frost damages in young plants, and test the cultivars Arbequina and Koroneiki for resistance to frost. Two field experiments were carried out in Chapecó, Santa Catarina, Brazil: with 'Koroneiki' plants in 2021; and with 'Arbequina' and 'Koroneiki' in 2022. Three days before the forecasted frost, potted plants were sprayed with L-proline 10g L<sup>-1</sup>, the compound One.A Pro 15mL L<sup>-1</sup>, salicylic acid 28mg L<sup>-1</sup> and a control (water). Air temperature reached -6.6 and -1.2°C, in 2021 and 2022, respectively, leading the plants, in 2021, to shoot burn, cracks in the trunk, intense sprouting close to the collar (trunk) and death, with increased cellular electrolytes leakage (CEL) in leaves, including in 2022. Spraying did not significantly prevent damage, while in 2022 'Arbequina' showed significantly lower CEL. It is concluded that 'Arbequina' has lower CEL after a frost and that the tested sprays did not improve the ability of olive trees to withstand the freezing stress.

**Index terms:** *Olea europaea*; Freezing; Proline; Salicylic acid.

## Introdução

As oliveiras (*Olea europaea* L.) são sensíveis a geadas. O dano causado pela geada acontece pelo congelamento do líquido intercelular, que causa extravasamento e a desidratação das células (SNYDER & DE MELO-ABREU, 2005). Os danos observados na Califórnia em evento de frio em 1990, que reduziu a temperatura do ar a menos de -6°C, foram queima de ápices de brotações, descoloração de folhas, lenho e casca, clorose, queima e queda de folhas, fendas na casca do tronco e ramos, defor-

mação das folhas novas e danos às gemas reprodutivas (DENNEY et al., 1993).

Em plantas jovens um dos principais danos é a fissura da casca do tronco. Ocorre pelo congelamento da água no xilema, provocando sua expansão, que não é suportada pela casca, a qual sofre fissuras longitudinais. O mesmo congelamento pode ocorrer no floema. Quando o câmbio das oliveiras não é afetado, ocorre a cicatrização (DENNEY et al., 1993).

Quando submetidas a temperaturas baixas (<5°C), ocorrem alterações fisiológicas que tornam as oliveiras mais

resistentes ao frio (BONGI & PALLIOTTI, 1994; SNYDER & DE MELO-ABREU, 2005). Mas essa resistência é perdida gradualmente com a elevação da temperatura acima de 16°C (NAVARRO GARCÍA et al., 2012). Ao mesmo tempo ocorrem diferenças entre genótipos na resistência ao frio e temperatura letal para os tecidos (GÓMEZ-DEL-CAMPO & BARRANCO, 2005; SAADATI et al., 2019).

Em Santa Catarina, em altitudes maiores que 650 metros, há risco elevado de ocorrência de geadas mais severas que -1°C no abrigo meteorológico, o que poderia levar plantas à morte

Recebido em 03/04/2023. Aceito para publicação em 25/09/2023.

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1610>

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf). C.P. 791, 89801-970, Chapecó, SC, fone: (49) 2049-7545, e-mail: eduardobrugnara@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Cepaf, e-mail: rafaelsabiao@epagri.sc.gov.br.

no primeiro ano de campo. Ao mesmo tempo, as áreas com disponibilidade mínima de horas de frio para florescimento situam-se em cotas mais elevadas (PANDOLFO et al., 2021). Assim, o cultivo sempre estará sujeito a perdas de plantas, especialmente as jovens, como relatado por Gallotti & Da Croce (2012), principalmente no cultivar 'Koroneiki'.

Pesquisadores vêm estudando a relação da tolerância das plantas ao frio com seu conteúdo de prolina, um aminoácido naturalmente produzido pelas plantas que as protege contra os efeitos dos agentes ambientais estressantes, melhorando a recuperação após o estresse (HAYAT et al., 2012). O fornecimento de prolina exógena em meio de cultura aumentou a tolerância de explantes de *Solanum tuberosum* ao congelamento a 0°C (VAN SWAAIJ et al., 1985). A aspersão de prolina a 75-150ppm aumentou em até 50% o conteúdo de prolina nas folhas de oliveiras (EL-SAYED et al., 2013). Um efeito semelhante pode ser obtido com a aspersão de ácido salicílico que, além de aumentar os níveis de prolina, pode reduzir o extravasamento de eletrólitos nas folhas e a peroxidação de lipídeos resultantes do dano do frio nas células (HASHEMPOUR et al., 2014; NAZAR et al., 2015). Porém, são escassas as informações sobre seu uso a campo na superação de estresses por geadas.

Assim, este trabalho teve por objetivo identificar tratamentos químicos que, aspergidos nas plantas, reduzam os danos de geada em oliveiras jovens, bem como comparar os cultivares Arbequina e Koroneiki quanto a sua resistência à geada.

## Material e métodos

### Local

Dois experimentos foram realizados no município de Chapecó nos anos de 2021 e 2022. Chapecó se situa em região de clima Cfa (de Köppen), com temperatura média do mês mais frio de 14,1°C, média anual de 18,9°C, média das temperaturas mínimas absolutas do mês mais frio de -4,5°C e umidade relativa do ar média anual de 73% (WREGG

et al., 2012). O local do experimento está localizado a -27°05'23" latitude sul, -52°38'26" longitude oeste, numa altitude de 644m, distante 570m da estação meteorológica A895 do Instituto Nacional de Meteorologia. No local do experimento foram tomadas medidas de temperatura do ar com um sensor HL-1D (Rotronic, Suíça) instalado a 1,5m de altura, protegido por um abrigo construído com duas caixas de papelão ondulado com orifícios de 15mm não coincidentes entre as caixas. Um termômetro de mercúrio de máximas e mínimas também foi instalado na altura do colo das plantas, desprotegido.

### Material vegetal

Em ambos os experimentos foram utilizadas mudas de oliveira de aproximadamente 25 meses dos cultivares 'Koroneiki' e 'Arbequina', obtidas por enraizamento de estacas herbáceas em maio de 2019 e junho de 2020 e cultivadas em recipientes de 1,3L contendo substrato orgânico. Em setembro de cada um dos referidos anos foram transplantadas em recipientes de 3L contendo substrato orgânico fertilizado com 3g L<sup>-1</sup> de fertilizante de liberação controlada (15% N, 9% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 12% K<sub>2</sub>O). Foram despontadas 30cm acima do colo para formação de ramos laterais e os brotos abaixo de 20cm foram eliminados. A partir de abril de cada ano, as mudas permaneceram a céu aberto, a 665m de altitude, sob irrigação para sofrerem os efeitos da temperatura típica do local (ambiente padrão).

### 1º Experimento

Em julho de 2021, 54 plantas de 'Koroneiki' enraizadas em 2019 foram separadas em nove grupos com diâmetro do tronco homogêneo, que constituíram blocos casualizados com uma planta por parcela. As plantas foram submetidas aos seguintes tratamentos por aspersão:

- Testemunha – aspersão de água destilada + adjuvante Gotamax® 0,5mL L<sup>-1</sup> em D-3 (três dias antes da geada) e repetida em D+1 (1 dia depois da geada);
- Prolina – aspersão de L-prolina 10g L<sup>-1</sup> + adjuvante Gotamax® 0,5mL L<sup>-1</sup> em

D-3 e água destilada + Gotamax® 0,5mL L<sup>-1</sup> em D+1;

- One.A Pro – aspersão de 15mL L<sup>-1</sup> One.A Pro® + Gotamax® 0,5mL L<sup>-1</sup> em D-3 e água destilada + Gotamax® 0,5mL L<sup>-1</sup> em D+1;

- AS – solução de ácido salicílico 28mg L<sup>-1</sup> + Gotamax® 0,5mL L<sup>-1</sup> em 26/07 e água destilada + Gotamax® 0,5mL L<sup>-1</sup> em D+1;

- Prolina Repetida – aspersão de L-prolina 10g L<sup>-1</sup> + adjuvante Gotamax® 0,5mL L<sup>-1</sup> em D-3 e D+1;

- One.A Pro repetida – aspersão de 15mL L<sup>-1</sup> One.A Pro® + Gotamax 0,5mL L<sup>-1</sup> em D-3 e D+1.

O One.A Pro® (De Sangosse Agroquímica Ltda.), segundo informações de rótulo, é um fertilizante foliar que contém cloreto de cálcio (10,7% p/p Ca solúvel em água) e L-aminoácidos (0,4% de carbono orgânico total), indicado para uso em situações de estresse, em aplicações prévias e posteriores, com dose máxima de 15mL L<sup>-1</sup>. Gotamax® é um agente de molhamento.

Foram aspergidos 10 mL de solução por planta. A temperatura do ar era de 22° com UR de 48% em 26/07 (18 horas sem chuva após a aplicação) e 13°C com UR de 45% em 30/07 (INMET, 2022). As plantas foram mantidas a céu aberto a 665m de elevação até o dia anterior à geada prevista, cuja temperatura do ar, medida na estação meteorológica, é apresentada na Figura 1. No dia 28/07, às 10h, as plantas foram dispostas em uma área de várzea, com declividade insignificante, 21 metros a menos de altitude, com drenagem de ar frio deficiente. Foram colocadas com os recipientes em covas espaçadas em 1 x 0,5m de tamanho suficiente para cobri-los, de forma a minimizar o congelamento de raízes. As temperaturas registradas na várzea são apresentadas na Figura 1. No abrigo registrou-se -6,6°C e no nível do solo a temperatura mínima aferida por termômetro foi de -8,5°C. Em 29/07 foram coletadas folhas para avaliação do extravasamento de eletrólitos, nos tratamentos Testemunha, Prolina, One.A Pro e AS, já que nos outros a repetição da aplicação foi posterior. No dia seguinte as mudas foram levadas para uma estufa agrícola com irrigação, não tendo mais sofrido temperaturas negativas. Foram fertilizadas com 0,6g de ureia e

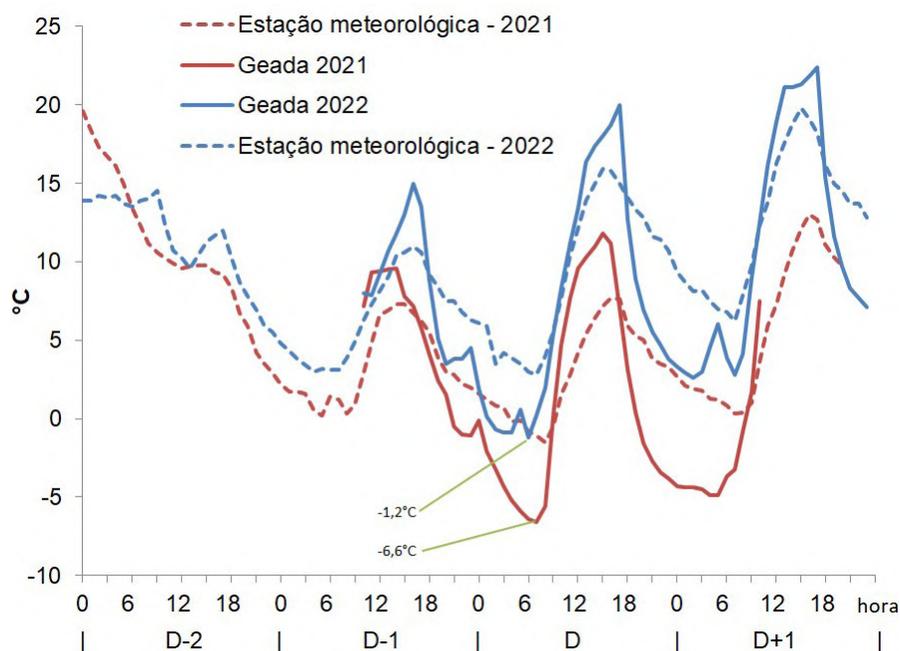


Figura 1. Temperaturas horárias do ar registradas na estação meteorológica automática A895 de Chapecó, SC, Brasil (679m de altitude) (INMET, 2022) e no local de exposição das plantas a geadas de 2021 (29/jul) e 2022 (19/ago) (D), de dois dias antes (D-2) ao dia seguinte (D+1) *Figure 1. Hourly air temperatures recorded in the automatic weather station A895 in Chapecó, SC, Brazil (679m elevation) (INMET, 2022) and in the place trees were exposed to the frosts in 2021 (Jul 29) and 2022 (Aug 19) (D), from two days before (D-2) until de next day (D+1)*

0,3g de cloreto de potássio por semana.

Na sequência foram realizadas avaliações morfológicas. Foi determinado o comprimento relativo das fissuras no tronco (comprimento total de fissuras em relação ao comprimento do tronco); grau de seca de ramos (por notas de 0 a 100% atribuídas por três avaliadores) 14 dias após a geada; massa seca das brotações emitidas após a geada; porcentagem da massa seca das brotações emitidas nos ramos laterais (não no tronco), e mortalidade, avaliadas 60 dias após a geada.

## 2º Experimento

Um experimento fatorial em blocos casualizados foi realizado com dois cultivares (Koroneiki e Arbequina) combinados com os mesmos tratamentos do 1º Experimento. Em 27/07, às 9h, foram aspergidos os tratamentos. As mudas foram transferidas para a várzea em 29/07, onde permaneceram até 01/08. Como não houve geada, as mudas foram levadas de volta ao ambiente padrão. Com a previsão de nova geada, o processo foi repetido a partir de 16/08 (aspersão de tratamentos), exposição

das mudas na várzea de 18/08 a 22/08. A temperatura mínima do ar registrada em 19/08 foi -1,2°C (Figura 1). Em 22/08 foram coletadas folhas para avaliação do extravasamento de eletrólitos e, depois disso, as mudas foram levadas para uma estufa agrícola para as mesmas avaliações realizadas no 1º Experimento. As avaliações finais foram realizadas em D+90.

### Determinação do extravasamento de eletrólitos celulares (EEC)

Foi realizada uma amostragem de quatro folhas maduras por planta, das quais foram obtidos quatro discos de limbo, do centro de cada folha, com 5mm de diâmetro. Os discos foram colocados em tubos contendo 25mL de água destilada e mantidos sob agitação leve por 16h. Então foi realizada uma leitura da condutividade elétrica da solução ( $CE_1$ ). Os tubos contendo os discos foram autoclavados por 20 minutos a 120°C, resfriados e agitados novamente por 1h, seguindo nova medição de condutividade elétrica ( $CE_2$ ). Pela divisão de  $CE_1$  por  $CE_2$ , multiplicada por 100, obtve-se o EEC (SAADATI et al., 2019).

Foram aplicadas análises de variância com  $\alpha=0,05$  aos dados de comprimento das fissuras, seca de ramos, massa seca das brotações emitidas e porcentagem da massa seca das brotações emitidas nos ramos laterais, enquanto a mortalidade foi submetida ao teste de Kruskal Wallis, utilizando-se o software R 4.2.2 (R CORE TEAM, 2022).

## Resultados e discussão

O extravasamento de eletrólitos celulares (EEC) apresentou pouca variação entre os tratamentos (baixo CV). O EEC médio variou de 31,16% a 32,77% em 2021, quando a geada foi mais severa, e de 24,14% a 25% em 2022 (Tabelas 1 e 2). As médias de EEC observadas em 2022 são semelhantes às obtidas por Poury et al. (2022) nos mesmos cultivares na ausência de estresse térmico. Pode-se considerar então que a geada de 2021 foi danosa. O EEC no cultivar Zard aumentou cerca de 60% quando submetido a -5°C por 10h (HASHEMPOUR et al., 2014), um dano maior que o observado em 2021, mesmo porque a exposição ao frio controlado naquele experimento foi mais prolongada. Em Chapecó, as diferenças de EEC observadas entre os tratamentos aspergidos não foram estatisticamente significativas. Porém, em 2022 o cultivar 'Arbequina' apresentou média significativamente menor que o 'Koroneiki', independentemente do tratamento aspergido.

Saadati et al. (2019) verificaram diferenças de genótipos de oliveira quanto ao conteúdo de carboidratos em folhas e casca, de prolina em folhas e no conteúdo de água, características que afetam a resistência ao frio. O cultivar Koroneiki apresentou valores intermediários entre os sete cultivares testados pelos pesquisadores. Na Espanha, 10 cultivares foram avaliados após uma geada natural, dentre os quais 'Arbequina' se destacou pela alta capacidade de rebrote após decepta e menor porcentagem de ramos danificados (GÓMEZ-DEL-CAMPO & BARRANCO, 2005). Na Califórnia, EUA, uma geada provocou danos maiores em 'Koroneiki' do que em 'Arbequina' (DENNEY et al., 1993). O menor EEC da 'Arbequina' vai ao encontro dessas observações de campo

reportadas na literatura (DENNEY et al., 1993; GÓMEZ-DEL-CAMPO & BARRANCO, 2005; SAADATI et al. 2019).

No experimento de 2021 foram observados danos visuais da geada em todos os tratamentos. As médias de seca de ramos observadas variaram de 40 a 56% da copa (Tabela 1). Houve morte de plantas em todos os tratamentos, o que equivale a 100% de seca de ramos. Para cada centímetro de comprimento dos troncos ocorreu em média 0,56 a 0,8cm de fissuras visíveis. Em 2022 os danos foram menos severos, de forma que não houve morte de plantas e fissuras visíveis nos troncos. Esta menor severidade é compreensível, tendo em vista que a temperatura mínima foi 5,4°C mais alta que a registrada no experimento de 2021. Não foi possível avaliar a seca de ramos de forma visual, pois não era perceptível.

A massa seca de brotações crescidas após a geada (Tabela 2) e a partição da massa seca entre brotações oriundas dos ramos e do tronco não foram afetadas significativamente. Por outro lado, notou-se que em 2021, diferentemente de 2022, a brotação foi mais concentrada no tronco do que nos ramos, refletindo os danos maiores aos ramos e ao tronco (Tabelas 1 e 2) com perda de dominância apical.

Em oliveiras 'Arbequina' e 'Koroneiki' submetidas a estresse salino, a aspersão de L-prolina (50-200mg L<sup>-1</sup>) não afetou significativamente o extravasamento de eletrólitos (POURI et al., 2022). Em Hashempour et al. (2014), o ácido salicílico 138mg L<sup>-1</sup>, aplicado via irrigação e foliar simultaneamente no quinto e sexto dia antes do estresse (-5°C por 10h), reduziu substancialmente o EEC de oliveiras 'Zard'. É possível que, além da dose e do modo de aplicação diferentes, a aplicação realizada em Chapecó três dias antes das geadas tenha sido muito tardia, não levando a planta a responder ao tratamento a tempo. Entretanto, aplicações muito distantes do evento de frio previsto podem ser inviáveis, dada a menor confiabilidade das previsões de tempo e a ocorrência de precipitações pluviais associadas às frentes frias, cujas massas de ar frio que as seguem são as responsáveis pela geada.

Segundo o seu fabricante (DE SANGOSSE, 2023), o ONE.A Pro<sup>®</sup> contém o

Tabela 1. Resposta (médias) de oliveiras 'Koroneiki' a diferentes tratamentos químicos por aspersão antes e após a geada de 29/07/2021, em Chapecó, SC, Brasil

Table 1. 'Koroneiki' olive response (means) to different chemical treatments sprayed before and after the frost in 07/29/2021, in Chapecó, SC, Brazil

Aspersões	EEC	MSB	MSB ramos laterais	Fissuras no tronco	Morte de ramos	Morte de plantas
	(%)	(g)	(%)	(cm cm <sup>-1</sup> )	---- (%) ----	---- (%) ----
Testemunha	32,77 <sup>ns</sup>	13,58 <sup>ns</sup>	35,54 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	56,30 <sup>ns</sup>	33 <sup>ns</sup>
AS	31,16	20,02	46,56	0,42	40,19	22
One.A Pro	31,72	19,79	37,70	0,74	53,81	11
Prolina	32,13	17,07	22,93	0,72	52,15	11
Prolina repetida	NA	15,72	26,51	0,64	55,00	22
One.A Pro repetida	NA	16,46	35,25	0,56	53,56	22
C.V. (%)	4,97	28,44	97,58	44,03	60,29	198,17

EEC = extravasamento de eletrólitos; MSB = massa seca de brotos; NA = não avaliado. <sup>ns</sup> As diferenças entre médias não são significativas (Teste Kruskal Wallis para morte de plantas e análise de variância para as demais,  $\alpha=0,05$ ).

EEC = electrolyte leakage; MSB = shoot dry matter; NA = not evaluated. <sup>ns</sup> differences between means are not significant (Kruskal Wallis test for tree deaths and analysis of variance for the other variables,  $\alpha=0,05$ ).

Tabela 2. Resposta (médias) de oliveiras 'Arbequina' e 'Koroneiki' a diferentes tratamentos químicos por aspersão antes e após a geada de 19/08/2022, em Chapecó, SC, Brasil

Table 2. 'Arbequina' and 'Koroneiki' olive tree response (means) to different chemical treatments sprayed before and after the frost in 08/19/2022, in Chapecó, SC, Brazil

Aspersões	Extravasamento de eletrólitos	Massa seca dos brotos	Massa seca dos brotos de ramos laterais
	(%)	-- (g) --	(%)
Testemunha	24,14 <sup>ns</sup>	20,72 <sup>ns</sup>	95,20 <sup>ns</sup>
AS	25,00	19,48	96,18
One.A Pro	24,43	20,13	97,46
Prolina	24,16	21,11	95,92
Prolina repetida	NA	17,30	95,65
One.A Pro repetida	NA	19,57	98,63
Cultivares			
Arbequina	23,56 **	19,50 <sup>ns</sup>	99,10 <sup>ns</sup>
Koroneiki	25,14	19,94	93,47
C.V. (%)	10,12	34,31	7,23

<sup>ns</sup> As diferenças entre médias não são significativas (análise variância,  $p>0,05$ ). NA = não avaliado. \*\* diferença entre cultivares é significativa ( $p<0,01$ ). Não houve interação significativa entre cultivares e aspersões.

<sup>ns</sup> differences between means are not significant (Analysis of variance,  $\alpha=0,05$ ). NA = not evaluated. \*\* Difference between cultivars is significant ( $p<0,01$ ). There was no significant interaction between cultivars and sprays.

aminoácido L-Prolina, importante durante o estresse osmótico por congelamento, e fornece “energia necessária para recuperação”. Apesar de ser indicado para culturas perenes como citros e videiras, não apresenta recomendação para oliveiras. Em teste de concentrações aspergidas em oliveiras, Brugnara et al. (2022) observaram incremento do teor de prolina nas folhas três dias após a aplicação de ONE.A Pro até 15ml L<sup>-1</sup>. Porém, a exemplo do tratamento Prolina, o One.A Pro não apresentou efeito significativo nas variáveis analisadas em ambos os experimentos aqui relatados (Tabelas 1 e 2).

Frente aos relatos da literatura de efeito positivo dos compostos aqui testados, é prudente considerar que modificações da dosagem e do momento de aplicação, bem como o aumento do número de plantas por parcela e de repetições (dias com ocorrências de geada), poderiam trazer resultados diferentes dos obtidos nestes experimentos, já que os coeficientes de variação (Tabelas 1 e 2) foram elevados. Até que novos resultados sejam apresentados, sugere-se a não utilização dos tratamentos aqui testados como atenuadores de estresse térmico em oliveiras.

## Conclusões

- Nas condições de geada leve ocorrida em Chapecó em 19 de agosto de 2022, as oliveiras ‘Arbequina’ têm menor extravasamento de eletrólitos celulares nas folhas do que as ‘Koroneiki’.

- Aspersões de compostos químicos da forma testada não melhoram a capacidade das oliveiras de suportar o estresse da geada.

## Referências

BONGI, G.; PALLIOTTI, A. Olive. In: SCHAFFER B.; ANDERSEN, P.C. (Eds). **Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops: Temperate Crops**. Boca Ratón: CRC press, 1994. p.165-188.

BRUGNARA, E.C.; KLOCK, A.L.S.; SABIÃO, R.R. Concentração de prolina em folhas de oliveira (*Olea europaea* L.) aspergidas com L-prolina e fertilizante foliar. In: FRUSUL - SIMPÓSIO DE FRUTICULTURA DA REGIÃO SUL, 3, 2022, On-line. **Anais**[...]. Disponível em: <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/>

FRUSUL/article/view/16231/12248. Acesso em: 05 abr. 2023.

DENNEY, J.O.; MARTIN, G.C.; KAMMERECK, R.; KETCHIE, D.O.; CONNELL, J.H.; KRUEGER, W.H. OSGOOD, J.W.; SIBBETT, G.S.; NOUR, G.A. Freeze damage and cold hardness in olive: findings from the 1990 freeze. **California Agriculture**, v.47, n.1, special section, p.1-12, 1993. Disponível em: <https://calag.ucanr.edu/Archive/?article=ca.v047n01ps1>. Acesso em: 12 jun. 2019.

EL-SAYED, O.M.; EL-GAMMAL, A.S.M. SALAMA. Effect of ascorbic acid, proline and jasmonic acid foliar spraying on fruit set and yield of Manzanillo olive trees under salt stress. **Scientia horticultrae**, v.176, p.32-37, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.05.031>.

DE SANGOSSE. **ONE.A PRO** – fertilizante foliar. Apresenta informações sobre o fertilizante foliar ONE.A.PRO. 2023. Disponível em: <https://www.desangosse.com.br/nutricao-e-fisiologia/onea-pro->. Acesso em: 22 mar. 2023.

GALLOTTI, G.J.M.; DA CROCE, D.M. Observação do comportamento agrônomo de cultivares de oliveira no Planalto Norte catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v.25, n.2, p.49-52, 2012.

GÓMEZ-DEL-CAMPO, M.; BARRANCO, D. Field evaluation of frost tolerance in 10 olive cultivars. **Plant Genetic Resources**, v.3, n.3, p.385-390, 2005. Doi: <https://doi.org/10.1079/PGR200592>.

HASHEMPOUR, A.; GHASEMNEZHAD, M.; GHAZVINI, R.F.; SOHANI, M.M. The Physiological and Biochemical Responses to Freezing Stress of Olive Plants Treated with Salicylic Acid. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.61, n.4, p.443-450, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1134/S1021443714040098>.

HAYAT, S; ALYEMENI, M.N.; WANI, A.S.; PICHTEL, J.; AHMAD, A. Role of proline under changing environments - A review. **Plant Signaling & Behavior**, v.7, n.11, p.1456-1466, 2012. Doi: <https://doi.org/10.4161/psb.21949>.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Tabelas de dados das estações**. Disponibiliza consulta a dados registrados nas estações meteorológicas. 2022. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/>. Acesso em: 30 ago. 2022.

NAVARRO GARCÍA, C.; MESQUITA, H.A.; ALVARENGA, A.A. Limitações de clima, solo e planejamento do plantio para o cultivo da oliveira. In: OLIVEIRA, A.F. de (ed.). **Oliveira**

**no Brasil**. Tecnologias de produção. Belo Horizonte: Epamig, 2012. p.349-383.

NAZAR, R.; UMAR, S.; KHAN, N.A.; SAREER, O. Salicylic acid supplementation improves photosynthesis and growth in mustard through changes in proline accumulation and ethylene formation under drought stress. **South African Journal of Botany**, v.98, p.84-94, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.02.005>.

PANDOLFO, C.; BRUGNARA, E. C.; RICCE, W. S.; VIANNA, L. F. N.; LEITE, G. B. Risco climático para oliveira em Santa Catarina. **Agrometeoros**, v. 29, n. 1, p. 1-14, 2021. Doi: <https://doi.org/10.31062/agrom.v29.e026930>.

POURY, N.; SEIFI, E.; ALIZADEH, M. Effects of Salinity and Proline On Growth and Physiological Characteristics of Three Olive Cultivars. **Gesunde Pflanzen**, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10343-022-00778-0>. R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 16 mar. 2023.

SAADATI, S.; BANINASAB, B.; MOBILI, M.; GHOLAMI, M. Measurements of freezing tolerance and their relationship with some biochemical and physiological parameters in seven olive cultivars. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.41, n.51, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11738-019-2843-8>.

SNYDER, R.L.; DE MELO-ABREU, J.P.; **Frost protection: fundamentals, practice and economics**. Romae: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005. 112p. v.1. Disponível em: [http://home.isa.utl.pt/~jpabreu/Docs/FROST\\_Volume1.pdf](http://home.isa.utl.pt/~jpabreu/Docs/FROST_Volume1.pdf). Acesso em: 12 jul. 2019.

VAN SWAAIJ, A.C.; JACOBSEN, E.; FEENSTRA, W.J. Effect of cold hardening, wilting and exogenously applied proline on leaf proline content and frost tolerance of several genotypes of Solanum. **Physiologia plantarum**, v.64, n.2, p.230-236, 1985. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1985.tb02341.x>.

WREGG, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA. I.R.; GARRASTAZU, M.C.; HERTER, F.G.; CARAMORI, P.H.; MATZENAUER, R.; RADIN. B.; BRAGA, H.J.; PANDOLFO, C.; PRESTES, S.D.; CUNHA, G.R.; MALUF, J.R.T. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Brasília: Embrapa, 2012. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202005/13110041-atlas-climatico-da-regiao-sul-do-brasil.pdf>. Acesso em: 19 set. 2023.

# Plantas espontâneas, aporte de matéria seca e rendimento de grãos de milho e soja em sistemas de produção sustentável e convencional

Cirio Parizotto<sup>1</sup>, Rodolfo Vargas Castilhos<sup>2</sup>, Fabiana Schmidt<sup>3</sup> e Cristiano Nunes Nesi<sup>4</sup>

**Resumo** – A competitividade do agronegócio brasileiro depende da utilização de práticas sustentáveis de cultivo, que respeitem o meio ambiente e estejam de acordo com as exigências dos consumidores. Uma prática essencial em qualquer sistema de produção é o manejo de plantas espontâneas. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento fitossociológico de plantas espontâneas, o seu aporte de matéria seca e o rendimento de grãos em áreas de milho e soja, conduzidos nos sistemas sustentável e convencional. O estudo foi instalado em uma área de 17,11ha, dividida em quatro talhões (T): T 1 - sustentável com 5,25ha; T 2 - convencional com 4,85ha; T 3 - convencional com 3,88ha; T 4 - sustentável com 3,13ha, em sistema de rotação milho x soja. Os talhões sustentáveis foram localizados ao lado dos talhões convencionais com soja e milho para estabelecer o comparativo. Em cada talhão foram georreferenciados 10 pontos para a coleta de amostras de plantas espontâneas e para determinar o rendimento das culturas durante quatro anos. As espécies de plantas espontâneas e de coberturas foram identificadas e colocadas em estufa para secagem a 60°C até obterem a massa constante para a determinação da massa seca. A riqueza de espécies variou conforme sistema e safra. O incremento de resíduos vegetais no sistema sustentável reduziu a presença de nabiça, buva e erva-estrela. Em 2018, o rendimento da soja sustentável superou o convencional e em 2020 o milho convencional superou o sustentável. Nos demais anos os rendimentos se mostraram semelhantes.

**Termos para indexação:** *Zea mays*; *Glycine max*; Semeadura no verde.

## Spontaneous plants, dry matter contribution and corn and soybean grain yield in sustainable and conventional production systems

**Abstract** – The competitiveness of Brazilian agribusiness depends on the use of sustainable practices that respect the environment and meet consumer demands. The weed management is an essential practice in any agricultural system. So, the objective of this work was to carry out a phytosociological survey of spontaneous plants and the contribution of dry matter in the grain yield of corn and soybean areas, conducted in sustainable and conventional systems. The study was installed in an area of 17.11ha, divided into four plots (T): T 1 - sustainable with 5.25ha; T 2 - conventional with 4.85ha; T 3 - conventional with 3.88ha; T 4 - sustainable with 3.13ha, in a corn x soybean rotation system. The sustainable and conventional plots were placed side by side in order to compare the systems. In each plot, 10 points were georeferenced to collect samples of spontaneous plants and to determine crop yields. The spontaneous and cover plants species were identified and placed in an oven at 60°C until constant mass for determination of dry matter. The species richness varied according to system and year. The increase in plant residues in the sustainable system reduced the presence of turnip, horseweed and star grass. In 2018, the sustainable soy yield surpassed the conventional one and in 2020 the conventional corn surpassed the sustainable one. In the other years, yield was similar.

**Index terms:** *Zea mays*; *Glycine max*; Sowing in the green.

## Introdução

O agronegócio brasileiro será competitivo em nível global se utilizar tecnologias sustentáveis de produção, que resultem em alimentos a custos acessíveis e atendam os anseios dos consumidores preocupados com a segurança alimentar e com o respeito ao meio ambiente (MAPA, 2009).

Em áreas de soja e milho no Brasil o controle de plantas espontâneas é feito com herbicidas, porém, após a introdução de cultivares resistentes ao glifosato (RR), surgiram casos de resistência em plantas espontâneas, o que aumentou a dificuldade no seu controle (GAZZIERO, 2015). O uso de plantas de cobertura e a diversificação de sistemas de cultivo auxiliam na definição de herbicidas ou

na adoção de práticas de manejo integrado, que visem menor uso de herbicidas no ambiente (CARVALHO & VELINI, 2001).

Os benefícios das coberturas vegetais são evidenciados seguindo-se três princípios básicos do sistema de plantio direto: não revolvimento do solo, rotação de culturas e cobertura permanente do solo, que pode ser tanto com re-

Recebido em 23/05/2023. Aceito para publicação em 25/10/2023.

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1641>

<sup>1</sup>Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri / Estação Experimental de Campos Novos, BR 282, Km 338,2, Bairro Boa Vista, C.P. 116, CEP 89620-000, Campos Novos, SC, fone: (49) 35413500, e-mail: cirio@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup>Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Cepaf, e-mail: rodolfocastilhos@epagri.sc.gov.br.

<sup>3</sup>Engenheira-agrônoma, Dra. Epagri / Estação Experimental de Campos Novos, e-mail: fabianaschmidt@epagri.sc.gov.br.

<sup>4</sup>Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Cepaf, e-mail: cristiano@epagri.sc.gov.br.

síduos vegetais, como também adubos verdes (BORGES et al., 2013). Entre as características desejáveis das espécies de cobertura destaca-se a produção de palhada que favoreça a reciclagem de nutrientes no sistema e a supressão de plantas espontâneas pelo efeito físico ou alelopático. Em culturas de verão como soja, feijão e milho, em semeadura direta sobre coberturas de lenta decomposição e com ação alelopática, há possibilidade de reduzir ou até dispensar o uso de herbicidas (ALVARENGA et al., 2002).

No manejo integrado de plantas espontâneas identificam-se as espécies na área, considerando-se os parâmetros de frequência, densidade e abundância. Na sequência adota-se o manejo apropriado, seja cultural, mecânico, físico, biológico, químico ou integrado (OLIVEIRA & FREITAS, 2008). Esta sistematização auxilia os agricultores na tomada de decisão, reduzindo os custos de produção e o impacto ambiental (ISAAC & GUIMARÃES, 2008).

O estudo teve como objetivo realizar o levantamento fitossociológico de plantas espontâneas, avaliar o aporte de matéria seca (palhada) na entressafra e o rendimento de grãos em áreas de cultivo de milho e soja conduzidas em sistemas convencional e sustentável.

## Material e métodos

O estudo foi conduzido nos anos agrícolas de 2018, 2019, 2020 e 2021 na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) em Campos Novos, SC (27°23'11" S e 51°13'19" O). A altitude do local do estudo é de 933m, o solo do local é classificado como Nitossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 2013) e clima subtropical úmido (DUFLOTH et al., 2005).

O experimento foi instalado em área de 17,11ha, com histórico de cultivo de soja e milho durante 25 anos, em semeadura direta com a sucessão de cultivos, mantida em pousio no inverno. Foram

avaliados dois sistemas: convencional (Conv.) e sustentável (Sust.). Para isto, a área foi dividida em quatro talhões a fim de que houvesse milho e soja sob os dois sistemas em cada ano. Os talhões foram: T1 sistema sustentável com 5,25ha; T2 sistema convencional com 4,85ha; T3 sistema convencional com 3,88ha; T4 sistema sustentável com 3,13ha. Os talhões sustentáveis foram localizados ao lado dos talhões convencionais, cultivando-se a soja e o milho em rotação, buscando atender os preceitos ambientais, sociais e econômicos de produção. O manejo nos talhões sustentáveis se diferenciou pelo uso de coberturas de inverno, redução das aplicações de herbicidas, fungicidas e inseticidas. Os insetos-praga e úteis foram monitorados através da batida de pano, realizada semanalmente, havendo a intervenção somente quando o nível de controle foi atingido. O controle de doenças teve como base as condições climáticas favoráveis e o uso de coletor de esporos. Foram implantadas as coberturas de inverno: aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), aveia-branca (*Avena sativa* L.), centeio (*Secale cereale* L.), nabo-forrageiro (*Rafanus sativus* L.) e ervilha forrageira (*Pisum sativum* L. subsp. arvense). A quantidade de sementes por hectare foi definida com base nas recomendações de Monegat (1991). A descrição dos manejos convencional e sustentável é apresentada na Tabela 1.

Nos anos agrícolas 2018 e 2019, para manejo de plantas espontâneas, foi utilizado o glifosato (3,0L ha<sup>-1</sup>) em pré e pós-emergência das culturas. Já em 2020 e 2021, em pré-semeadura (talhões convencionais), foi adicionado ao glifosato (2,5L ha<sup>-1</sup>) o cletodim (0,45L ha<sup>-1</sup>) ou o saflufenacil (0,04kg ha<sup>-1</sup>). Na soja, aos 40 DAE (dias após emergência) foi realizada a capina química com glifosato (2,5L ha<sup>-1</sup>). Por sua vez, nos talhões de milho (convencional e sustentável), o manejo das plantas espontâneas aos 40 DAE foi com a mistura de atrazina/simazina (4,0L ha<sup>-1</sup>) + mesotriona/etile-

noglicol (0,3L ha<sup>-1</sup>).

No início da pesquisa foram coletadas amostras de solo em toda a área experimental e corrigida a deficiência de P para uniformizar a fertilidade do solo. A adubação de manutenção foi semelhante nos sistemas sustentável e convencional (CQFS-NRS, 2016) e seguiu as recomendações técnicas para as culturas.

Em cada talhão foram elencados e georreferenciados 10 pontos, de forma aleatória, para a coleta de amostras das plantas de cobertura e espontâneas. Foi usado um quadrado de metal de 0,5 x 0,5m (0,25m<sup>2</sup>) por amostra em cada ponto georreferenciado. As plantas presentes foram cortadas rente ao solo, identificadas com base em literatura (LORENZI, 2014) e acondicionadas em sacos de papel. A massa verde foi seca em uma estufa com ventilação de ar forçado a 60°C até obtenção da massa constante e, na sequência, pesada para a determinação da massa seca (MS).

O levantamento fitossociológico das plantas espontâneas foi realizado antes da semeadura do milho RR e soja RR, nos meses de setembro e outubro. A segunda coleta foi realizada aos 40 DAE das culturas, antes do controle químico das ervas.

Foram avaliados os parâmetros: frequência relativa (Frr), definida através da fórmula:  $Frr = n^\circ \text{ de amostras que contém a espécie} / n^\circ \text{ de amostras utilizadas} \times 100$ ; densidade relativa (Der):  $Der = n^\circ \text{ total de indivíduos da espécie} / \text{área coletada} \times 100$ ; abundância relativa (Abr):  $Abr = n^\circ \text{ total de indivíduos da espécie} / n^\circ \text{ de amostras que contém a espécie} \times 100$  (MÜELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974); massa seca e riqueza de espécies (R) das plantas espontâneas. A riqueza de espécies constitui-se no número de espécies encontradas por tratamento amostrado, ou seja, a média de espécies nos 20 pontos amostrados em cada sistema de cultivo. Para a avaliação do rendimento de grãos foram coletadas 10 amostras em cada talhão, sendo as plantas de

Tabela 1. Cobertura na entressafra e utilização de herbicidas nos talhões de produção sustentável (PS) e produção convencional (PC), nos anos agrícolas de 2018 a 2021

Table 1. Off-season cover and use of herbicides in the sustainable (PS) and conventional (PC) plots from 2018 to 2021 agricultural years

Ano agrícola	Talhão	Outono/inverno	Aplicações herbicidas	Verão
2018	1 (PS)	Aveia-branca (90kg ha <sup>-1</sup> )	02	Soja
	2 (PC)	Pousio	03	Soja
	3 (PC)	Pousio	03	Milho
	4 (PS)	Aveia-branca (90kg ha <sup>-1</sup> )	02	Milho
2019	1 (PS)	Trigo-mourisco (40kg ha <sup>-1</sup> ) + milho (15kg ha <sup>-1</sup> ) + Centeio (50kg ha <sup>-1</sup> ) + nabo-forrageiro (15kg ha <sup>-1</sup> )	02	Milho
	2 (PC)	Pousio	03	Milho
	3 (PC)	Pousio	03	Soja
	4 (PS)	Trigo-mourisco (40kg ha <sup>-1</sup> ) + milho (15kg ha <sup>-1</sup> ) + Aveia branca (90kg ha <sup>-1</sup> )	02	Soja
2020	1 (PS)	Nabo-forrageiro (15kg ha <sup>-1</sup> ) + Aveia-preta (90kg ha <sup>-1</sup> )	02	Soja
	2 (PC)	Pousio	03	Soja
	3 (PC)	Pousio	03	Milho
	4 (PS)	Trigo-mourisco (40kg ha <sup>-1</sup> ) + milho (15kg ha <sup>-1</sup> ) + Centeio (50kg ha <sup>-1</sup> ) + nabo-forrageiro (15kg ha <sup>-1</sup> )	01	Milho
2021	1 (PS)	Trigo-mourisco (40kg ha <sup>-1</sup> ) + milho (15kg ha <sup>-1</sup> ) + Centeio (50kg ha <sup>-1</sup> ) + nabo-forrageiro (15kg ha <sup>-1</sup> )	01	Milho
	2 (PC)	Pousio	03	Milho
	3 (PC)	Pousio	03	Soja
	4 (PS)	Nabo-forrageiro (15kg ha <sup>-1</sup> ) + Aveia-branca (90kg ha <sup>-1</sup> )	01	Soja

soja coletadas numa área útil de 10m x 1,5m (15m<sup>2</sup>) e as plantas de milho numa área útil de 10m x 1,4m (14m<sup>2</sup>). Após a colheita, os grãos foram debulhados mecanicamente, determinada a umidade e pesados para estimar rendimento de grãos em kg ha<sup>-1</sup>. Os resultados de matéria seca, riqueza e rendimento de grãos são apresentados como médias seguidas pelos respectivos intervalos com 95% de confiança, estimados pelo teste t para uma amostra. Com relação a densidade, frequência e abundância de plantas espontâneas, os dados foram submetidos à análise não paramétrica

de Kruskal-Wallis ( $\alpha = 0,05$ ). As análises foram realizadas com o ambiente R (R CORE TEAM, 2021).

## Resultados e discussão

Na avaliação fitossociológica foram identificadas 21 espécies de plantas espontâneas de 10 famílias botânicas, durante quatro anos (Tabela 2). Na análise da frequência relativa (Frr) (Tabela 3), observa-se que houve diferença significativa para a nabiça no sistema convencional; já o centeio, a aveia e ervilha forrageira apresentaram uma maior Frr no sistema sustentável. A menor Frr de

nabiça no sistema sustentável sugere o efeito supressor da cobertura verde e morta sobre a germinação dessa espécie. A aveia, o centeio e a ervilha forrageira foram usados como coberturas de inverno nos talhões sustentáveis, o que explica sua maior frequência devido à ressemeadura. A aveia e o centeio são úteis para reduzir a incidência de diversas plantas espontâneas e, quanto maior a quantidade de resíduos, maior é o controle, o que resulta em maior rendimento da soja e outros cultivos (THEISEN et al., 2000; ROWE, 1997). Nesse sentido, Theisen et al. (2000) observaram que o incremento de palha de

Tabela 2. Lista de famílias botânicas e espécies de plantas espontâneas identificadas na área de estudo, nos anos agrícolas de 2018 a 2021

Table 2. List of botanic families and species of spontaneous plants identified in the experimental area, in the agricultural years of 2018 to 2021

Família	Nome científico	Nome comum
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> L.	Buva
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Picão-branco
Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i> Less	Maria-mole
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Serralha
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg	Dente-de-leão
Brassicaceae	<i>Raphanus Raphanistrum</i> L.	Nabiça
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L) Villars	Erva-estrela
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> L. Roth	Corda-de-viola
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Leiteiro
Fabaceae	<i>Vicia sativa</i> L.	Ervilhaca
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Guanchuma
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Azedinha
Poaceae	<i>Avena sativa</i> L.	Aveia comum
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Capim milhã
Poaceae	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	Capim-pé-de-galinha
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Azevém
Poaceae	<i>Secale cereale</i> L.	Centeio
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	Capim-rabo-de-gato
Poaceae	<i>Urochloa plantaginea</i> R.d.Webster	Papuã
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Poaia-branca

aveia-preta em áreas de semeadura direta reduziu a incidência de *Brachiaria plantaginea* em lavoura de soja, propiciando maior rendimento da cultura.

No ano agrícola de 2021 no sistema sustentável, a Frr, densidade (Der) e abundância (Abr) do centeio, aveia e ervilha forrageira foram superiores ao convencional (Tabela 3), uma vez que fizeram parte do mix de cobertura de inverno. A semeadura direta deve ser realizada quando as coberturas estiverem em pleno florescimento, fase de

maior desenvolvimento (CARVALHO et al., 2015). Na definição das coberturas é importante escolher espécies com o ciclo semelhante, evitando a ressemeadura e a competição na fase inicial da cultura subsequente.

Em relação à densidade relativa (Der), houve maior presença de buva e erva-estrela no sistema convencional e de aveia e centeio no sistema sustentável. A alta densidade de buva nos talhões sem cobertura de inverno indica a influência da luz solar na germinação

das sementes. Estudos realizados por Yamashita et al. (2016) concluíram que *Conyza* spp. necessita de luz para germinar, podendo ser considerada fotoblástica positiva e responsável por perdas significativas no rendimento da soja. Os produtores de grãos têm enfrentado dificuldades no controle da buva, pela facilidade de propagação e pela resistência a herbicidas. O seu controle passa por práticas integradas, como a redução ou eliminação do banco de sementes, a rotação de cultura, o controle mecânico e a manutenção do solo coberto.

Na análise da abundância relativa (Abr), verificou-se uma predominância de buva no sistema convencional (área sem coberturas de inverno). No sistema sustentável, houve uma maior Abr das espécies de aveia, centeio e ervilha forrageira devido a sua ressemeadura.

Na avaliação do incremento da massa seca em pré-emergência (Tabela 4), observa-se que no sistema sustentável houve um incremento expressivo nos anos agrícola de 2018, 2020 e 2021 com 5.653, 6.457 e 6.669kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A exceção foi 2019, quando a adição de matéria seca nos dois sistemas foi semelhante. Nesse ano, a produção de biomassa no sistema sustentável foi afetada pela ocorrência de estiagem e o uso da área para pastejo. A matéria seca em pós-emergência foi pouco expressiva e semelhante nos dois sistemas de cultivo nos anos de 2018, 2019, 2020 e 2021. Isso ocorreu porque a germinação das plantas espontâneas nos dois sistemas de cultivo ocorrem na mesma época e na fase inicial de desenvolvimento.

Em 2019, a riqueza de espécies foi maior no sistema convencional em comparação com o sustentável (Tabela 4), com 3,85 e 2,45, respectivamente. Em 2021, em pós-emergência (40 DAE), a riqueza de espécies foi maior no sistema sustentável comparado ao convencional, com média de 4,8 e 2,95, respectivamente. O aumento do número de espécies no sistema sustentável foi ocasionado pela ressemeadura das coberturas de inverno centeio, aveia e

Tabela 3. Frequência relativa, densidade relativa e abundância relativa de espécies de plantas espontâneas em sistema de produção sustentável (Sust) e convencional (Conv) de milho e soja em rotação, anos agrícola de 2018 a 2021

Table 3. Relative frequency, relative density and relative abundance of spontaneous plant species in an sustainable (Sust) and conventional (Conv) production system from 2018 to 2021 agricultural years

Espécie	2018		2019		2020		2021		Média 4 anos	
	Conv	Sust	Conv	Sust	Conv	Sust	Conv	Sust	Conv	Sust
Frequência %										
Picão-preto	0,8	1,8	4,5	0,0	3,5	1,8	1,3	0,0	<b>2,5a</b>	<b>0,9a</b>
Capim-milhã	2,8	7,5	1,3	0,0	5,3	3,0	4,5	2,5	<b>3,4a</b>	<b>3,3a</b>
Papuã	8,5	5,0	9,5	12,5	12,5	4,8	10,3	6,0	<b>10,2a</b>	<b>7,1a</b>
Buva	11,0	5,5	19,5	6,8	10,8	15,5	11,5	12,3	<b>13,2a</b>	<b>10,0a</b>
Azevém	19,8	17,0	11,8	17,3	10,0	8,8	5,8	8,3	<b>11,8a</b>	<b>12,8a</b>
Leiteiro	11,0	14,8	12,3	12,5	13,5	12,0	8,5	11,8	<b>11,3a</b>	<b>12,7a</b>
Nabiça	14,5	9,8	12,5	11,5	16,5	7,0	23,5	12	<b>16,8a</b>	<b>10,1b</b>
Corde-de-violã	4,0	1,5	2,3	3,0	1,3	2,8	1,8	1,5	<b>2,3a</b>	<b>2,2a</b>
Capim-rabo-de-gato	1,3	2,0	0,8	0,0	0,8	2,3	0,0	0,8	<b>0,7a</b>	<b>1,3a</b>
Ervilhaca	6,8	2,8	5,3	3,3	5,5	5,0	6,5	2,0	<b>6,0a</b>	<b>3,3a</b>
Erva-estrela	6,0	11,8	3,5	1,8	2,8	0,5	7,8	0,8	<b>5,0a</b>	<b>3,7a</b>
Aveia comum	0,8	2,5	1,5	19,0	1,8	10,3	2,5	11,0	<b>1,6b</b>	<b>10,7a</b>
Centeio							0,0	12	<b>0,0b</b>	<b>12a</b>
Ervilha forrageira							0,0	4,5	<b>0,0b</b>	<b>4,5a</b>
Densidade %										
Picão-preto	0,0	0,8	8,5	0,0	5,5	1,0	0,0	0,5	<b>3,5a</b>	<b>0,6a</b>
Capim-milhã	0,8	7,3	0,8	0,0	8,3	1,3	6,5	2,0	<b>4,1a</b>	<b>2,6a</b>
Papuã	5,8	8,8	17,3	26,0	7,5	7,5	7,3	12,8	<b>9,4a</b>	<b>13,8a</b>
Buva	4,5	1,5	32,3	1,0	14,8	5,8	15,0	5,8	<b>16,6a</b>	<b>3,5b</b>
Azevém	36,8	19,3	10,8	21,8	9,8	7,0	8,0	10,5	<b>16,3a</b>	<b>14,6a</b>
Leiteiro	32,0	19,8	13,8	15,8	21,8	10,5	9,8	19,5	<b>19,3a</b>	<b>16,4a</b>
Nabiça	10,3	8,3	2,3	2,8	7,5	8,0	28,5	9,8	<b>12,1a</b>	<b>7,2a</b>
Corde-de-violã	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3	0,5	0,0	0,3	<b>0,4a</b>	<b>0,4a</b>
Capim-rabo-de-gato	0,5	8,5	1,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,8	<b>0,4a</b>	<b>2,5a</b>
Ervilhaca	0,5	2,8	5,3	0,5	2,3	0,5	1,0	1,0	<b>2,3a</b>	<b>1,2a</b>
Erva-estrela	4,0	14,3	1,0	0,0	8,0	0,0	12,8	0,0	<b>6,4a</b>	<b>3,6b</b>
Aveia comum	0,5	0,8	0,3	27,8	1,0	27,0	0,5	13,3	<b>0,6b</b>	<b>17,2a</b>
Centeio							0,0	14,8	<b>0,0b</b>	<b>14,8a</b>
Ervilha forrageira							0,0	1,8	<b>0,0b</b>	<b>1,8a</b>
Abundância %										
Picão-preto	0,5	1,6	15,3	0,0	5,9	4,5	1,8	0,0	<b>5,9a</b>	<b>1,5a</b>
Capim-milhã	2,5	7,3	3,8	0,0	12	3,5	7,3	2,5	<b>6,4a</b>	<b>3,3a</b>
Papuã	5,5	13,3	11,8	23,3	6,5	10,5	6,5	17,5	<b>7,6a</b>	<b>16,1a</b>
Buva	6,3	2,0	22,3	2,3	8,3	4,8	12,0	4,5	<b>12,2a</b>	<b>3,4b</b>
Azevém	24,3	12,3	7,8	17,5	5,8	6,5	13,3	12,0	<b>12,8a</b>	<b>12,1a</b>
Leiteiro	23,5	10,0	6,5	13,5	17	5,3	16,5	12,0	<b>15,9a</b>	<b>10,2a</b>
Nabiça	11,8	10,0	2,3	5,3	6,0	10,3	18,0	9,0	<b>9,6a</b>	<b>7,9a</b>
Corde-de-violã	1,0	1,0	1,8	1,3	0,3	0,3	1,3	0,8	<b>1,1a</b>	<b>1,1a</b>
Capim-rabo-de-gato	1,0	11,0	5,0	0,0	0,3	2,5	0,0	1,5	<b>1,6a</b>	<b>3,8a</b>
Ervilhaca	1,0	10,0	8,0	1,0	2,5	1,5	2,0	1,5	<b>3,4a</b>	<b>3,8a</b>
Erva-estrela	7,3	10,3	3,3	1,0	17,5	0,3	10,8	0,8	<b>9,7a</b>	<b>3,1a</b>
Aveia comum	3,0	2,0	0,8	24,5	2,3	22,8	0,5	8,8	<b>1,6b</b>	<b>14,5a</b>
Centeio							0,0	10,8	<b>0,0b</b>	<b>10,8a</b>
Ervilha forrageira							0,0	2,5	<b>0,0b</b>	<b>2,5a</b>

Valores na linha, seguidos de letras distintas, diferem significativamente entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis,  $\alpha = 0,05$ .

Tabela 4. Massa seca (MS) e riqueza (R) de espécies de plantas espontâneas aos 35 dias antes da semeadura e aos 40 dias após a emergência nas culturas de milho e soja em sistema sustentável e convencional de produção, anos agrícola de 2018 a 2021  
 Table 4. Dry matter (MS), and richness (R) of spontaneous plants species 35 days before sowing and at 40 days after emergence in maize and soybean conducted in sustainable and conventional systems, from 2018 to 2021 agricultural years

Ano agrícola	Sistema de cultivo	Pré-emergência		40 dias após emergência	
		MS (kg ha <sup>-1</sup> )	R	MS (kg ha <sup>-1</sup> )	R
2018	Sustentável	<b>5653</b> (4574; 6732)	3,05 (2,56; 3,54)	57 (3,3; 112)	3,1 (2,23; 3,97)
	Convencional	<b>1917</b> (1425; 2409)	2,25 (1,85; 2,65)	160 (11; 310)	3,65 (3,08; 4,22)
2019	Sustentável	3285 (2294; 4277)	<b>2,45</b> (2,09; 2,80)	295 (171; 419)	3,35 (2,94; 3,76)
	Convencional	2582 (1699; 3464)	<b>3,85</b> (3,36; 4,34)	547 (325; 768)	3,75 (3,14; 4,35)
2020	Sustentável	<b>6457</b> (5790; 7122)	3,85 (3,26; 4,44)	272 (193; 351)	3,8 (3,06; 4,54)
	Convencional	<b>3095</b> (2128; 4062)	3,85 (3,35; 4,55)	321 (138; 503)	3,4 (2,84; 3,95)
2021	Sustentável	<b>6669</b> (5954; 7384)	4,1 (3,73; 4,47)	452 (334; 569)	<b>4,8</b> (4,09; 5,51)
	Convencional	<b>2586</b> (1717; 3454)	3,85 (3,39; 4,31)	369 (232; 506)	<b>2,95</b> (2,35; 3,55)

Valores entre parênteses representam o intervalo de confiança (IC) a 95% pelo teste t. Em cada ano agrícola, médias em negrito, nas colunas, diferem entre si pela não interposição dos IC.

Tabela 5. Rendimento das culturas de milho e soja em sistema de plantio direto, conduzidos em sistemas sustentável e convencional, anos agrícola de 2018 a 2021

Table 5. Yield of corn and soybean crops in no-tillage, conducted in sustainable and conventional systems, agricultural years from 2018 to 2021

Ano agrícola	Sistema de cultivo	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	
		Milho	Soja
2018	Sustentável	9598 (8952; 10243)	<b>4181</b> (4046; 4315)
	Convencional	9532 (8957; 10107)	<b>3625</b> (3239; 4011)
2019	Sustentável	11753 (10528; 12979)	4744 (4562; 4926)
	Convencional	10632 (9515; 11749)	4751 (4432; 5085)
2020	Sustentável	<b>8807</b> (7932; 9682)	3291 (3099; 3483)
	Convencional	<b>10574</b> (9988; 11160)	3702 (3376; 4028)
2021	Sustentável	8544 (7624; 9466)	2464 (2105; 2823)
	Convencional	7781 (7213; 8349)	2171 (1992; 2351)

Valores entre parênteses representam o intervalo de confiança (IC) a 95% pelo teste t. Em cada ano agrícola, médias em negrito, nas colunas, diferem entre si pela não interposição dos IC.

ervilha forrageira. Esse resultado diverge do obtido por Comin et al. (2018), que observaram uma maior presença de espécies aos 30 dias após o plantio de cebola, no tratamento sem o uso de coberturas de inverno. Nos demais anos agrícola, a riqueza de espécies foi semelhante nos dois sistemas de cultivo. O resultado do estudo indica que houve interferência dos sistemas de cultivo sobre a riqueza de espécies, em dois dos quatro anos avaliados.

Na avaliação do rendimento de milho (Tabela 5), observa-se que em 2020 foi superior no sistema convencional comparado ao sustentável com 10.574 e 8.807kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em 2018, o rendimento da soja sustentável foi superior ao convencional, com 4.181 e 3.625kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os demais resultados foram semelhantes.

O uso de coberturas verdes no sistema sustentável aumentou a palhada no solo, diminuiu a população de plantas espontâneas como a buva, nabiça e erva-estrela, reduziu as aplicações de herbicidas em 66,6% em 2021, diminuiu os custos e a contaminação dos recursos naturais, sem afetar o rendimento em três dos quatro anos de avaliação.

## Conclusões

- O uso de coberturas verdes e consequente incremento de resíduos vegetais no sistema sustentável reduziu a presença de nabiça, buva e erva-estrela, propiciando um maior aporte de matéria seca.

- A utilização de herbicidas pode ser significativamente reduzida em sistema sustentável de cultivo de grãos com utilização de cobertura verde na entressafra.

- De maneira geral, o sistema sustentável de produção de grãos apresenta potencial de produtividade semelhante ao convencional para milho e soja.

## Referências

ALVARENGA, R.C.; CRUZ, J.C.; NOVOTNY, E.H. **Cultivo do milho – Plantas de cobertura de**

**solo**. Sete Lagoas, Embrapa milho e sorgo, 2002, 7p. (Comunicado técnico, 41).

BORGES, W.L.B.; FREITAS, R.S.; MATEUS, G.P. Plantas de cobertura no controle de plantas daninhas. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, vol. 10, n. 1, p. 1-5, 2013.

CARVALHO, A.M.; COSER, T.R.; REIN, T.A.; DANTAS, R.A.; SILVA, R.R.; SOUZA, K.W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 7, p. 551-561, 2015.

CARVALHO, F.T.; VELINI, E.D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja. i - cultivar iac-11. **Planta Daninha**, Viçosa, v.19, n.3, p. 317-322, 2001.

COMIN, J.J.; VILANOVA, C.; KURTZ, C.; MÜLLER JÚNIOR, V.; SANTOS VENTURA, B.; SEDREZ DOS REIS, M.; BRUNETTO, G.; LOVATO, P.E.; SOUZA, M. Avaliação fitossociológica de plantas invasoras em cultivo de cebola sob sistema plantio direto sem uso de agrotóxicos. **Revista De La Facultad De Agronomía**, La Plata, v.117, n.2, p.197-206, 2018.

CQFS-NRS. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. NÚCLEO REGIONAL SUL. **Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11ª ed. Porto Alegre, SBCS-NRS, 2016. 376p.

DUFLOTH, J.H.; CORTINA, N.; VEIGA, M.; MIOR, L.C. **Estudos básicos regionais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2005. Doc. em CD ROM.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013, 353p.

GAZZIERO, D.L.P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v.33, n.1, p.83-92, 2015.

ISAAC, R.A.; GUIMARÃES, S.C. Banco de sementes e flora emergente de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.3, p.521-530, 2008.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. 7ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2014, 379 p.

MAPA. **Produção integrada no Brasil: agropecuária sustentável alimentos seguros**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 1008p.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Ed. do autor: Chapecó. 336p., 1991.

MÜLLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. A. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974. 547p.

OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar. **Planta daninha**, Viçosa, v.26, n.1, p.33-46, 2008.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

ROWE, E. **Avaliação de plantas de cobertura e da comunidade infestante em duas situações de cultivo**. 1997. 65f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas – Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1997.

THEISEN, G.; VIDAL, R.A.; FLECK, N.G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.753-756, 2000.

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES S.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; CARVALHO, M.A.C.; MASAROTO, J.A.; KOGA, P.S.; CAMPOS, O.R. Germinação de sementes de duas espécies de *conyza* em função da presença ou ausência de luz e interação com a adição de nitrato e ácido giberélico no substrato. **Ambiência**, Guarapuava, v.12 n.2 p.655-666, 2016.

# Visão do mercado de sementes de soja catarinense na perspectiva dos atuantes do setor

Mariana Bertoncini Peixoto da Silva<sup>1</sup>, Haroldo Tavares Elias<sup>2</sup>, Janice Maria Waintuch Reiter<sup>3</sup> e João Rogério Alves<sup>4</sup>

**Resumo** – A produção de soja tem grande importância, tanto em volume quanto em valores monetários no Brasil, e apresenta tendência de crescimento a cada safra. Nesse sentido, o mercado de insumos para o cultivo desse grão apresenta igual relevância. Santa Catarina é uma região de destaque na produção de sementes de soja, um insumo determinante para o sucesso da cultura. Nesse contexto, este trabalho objetiva observar a dinâmica do mercado de sementes de soja pela perspectiva de pessoas atuantes no setor, trazendo a visão atual e as necessidades futuras para o desenvolvimento deste segmento. Para tanto, foram realizadas entrevistas com gestores e técnicos que atuam nas organizações do mercado. Como principais resultados, observou-se que a participação do setor de sementes de soja para o total das organizações é altamente variável. Grande parte das organizações realizou ultimamente e pretende realizar futuros investimentos no setor de sementes. Cerca de 95% dos entrevistados indicaram o fator climático como o principal responsável pelo sucesso das sementes de soja no Estado. Assim, o setor de produção de sementes de soja em Santa Catarina é altamente organizado, está em constante evolução e com perspectivas promissoras de crescimento.

**Termos para indexação:** Glycine max; Mercado de insumos; Mercado sementeiro.

## View of the soybean seed market in Santa Catarina from the perspective of agents operating in the sector

**Abstract** – Soybean production is of great importance in Brazil, both in volume and monetary values and shows a growth trend with each harvest. Thus, the crop input market is equally relevant. Santa Catarina is a prominent region in producing soybean seeds, one of the determining inputs for the crop's success. Therefore, this work aims to observe the dynamics of the soybean seed market from the perspective of people working in the sector, bringing the current vision and future perspectives for the development of this department. To this end, semi-structured interviews were carried out with managers and technicians. As the main results, it was observed that the importance of the soybean seed sector for organizations is highly variable. Most organizations have made and intend to make investments in the seed sector. Around 95% of those interviewed indicated the climate as the main factor responsible for the success of soybean seeds in the state. Thus, the soybean seed production sector in Santa Catarina is highly organized, constantly evolving and with promising growth prospects.

**Index terms:** Glycine max; Input Market; Seed market.

## Introdução

O Brasil está apresentando um avanço significativo da área cultivada de grãos. No período de 2013 a 2023 passou de 53,6 para 78,5 milhões de hectares cultivados com espécies graníferas (IBGE, 2022), com produção prevista para a safra de 2022/23 estimada em 322,8 milhões de toneladas de grãos. Neste contexto, a cultura de maior produção é a soja, que representa 48% de toda a produção de grãos no país. Assim, esta cultura apresenta grande im-

portância na balança comercial do país.

Desde 2019, o Brasil figura no mercado mundial como o maior produtor e exportador de soja, tendo alcançado cerca de 155 milhões de toneladas na safra de 2022/23, com exportações previstas de 96,9 milhões de toneladas, mantendo sua posição até a safra atual (CONAB, 2023). Assim, o mercado de insumos para a produção de soja tem grande importância para o sistema produtivo.

Dentro do sistema produtivo agrícola destaca-se o protagonismo do se-

tor sementeiro. A semente é o insumo básico e vital em qualquer sistema de produção agrícola, sendo fundamental para garantir uma produção de alimentos sustentável (FINCH-SAVAGE & BASSEL, 2015). O investimento na aquisição das sementes comerciais, a cada safra, é indispensável, pois resulta em segurança fitossanitária, produtividade e retorno financeiro. Quando comparada aos demais insumos, a semente representa uma parcela pequena na composição do custo total de produção para o agricultor e é considerada a matéria-prima

Recebido em 25/09/2023. Aceito para publicação em 07/11/2023.

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1754>

<sup>1</sup> Engenheira-agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal, Udesc/CAV, Av. Luís de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, 88520-000 Lages, SC, fone: (49) 3289-9100, e-mail: marianabertoncini48@gmail.com.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Cepa), Rod. Admar Gonzaga, 1486, 88034-001 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5078, e-mail: ht Elias@epagri.sc.gov.br.

Submetido em 24/01/2023. Aceito para publicação em 03/03/2023.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, M. Sc., Epagri/Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Cepa), Rod. Admar Gonzaga, 1486, 88034-001 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5078, e-mail: joaoalves@epagri.sc.gov.br.

<sup>4</sup> Economista, M. Sc., Epagri/Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Cepa), Rod. Admar Gonzaga, 1486, 88034-001 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5078, e-mail: janice@epagri.sc.gov.br.

“chave” para atingir bons resultados na lavoura (PANISSON et al., 2022).

O mercado brasileiro de sementes está estimado em aproximadamente R\$ 10 bilhões e cresceu 122% em dez anos – tornando-se a terceira maior indústria do mundo no setor, atrás de Estados Unidos e China (ABRASEM, 2017). O mercado de sementes de soja movimentou R\$ 24,5 bilhões na última safra, alta de 18% frente ao ciclo 2021-22, de R\$ 20,76 bilhões (FORBES, 2023). Com o avanço de 6% da área cultivada de soja no Brasil para mais de 42 milhões de hectares (CONAB, 2023), o segmento de sementes tende a aumentar sua produção para acompanhar a demanda.

Em Santa Catarina, a produção de sementes de soja se destaca, principalmente com relação à alta qualidade, bem como quando se considera a relação entre a área de produção de sementes e de grãos. Aproximadamente 18% de toda a área de soja cultivada no Estado é destinada à produção de sementes comerciais, certificadas ou não, totalizando 140,6 mil hectares (SIGEF, 2023; EPAGRI, 2023).

Na área de sementes, as abordagens com enfoque de análise de mercado têm sido relativamente escassas, quando comparadas com outros segmentos do agronegócio, como máquinas, implementos, agroquímicos, fertilizantes e grãos (ACOSTA et al., 2002). Nesse contexto, objetivo do presente estudo foi observar a dinâmica do setor de produção de sementes de soja no Estado a partir da visão de gestores e técnicos de empresas atuantes no setor de sementes de soja, visando fornecer informações e conteúdos relevantes aos agentes econômicos, como cooperativas, agroindústrias, setor financeiro e órgãos governamentais para a promoção e o desenvolvimento do setor.

## Material e métodos

Neste trabalho, a estratégia metodológica adotada foi baseada em aplicação estruturada de técnicas prospectivas, com abordagem qualitativa e quantitativa, a partir da análise do desempenho passado e presente do setor sementeiro de Santa Catarina. Para realizar o diagnóstico do sistema foram realizadas en-

trevistas semiestruturadas com gestores e técnicos que atuam nas empresas e cooperativas ativas no mercado. Neste trabalho, a partir do cadastro de produtores de sementes da Associação dos Produtores de Sementes de SC (AproseSC), 20 pessoas foram entrevistadas, sendo uma pessoa por organização. O montante de entrevistados representou mais de 70% da quantidade de empresas e cooperativas que atuam no mercado de sementes de soja no Estado.

As perguntas foram elaboradas para levantar a situação da produção em aspectos técnicos e estruturais. Foi também levantada a intenção de investimentos futuros no setor de sementes no Estado pelas organizações abordadas.

O questionário contou com 10 perguntas objetivas. Ao fim da entrevista, foi levantada a opinião quanto às necessidades e expectativas futuras do mercado de sementes no Estado. Os resultados foram tabulados e apresentados em discussão relativa a cada questionamento.

## Resultados e discussão

A primeira pergunta da entrevista foi referente à atual legislação que regulamenta a produção de sementes no Brasil, quando foi perguntado se ela está adequada à realidade do setor (Figura 1). A maioria (63%) dos gestores e técnicos entrevistados afirmou que

a atual legislação está adequada à realidade do setor, ou seja, contribui para o desenvolvimento do setor. Este dado está relacionado à forte integração do setor, pois as empresas produtoras de sementes estão organizadas e têm seus interesses representados pela Associação de Produtores de Sementes de Santa Catarina (AproseSC). Assim, estas organizações e associações atuam em conjunto para que a legislação esteja de acordo com o setor.

Ao perguntar aos entrevistados sobre a legislação de produção de sementes para uso próprio, cerca de 47% dos entrevistados responderam que ela traz mais proteção e evita sementes piratas (Figura 2). No entanto, mais de 50% reportaram opinião divergente, ou seja, que a legislação não traz proteção ou evita sementes piratas, em função da fiscalização insuficiente em relação a sementes consideradas salvas. Alguns entrevistados se referiam ao Anexo XX-XIII, da Lei de sementes, que exige uma declaração de inscrição de área para produção de sementes para uso próprio (BRASIL, 2003). A informação incorreta do volume de sementes produzidas abre espaço para a produção de sementes “piratas”. Sementes devem atender aos padrões de qualidade e de identidade definidos pela legislação brasileira e são produzidas por produtores que observam o que dispõe o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças. Seus campos de produção devem seguir as normas e os padrões estabelecidos pelo Ministério

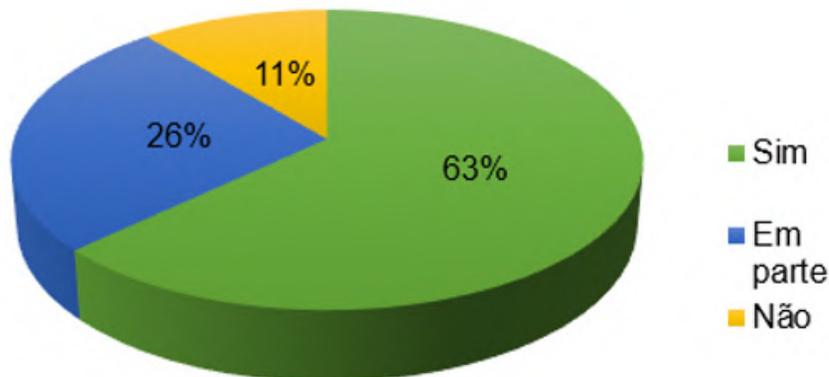


Figura 1. Contentamento com a legislação atual do setor de sementes, segundo gestores e técnicos atuantes no setor em Santa Catarina, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores

Figure 1. Satisfaction with current legislation in the seed sector, according to managers and technicians working in the sector of Santa Catarina, Brazil

Source: The authors

da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para a espécie cultivada. No Sistema Nacional de Sementes e Mudanças, a qualidade e a identidade das sementes são garantidas pela adoção de padrões mínimos de germinação, purezas físicas e varietal, exigidos por normas de produção e de comercialização estabelecidas e controladas pelo Mapa. Contudo, ainda é necessário avançar na legislação e realizar ajustes para evitar a comercialização de sementes piratas.

Foi também perguntado aos entrevistados sobre a definição de preço das sementes de soja na organização (Figura 3). Nestes termos, a definição do preço da produção de sementes leva necessariamente em consideração os custos

de produção que cada organização possui com adequação da sua estrutura. A resposta nesta orientação foi que 42% dos gestores e técnicos consultados apontaram para a definição dos preços pela própria cooperativa ou empresa. A demanda de mercado é um componente significativo das respostas. Com base nestes resultados, pode-se indicar que a definição de preço não segue uma regra geral, sendo feita de diversas formas, tanto de acordo com a organização quanto com o custo de produção e beneficiamento das organizações, que pode ter margens diferentes conforme a escala de produção.

Para compreender a proporção de estrutura voltada para a produção de

sementes de soja nas organizações, foi perguntado aos entrevistados qual era a porcentagem da estrutura da organização para este setor. Segundo a Figura 4, observa-se grande variação com relação a esta porcentagem, pois a pesquisa englobou diferentes tipos de organizações: cooperativas e empresas, sendo algumas delas exclusivamente voltadas para a atividade de produção e comercialização de sementes. Dentre as organizações consultadas, cerca de 50% eram cooperativas, as quais possuem, além do setor dedicado à produção de sementes, setores responsáveis pela produção e processamento de grãos para produção de coprodutos, como farelo para composição de rações e óleo. Neste grupo de cooperativas entrevistadas, o setor de sementes representa até 10% da estrutura dedicada à produção de sementes, como Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), moegas, armazéns e outras estruturas necessárias.

Nas respostas apresentadas na Figura 5 caracteriza-se melhor a participação econômica da produção de sementes nas organizações consultadas nesta pesquisa. Com a participação econômica inferior a 10%, seis cooperativas estão neste grupo. Por outro lado, sete empresas com dedicação preferencial para a produção de sementes se enquadram neste grupo. Cabe salientar que, algumas empresas têm a atividade de produção de sementes como uma forma de fornecer este insumo para seus associados, sendo portanto a comercialização preferencial e a demanda menor. Além disso, as cooperativas comercializam os insumos para produção (fertilizantes e agroquímicos) que movimentam um valor financeiro significativo, reduzindo a participação das sementes no faturamento.

Para entender a taxa de investimentos no setor de sementes, foi perguntado aos entrevistados se houve aplicações/investimentos nos últimos anos nas organizações. As respostas contabilizadas corroboram com a necessidade de constantes investimentos realizados nos últimos três anos, onde 79% dos entrevistados afirmaram ter realizado melhorias na estrutura para a produção de sementes. O setor brasileiro de sementes é essencial para a manutenção dos



Figura 2. Opinião sobre a legislação específica de produção de sementes para uso próprio em Santa Catarina, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores

Figure 2. Opinion on specific legislation on seed production for own use in Santa Catarina, Brazil

Source: The authors



Figura 3. Forma de definição de preço pago ao produtor de sementes de soja pelas empresas em Santa Catarina, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores

Figure 3. Definition method of the soybean seed pricing by companies in Santa Catarina, Brazil

Source: The authors

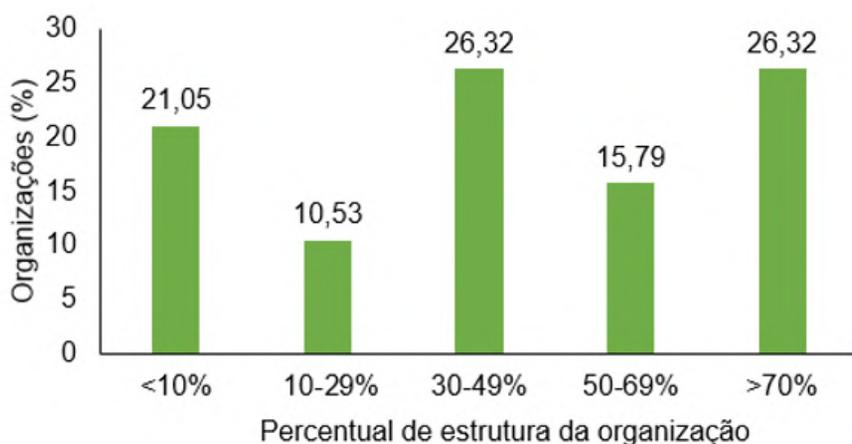


Figura 4. Percentual de participação do setor de sementes na estrutura das organizações em Santa Catarina, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores

Figure 4. Percentage of participation of the seed sector in the structure of organizations in Santa Catarina, Brazil

Source: The authors

tínuo de aperfeiçoamento tecnológico. Assim, fica mais claro que o setor de sementes deve ter investimentos constantes, seja na ampliação ou na melhoria dos equipamentos de seleção de grãos nas Unidades de Beneficiamento de Sementes (UBS), onde cada vez mais aparecem novas tecnologias e métodos que tornam o processo mais rápido, barato e eficiente.

Outro questionamento aos entrevistados foi relativo ao destaque de Santa Catarina na produção de sementes de soja em nível nacional. O clima é um dos fatores preponderantes para este sucesso, apontado por 95% dos entrevistados, que indicaram o fator climático para a produção e armazenamento das sementes como a principal vantagem competitiva na obtenção de sementes com alta qualidade. Além disso, no questionário aplicado, como era possível elencar os dois principais fatores, os gestores sempre mencionavam como segundo fator a qualificação técnica dos profissionais, bem como a adoção de novas tecnologias por parte dos produtores integrados à rede de produção.

Relativo ao pagamento de royalties da produção de sementes de soja para os obtentores das cultivares, as respostas citaram o atual sistema de cobrança de royalties que acontece principalmente na compra da semente para multiplicação (Figura 9). As respostas comprovam que em 79% dos casos, a cobrança dos royalties acontece no momento da aquisição da semente dos obtentores para multiplicação. No caso dos produtores que produzem sementes para uso próprio, o pagamento dos royalties deve ser feito na declaração do campo. Caso isso não ocorra, na recepção dos grãos produzidos a partir destas sementes o produtor deverá pagar uma porcentagem maior de royalties (em torno de 7,5% do volume).

Como parte da última indagação aos entrevistados na pesquisa, foi solicitada a opinião dos gestores e técnicos do setor com relação às expectativas, ações para promoção e desenvolvimento do setor de sementes no Estado, em termos de políticas públicas ou ações em aspectos gerais. Os principais indicativos foram: a) Maior fiscalização de campos e comércio de sementes, implementação de ações de combate

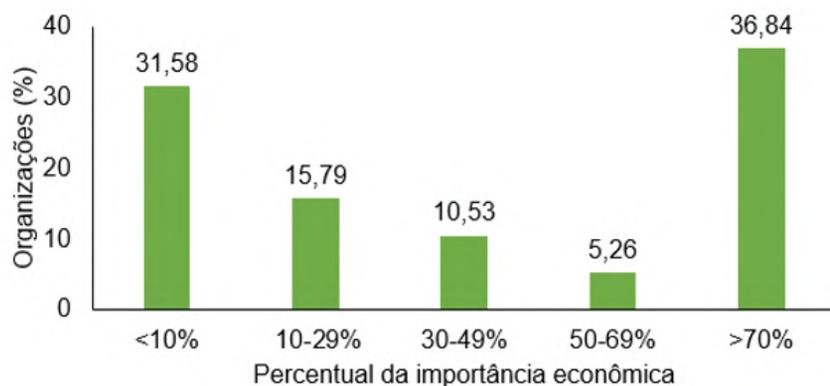


Figura 5. Percentual da participação econômica da comercialização de sementes de soja nas organizações em Santa Catarina, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores

Figure 5. Percentage of economic participation from soybean seeds in organizations in Santa Catarina, Brazil

Source: The authors

padrões de eficiência e competitividade do agronegócio nacional (CASTRO et al., 2004). Neste cenário, investimentos em pesquisa e na estruturação do setor de produção de sementes são fundamentais para manter e melhorar o padrão de sementes, acompanhando a ampliação da área e contribuindo de maneira significativa para a elevação constante da produtividade das lavouras.

Para verificar tendências futuras de desenvolvimento do mercado de sementes, perguntou-se às organizações se há a programação de investimentos nos próximos anos. Foi confirmado por 84% dos gestores e técnicos entrevistados que estão planejados investimentos para os próximos três anos, seja na ampliação ou modernização nos equipamentos. O setor tem um processo con-

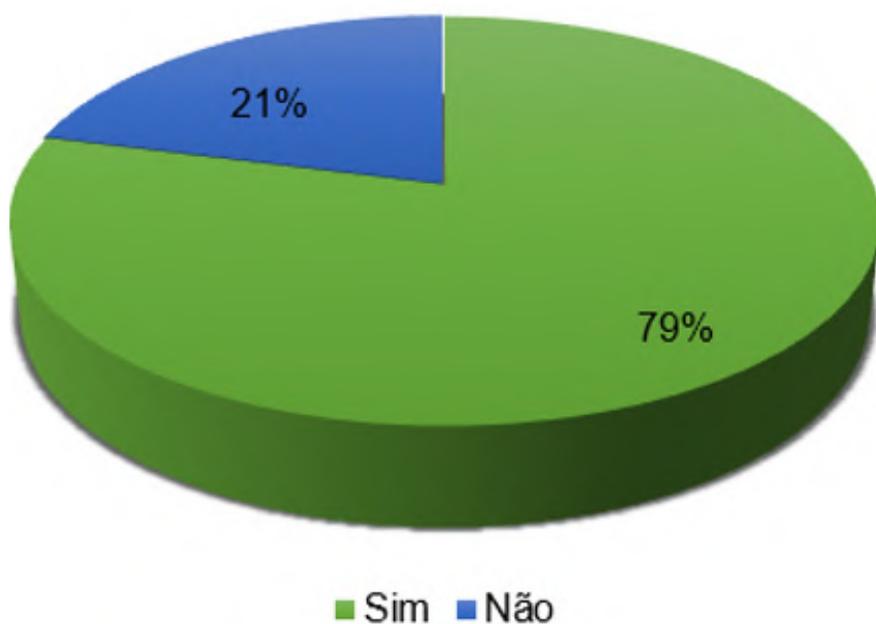


Figura 6. Realização de investimentos nos últimos três anos no setor de sementes de soja pelas organizações em Santa Catarina, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores

Figure 6. Investments made in the last three years in the soybean seed sector by organizations in Santa Catarina, Brazil

Source: The authors

à pirataria; b) Aumento na divulgação de dados sobre o setor de sementes no Estado; c) Necessidade de equalização da questão fiscal relacionada à tributação de sementes entre os estados; d) Atenção especial à questão do período do vazio sanitário da soja; e) Incentivo à pesquisa na área de tecnologia de sementes por parte das universidades e da Epagri.

## Conclusão

- O setor de produção de sementes de soja em Santa Catarina emerge como uma área altamente organizada, em constante evolução e com perspectivas promissoras de crescimento.

- É notável a integração eficaz entre organizações, associações e o governo, indicando um ambiente favorável para o desenvolvimento sustentável deste importante segmento agrícola no Estado.

## Referências

ABRASEM. **Anuário 2019/20**. Brasília: ABRASEM, 2022. Disponível em: [http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2022/01/ANUARIO\\_2019\\_2020.pdf](http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2022/01/ANUARIO_2019_2020.pdf) Acesso em: 02 fev. 2023.

ACOSTA, A.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T. Diagnóstico setorial aplicado às empresas de sementes de trigo e soja do Rio Grande do Sul. **Rev. bras. sementes**, Londrina, v.24, n.1, p.71-80, 2002. Doi: <https://doi.org/10.1590/s0101-31222002000100011>

BRASIL. **Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2003. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/l10.711.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.711.htm). Acesso em: 23 mar. 2023

CASTRO, A.M.G.; LOPES, M.A.; LIMA, S.M.V.; BRESCIANI J.C.; ROSINHA, R. Cenários do setor de sementes e estratégia tecnológica. **Política Agrícola**, Brasília, v.8 n.3, p.58-72, 2004.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileiro – grãos**: décimo segundo levantamento – safra 2022/23; Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2023. Disponível em:

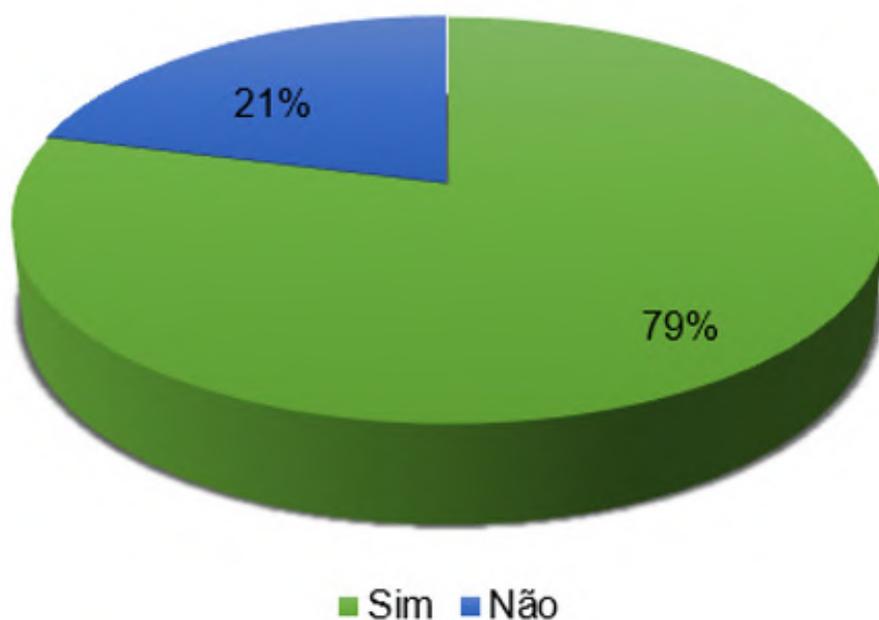
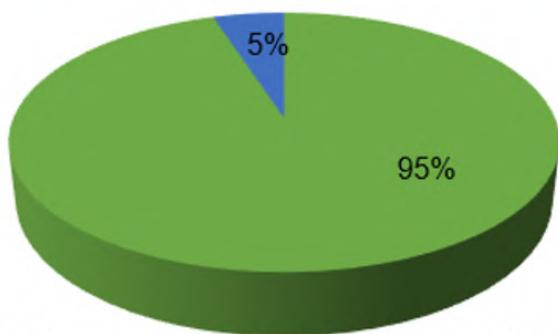


Figura 7. Programação de investimentos futuros no setor de sementes de soja nas organizações em Santa Catarina, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores

Figure 7. Programming future investments in the soybean seed sector in organizations in Santa Catarina, Brazil

Source: The authors



■ Fator climático para produção e armazenamento de sementes

■ Assistência técnica e estrutura de produção de cooperativas e empresas

Figura 8. Fatores mais importantes que conferem a Santa Catarina posição de destaque na produção de sementes de soja, segundo os agentes das organizações em Santa Catarina, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores

Figure 8. Important factors that give Santa Catarina a prominent position in the production of soybean seeds, according to the organizations' agents in Santa Catarina, Brazil

Source: The authors

<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaeros/boletim-da-safra-de-gaeros>. Acesso em: 15 set. 2023

ELIAS, L.P.; ELIAS, H.T. A indústria brasileira de sementes: análise da concorrência e inserção nos mercados. In: CONGRESSO DA SOBER, 53, 2015, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: Sober, 2015.

EPAGRI. **Infoagro**. Florianópolis: Epagri, 2021. Disponível em: <https://www.infoagro.sc.gov.br/>. Acesso em: 18 fev. 2023.

FORBES. **Mercado de semente de soja no Brasil pode ter novo avanço após salto em 22/23**. 2023. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2023/08/mercado-de-semente-de-soja-no-brasil-pode-ter-novo-avanco-apos-salto-em-22-23/>. Acesso em: 10 set. 2023.

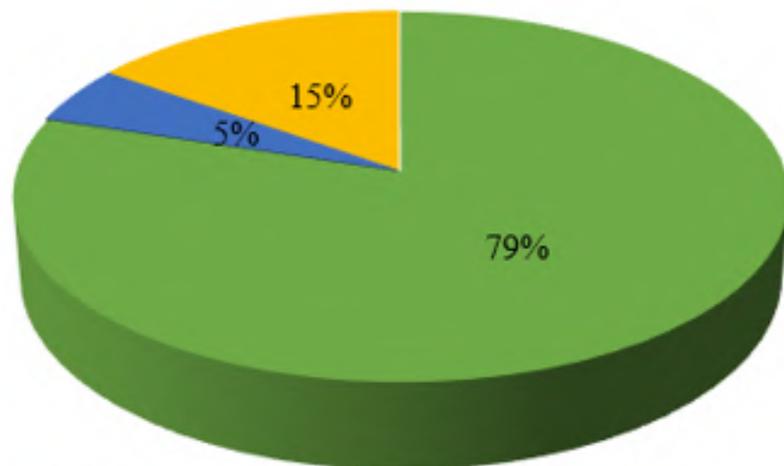
FAO. **Seminário sobre manejo sustentável de sementes**. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). 2023. Consulta em setembro de 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1638114/>. Acesso em: 27 abr. 2023.

FINCH-SAVAGE, W.E.; BASSEL, G.W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **Journal of experimental botany**, v.67, n.3, p.567-591, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erv490>

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agropecuária**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>. Acesso em: 27 jun 2022.

PANISSON, A.C.; FELICIO, T.P.; SPONCHIA-DO, J.C.; XAVIER, K.L.; MANTOVANI, A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes comerciais e salvas de soja (*Glycine max.*) produzidas na região do meio oeste de Santa Catarina. **Scientific Electronic Archives**, v.15, n.6, p.7-12, 2022. Doi: <https://doi.org/10.36560/15620221545>

SIGEF. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://indicadores.agricultura.gov.br/sigefsementes/index.htm> Acesso em: 18 fev. 2023.



■ Pagamento em valor fixo por hectare/saca da tecnologia específica

■ Pagamento na recepção, quando da venda da semente

■ Outro

Figura 9. Modalidade de pagamento de royalties sobre as sementes de soja produzidas em Santa Catarina, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores

Figure 9. Method of paying royalties on soybean seeds produced in Santa Catarina, Brazil

Source: The authors

# Indutores de brotação em pessegueiro – influência sobre a floração, brotação e frutificação efetiva

Augusto Carlos Pola<sup>1</sup>, Emilio Della Bruna<sup>1</sup>, Henrique Belmonte Petry<sup>2</sup> e Alexander Luís Moreto<sup>2</sup>

**Resumo** – Foram testados, durante dois anos sucessivos, indutores de brotação sobre o pessegueiro ‘SCS444 Nicoletto’, em Pedras Grandes, SC, Brasil. Os tratamentos foram: T<sub>1</sub> – testemunha não tratada; T<sub>2</sub> – cianamida hidrogenada; T<sub>3</sub> – fertilizante foliar nitrogenado; T<sub>4</sub> – Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; T<sub>5</sub> – fertilizante foliar nitrogenado + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; T<sub>6</sub> – extrato de alho; T<sub>7</sub> – extrato de alho + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. No primeiro ano foi observado um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) no número de flores abertas e na frutificação pós-raleio dos tratamentos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub> e T<sub>7</sub> com relação à testemunha T<sub>1</sub>. No primeiro ano não foram observadas diferenças significativas na frutificação efetiva dos sete tratamentos. Entretanto, no segundo ano, que apresentou temperaturas hibernais relativamente mais baixas, foi observada uma diminuição significativa da frutificação efetiva dos tratamentos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> e T<sub>5</sub>, que foram os que mais anteciparam a brotação vegetativa. Constatou-se que, no segundo ano, quanto maior o número de gemas vegetativas abertas durante a floração (devido a essa antecipação), menor foi a produção de frutos ( $R = - 0,94$ ;  $p < 0,01$ ), indicando uma competição entre os órgãos reprodutivos e vegetativos. Foram observados, em ambos os anos, efeitos sinérgicos significativos entre o extrato de alho e o Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> sobre a quebra de dormência das gemas.

**Termos para indexação:** *Prunus persica*; Quebra de dormência; Competição nutricional; Sinergismo.

## Budburst inductors in peach tree – influence on flowering, vegetative budbreak and effective fructification

**Abstract** – For two successive years, budburst inductors were tested in ‘SCS444 Nicoletto’ peach tree in Pedras Grandes, SC, Brazil. The treatments were: T1 – untreated control; T2 - hydrogenated cyanamide; T3 – nitrogen foliar fertilizer; T4 – Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; T5 – nitrogen foliar fertilizer + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; T6 – garlic extract; T7 – garlic extract + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. In the first year, a significant increase ( $p < 0.05$ ) in the number of open flowers and post-thinning fructification was observed in treatments T2, T3, T5 and T7 compared to the control. In the first year, no significant differences were observed in the effective fruiting of the seven treatments. However, in the second year, with lower hibernal temperatures, a significant decrease in effective fructification was observed in treatments T2, T3, T4 and T5, which were the ones that most anticipated vegetative budbreak. It was found that, in the second year, the greater the number of vegetative buds opened during flowering (due to this anticipation), the lower was the post-thinning fructification ( $R = - 0.94$ ;  $p < 0.01$ ), indicating a competition between the reproductive and vegetative organs. In both years, significant synergistic effects were observed between the garlic extract and Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> over the bud break.

**Index terms:** *Prunus persica*; Budburst; Nutritional competition; Synergism.

## Introdução

As frutíferas de clima temperado, de maneira geral, necessitam de uma determinada quantidade de frio para superar a dormência de suas gemas. Frio insuficiente pode reduzir a abertura de gemas, provocar um florescimento desuniforme e extenso, ocasionar uma folheação retardada, aumentar a abscisão das gemas floríferas, reduzir a frutificação efetiva e, bem como, a qualidade das flores e dos frutos (MELKE, 2015; PETRI et al., 2021).

Para compensar a falta de frio, aumentando e uniformizando a floração, são utilizados produtos indutores de brotação. Esses indutores, de maneira geral, promovem um aumento na produção de frutos. A cianamida hidrogenada é muito utilizada em todo o mundo, geralmente com bons resultados, mas nos últimos anos tem-se procurado encontrar produtos alternativos menos tóxicos ao homem e ao ambiente. Alguns trabalhos demonstram que fertilizante foliar nitrogenado e extrato de alho são opções que apresentam efeitos

benéficos sobre a quebra de dormência, crescimento e produção de diferentes espécies frutíferas (RADY & EL-YAZAL, 2014; MARQUES et al., 2021; SALAMA et al., 2021).

Na literatura científica, observa-se que os trabalhos que envolvem o teste de produtos para a quebra da dormência apresentam resultados fenológicos ou produtivos diferenciados e até divergentes entre si. Isso provavelmente ocorre devido ao elevado número de variáveis envolvidas nesse tipo de estudo, entre as quais pode-se citar o tipo

Recebido em 24/07/2023. Aceito para publicação em 27/09/2023.

<sup>1</sup> Eng.-agr., M. Sc., Epagri/Estação Experimental de Urussanga, Rodovia SC 108, km 353, 1563, bairro Estação, 88840-000 Urussanga, SC, e-mail: pola@epagri.sc.gov.br; emilio@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Eng.-agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Urussanga, Rodovia SC 108, km 353, 1563, bairro Estação, 88840-000 Urussanga, SC, e-mail: henriquepetry@epagri.sc.gov.br; alexsandermoreto@epagri.sc.gov.br.

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1724>

de produto testado, a sua concentração, a espécie e cultivar avaliada, a idade e vigor da planta, o momento fenológico da aplicação, o frio acumulado pela planta (anterior à aplicação) e as condições climáticas ou do tempo durante e após a aplicação. Apesar do conhecido benefício decorrente da aplicação de indutores de brotação em frutíferas de clima temperado, alguns trabalhos mostram que, sob determinadas condições, pode ocorrer uma diminuição da frutificação efetiva e, conseqüentemente, da produção (HAWERROTH et al., 2010a; MARCHI et al., 2017).

Objetivou-se avaliar, no presente trabalho, alguns produtos para a quebra da dormência do pessegueiro 'SCS444 Nicoletto', de baixa exigência em frio, durante dois anos, no município de Pedras Grandes, SC, Brasil.

## Material e métodos

Os dois experimentos foram instalados nos anos de 2019 e 2020 em um pomar comercial localizado na comunidade de Santo Antônio de Azambuja, Pedras Grandes, SC, a 28°31'5" latitude sul, 49°15'12" longitude oeste, altitude 350m. Essa região apresenta um total anual médio de 200 horas de frio abaixo de 7,2°C. O genótipo avaliado foi o cultivar de pessegueiro SCS444 Nicoletto, de baixa exigência em frio (aproximadamente 150 horas de frio abaixo de 7,2°C), sobre porta-enxerto 'Okinawa', com seis anos de idade e espaçamento de 6,0 x 2,5m.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Cada parcela era composta por 10 plantas em sequência. Os produtos foram aplicados com pincel em ramos com cerca de 30cm de comprimento. Em cada planta foram marcados sete ramos do ano (um para cada tratamento) em uma altura aproximada de 1,50m do solo.

Os tratamentos foram: T<sub>1</sub> – Testemunha sem aplicação; T<sub>2</sub> – Cianamida hidrogenada 0,5 %; T<sub>3</sub> – Fertilizante foliar nitrogenado Erger® 3,0 %; T<sub>4</sub> – Nitrato de cálcio 8,0 % (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>); T<sub>5</sub> – Fertilizante foliar nitrogenado Erger® 2,0 %

+ Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 4,0 %; T<sub>6</sub> – Extrato de alho Bioalho® 4,0 %; T<sub>7</sub> – Extrato de alho Bioalho® 2,0 % + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 4,0 %. As aplicações foram feitas no dia 17 de junho em ambos os anos.

Foram contados semanalmente os números de gemas reprodutivas e vegetativas brotadas (a partir dos estágios de flor aberta e ponta verde, respectivamente) e o número de frutos por ramo. A frutificação efetiva (FE) foi calculada por  $FE = 100(nfru/nflo)$ , onde *nfru* representa o número de frutos por ramo antes do raleio (em 18/09/2019 e 2/9/2020) e *nflo* representa o número máximo de flores abertas por ramo.

Os dados foram analisados pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. Para as análises estatísticas os dados foram transformados para  $arcsen(x/100)^{0.5}$ . Considerou-se como data de plena floração quando observou-se 70% de gemas abertas.

O clima da região é subtropical úmido, com verão quente e sem estação seca definida (Cfa segundo a classificação de Köppen). Os dados meteorológicos (temperaturas horárias) foram obtidos de estação meteorológica automática instalada a 5 km do pomar experimental, nas coordenadas 28°27'51" latitude sul, 49°15'20" longitude oeste e altitude de 360m.

## Resultados e discussão

Dentre os dois anos experimentais, o ano de 2019 foi o que apresentou as temperaturas médias mensais mais elevadas em abril, maio e junho, que são os meses mais relacionados com a dormência na região, com 20,2, 16,2 e 16,5°C, respectivamente. Em 2020 as temperaturas médias mensais foram de 18,1, 16,1 e 14,3°C, respectivamente. Em 2019, neste trimestre, não foram registradas temperaturas abaixo de 7,0°C, ocorrendo um total de 356 horas com temperatura abaixo de 13,0°C. Em 2020 foi registrado um total de 17 horas com temperaturas abaixo de 7,0°C e 516 abaixo de 13,0°C. A plena floração do pomar experimental, baseada nos ramos não tratados, ocorreu próxima de meados de julho em ambos os anos.

Entretanto, o número de gemas floríferas abertas foi maior em 2020, ano com mais frio outonal, do que em 2019, como pode ser observado comparando-se os gráficos constantes na Figura 1. Além disso, no ano de 2019, menos frio, a floração se estendeu por um período maior que em 2020.

No ano de 2019 foi observado um aumento significativo na porcentagem de flores abertas, com relação à testemunha, nos tratamentos com cianamida, fertilizante foliar nitrogenado, fertilizante foliar nitrogenado + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> e extrato de alho + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (Tabela 1 e Figura 1). Também foi observado um aumento significativo na produção de frutos por ramo com os mesmos tratamentos, como pode ser observado na Tabela 1. Efeitos positivos do fertilizante foliar nitrogenado, associado com nitrato de cálcio sobre a quebra de dormência e produção de frutos, também foram observados em estudos com outras espécies de frutíferas de clima temperado como macieira, quiveiro, ameixeira, videira e pessegueiro (PETRI et al., 2021).

Em 2019, os únicos dois tratamentos que não diferiram fenológica ou produtivamente da testemunha foram aqueles em que o extrato de alho e o Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> foram aplicados de forma isolada (T<sub>4</sub> e T<sub>6</sub>), como pode ser observado na Tabela 1. Mas, ao serem estes dois produtos aplicados conjuntamente (T<sub>7</sub>), diferiram significativamente da testemunha, indicando um possível efeito sinérgico entre ambos. Não foram encontrados, na literatura, estudos que destaquem este tipo de efeito entre estes dois produtos. Entretanto, El-Yasal & Morsi (2020), ao testarem extrato de alho e de cebola para a quebra de dormência da macieira, observaram que os melhores resultados foram obtidos com a adição de nitrato de potássio aos extratos.

A aplicação de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ou extrato de alho de forma isolada não resultou em efeito significativo sobre a floração em ambos os anos (Tabela 1). Ferreira (2021) também não observou variações significativas no florescimento de dois cultivares de pessegueiro com a utilização do nitrato de cálcio em Botucatu, SP.

Em 2020, ano mais frio, apenas os

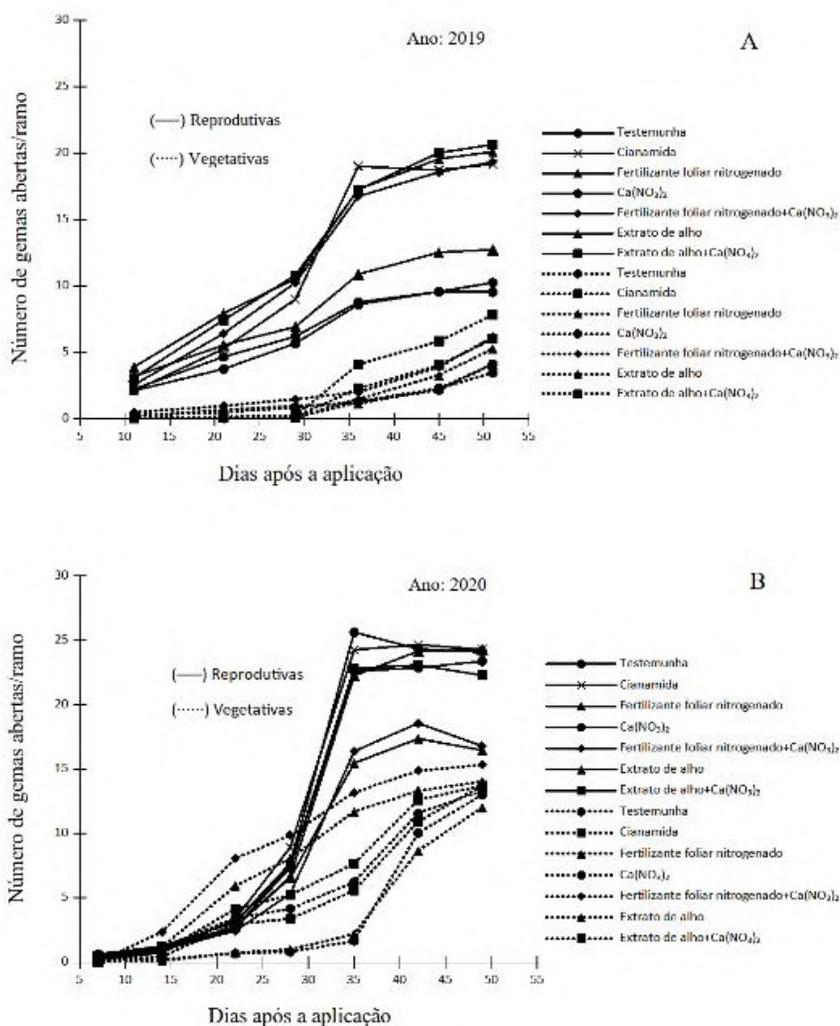


Figura 1. Número de gemas reprodutivas (linhas cheias) e vegetativas (linhas tracejadas) abertas, por ramo, em 2019 (A) e 2020 (B), do cultivar de pessegueiro SCS444 Nicoleto, até 50 dias após a aplicação de indutores de brotação, que foi realizada no dia 17 de junho em ambos os anos. Pedras Grandes, SC, Brasil, 2019 e 2020

Figure 1. Number of open reproductive (solid lines) and vegetative (dashed lines) buds, per branch, in 2019 (A) and 2020 (B), of the peach cultivar SCS444 Nicoleto, up to 50 days after the application of budburst inducers, which was carried out on June 17 in both years. Pedras Grandes, SC, Brazil, 2019 and 2020

tratamentos com fertilizante foliar nitrogenado ( $T_3$  e  $T_5$ ) apresentaram diferenças significativas na floração com relação à testemunha, como pode ser observado na Tabela 1. Nesse ano, os ramos com esses dois tratamentos ( $T_3$  e  $T_5$ ) e o tratamento com cianamida ( $T_2$ ) apresentaram uma diminuição significativa na produção de frutos com relação aos demais (Tabela 1). Como pode ser observado na Figura 1B, estes três tratamentos, que apresentaram a menor produção ( $T_2$ ,  $T_3$  e  $T_5$ ), foram aqueles que mais anteciparam a brotação vegetativa. Na região do estudo, as brota-

ções vegetativas comumente ocorrem após a fase de floração. Estes resultados indicam que, em 2020, a antecipação da brotação vegetativa provocada por esses três tratamentos pode ter contribuído para as suas menores produções, possivelmente devido à competição por água, nutrientes e hormônios entre os órgãos reprodutivos e vegetativos (EREZ et al., 2000; MARCHI et al., 2017; FALCHI et al., 2020).

Na Figura 2 é possível observar que no ano de 2020, de maneira geral, quanto maior o número de folhas por ramo na fase mais intensa da floração, me-

nor foi a produção de frutos. Portanto, neste ano, quanto maior a eficiência do tratamento sobre a brotação vegetativa, menor foi a produção observada.

A frutificação efetiva observada entre os diferentes tratamentos, em setembro de 2019, não apresentou diferença estatisticamente significativa entre si (Tabela 1), indicando uma relação direta entre o número de gemas floríferas abertas e a produção de frutos. Essa relação direta foi comprovada pela elevada e significativa correlação linear observada entre o número máximo de flores abertas por ramo e a produção de frutos por ramo (Tabela 1), com  $R = 0,97$  ( $p < 0,01$ ). Entretanto, no ano de 2020, foram observadas diferenças significativas entre os valores de frutificação efetiva. Assim os quatro menores valores observados foram aqueles que apresentaram as maiores antecipações da brotação vegetativa (Tabela 1 e Figura 2). Estes valores diferenciados de frutificação efetiva são um indicativo de que ocorreu uma maior queda relativa de flores e frutos devido aos tratamentos que, ao anteciparem a brotação vegetativa, provavelmente alteraram as relações fonte/dreno entre os órgãos reprodutivos e vegetativos do ramo. Ao testarem indutores de brotação em macieira, Hawerroth et al. (2010b) também observaram uma eventual diminuição da frutificação efetiva em macieira, relacionando-a com a competição nutricional estabelecida entre drenos, devido à intensificação da brotação vegetativa, e também possivelmente devido à concentração induzida da floração, por propiciar um curto período para a polinização e atividade de insetos polinizadores.

Admitindo-se que em 2020 os efeitos do fertilizante foliar nitrogenado ( $T_3$  e  $T_5$ ) sobre a floração foram indiretos devido à competição entre os dois tipos de gemas (foram os tratamentos que mais anteciparam a brotação vegetativa), supõe-se, então, que nesse ano não ocorreram efeitos diretos de nenhum tratamento sobre a floração (Tabela 1). Em 2019 ocorreram efeitos diretos. Uma hipótese para esta resposta diferenciada aos produtos nos dois anos é que as

Tabela 1. Número de flores abertas por ramo, taxa de frutificação efetiva (FE) e número de frutos por ramo após o raleio do cultivar de pessegueiro SCS444 Nicoletto. Pedras Grandes, SC, Brasil, 2019 e 2020

Table 1. Number of open flowers per branch, effective fruiting rate (EF) and number of fruits per branch after thinning of the peach cultivar SCS444 Nicoletto. Pedras Grandes, SC, Brazil, 2019 and 2020

Tratamentos	2019			2020		
	Flores*	FE	Frutos**	Flores*	FE	Frutos**
	(nº/ramo)	(%)	(nº/ramo)	(nº/ramo)	(%)	(nº/ramo)
T <sub>1</sub> - Sem aplicação	9,6 b	27,8 a	1,48 b	22,8 a	22,0 a	1,68 b
T <sub>2</sub> - Cianamida	18,7 a	26,0 a	2,56 a	24,6 a	15,5 b	1,01 c
T <sub>3</sub> - Fertilizante foliar nitrogenado	19,6 a	28,4 a	2,82 a	17,4 b	13,0 b	0,55 c
T <sub>4</sub> - Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	9,6 b	23,6 a	1,38 b	24,3 a	18,3 b	1,55 b
T <sub>5</sub> - Fertilizante foliar nitrogenado + Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	18,6 a	26,5 a	2,80 a	18,6 b	16,0 b	0,75 c
T <sub>6</sub> - Extrato de alho	12,5 b	28,1 a	1,96 b	24,1 a	25,2 a	2,33 a
T <sub>7</sub> - Extrato de alho + Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	20,0 a	27,7 a	2,98 a	23,1 a	21,0 a	1,41 b

\*Contagem de flores abertas realizada aos 45 e 42 dias após a aplicação dos tratamentos em 2019 e 2020, respectivamente. \*Counting of open flowers performed at 45 and 42 days after application of treatments in 2019 and 2020, respectively.

\*\*Número de frutos por ramo em 25/09/2019 e em 29/09/2020, cerca de cinco dias após o raleio. \*\*Number of fruits per branch on 9/25/2019 and on 9/29/2020, about five days after thinning.

Médias seguidas pela mesma letra dentro de uma coluna indicam que as médias não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de significância. Means followed by the same letter within a column are not significantly different by the Scott-Knott test at the 5% level.

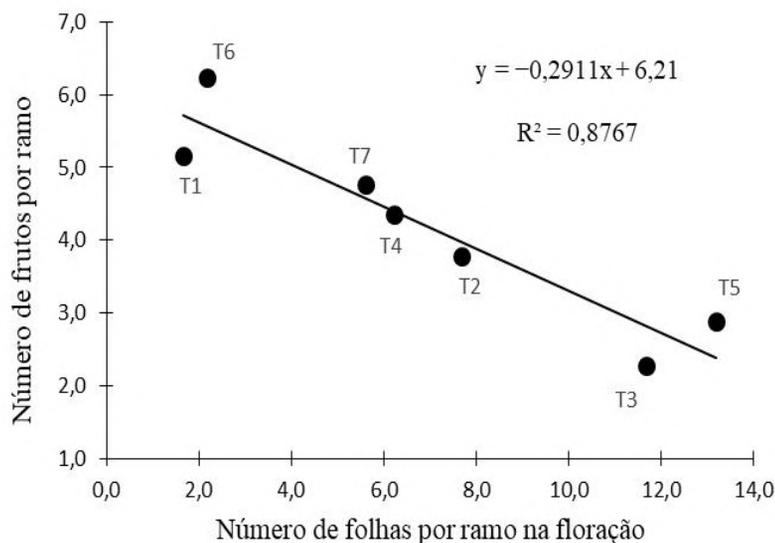


Figura 2. Correlação entre o número de frutos por ramo do cultivar de pessegueiro SCS444 Nicoletto em 2/9/2020, antes do raleio, e o número de folhas por ramo em 22/7/2020, na plena floração. Pedras Grandes, SC, Brasil, 2020. T1 = ramos sem aplicação, T2 = cianamida hidrogenada, T3 = Fertilizante foliar nitrogenado, T4 = Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, T5 = Fertilizante foliar nitrogenado + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, T6 = Extrato de alho e T7 = Extrato de alho + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Regressão linear significativa ao nível de 1% de significância pelo teste t

Figure 2. Correlation between the number of fruits per branch of the peach cultivar SCS444 Nicoletto on 9/2/2020, before thinning, and the number of leaves per branch on 7/22/2020, in full bloom. Pedras Grandes, SC, Brazil, 2020. T1 = branches without application, T2 = hydrogenated cyanamide, T3 = nitrogen foliar fertilizer, T4 = Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, T5 = nitrogen foliar fertilizer + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, T6 = Garlic extract and T7 = Garlic extract + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Significant linear regression at 1% significance level by t-test

gemas reprodutivas teriam acumulado uma quantidade de frio suficiente para a floração em 2020, que foi um ano mais frio, mas ainda insuficiente para a brotação das vegetativas. Em 2019, as gemas vegetativas não teriam sido tão influenciadas pelos produtos, pois ainda estavam em uma condição de endormência relativamente mais profunda por ocasião da aplicação dos tratamentos. De maneira geral, as gemas vegetativas do pessegueiro apresentam maior profundidade de dormência que as reprodutivas (SOUZA et al., 2017) e mais alto requerimento de frio (CHAVARRIA et al., 2009; PIO et al., 2019) e de calor (CITADIN et al., 2001; GUO et al., 2014) para a quebra da dormência.

Os resultados observados em 2020 reforçam a importância do conhecimento do estágio fisiológico das gemas do pessegueiro no momento da aplicação de indutores de brotação. Como demonstrado através da Figura 2, a antecipação artificial da brotação vegetativa do pessegueiro pode, indiretamente, diminuir a frutificação e, conseqüentemente, a produção de frutos.

Em 2020, o tratamento com extrato de alho +  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ( $T_7$ ) promoveu uma maior brotação vegetativa durante a floração do que o tratamento em que o extrato de alho foi aplicado de forma isolada (Figura 1B). Este adiantamento da brotação vegetativa, por sua vez, foi relacionado diretamente com um menor e significativo número de frutos por ramo (Figura 2). No ano anterior também foi observado que estes dois produtos, ao serem aplicados conjuntamente, aumentaram significativamente o número de flores abertas e a respectiva frutificação (Tabela 1). Portanto, essa intensificação dos efeitos do extrato de alho, quando aplicado associadamente com o nitrato de cálcio, foi observada em ambos os anos, e isso reforça a ocorrência de um efeito sinérgico entre esses dois produtos ( $T_7$ ).

## Conclusões

- A influência relativa dos produtos sobre a floração, a brotação vegetativa ou a frutificação efetiva mostrou-se dependente da intensidade do frio hibernar do ano.

- Os tratamentos com Cianamida, fertilizante foliar nitrogenado, fertilizante foliar nitrogenado +  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  e extrato de alho +  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  apresentaram potencial para aumento da floração e da frutificação efetiva.

- A brotação vegetativa pode ser antecipada por determinados tratamentos e diminuir a frutificação efetiva, possivelmente devido à competição nutricional decorrente.

- O nitrato de cálcio intensificou a eficiência do extrato de alho sobre a quebra de dormência das gemas do pessegueiro.

## Referências

CHAVARRIA, G.; HERTER, F.G.; RASEIRA, M.C.B.; RODRIGUES, A.C.; REISSER, C.; SILVA, J.B. Mild temperatures on bud breaking dormancy in peaches. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.7, p.2016-2021, 2009. Doi: <http://doi.org/10.1590/S0103-84782009000700010>.

CITADIN, I.; RASEIRA, M.C.B.; HERTER,

F.G.; SILVA, J.B. Heat requirement for blooming and leafing in peach. *HortScience*, v.3, n.2, p.305-307, 2001. Doi: <http://doi.org/10.21273/HORTSCI.36.2.305>

EL-YAZAL, M.A.S.; MORSI, M.E. Impact of spraying potassium nitrate, garlic or onion extract on flowering behaviour, yield, fruit quality and some chemical constituents of "Anna" apple (*Malus sylvestris*, Mill) variety. *Journal of Horticulture*, v.7, n.4, p.1-2, 2020.

EREZ, A.; YABLOWITZ, Z.; KORCINSKI, R. Temperature and chemical effects on competing sinks in peach bud break. *Acta Horticulturae*, v.1, n.514: p.51-58, 2000. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.514.5>

FALCHI, R.; BONGHI, C.; DRINCOVICH, M.F.; FAMIANI, F.; LARA, M.V.; WALKER, R.P.; VIZZOTTO, G. Sugar metabolism in stone fruit: source-sink relationships and environmental and agronomical effects. *Frontiers in Plant Science*, v.11, p.1-14, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.573982>

FERREIRA, R.B. **Fisiologia da brotação e do florescimento e produção de pessegueiros cultivados em região subtropical**. 2021. 88f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2021.

GUO, L.; LUEDELING, E.; DAI, J.; XU, J. Differences in heat requirements of flower and leaf buds make hysteranthous trees bloom before leaf unfolding. *Plant Diversity and Resources*, v.36, n.2, p.245-253, 2014.

HAWERROTH, F.J.; PETRI, J.L.; LEITE, J.B. Cianamida hidrogenada, óleos mineral e vegetal na brotação de gemas e produção de macieiras 'Royal Gala'. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, n.4, p.1145-1154, 2010a. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n4Sup1p1145>

HAWERROTH, F.J.; PETRI, J.L.; LEITE, J.B.; HERTER F.G. Brotação de gemas em macieiras 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema' pelo uso de Erger® e nitrato de cálcio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, n.2, p.343-350, 2010b. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000074>

MARQUES, L.O.D.; THIEL, C.H.; LEIVAS, G.L.; DEUNER, S.; PASA, M.S.; HERTER, F.G.; MELLO-FARIAS, P. Antioxidant enzymes ac-

tivity in 'Castel Gala' apple trees after the budbreak inducers application. *Australian Journal of Crop Science*, v.15, n.7, p.1051-1057, 2021. Doi: <http://doi.org/10.21475/ajcs.21.15.07.p3172>

MARCHI, T.; OLIARI, I.C.R.; MAIA, A.J.; SATO, A.J.; BOTELHO, R.V. Indução da brotação de gemas de macieiras com aplicação de óleos vegetais e mineral. *Revista Ciência Agronômica*, v.48, n.3, p.1-11, 2017. Doi: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170059>

MELKE, A.; The physiology of chilling temperature requirements for dormancy release and bud-break in temperate fruit trees grown at mild winter tropical climate. *Journal of Plant Studies*, v.4, n.2, p.110-156, 2015. Doi: <http://doi.org/10.5539/jps.v4n2p110>

PETRI, J.L.; SEZERINO, A.A.; HAWERROTH, F.J.; PALLADINI, L.A.; LEITE G.B.; DE MARTIN, M.S. **Dormência e indução à brotação de árvores frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2021. 153p. (Epagri, Boletim Técnico, 192).

PIO, R.; SOUZA, F.B.M.; KALCSITS, L.; BISI, R.B.; FARIAS, D.H. Advances in the production of temperate fruits in the tropics. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.41, n.1, p.1-10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v41i1.39549>

RADY, M.M.; EL-YAZAL, M.A.S. Garlic extract as a novel strategy to hasten dormancy release in buds of 'Anna' apple trees. *South African Journal of Botany*, v.92, n.1, p.105-111, 2014. Doi: <http://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.02.012>

SALAMA, A.M.; EZZAT, A.; EL-RAMADY, H.; ALAM-ELDEIN, S.M.; OKBA, S.K.; ELMENOFY, H.M.; HASSAN, I.F.; ILLÉS, A.; HOLB, I.J. Temperate Fruit Trees under Climate Change: Challenges for Dormancy and Chilling Requirements in Warm Winter Regions. *Horticulturae*, v.7, n.4, p.86, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/horticulturae7040086>

SOUZA, F.B.M.; PIO, R.; BARBOSA, J.P.R.A.D.; REIGHARD, G.L.; TADEU, M.H.; CURI, P.N. Adaptability and stability of reproductive and vegetative phases of peach trees in subtropical climate. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.39, n.4, p.427-435, 2017. Doi: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v39i4.32914>

# Avaliação de algoritmos computacionais de reconhecimento digital de alvéolos em favos de abelhas africanizadas

Hamilton Justino Vieira<sup>1</sup>, Carlos Eduardo Salles de Araújo<sup>2</sup>, André Amarildo Sezerino<sup>3</sup>, Tânia Patrícia Schafaschek<sup>4</sup> e Rafael Canan<sup>5</sup>

**Resumo** – As metodologias analógicas são bastante utilizadas para avaliar o estado geral, monitorar e estimar o desenvolvimento de colônias de abelhas *Apis mellifera*. Apesar de sua importância, tais métodos usados durante a etapa de campo são difíceis, demorados e invasivos. Para verificar possibilidade de suprimir estas dificuldades, utilizou-se o software livre DeepBee<sup>®</sup>, de reconhecimento e classificação automática de alvéolos em imagens digitais. As imagens digitais foram obtidas com celular Androide utilizando-se uma câmara com iluminação artificial e sistema Bluetooth. As imagens foram obtidas em duas colmeias do tipo Langstroth, totalizando 28 imagens digitais. As colmeias estavam nos municípios de Videira e Caçador, em SC. O software DeepBee<sup>®</sup> detectou automaticamente sete classes de alvéolos: ovos, larvas, crias operculadas, pólen, néctar, mel e outros. Os algoritmos de processamento digital, topologia matemática e de reconhecimento de padrões por meio de redes neurais do DeepBee<sup>®</sup> permitiram a identificação do estado geral das colônias. Algumas falhas verificadas no reconhecimento de padrões sugerem necessidade de um novo treinamento da rede neural do software DeepBee<sup>®</sup> de forma a torná-lo uma ferramenta operacional para o acompanhamento do desenvolvimento das colônias de *Apis mellifera* africanizadas.

**Termos para indexação:** *Apis mellifera*; Redes Neurais; Imagens digitais; DeepBee<sup>®</sup>.

## Evaluation of computational algorithms for digital recognition of alveoli in Africanized bee combs

**Abstract** – Analogical methodologies are widely used to assess the general condition, monitor and estimate the development of *Apis mellifera* bee colonies. Despite their importance, these methods used during the field stage are complex, time-consuming and invasive. The free software DeepBee<sup>®</sup> was used to automatically recognize and classify alveoli in digital images to verify the possibility of eliminating these difficulties. The digital images were obtained from an Android cell phone using a camera with artificial lighting and Bluetooth. The images were taken in two Langstroth hives, totaling 28 digital images. The hives were in the municipalities of Videira and Caçador, SC. The DeepBee<sup>®</sup> software automatically detected seven classes of alveoli: eggs, larvae, operculated offspring, pollen, nectar, honey and others. Digital processing, mathematical topology and pattern recognition algorithms using DeepBee<sup>®</sup> neural networks allowed the identification of the general state of the colonies. Some flaws in pattern recognition suggest the need for new training of the DeepBee<sup>®</sup> software neural network to make it an operational tool for monitoring the development of *Apis mellifera* Africanized colonies.

**Index terms:** *Apis mellifera*; Neural networks; Digital images; DeepBee<sup>®</sup>.

## Introdução

A exploração apícola tem elos de intersecção entre a saúde ambiental, animal e humana. A mortalidade e o desaparecimento das abelhas pelas ações humanas, as mudanças climáticas, a apicultura predatória, as técnicas ultrapassadas de manejo e a ausência de informações técnicas reduzem subs-

tancialmente o progresso da exploração apícola. Neste contexto, o conceito de Saúde Única (*One Health*) pode ser aplicado. É através desse conceito que várias organizações vêm propondo um conjunto de pesquisas e políticas públicas para promover o equilíbrio do tripé ambiente-animal-humano.

Os métodos tradicionais de avaliação do estado e desenvolvimento de

colônias de *Apis mellifera* utilizam anotações e determinações visuais para avaliar o desenvolvimento das colônias. Vários trabalhos relatam estas metodologias (AL-TIKRITY et al., 1971; SILVA & FREITAS 2004; SILVA et al., 2011; DELAPLANE, 2013; SCHAFASCHEK, 2016; TAPIA-GONZÁLEZ, 2021; CAPELA et al., 2022). A metodologia proposta por Al-Tikrity et al. (1971), por exemplo, utiliza

Recebido em 08/08/2023. Aceito para publicação em 01/11/2023.

<sup>1</sup>Eng.-Agr. Pós Doc., Epagri/Ciram, Rod. Admar Gonzaga, 1.347, C.P. 502, CEP 88034-901 - Florianópolis - SC- Brasil. Fone: +55 (048) 3665-5006, E-mail: vieira@epagri.sc.gov.br

<sup>2</sup>Oceanógrafo, Dr. Epagri/Ciram, E-mail: kadu\_araujo@epagri.sc.gov.br

<sup>3</sup>Eng.-Agr. Dr. Epagri/Estação Experimental de Caçador (EECD), Epagri - Estação Experimental de Caçador, Rua Abílio Franco, 1500 – Cx. Postal 591, CEP: 89501-032, Caçador - SC - Brasil

Fone: +55 (49)3533-5629 E-mail: andresezerino@epagri.sc.gov.br

<sup>4</sup>Eng. Agr. Dra. Epagri/Estação Experimental de Videira, Rua João Zardo, 1660, Bairro Campo Experimental CEP: 89560-000 Videira, SC- Brasil, Email: tancias@epagri.sc.gov.br,

<sup>5</sup>Analista de Sistemas BSc., Epagri. Rod. Admar Gonzaga, 1.347, C.P. 502, CEP 88034-901 - Florianópolis - SC- Brasil. Fone: +55 (048) 3665-5000, E-mail: rafaelcanan@epagri.sc.gov.br

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1735>

a sobreposição de folhas transparentes sobre os favos de cria, determinando, com caneta adequada, as áreas de cria abertas e operculadas de operárias e zangões e as áreas de pólen e mel. Estas áreas circunscritas no apiário, nestas folhas, são medidas no escritório com auxílio de uma cartolina demarcada com a área de um quadro de ninho dividido em pequenos quadrados com áreas de 4cm<sup>2</sup>.

A fim de minimizar a invasividade nas colmeias, Vieira et al. (2022) propuseram o uso de uma câmara de baixo custo para aquisição de imagens digitais dos favos, equipada com iluminação de leds, baterias recarregáveis e sistema Bluetooth. Assim, foi possível minimizar o tempo de trabalho a campo e o desgaste físico do avaliador, aumentando assim a precisão das coletas de informações.

A partir das imagens tomadas em ambas as faces de cada favo, pode-se observar as seguintes opções: as células do favo podem estar (i) momentaneamente vazias, (ii) ocupadas pela abelha em seus diferentes estágios imaturos (ovo, larva, pupa) ou (iii) preenchidas com recursos alimentares (pólen, néctar ou mel) necessários para o desenvolvimento e a manutenção da colônia (Figura 1). Para refletir o nível de diversidade de conteúdo dos alvéolos, pelo menos sete classes diferentes devem ser predefinidas durante o desenvolvimento dos modelos de classificação. Além da diversidade de classes, pode haver uma variedade de cores e texturas dentro de cada classe, tornando a classificação dos alvéolos uma tarefa desafiadora (ALVES et al., 2020).

O aprendizado de máquina tem sido aplicado com sucesso em uma variedade de tarefas, como reconhecimento, classificação, predição e controle de padrões. É uma área em crescimento e tem sido fundamental para o desenvolvimento de tecnologias como assistentes virtuais. As redes neurais com algoritmos de processamento de imagens digitais, com uso de topologia matemática, também podem ser utilizadas em pesquisas para a caracterização das imagens de favos das colmeias. Segundo Colin et al. (2018), o tempo necessário para identificar as classes de alvéolos em cada quadro para cada ob-

servador foi 69% maior, em termos de tempo necessário, comparado com o uso de imagens digitais e algoritmos de processamento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade de utilizar tecnologias de baixo custo financeiro, como a câmara de imagens digitais de favos, imagens digitais adquiridas com aparelhos celulares e software gratuito, oferecendo uma alternativa aos métodos tradicionais de coleta das informações.

## Material e métodos

As imagens avaliadas neste estudo foram obtidas por meio de uma câmara com iluminação artificial e sistema Bluetooth para aquisição de imagens digitais de favos com aparelhos celulares (Android ou IOS), conforme metodologia proposta por Vieira et al. (2022).

Foram capturadas 28 imagens digitais de 14 favos do ninho de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, instaladas em colmeias padrão Langstroth. A resolução das imagens variou de 1,17 a 4,5 megapixels. A dimensão interna dos caixilhos era de aproximadamente 43cm de largura e 20,5cm de altura, totalizando uma área de 880cm<sup>2</sup> por caixilho. Consideraram-se 3,9 alvéolos por cm<sup>2</sup> ou 3.432 alvéolos para cada face do favo, conforme Delaplane et al. (2013).

As colmeias utilizadas estavam localizadas em Videira (altitude: 749m; latitude: -27,0242°; longitude: -51,1489°) e Caçador (altitude 934m; latitude -26,8181°; longitude: -50,9919°) com clima Cfb na classificação de Koeppen, conforme Dubreuil et al. (2018).

Para as análises das imagens digitais foi utilizado o software livre, denominado DeepBee®, conforme Alves et al. (2020). Este software é capaz de detectar automaticamente os alvéolos e classificar seu conteúdo em sete classes: alvéolos ocupados por ovos, larvas, crias operculadas, pólen, néctar, mel e outros. Para a identificação dos alvéolos o DeepBee® utiliza a “transformada de Hough circular” e para a classificação, uma rede neural convolucional (CNN) baseada no modelo MobileNet.

As classes utilizadas para o agrupamento na identificação dos alvéolos foram as sugeridas por Delaplane et

al. (2013), sendo elas: **alvéolos fechados** – azul escuro, **ovos** – amarelo, **mel** – vermelho escuro, **larvas** – cor de rosa, **néctar** – verde, **outros** (alvéolos abertos) – azul-claro e **pólen** – vermelho claro. Para o cálculo da percentagem dos alvéolos identificados pelo DeepBee®, considerou-se o numerador de 3.432 alvéolos por face do favo.

## Resultados e discussão

Pela análise visual dos resultados, a correspondência entre a nomenclatura utilizada na identificação dos alvéolos, entre as classes do DeepBee® e as identificadas diretamente nos favos, verificou-se divergência em apenas duas classes. A contagem feita pelo DeepBee® como “alvéolos fechados” foi identificada visualmente como “pupas” operculadas”. A classe “outros” foi identificada como “alvéolos abertos” ou vazios, conforme a Tabela 1, a seguir.

O DeepBee® identificou, na maior parte dos casos, alvéolos na área das imagens dos favos, ignorando as áreas externas. Foi assertivo quando se trata da análise das áreas dos favos. Apenas na imagem 20 (Tabela 2) o número teórico de alvéolos, de 3432 alvéolos, foi ultrapassado em 2%. Contudo pode ser considerado como erro aceitável.

A determinação do número de alvéolos tem a finalidade de avaliar colmeias pelas áreas de cria, pupas e reserva de alimento (mel e pólen). Conforme Emsen (2006), Paolillo et al. (2022), Colin et al. (2018), Alves et al. (2020), a relação de áreas de cada categoria de alvéolos indica o estado de desenvolvimento populacional da colônia. Delaplane et al. (2013) estimam que, para abelhas europeias, a densidade de alvéolos seria de 4 alvéolos por cm<sup>2</sup>, considerando que as abelhas africanas ou africanizadas seriam 3% menores do que as europeias. No presente estudo estipulamos que o total de alvéolos por favo de caixilho Langstroth seria de 3.432 alvéolos, mas não pode ser considerado exato, pois as colônias imprimem uma dinâmica nos favos em função de vários fatores. A época do ano, o número de crias por alvéolos, as condições climáticas, a idade dos favos e as diferenças das dimensões dos alvéolos de cria de operárias e as de

zangões interferem no número total de alvéolos por favo.

Na Figura 1a é apresentado o favo nº19 da Tabela 2. Trata-se de um favo de reserva de mel, com predominância de alvéolos operculados com mel, alguns alvéolos com néctar e alvéolos abertos. Na Figura 1b, os círculos em amarelo representam as reservas de pólen. A parte inferior é formada por alvéolos de zangão, no interior dos quais existem ovos e larvas no estágio inicial de desenvolvimento. Nesta imagem o DeepBee® foi assertivo quando se trata dos alvéolos com mel e os alvéolos com pupas e menos assertivo com relação ao número de alvéolos com ovos. O fato de identificar os alvéolos com mel é relevante, pois Colin et al. (2018), utilizando métodos de contagem individuais de alvéolos e de estimativa de área por retângulos, verificaram uma demora excessiva e menor assertividade pelos dois métodos. O total de alvéolos identificados neste favo de número 19 foi de 3.487, de um total teórico de alvéolos de 3.567.

Na Figura 2 é apresentado o favo nº 23 da Tabela 2. Trata-se de um quadro predominante de cria, com predominância de opérculos de cria fechados, alvéolos vazios e alguns alvéolos com néctar. Também se pode visualizar nitidamente a área de cria na parte central do favo com os opérculos fechados, larvas em estágios de desenvolvimento avançados de cores brancas distribuídas aleatoriamente nesta mesma área. Segundo Emsen (2006), o critério mais importante em estudos científicos em colônias de abelhas é o desenvolvimento populacional da colônia. Para esta avaliação são utilizadas áreas de alvéolos de crias fechadas e abertas. Avaliar a força de uma colônia inteira fornece um instantâneo muito bom no tempo do tamanho da colônia, produção de cria e status alimentar.

Ao redor da Figura 2, identificam-se os alvéolos abertos e, na parte superior, à direita do caixilho, uma área com opérculos abertos (néctar-cor azul claro) e com néctar (cor verde). Ao redor da região central dos alvéolos fechados com pupas é difícil distinguir visualmente o brilho do néctar dos ovos e larvas nos estágios iniciais de desenvolvimento dentro do alvéolo. Para Paolillo et

Tabela 1. Correspondência entre a nomenclatura utilizada na identificação dos alvéolos pelo DeepBee© e as observações identificadas nas imagens utilizadas

Table 1. Correspondence between the nomenclature used in the identification of cells by DeepBee© and the observations identified in the images used

Classes DeepBee@	Classes Observadas	Cores
Alvéolos fechados	Crias operculadas	Azul-escuro
Ovos	Ovos	Amarelo
Mel	Mel	Vermelho-escuro
Larvas	Larvas	Cor-de-rosa
Néctar	Néctar	Verde
Outros	Alvéolos abertos	Azul-claro
Pólen	Pólen	Vermelho-claro

Tabela 2. Número de crias operculadas, ovos, mel, larvas, néctar, outros e pólen, total de alvéolos identificados e porcentagem de ocupação resultantes da análise de 28 imagens com o software DeepBee© em colônias de *Apis mellifera* africanizadas nos municípios de Videira e Caçador, SC

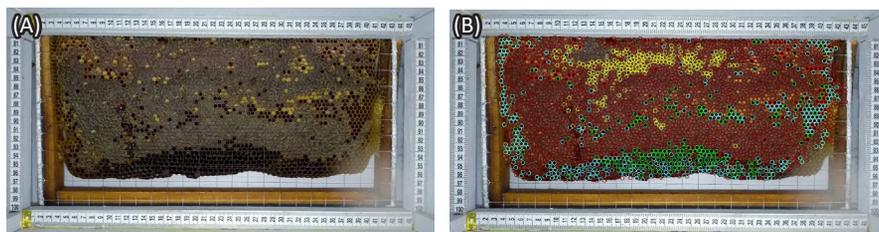
Table 2. Number of capped broods, eggs, honey, larvae, nectar, others and pollen, total identified cells and percentage of occupancy, resulting from the analysis of 28 images with the DeepBee© software in Africanized *Apis mellifera* colonies in the municipalities of Videira and Caçador, SC

Favos	Crias Op.	Ovos	Mel	Larvas	Néctar	Outros	Pólen	Total	Perc. (%)
1	20	39	179	9	1	1050	1503	2801	82
2	4	62	265	2	0	1862	623	2818	82
3	361	62	256	27	1	858	1540	3105	90
4	470	85	265	29	2	611	1575	3037	88
5	224	49	331	7	1	1154	1331	3097	90
6	96	18	286	5	1	1440	1151	2997	87
7	120	270	455	9	2	347	1790	2993	87
8	49	102	511	1	0	514	1797	2974	87
9	247	21	585	198	2	1065	1027	3145	92
10	166	28	467	60	4	1146	1273	3144	92
11	97	188	240	5	2	373	2077	2982	87
12	56	60	487	3	1	334	2066	3007	88
13	15	19	277	1	21	1403	1362	3098	90
14	18	13	296	4	13	1134	1659	3137	91
15	0	11	228	0	6	1616	1289	3150	92
16	5	25	230	1	16	1536	1299	3112	91
17	0	12	237	1	9	2275	444	2978	87
18	0	31	260	0	29	1545	1204	3069	89
19	0	195	2231	0	187	393	75	3081	90
20	0	85	1707	0	366	1208	121	3487	102
21	3	87	461	5	175	1994	574	3299	96
22	0	8	458	1	235	920	56	1678	49
23	703	193	697	218	203	1145	198	3357	98
24	5	14	153	23	11	560	92	858	25
25	1	17	723	2	108	1451	200	2502	73
26	2	12	494	4	169	2514	116	3311	96
27	29	37	307	8	353	1799	269	2802	82
28	22	26	462	4	85	1635	22	2256	66
<b>Média</b>	<b>97</b>	<b>63</b>	<b>484</b>	<b>22</b>	<b>72</b>	<b>1210</b>	<b>955</b>	<b>2903</b>	<b>85</b>

al. (2022), este tipo de processamento de imagem utilizada trabalha com uma ampla diversidade de iluminações, exposições de imagem, cores e particularidades de células, podendo-se esperar diferenças entre os números estimados e aqueles determinados. Neste caso deve-se fazer uma análise mais detalhada para se determinar a acurácia da rede neural. As imagens utilizadas tinham resolução de 1,17 a 4,5 megapixels. Conforme Delaplane et al. (2013), o recomendado seria de 10 megapixels. Já WSC (2018) utilizou imagens com resolução de 36MB, argumentando que resoluções menores não identificariam as pequenas larvas e ovos. Para Colin et al. (2018), aumentar a qualidade da foto pode aumentar os custos da câmera e, se aumentarmos o tempo necessário para tirar essas fotos, podemos limitar o número de colônias que podem ser estudadas ao mesmo tempo. No caso dos alvéolos com mel e com néctar, a análise apresenta-se com coerência, pois normalmente existe uma ordenação padrão: no alto, é guardado o mel, em seguida o pólen, depois as larvas e ovos e, por fim, os zangões. O DeepBee® identifica os alvéolos abertos vazios como “outros” e os alvéolos com crias fechadas como “alvéolos fechados”.

A porcentagem de ocupação da colônia foi calculada considerando a área total ocupada por cria e alimento em função da área total disponível na colmeia para ocupação pela colônia (Tabela 3). Também foi calculado o equivalente dessa área em número de alvéolos de cada classe analisada, a partir do conhecimento prévio da área em cm<sup>2</sup> de cada favo da colmeia (SCHAFASCHEK et al., 2016).

Conforme dados apresentados na Tabela 3a, verifica-se que as três classes (mel, pólen e alvéolos abertos) totalizaram 92,5%. Cabe concluir, conforme Winston (2003), que as colônias de abelhas determinam um padrão de comportamento nas colmeias com os favos de “ninho”. Nos favos laterais da colmeia está depositado o mel. No quadro central está localizado o centro das áreas de crias que se expande para os demais favos tendendo a formar uma esfera com ovos, larvas e pupas. Colin et al. (2018) utilizaram com sucesso algoritmos em imagens digitais para medir a área de superfície de crias operculadas



Figuras 1. (a) Imagem original do favo nº 19 da Tabela 2 e imagem com os alvéolos identificados pelo DeepBee© (b)

*Figures 1. (a) Original image of comb n° 19 from Table 2 and image with alveoli identified by DeepBee© (b)*

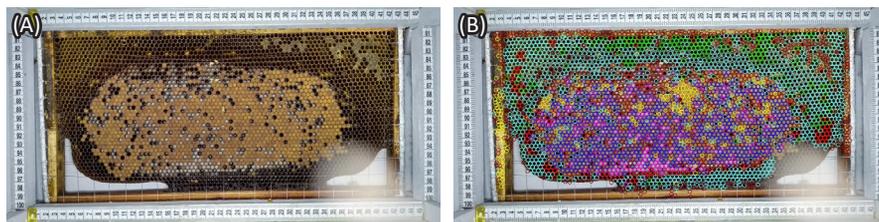


Figura 2. (a) Imagem original do favo nº 23 da Tabela 2 e imagem com os alvéolos identificados pelo DeepBee© (b)

*Figure 2. (a) Original image of comb n° 23 from Table 2 and image with alveoli identified by DeepBee© (b)*

para estudo de longo prazo de colônias em desenvolvimento em abelhas europeias. Os resultados obtidos foram coerentes com a literatura utilizada sobre padrões auto-organizados em favos de colônias de abelhas e mais detalhados do que quaisquer dados obtidos anteriormente.

No presente estudo as análises e a ordenação das imagens não foram efetuadas a identificação da posição dos caixilhos. Para analisar as colônias, o desempenho das rainhas, a disponibilidade de alimento e as condições ambientais seriam recomendadas a identificação da posição dos caixilhos na colmeia. A identificação geoespacial dos caixilhos possibilitaria a comparação da dinâmica temporal e espacial das áreas de cada classe de alvéolos e, também, a comparação entre os favos de mesma posição de colônias.

Apesar do contraste de cores, onde os favos velhos apresentam cor escura e novos cor amarelo-âmbar (Figuras 3a e 3b), o DeepBee© identificou os alvéolos em ambas as áreas, mesmo com cores diferentes. A baixa eficiência da identificação dos alvéolos nesta imagem, em torno de 25% (Tabela 2, caixilho 24), foi causada pela fumaça do fumigador utilizada para amenizar a defensividade das abelhas. Um dos ajustes que deveria

ser elaborado seria a identificação das áreas de favos, independente da identificação das diferentes classes de alvéolos. Desta maneira, a possibilidade de um erro causado pela não identificação de alvéolos seria diminuída em caso de caixilhos não totalmente preenchidos pelos favos.

O círculo em azul marca a área de alvéolos de possíveis células zanganeiras (Figura 5). Elas são maiores do que aquelas destinadas ao depósito de mel, pólen e crias das abelhas operárias. O DeepBee® não está programado para diferenciar os alvéolos ou células zanganeiras dos demais alvéolos. O DeepBee® classifica os alvéolos de zangões como “outros”. Conforme Liew et al., (2010), a precisão de resultado obtido com base no número de células determinadas pelas redes neurais, em comparação com a contagem manual, mostrou uma taxa média de detecção de células superior a 80%. Segundo Paolillo et al. (2022), variando os parâmetros de normalização da “Transformada Hough” e atribuindo um raio mínimo maior dos círculos das células, pode-se melhorar as assertivas quantitativas desta classe de alvéolos.

A área delimitada pela linha vermelha identifica a influência de fator externo que prejudicou a imagem, a qual é desconsiderada pelo DeepBee© (Figu-

ra 5). É possível que alguns reflexos de iluminação ou opacidade das imagens causadas pela fumaça do fumigador interferiram na identificação de alvéolos. De acordo com Liew et al. (2010), a diferença na contagem de células pode ser causada por erros de dois tipos: falsa aceitação e falsa rejeição. A falsa aceitação refere-se ao erro de contagem de não alvéolos, enquanto a falsa rejeição ao erro de alvéolos não detectado. Para Paolillo et al. (2022), que utilizou vários métodos matemáticos para identificação de diferentes classes de alvéolos, a padronização da iluminação e demais fatores externos é de extrema importância para a efetividade dos métodos.

## Conclusões

A utilização de algoritmos de processamento das imagens digitais, capturadas a campo com câmeras em dispositivos de comunicação (celulares) e câmaras de imageamento de baixo custo, possibilitou o reconhecimento de padrões, permitindo a identificação do estado geral das colônias.

Algumas falhas verificadas no reconhecimento de padrões de alvéolos nas imagens digitais sugerem que será necessário realizar um novo treinamento do algoritmo de rede neural do software DeepBee®, de forma a torná-lo uma ferramenta operacional mais efetiva nas condições e métodos utilizados.

Esta inovação resulta na diminuição do tempo de trabalho para aquisição da informação, maior conforto ao apicultor/pesquisador, aumento da fidelidade do levantamento dos dados e diminuição das ações invasivas nas colmeias.

## Agradecimentos

Agradecimento especial à Professora Dra. Maria Alice da Silva Pinto, do Instituto Politécnico de Bragança - Campus De Santa Apolónia em Portugal; ao Professor Dr. Pedro Luiz de Paula Filho da Universidade Tecnológica do Paraná - Campus Medianeira. Ao aluno Willian Oliveira Pires, da Universidade Tecnológica do Paraná - Campus Medianeira, pelo apoio e orientação para a utilização do DeepBee©. À Fapesc, Termo de Outorga N.º 2021TR001361, pelo apoio financeiro.

Tabela 3. Percentagem (%) de alvéolos fechados, ovos, mel, larvas, néctar, outros e pólen resultantes da análise de 28 imagens com o DeepBee© em colônias de *Apis mellifera* africanizada nas localidades de Videira e Caçador, SC

Table 3. Percentage (%) of closed cells, eggs, honey, larvae, nectar, others and pollen resulting from the analysis of 28 images with DeepBee© in Africanized *Apis mellifera* colonies in Videira and Caçador, SC

Caixilho	Alv. Fechado	Ovos	Mel	Larvas	Néctar	Outros	Pólen	Total
1	1	1	6	0	0	37	54	100
2	0	2	9	0	0	66	22	100
3	12	2	8	1	0	28	50	100
4	15	3	9	1	0	20	52	100
5	7	2	11	0	0	37	43	100
6	3	1	10	0	0	48	38	100
7	4	9	15	0	0	12	60	100
8	2	3	17	0	0	17	60	100
9	8	1	19	6	0	34	33	100
10	5	1	15	2	0	36	40	100
11	3	6	8	0	0	13	70	100
12	2	2	16	0	0	11	69	100
13	0	1	9	0	1	45	44	100
14	1	0	9	0	0	36	53	100
15	0	0	7	0	0	51	41	100
16	0	1	7	0	1	49	42	100
17	0	0	8	0	0	76	15	100
18	0	1	8	0	1	50	39	100
19	0	6	72	0	6	13	2	100
20	0	2	49	0	10	35	3	100
21	0	3	14	0	5	60	17	100
22	0	0	27	0	14	55	3	100
23	21	6	21	6	6	34	6	100
24	1	2	18	3	1	65	11	100
25	0	1	29	0	4	58	8	100
26	0	0	15	0	5	76	4	100
27	1	1	11	0	13	64	10	100
28	1	1	20	0	4	72	1	100
Média	3	2	17	1	3	43	32	100

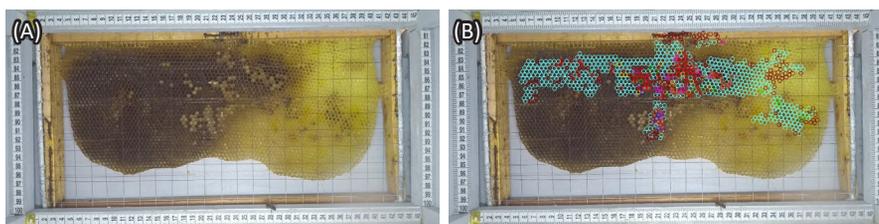


Figura 3. (a) Imagem original do favo n° 24 da Tabela 2 e imagem com os alvéolos identificados pelo DeepBee© (b)

Figure 3. (a) Original image of comb n° 24 from Table 2 and image with alveoli identified by DeepBee© (b)

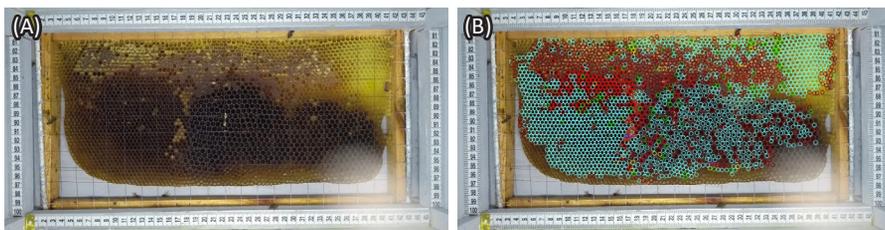


Figura 4. (a) Imagem original do favo n° 25 da Tabela 2 e imagem com os alvéolos identificados pelo DeepBee© (b)

Figure 4(a) Original image of comb n°25 from Table 2 and image with alveoli identified by DeepBee© (b)



Figura 5. Imagem original do favo n° 24 da Tabela 2

Figure 5. Original image of comb n° 24 in Table 2

## Referências

AL-TIKRITY, W.S.; HILLMANN, R.C.; BENTON, A.W. A new instrument for brood measurement in a honey bee colony. **American Bee Journal**, v.111, p.20-26, 1971.

ALVES, T.S.; PINTO, M. A.; VENTURA, P.; NEVES, C. J. ; BIRON D. G. ARNALDO, C.; ARNALDO Jr. C.; PAULA de L. F.; RODRIGUES, P. J. A Automatic detection and classification of honey bee comb cells using deep learning. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.170, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105244>.

COLIN T.; BRUCE J.; MEIKLE W. G.; BARRON A. B. The development of honey bee colonies assessed using a new semi-automated brood counting method: CombCount. **Journal Plos One**, v.13, n.10. 2018. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205816>.

CAPELA, N.; DUPONT, Y.L.; RORTAIS, A.; SARMENTO, A.; PAPANIKOLAOU, A.; TOPPING, C.J.; ARNOLD, G.; PINTO, M.A.; RODRIGUES, P.J.; MORE, S.J.; TOSI, S.; ALVES, T.S.; SOUSA, J.P. High accuracy monitoring of honey bee colony development by a quantitative meth-

od. **Journal of Apicultural Research**, v.62, n.4, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1080/00218839.2022.2098899>.

DELAFLANE, K. S.; VAN DER STEEN, J.; GUZMAN, E. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. In: The COLOSS BEEBOOK, V.I: Standard methods for *Apis mellifera* research. **Journal of Apicultural Research**. v.52, n.1, 2013. Doi: <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.03>.

DUBREUIL, V.; FANTE, K.P.; PLANCHON O.; SANT'ANNA NETO, J.L. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie**, v.37, 2018. Doi: <https://doi.org/10.4000/confins.15738>.

EMSEN, B. Medição semi-automática de áreas de criação tampadas de colônias de abelhas. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 5, n.12, p.1229-1232, 2006. Disponível em: <https://medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2006.1229.1232>. Acesso em: 02 de maio de 2023.

LIEW, L.H.; LEE, B.Y.; CHAN, M. Cell detection for bee comb images using Circular Hough

Transformation," 2010 In: International Conference on Science and Social Research (CSSR 2010), 1, 2010. **Proceedings [...]**. Kuala Lumpur, Malaysia. p.191-195, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1109/CSSR.2010.5773764>.

PAOLILLO, G.; PETRINI, A.; CASIRAGHI, E.; DE LORIO, M.G.; PAGNACCO, MINOZZI, G.; VALENTINI, G. Automated image analysis to assess hygienic behaviour of honeybees. **Journal Plos One**, v.17, n.1, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263183>.

SCHAFASCHEK, T.P.; HICKEL, E.R.; PEREIRA, H.L.; OLIVEIRA de, C.A.L.; TOLEDO de, V.A.A. Performance of Africanized honeybee colonies settled by queens selected for different traits. **Acta Sci. Anim. Sci.**, v.38, n.1, 2016. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v38i1.26840>.

SILVA da, D.F.; ARAUJO, I.G.; WELTER, J.H.; WAGNER, R.B.; MENEZES de, L.F.G.; ARBOITTE, M.Z. Desenvolvimento e produção de pólen em colmeias de *Apis mellifera* L. africanizadas mantidas em cultura de girassol. **Agrarian**, v.3, n.8, p.147-151, 2011. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/792>. Acesso em: 30 dezembro. 2022.

SILVA, R.; FREITAS, B.M. Produção e desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) a partir de diferentes áreas e idades de cria. **Cienc. Rural**, Santa Maria. v.34, n.2, p.545-549, 2004. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000200032>.

TAPIA-GONZÁLEZ, J.; LEÓN-MANTECÓN, T.; CONTRERAS-ESCARREÑO, F. M.; TAPIA-RIVERA, J.; GUZMÁN-NOVOA, E. Influencias climáticas regionales y cantidad de cría en el comportamiento higiénico de *Apis mellifera*. **Abanico veterinario**, v.11, p.1-16, 2021. Doi: <https://doi.org/10.21929/abavet2021.20>

VIEIRA, H.J.; SEZERINO, A.A.; SCHAFASCHEK, T.P.; ARAÚJO de, C.E.S. Câmara com iluminação artificial e sistema Bluetooth para aquisição de imagens digitais dos quadros do ninho de colônias de *Apis mellifera*. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.35, n.3, 2022.

WSC-Regexpert. **Photography for Honeybee Brood Trials**. WSC Scientific GmbH. Heidelberg, Germany. 2016. Disponível em: <http://wsc-regexperts.com/en/honeybees/photography-for-honeybee-brood-trials>. Acesso em: 24 abril 2023.

# Caracterização da agressividade e erosividade das chuvas em Ituporanga, Santa Catarina

Álvaro José Back<sup>1</sup>, Juliane Garcia Knapik Justen<sup>2</sup> e Clístenes Antônio Guadagnin<sup>3</sup>

**Resumo** – As chuvas extremas são responsáveis por graves problemas de erosão e movimentos de massa, como escorregamentos e deslizamentos de solo. A erosividade da chuva é definida como a agressividade da chuva como agente erosivo. A estimativa da erosividade das chuvas é de grande importância para a avaliação da erosão do solo, planejamento de atividades agrícolas e práticas de manejo e conservação do solo. Com o objetivo analisar os índices de agressividade e erosividade da chuva de Ituporanga, SC, foram usados os dados mensais de precipitação pluviométrica do período de 1941 a 2021 da estação pluviométrica da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), localizada em Ituporanga, SC. Para o cálculo, foram usados os seguintes índices: Índice de Fournier (IF), Índice de Fournier Modificado (IFM), Índice de Erosividade Total (IET) e o Índice de Erosividade ( $EI_{30}$ ). O IF médio obtido foi de 18,1, classificado como Baixa agressividade. O IFM foi de 123, classificado com Alta Agressividade. O IET é de 1060,39mm classificado com Baixa. O índice de erosividade  $EI_{30}$  é de 7549 MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, classificado como Alta. A variação anual da chuva determina valores e erosividade da chuva variando de 4.800 a 13.477 MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

**Termos de indexação:** Precipitação; Conservação do solo; Erosão; Eventos extremos.

## Characterization of the aggressivity and erosivity of the rains in Ituporanga, Santa Catarina

**Abstract** – Extreme rainfall is responsible for serious erosion problems and mass movements such as landslides. Rain erosivity is defined as the aggressiveness of rain as an erosive agent. Estimating rainfall erosivity is important for evaluating soil erosion and planning agricultural activities, management, and conservation practices. To analyze the aggressiveness and erosivity indices of rain in Ituporanga, SC, monthly rainfall data from 1941 to 2021 from the rainfall station of the National Water and Basic Sanitation Agency (ANA), located in Ituporanga, SC were used. The Fournier Index (IF), Modified Fournier Index (IFM), Total Erosivity Index (IET), and the Erosivity Index ( $EI_{30}$ ) were calculated. The average FI obtained was 18.1, which is classified as low aggressiveness. The IFM was 123, classified as High Aggressiveness. The IET is 1060.39mm, which is classified as low. The  $EI_{30}$  erosivity index is 7549MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, classified as High. The annual rainfall variation determines rainfall erosivity values ranging from 4800 to 13477MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>.

**Index terms:** Precipitation; Soil conservation; Erosion; Extreme events.

## Introdução

O clima na Região Sul do Brasil e, em especial, no estado de Santa Catarina, é marcado pela ocorrência de eventos meteorológicos extremos, relacionados principalmente à ocorrência de chuvas. As chuvas intensas são responsáveis por desencadear vários desastres naturais, como inundações e deslizamentos de terra (ESCOBAR et al., 2016). A erosão do solo e os deslizamentos de terra são apontados como uma das principais preocupações ambientais em várias regiões do mundo (LUKIC et al., 2016;

HLALELE; 2019; BAECHER & BRAVO, 2019; BALLABIO et al., 2017)

A erosão hídrica é uma das principais causas de degradação do solo e perdas de áreas agricultáveis, causando ainda a poluição dos recursos hídricos e o assoreamento de rios e reservatórios (SADEGHI et al., 2017).

A erosão do solo depende de uma série de fatores, como declividade, erodibilidade do solo, uso e cobertura do solo, práticas de manejo do solo e erosividade da chuva. A erosividade da chuva é definida como a agressividade da chuva como agente erosivo e está rela-

cionada com a energia cinética da chuva (CASTELÁN VEGA et al., 2014; COMAN et al., 2019).

O conhecimento da agressividade das chuvas em uma região permite realizar o zoneamento de diferentes áreas de acordo com seu potencial erosivo e planejar o uso adequado do solo de acordo com o risco de erosão (RAMIREZ-ORITZ et al., 2007; LIMA et al., 2021). O conhecimento da sazonalidade e dos valores locais da agressividade da chuva é crucial para tomada de decisão e implementação de medidas preventivas e medidas de controle de erosão (HAZ-

Recebido em 16/10/2023. Aceito para publicação em 17/11/2023.

<https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1766>

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr. em Engenharia de Recursos Hídricos, Pesquisador da Epagri, Estação Experimental de Urussanga, email: [ajb@epagri.sc.gov.br](mailto:ajb@epagri.sc.gov.br)

<sup>2</sup> Engenheira Florestal, MSc. em Ciências Florestais, Epagri, Gerência Regional de Rio do Sul, email: [julianeknapik@epagri.sc.gov.br](mailto:julianeknapik@epagri.sc.gov.br)

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr. em Agronomia, Epagri, Gerência Regional de São Miguel do Oeste, email: [guada@epagri.sc.gov.br](mailto:guada@epagri.sc.gov.br)

BAVI & SADEGHI, 2016; DAVUDIRAD et al., 2016).

Diferentes índices têm sido propostos para determinar a erosividade das chuvas, dentre os quais se destaca o índice  $EI_{30}$ , que relaciona a erosão do solo com a energia cinética da chuva. Este índice é utilizado na Equação Universal de Perdas de Solos por erosão hídrica (EUPS) (RENARD et al., 1997). No entanto, para o cálculo  $EI_{30}$ , há necessidade de dados de intensidade de chuva de curta duração poucas vezes disponíveis. Dessa forma, outros índices foram propostos com base na precipitação mensal, como o índice de Fournier (IF) e o índice de Fournier Modificado (IFM) (ESSEL et al., 2016; LIMA et al., 2021).

Na região do Vale Itajaí predominam Cambissolos e Argissolos, que se caracterizam pela suscetibilidade a erosão, que é agravada pelo relevo ondulado e forte ondulado (EMBRAPA, 2004). O cultivo da cebola é a principal atividade agrícola e está presente em 36% dos estabelecimentos agropecuários do município de Ituporanga, SC, conhecido como a Capital Nacional da Cebola. Essa atividade é responsável por gerar empregos e renda para as famílias de vários municípios da região (IBGE, 2017).

Pinto dos Santos et al. (2022) ressaltam que a olericultura é uma atividade que em geral degrada o solo devido a suas frequentes e intensas operações de preparo do solo, destacando que no cultivo da cebola o solo é manejado com grande mobilização mecânica por meio de arações, gradagens e muitas vezes o uso de enxada rotativa. Os autores destacam que esse manejo do solo é comum no cultivo da cebola no Vale do Itajaí, SC, e pode resultar em degradação extrema levando até a perda integral do horizonte superficial por erosão.

Visando minimizar esses impactos negativos sobre o solo, técnicas de cultivo com a adoção de práticas conservacionistas, como o sistema de plantio direto (SPD), particularmente em hortaliças, denominado de SPD de hortaliças (SPDH), têm sido promovidas para reduzir as perdas de solo por erosão hídrica

(LOSS et al., 2015). No entanto, a erosão dos solos é um problema ambiental que afeta negativamente a produtividade e a qualidade das águas da região. Este trabalho teve como objetivo aplicar e comparar os índices de agressividade e erosividade das chuvas de Ituporanga, SC.

## Material e métodos

O município de Ituporanga localiza-se no Vale do Rio Itajaí, SC, possui clima Subtropical Úmido, classificado pelo sistema de Köppen como clima Cfa, com temperatura média anual de 17,9°C e chuvas bem distribuídas ao longo do ano com médias mensais acima de 96mm (BACK, 2020).

Foram usados os dados de precipitação mensal da estação pluviométrica do município de Ituporanga, Santa Catarina, que pertence à Rede Hidrológica da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2023) e possui código 02749002. A localização da estação e área de estudo pode ser visualizada na figura 1. Foi utilizada a série de dados dos anos de 1941 a 2021 em

que algumas falhas em dados mensais foram preenchidas com dados das estações próximas, usando o método da ponderação regional (TUCCI, 2015).

Foi determinado o índice de agressividade de chuvas, denominado Índice de Fournier (IF) (FOURNIER, 1960), que é calculado por:

$$IF = \frac{P_{max}^2}{P} \quad (1)$$

Em que: IF = Índice de Fournier (mm);  $P_{max}$  = precipitação média mensal do mês mais chuvoso (mm); P = precipitação média anual (mm).

O Índice de Fournier Modificado (IFM) (ARNOLDUS, 1980), calculado por:

$$IFM = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i^2}{P} \quad (2)$$

Em que: IFM = Índice Fournier Modificado (mm);  $P_i$  = precipitação média mensal do mês  $i$  (mm); P = precipitação média anual (mm),  $i$  é mês.

A Agressividade da chuva pode ser classificada em função do IF e do IFM conforme Tabela 1.

O Índice de Erosividade Total (IET) foi proposto para considerar a distribui-

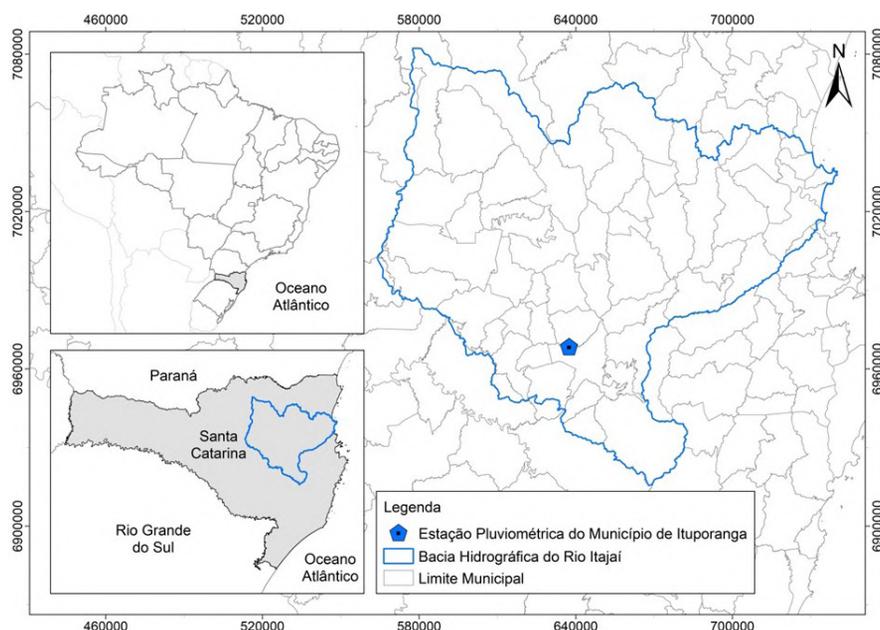


Figura 1. Localização da estação pluviométrica e área de estudo em Santa Catarina, Brasil  
Figure 1. Location of the rain gauge station and study area in Santa Catarina State, Brazil

Tabela 1. Valores de referência do Índice de Fournier (IF) e Índice de Fournier Modificado (IFM)

Table 1. Reference values of the Fournier Index (IF) and Modified Fournier Index (IFM)

IF	IFM	Classificação
< 20	< 60	Muito baixo
20 -40	60 – 90	Baixo
40 – 60	90 – 120	Moderado
60 – 80	120 – 160	Alto
80-100	>160	Muito Alto
> 100	-	Extremamente Alto

Tabela 2. Classificação dos valores de Índice de Erosividade Total (IET) e EI<sub>30</sub>

Table 2. Classification of Total Erosivity Index (IET) and EI<sub>30</sub> values

IET	EI <sub>30</sub> MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	Classificação
-	<2500	Muito baixa
< 1500	2500 -5000	Baixa
1501 – 2500	5000 -7000	Moderada
2501 – 5000	7000-10000	Alto
>5000	>10000	Muito Alta

ção da chuva ao longo do ano (CASTE-LÁN VEGA et al., 2014). O IET pode ser calculado combinando o Índice de Concentração da Precipitação (ICP) e IFM pela expressão:

$$IET = IFM * ICP \quad (3)$$

Em que: IET = Índice de Erosividade Total; IFM = Índice de Fournier Modificado; ICP = Índice de Concentração da

Precipitação (OLIVER, 1980), calculado por:

$$ICP = 100 * \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i^2}{(\sum_{i=1}^{12} P_i)^2} \quad (4)$$

O índice de erosividade de chuvas EI<sub>30</sub> foi calculado a partir das chuvas mensais com a equação ajustada com base nos dados pluviográficos de Itaipava, SC (BACK, 2020), que tem a seguinte expressão:

$$EI_{30} = 48,86 \frac{(P_i)^2}{P} + 68,74 \quad (5)$$

Em que: EI<sub>30</sub> = Índice de erosividade EI<sub>30</sub> (MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>); Pi = precipitação média mensal (mm); P = precipitação média anual (mm)

Na Tabela 2 constam os valores limites para interpretação das classes de erosividade IET e EI<sub>30</sub>.

## Resultados e discussão

A precipitação média mensal variou de 93,0mm (no mês de abril) a 166,02mm (em janeiro), com média anual de 1522,7mm (Tabela 3). O índice de Fournier para as médias mensais foi de 18,1mm, classificado como “Muito Baixo (Tabela 1). O IF tem limitações como estimador do fator erosividade da chuva pelo fato de considerar apenas dados de um mês.

O IFM anual foi de 123,0mm, classificado como “Alto”. O IFM depende diretamente do regime de chuvas da região. Patriche et al. (2023), trabalhando com dados de precipitação da Romênia, encontraram IFM variando de 23 a 131, com média de 56,5. Boderbala et al. (2019) obtiveram IFM variando de 93 a 127 para 42 estações pluviométricas da Argélia. Di Lena et al. (2012) determinaram a agressividade da chuva para a região de Abruzzo na Itália e obtiveram IFM variando de 70 a 170. Velasco & Cortés (2009) analisaram o IFM para o estado de Sinaloa, no México, e encontraram valores de IFM variando de 48 a 230. Back et al. (2019) observaram que IFM para a Região Sul do Brasil varia de 148 a 350.

Quando os valores de IFM são avaliados por trimestre observa-se que a época com menores valores é de abril a junho, com 17,0% da IFM anual e os maiores valores ocorrem no trimestre janeiro a março, com 30,0% da IFM anual. Já Back et al. (2019), analisando dados de 181 estações pluviométricas do Sul do Brasil, também constataram variação sazonal significativa do IFM, com maiores valores no verão.

Tabela 3. Valores médios dos índices de agressividade erosividade de chuvas de Ituporanga, SC, Brasil (1977-2021)

Table 3. Average values of the aggressiveness and erosivity indices of rainfall in Ituporanga, SC, Brazil (1977-2021)

Período	Precipitação (mm)	IFM (mm)	ICP	IET (mm)	EI30 MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>
Janeiro	166,0	18,1	1,2	21,5	931,0
Fevereiro	154,6	15,7	1,0	16,2	828,0
Março	116,5	8,9	0,6	5,2	504,9
Abril	93,0	5,7	0,4	2,1	386,4
Mai	103,0	7,0	0,5	3,2	455,0
Junho	103,6	7,0	0,5	3,3	440,3
Julho	116,1	8,9	0,6	5,1	565,9
Agosto	117,0	9,0	0,6	5,3	574,8
Setembro	152,4	15,3	1,0	15,3	835,5
Outubro	153,5	15,5	1,0	15,7	869,0
Novembro	109,8	7,9	0,5	4,1	483,1
Dezembro	137,2	4,1	0,8	3,3	675,4
Anual	1.522,7	123,0	8,6	1060,3	7549,3

O ICP apresentou valor anual de 8,6, indicando que a chuva apresenta distribuição “Uniforme”, isto é, sem concentração sazonal. Os resultados obtidos para Ituporanga estão de acordo com os observados por Back et al. (2020) que, ao analisarem dados de 208 estações pluviométricas da Região Sul do Brasil, constaram que os valores de ICP variaram de 8,4 a 10,0, o que indica distribuição sazonal uniforme. Velasco & Cortés (2009) destacam que o valor do ICP é de grande interesse, devido à incidência da precipitação sobre a erosão do solo, que gera uma dinâmica mais ativa quanto maior a concentração no período chuvoso. Os autores encontraram para o estado de Sinaloa (México) valores de ICP variando de 12,8 a 22,5 e mais de 80% do território tem ICP variando de 15 a 20, refletindo a precipitação concentrada em poucos meses. O Índice de Erosividade Total (IET) foi de 1060,3mm classificado como “Baixa” (Tabela 3).

O índice de erosividade da chuva  $EI_{30}$  apresentou valor anual de 7549,3MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo classificado como “Alta”. O  $EI_{30}$  é muito usado como fator de erosividade da chuva na equação Universal de Perdas de Solos (EUPS) (WISCHMEIER & SMITH, 1978). Bertol (1994) destaca também que, além de seu papel como componente da USLE, esse fator R pode servir como parâmetro de suporte a trabalhos de extensão e assistência técnica rural, pois permite definir épocas críticas quanto à ocorrência da erosão. Back (2020) apresentou um mapa de erosividade de chuvas para Santa Catarina com valores variando de ligeiramente inferior 5.000MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> até valores ligeiramente superiores a 11.000MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Ituporanga está na região com  $EI_{30}$  entre 6.000 e 7.000MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> ano, coerente com os resultados obtidos neste estudo.

No período de outubro a fevereiro ocorrem 61% das chuvas erosivas, indicando necessidade de maior proteção do solo e esforço no sentido de reforçar as práticas de manejo do solo e controle de erosão nesta época do ano.

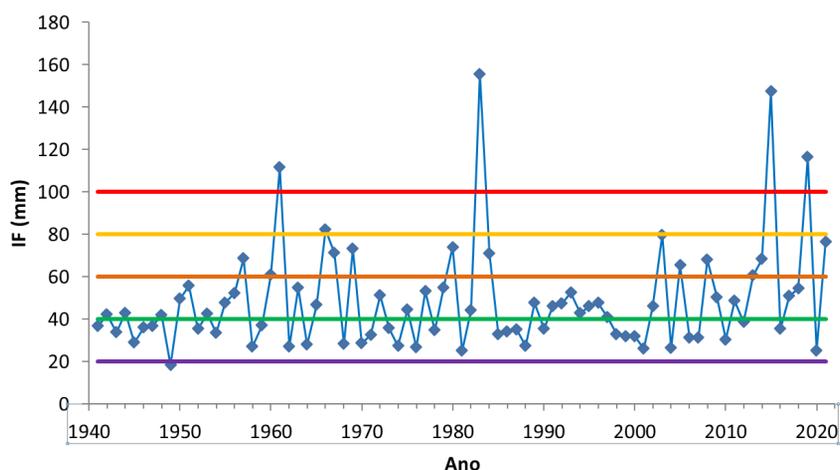


Figura 2. Variação anual do Índice de Fournier (IF) de Ituporanga, Santa Catarina, Brasil  
Figure 2. Annual variation of the Fournier Index (IF) of Ituporanga in Santa Catarina State, Brazil

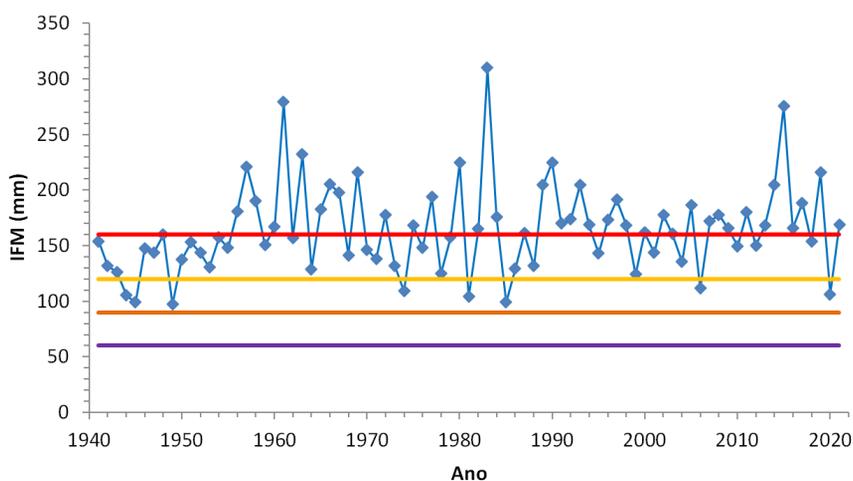


Figura 3. Variação anual do Índice de Fournier Modificado (IFM) de Ituporanga, Santa Catarina, Brasil  
Figure 3. Annual variation of the Modified Fournier Index (IFM) of Ituporanga in Santa Catarina, Brazil

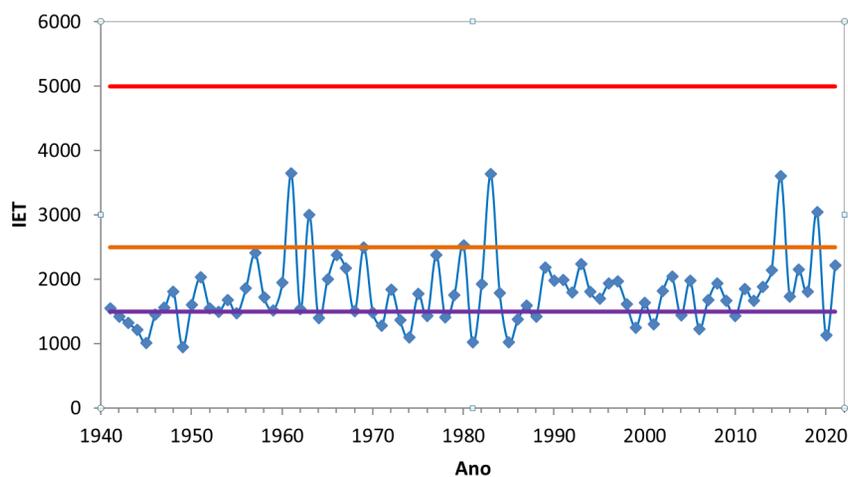


Figura 4. Variação anual do Índice de Erosividade Total (IET) de Ituporanga, Santa Catarina, Brasil  
Figure 4. Annual variation of the Total Erosivity Index (IET) of Ituporanga in Santa Catarina State, Brazil

Analisando a série de dados anuais de IF (Figura 2), observa-se que somente o ano de 1949 teve IF classificado como “Muito baixo”, enquanto que em 43,2% dos anos o IF foi classificado como “Baixo”, 34,6% o IF foi classificado como “Moderado”. As classes “Alta” e “Muito alta” tiveram respectivamente 14,8% e 1,2% dos anos. Uma média de 4,9% dos anos foi classificada como Extremamente Alta. Nos anos de 1983 e 2015 foram registrados valores de IF de respectivamente de 155,3mm e 147,49mm, discrepante com os demais anos. Nestes anos foram registrados eventos climáticos extremos em Santa Catarina, com registros de inundações e deslizamentos.

Nos valores anuais de IFM (Figura 3) observa-se respectivamente que 9,9% 38,3% e 51,8% dos anos foram classificados como agressividade “Moderada”, “Alta”, “Muito alta”. A constatação de que 90% dos anos apresentaram agressividade da chuva classificada como Alta ou Muito alta evidencia o potencial erosivo das chuvas da região.

Com a pequena variação do ICP verifica-se que o Índice de Erosividade Total (IET) é mais influenciado pelo IFM, com 32,1% dos anos classificados como “Baixa”, 60,5% na classe “Moderada” e

7,48% na classe “Alta” (Figura 4).

O  $EI_{30}$  anual (Figura 5) variou de 4800MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> a 13477MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, com respectivamente 3,7%, 35,8%, 54,3% e 6,2% dos anos as classes de erosividade “Baixa”, “Moderada”, “Alta” e “Muito alta”. Da mesma forma que o IFM, observa-se que 90% dos anos apresentaram índice de erosividade da chuva classificados como Alta ou Muito alta. Essa alta erosividade das chuvas ocorrendo em solos com declividade acentuada, sem cobertura vegetal e desestruturados pelas práticas de manejo adotadas no cultivo da cebola justificam a intensa erosão, como destacado por Pinto do Santos et al. (2022). Essa variação anual da erosividade também foi observada em vários estudos que determinaram a erosividade diretamente com dados de pluviógrafo. Muitos trabalhos mostram que alguns eventos de chuvas muito intensas são responsáveis pela maior proporção de erosão do solo (BACK & POLETO, 2017; TSITSAGI et al., 2018).

## Conclusões

- O Índice de Fournier é de 18,1, classificado como Baixa Agressividade, enquanto o Índice de Erosividade Total

é de 1060,9mm, classificado com Baixa. O Índice de Fournier Modificado foi de 123, classificado com Alta Agressividade e o índice de erosividade  $EI_{30}$  é de 7549,3 MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, classificado como Alta.

- Apesar de IF e IET indicarem baixa agressividade e erosividade, os valores observados para IFM e  $EI_{30}$  e, principalmente a constatação de que mais de 90% dos anos, foram classificados como de erosividade Alta ou Muito alta e ressaltam a necessidade de adoção de práticas de conservação do solo para evitar processos erosivos.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Hidroweb**: Sistemas de Informações Hidrológicas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 10 Jan. 2023.

ARNOLDUS, H.M. **An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation**. In: Assessments of Erosion, John Wiley and Sons Ltd, p. 127-132, 1980.

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

BACK, Á.J.; GONÇALVES, F.N.; FAN, F.M. Spatial, seasonal, and temporal variations in rainfall aggressiveness in the South of Brazil **Engenharia Agrícola**, v.39, n.4, p.466-475, 2019.

BACK, Á.J.; POLETO, C. Avaliação temporal do potencial erosivo as chuvas de Florianópolis-SC. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.21, p.264-283, 2017.

BACK, Á.J. ; SÔNEGO, M.; PEREIRA, J.R. Índices de concentração de chuvas na região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.27, p.57-72, 2020.

BAECHELER, J.V.; BRAVO, B.S. **Analysis of aggressiveness rainfall in the Far North Of Chile**. E-proceedings of the 38th IAHR World Congress September 1-6, 2019, Panama City, Panama.

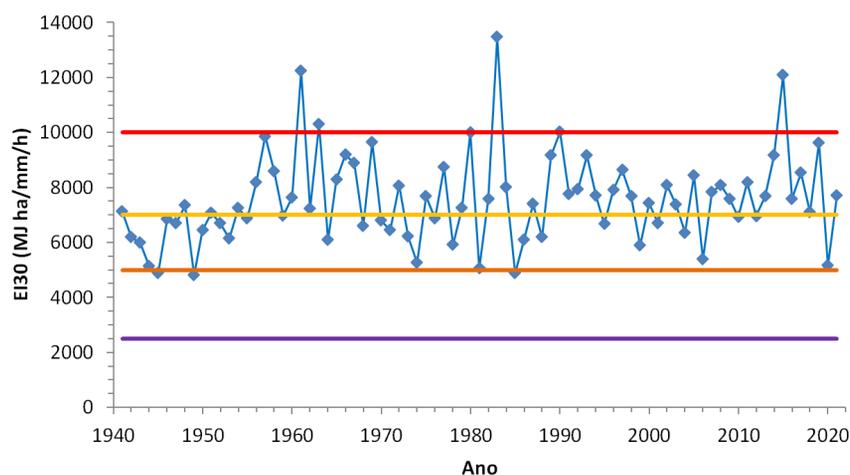


Figura 5. Variação anual do Índice de Erosividade ( $EI_{30}$ ) de Ituporanga, Santa Catarina, Brasil

Figure 5. Annual variation in the Erosivity Index ( $EI_{30}$ ) of Ituporanga in Santa Catarina State, Brazil

- BALLABIO, C.; BORRELLI, P.; SPINONI, J.; MEUSBURGER, K.; MICHAELIDES, S.; BEGUERÍA, S.; KLIK, A.; PETAN, S.; JANECEK, M.; OLSEN, P.; AALTO, J.; LAKATOS, M.; RYM-SZEWICZ, A.; DUMITRESCU, A.; PERCEC, M.; DIODATO, N.; KOSTALOVA, J.; ROUSSEVA, S.; BANASIK, K.; ALEWELL, C.; PANAGOS, P. Mapping monthly rainfall erosivity in Europe. **Science of the Total Environment**, v.579, p.1298-1315, 2017.
- BERTOL, I. Avaliação da erosividade da chuva na localidade de Campos Novos (SC) no período de 1981-1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1453-1458, 1994.
- CASTELÁN VEGA, R.; FLORES, V. T.; FLEITES, G.; MONTALVO, A. C. Agresividad de las precipitaciones en la subcuenca del río San Marcos, Puebla, México. **Investigaciones Geográficas, Boletín**, n.83, p.28-40, 2014.
- COMAN, A.M.; LACATUSU, G.; MACSIM, A.M.; LAZAR, G. Assessment of soil erosion using Fournier Indexes to estimate rainfall erosivity. **Environmental Engineering and Management Journal**, v.18, n.8, p.1739-1745, 2019.
- DAVUDIRAD, A.A.; SADEGHI, S.H.; SADODDIN, A. The Impact of development plans on hydrological changes in the Shazand Watershed Iran. **Land Degradation & Development**, v.27, p.1236-1244, 2016.
- DI LENA, B.; ANTENUCCI, F.A.; VERGNI, L.; MARIANI, L. Analysis of the Climatic Aggressiveness of Rainfall in the Abruzzo Region. **Italian Journal of Agrometeorology**, v.1, p.33-44, 2013.
- EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 1384p.
- ESCOBAR, G.C.J.; SELUCHI, M.E.; ANDRADE, K. Classificação sinótica de frentes frias associadas a chuvas extremas no Leste de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.31, n.4, p.649-661, 2016
- ESSEL, P.; GLOVER, E.T.; YEBOAH, S.; ADJEIKYEREME, Y.; YAWO, I.N.D.; NYARKU, M.; ASUMADU-SAKYIM, G.S.; GBEDDY, G.K.; AGYRI Y.A.; AMEHO, E. M.; ATULE, E. Rainfall erosivity index for the Ghana Atomic Energy Commission site. **Springerplus**, v.5, n.465, 2016.
- FOURNIER, F. **Climat et erosion; la relation entre l'érosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques**. Presses Universitaires de France, Paris, France. 1960.
- HAZBAVI, Z.; SADEGHI, S.H.R. Potential effects of vinasse as a soil amendment to control runoff and soil loss. **Soil**, v.2, p.71-78, 2016.
- HLALELE, B.M. Stochastic soil erosion risk modelling and simulation using Fournier Index. **Eco. Env. & Cons.**, v.25, p.S166-S172, 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 81p.
- LIMA, M.T.; OLIVEIRA, C.W.; MOURA-FÉ, M.M. Análise multicritério em geoprocessamento como contribuição ao estudo da vulnerabilidade à erosão no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.14, n.5, p.3156-3172, 2021.
- Loss, a.; Basso, a.; Oliveira, b.s.; Koucher, I. p.; Oliveira, r.a.; Kurtz, c.; Lovato, p.e.; Curmi, p.; Brunetto, g.; Comin, j.j. Carbono orgânico total e agregação do solo em sistema de plantio direto agroecológico e convencional de cebola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p.1212-1224, 2015
- LUKIĆ, T.; LEŠČEŠEN, I.; SAKULSKI D.; BASARIN, B. JORDAAN, A. Rainfall erosivity as an indicator of sliding occurrence along the Southern Slopes of the Bačka Loess Plateau: A case study of the Kula Settlement, Vojvodina (North Serbia). **Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences**, v.11, n.2, p.303-318, 2016.
- OLIVER, J.E. Monthly precipitation distribution: A comparative index. **The Professional Geographer**, v.32, n.3, p.300-309, 1980.
- PATRICHE, C.V.; ROS, CA, B.; PÎRNĂU, R.G.; VASILINIUC, I.; IRIMIA, L.M. Simulation of Rainfall Erosivity Dynamics in Romania under Climate Change Scenarios. **Sustainability**, v.15, n.2, 1469, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3390/su15021469>
- PINTO DOS SANTOS, V.; BERTOL, I. SANTOS, A.P.; KURTZ, C.; WOLSCHICK, N.H.; BAGGIO, B.; WROBLESKI, 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, 2002.
- RAMIREZ-ORTIZ, F.A.; HINCAPIÉ-GÓMEZ, E.; SADEGHIAN-KHALAJABADI, S.; PEREZ-GÓMEZ, U. Erosividad de las lluvias en la Zona Cafetera Central y Occidental del Departamento de Caldas. **Cenicafé**, v.58, n.1, p.40-52, 2007.
- RENARD, K.G.; FOSTE, G.R.; WEESIES, G.A.; MCCOOL, D.K.; YODER, D.C. **Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)**. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 703, 404 pp. 1997.
- SADEGHI, S.H., ZABIHI, M., VAFAKHAH, M.; HAZBAVI, Z. Spatiotemporal mapping of rainfall erosivity index for different return periods in Iran. **Natural Hazards**, v.87, n.1, p.35-56, 2017.
- TSITSAGI, M.; BERDZENISHVILI, A.; GUGESHASHVILI, M. Spatial and temporal variations of rainfall-runoff erosivity (r) factor in Kakheti, Georgia. **Annals of Agrarian Science**, v.16, n.2, p.226-235, 2018.
- TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e aplicação**. Porto Alegre. Ed. Universidade/UFRGS, 2015. 943p.
- VELASCO, I.; CORTÉS, G. Índices de Fournier modificado y de concentración de la precipitación, como estimadores del factor de riesgo de la erosión, en Sinaloa, México. Avances en estudios sobre desertificación: aportaciones al Congreso Internacional sobre Desertificación, 1, 2009. **Anais[...]**. Murcia, Espanha. p.431-434
- WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. U.S Department of Agriculture, Agr. Handbook, 537:1-58, 1978.

**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