

Agropecuária Catarinense

50 
anos
da pesquisa
Epagri

Pesquisa que impulsiona a vida

Agropecuária Catarinense

Agrobasc (Mapa); Agris (FAO); Diadorim (Ibict); Migudlim (Ibict); CAB internacional; DOAJ; EZ3 (Electronic Journals Library – University Library of Regensburg); FSTA, PKP Index; Periódicos da Capes; Revistas de Livros Acesso (CNEN); Rcdib (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
Carlos Chiodini

Presidente da Epagri
Dirceu Leite

Diretores

Andréia Meira
Ensino Agrotécnico

Jurandi Teodoro Gugel
Desenvolvimento Institucional

Fabírcia Hoffmann Maria
Administração e Finanças

Gustavo Gimi Santos Claudino
Extensão Rural e Pecuária

Rene Dorow
Ciência, Tecnologia e Inovação



Lista dos editores de seção

Dr. André B. Soares, Epagri/UTFPR
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/EEL
Dr. João Guzinski, Epagri/Cedap
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 Araujo, Epagri/EESJ
Dr. Luiz C. P. Martini, UFSC
Dra. Marcela Cristina A. Carneiro da Silveira Tschoeke, UFT
Dr. Marcio Sonogo, Epagri/EEU
Dra. Marina L. M. Daltoé, UTFPR
Dr. Matheus Deniz, UTFPR
Dra. Marlise N. Ciotta, Epagri/EESJ
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/EEL
Dr. Ubirajara M. da Costa, Udesc
D.Sc. Vinícius Caliarí, Epagri/EEV
Dr. Luis Cessar Cassol, UTFP
Dr. Virgilio G. Uarrota, Universidad de O'Higgins, Chile
Dra. Vanessa Ruiz Fávoro, Epagri/EEL
Dra. Yrlânia de Lira Guerra, UFRPE

Conselho Editorial/Editorial Board

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

Colaboraram como revisores técnico-científicos nesta edição

Alberto Franke	Francisco Lagreze Squella	Marco Antonio Sedrez Rangel
Adriana Hauser Lengert	Genei Antonio Dalmago	Mateus Santos
Ailton Reis	Hebert Teixeira Cândido	Monique Souza
Alcido Elenor Wander	Helcio Costa	Patrícia Coelho de Souza Leão
Alex Sandro Poltronieri	Joabe Weber Pitz	Rafael Gustavo Ferreira Morales
Álvaro Luiz Mafra	João Caetano Fioravanzo	Ricardo Antonio Pilegi Sfaciotte
Antonio Souza do Nascimento	Leandro de Castro Silva	Sidinei Zwick Radons
Ariane Castricini	Leandro José Grava de Godoy	Sandra Denise Camargo Mendes
Doris Sobral Marques Souza	Luís Carlos Vieira	Sonia Purin da Cruz
Eduardo Bastianetto	Luiz Fernandes Cardoso Campos	Thiago Pereira Alves
Eduardo Chumbinho de Andrade	Marcelo Ribeiro Romano	Yrlânia de Lira Guerra
Enildo de Oliveira Neubert	Marcio Sónego	

Sumário

Pesquisa agropecuária - 50 anos de inovação e desenvolvimento	5
Dirceu Leite	
Tomate enxertado, a nova realidade da tomaticultura no Alto Vale do Rio do Peixe	7
Janice Valmorbida, Anderson Fernando Wamser	
50 anos de ciência, tecnologia e informação em Santa Catarina	9
Reney Dorow	
Dinâmica da produção de grãos no estado de Santa Catarina no período de 2014 a 2024	11
Gabriela Woiczack de Arruda, Haroldo Elias Tavares e João Rogério Alves	
Mosca-branca e mosca-negra: pragas na citricultura catarinense	15
Eduardo Cesar Brugnara, Rodolfo Vargas Castilhos e Rafael Roveri Sabião	
Manejo para redução do despencamento da banana	18
Ricardo José Zimmermann de Negreiros, Gelton Geraldo Fernandes Guimarães e Ramon Felipe Scherer	
Efeito da inoculação com bactérias promotoras de crescimento e doses de adubação nitrogenada no crescimento inicial de aveia-preta	22
Janaina Muniz, Murilo Dalla Costa, Roberto Akitoshi Komatsu e Albiery Rafaeli de Abreu	
Variação no número de raízes tuberosas de mandioca em função da temperatura do ar e da precipitação pluviométrica	25
Augusto Carlos Pola e Alexsander Luís Moreto	
SCS208 Cronos: black bean cultivar with high grain yield stability and adaptability, excellent grain quality and sanity, for Southern Brazil	29
Sydney Antonio Frehner Kavalco, Thaila Rayssa Potrich Prezotto and Diego Henrique Pilatti Toniolo	
Insect incidence and soybean yield under sustainable and conventional production systems in midwestern Santa Catarina	36
Cirio Parizotto and Rodolfo Vargas Castilhos	
Management of the Sigatoka disease complex in banana plant under two cultivation systems	42
André Boldrin Beltrame, Gelton Geraldo Fernandes Guimarães, Ricardo José Zimmermann Negreiros, Ramon Felipe Scherer, Vitor Paulo Kieckhoefel Santos, Márcio Sônego e Mauro Ferreira Bonfim Junior	
Avaliação da severidade e incidência de oídio em cachos de variedades e seleções PIWI em São Joaquim, SC	47
Isadora Malohlava, Fabio Ribeiro de Freitas, Emilio Brighenti, Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto, André Luiz Kulkamp de Souza e Alberto Fontanella Brighenti	
Produção, danos de trips e perdas em pós-colheita da cebola em sistemas fertirrigados com NPK por gotejamento e microaspersão em plantio direto	53
Francisco Olmar Gervini de Menezes Júnior, Paulo Antônio de Souza Gonçalves	
Evapotranspiração de referência para dimensionamento e manejo da irrigação na região do Alto Vale do Itajaí, SC	61
Álvaro José Back e Márcio Sônego	
Comparação da sobrevivência e da qualidade de ostras (<i>Crassostrea gigas</i>) mantidas em expositor de moluscos vivos e em refrigerador	70
Felipe Matarazzo Suplicy, Robson Ventura de Souza, Fabiele Bernardi, Giustino Tribuzi e Marília Miotto	
Mastite em bubalinos leiteiros	76
Júlia Paiva de Oliveira, Marcelo Augusto Rosso; Muryllo Silva Almeida, Pedro Henrique de Souza Oliveira, Vanessa Bonfim da Silva	

Indexadores/repositórios: Agrobases (Mapa); Agris (FAO); Diadorim (Ibict); Miguelim (Ibict); CAB internacional; DOAJ; EZ3 (Eletronic Journals Library – University Library of Regensburg); FSTA, PKP Index; Periódicos da Capes; Revistas de Livre Acesso (CNEN); Redib (Rede ibero americana de inovação e conhecimento científico; Latindex (catálogo 2.0), Oasis (Ibict) and La referencia (Rede Federada de Repositórios Institucionais de Publicações Científicas).

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

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: Andrey Martinez Rebelo
Juliana Fachin
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 e Maria Luíza Chaves (português) e Tikinet (inglês)

FOTO DA CAPA: João Vitor L. Beck do Nascimento

DOCUMENTAÇÃO: José Carlos Gelsleuster

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

FICHA CATALOGRÁFICA

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

Editada pela Epagri (1991 –)

Trimestral

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

1. Agropecuária – Brasil – SC – Periódicos.

I. Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária, Florianópolis, SC. II. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
CDD 630.5

Editorial

Em 2025 a pesquisa agropecuária catarinense comemora 50 anos. Para ter uma ideia da importância deste trabalho, basta olhar para a linha do tempo. A história, por si só, mostra a evolução. Desde 1975, a pesquisa tem levado benefícios para o produtor rural catarinense. A criação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (Empasc) foi um marco na história da pesquisa em SC. Naquela época já não havia dúvidas: a inovação era o caminho para um futuro mais próspero.

Nossos atuais índices de produtividade não são frutos do acaso, mas resultados de anos de um trabalho que reúne conhecimento, tecnologia e sustentabilidade e vem transformando o espaço rural em nosso Estado.

A modernização da agropecuária em SC é em grande parte resultado do portfólio de tecnologias da Epagri, que conta com programas desenvolvidos em várias áreas: aquicultura, pesca, fruticultura, grãos, olericultura e pecuária. As tecnologias geradas seguem alinhadas às políticas públicas desenvolvidas e estão presentes no campo e no mar. Cultivares de arroz e maçã, sistemas de cultivo de moluscos, mel, leite e carne produzidos com eficiência e sanidade são exemplos que movimentam as cadeias produtivas e fazem sucesso na mesa do consumidor.

A revista Agropecuária Catarinense tem um papel importante na divulgação deste trabalho. Além da credibilidade técnica e do aval institucional da Epagri, a plataforma da RAC é uma vitrine para autores apresentarem seus projetos a um público-alvo especializado, composto por pesquisadores, extensionistas, professores, estudantes e profissionais de ciências agrárias.

Num contexto que favorece as propostas inovadoras que promovem mudanças radicais nas práticas editoriais, onde a ciência aberta ganha cada vez mais força, a RAC busca se adequar aos padrões internacionais recomendados pelos principais repositórios de revistas científicas. O objetivo é impulsionar a disseminação e avaliação da produção científica em formato digital e promover a qualidade, a visibilidade e o impacto das pesquisas. Além de adotar o fluxo contínuo para facilitar a publicação e o acesso mais rápido aos dados, esse avanço vai permitir que a revista passe a fazer parte de um ecossistema mais dinâmico e consistente, onde o conhecimento produzido por um grupo esteja disponível para outro, acelerando o processo de produção e gestão da ciência.

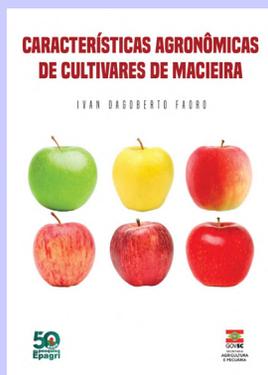
Esta edição da RAC aborda aspectos relevantes da produção agropecuária, trazendo uma série de artigos que visam reduzir problemas fitossanitários que têm afetado negativamente o desenvolvimento e a produtividade das lavouras catarinenses, tais como a incidência de insetos nas lavouras de soja no Meio-Oeste, as infestações de mosca-branca e mosca-negra na citricultura e o controle de doenças como as sigatokas negra e amarela na produção orgânica de banana.

A ciência do futuro deverá lidar com grandes volumes de dados, realizar simulações e tomar decisões em tempo real, além de gerar novas descobertas e formas de colaboração.

Não deixe de ler a revista Agropecuária Catarinense.

A ciência não pode parar!

Science cannot stop!



Características agronômicas de cultivares de macieira (Impresso/On-line) – 2025 211p. Livro

A existência de diversos cultivares de macieira desenvolvidos no Brasil é um benefício para os produtores e consumidores brasileiros, pois permite escolher os que melhor se comportam quanto à produtividade e qualidade dos frutos nas várias regiões produtoras brasileiras e ofertar diferentes tipos de frutos e sabores. A Epagri, ao longo de mais de 40 anos de pesquisa, através de melhoramento genético, gerou grande parte dos cultivares plantados no Brasil, que agora são expostos nesta publicação.



O início da modernização: uma revisão histórica da pesquisa agropecuária em Santa Catarina (Impresso) – 2025 276p. Livro

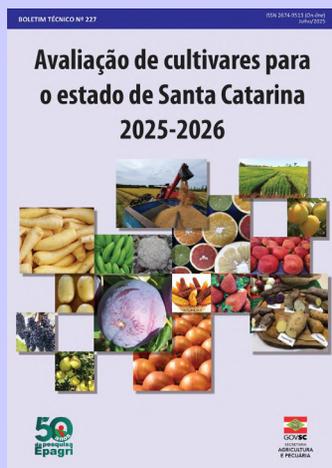
Este livro recuperou informações históricas, estudos de caso, relatos e dados das instituições de pesquisa agropecuária ao longo dos últimos dois séculos, a começar pelo ano de 1895, quando foi criada a primeira estação experimental, situada em Rio dos Cedros, na região de Blumenau. Foram reunidas informações de pesquisa no Brasil e também em nível mundial, em períodos anteriores e paralelos. Uma das autoras de vários artigos trata-se da socióloga e pesquisadora Lucy Woellner dos Santos, que já possui vários livros publicados sobre o assunto. Também há um artigo do fundador da Empasc, engenheiro-agrônomo e mestre em fitotecnia, José Oscar Kurtz, que dedicou sua vida à pesquisa agropecuária catarinense e é considerado o criador da pesquisa agrícola moderna de Santa Catarina. Outros capítulos do livro foram escritos por profissionais que exerceram suas funções na Empasc, instituição que junto com a Acaresc, Icepa, Acarpesc e Iasc deu origem à Epagri.



Épocas de semeadura de trigo para o Oeste Catarinense: indicação de cultivo (Impresso/On-line) – 2025 55p. BT 224

O cultivo do trigo tem se mostrado uma atividade agrícola de extrema relevância para o Brasil, especialmente em Santa Catarina, onde a produção vem ganhando destaque e contribuindo significativamente para o fortalecimento da economia do Estado. Este Boletim Técnico foi elaborado com o propósito de fornecer aos técnicos e agricultores as informações necessárias para aprimorar suas práticas de cultivo, enfrentando os desafios impostos pelas condições climáticas e maximizando os benefícios da cultura. Traz orientações detalhadas sobre as melhores épocas de semeadura e os cultivares que se destacam nas condições específicas do Oeste Catarinense. Ao seguir essas recomendações, os produtores poderão antecipar a colheita do trigo, evitar sobreposições indesejadas com o plantio da soja e contribuir para a estabilidade e a sustentabilidade da produção agrícola na região.

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



Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina 2025-2026 (On-line) – 2025 108p. BT 227

As avaliações do desempenho dos cultivares das diferentes culturas apresentadas neste Boletim Técnico são realizadas anualmente em diferentes regiões edafoclimáticas de Santa Catarina. Nessas avaliações se identificam aqueles com melhor sanidade, maior potencial de produtividade, boa adaptação regional e tolerância ou resistência às principais doenças. O uso de cultivares com essas características viabiliza uma boa colheita. Para fins de financiamento e seguro agrícola privado ou público (Proagro ou Seaf) é essencial consultar os cultivares indicados para cultivo em Santa Catarina. As características e os períodos de semeadura ou plantio recomendados para cada município são de exclusiva responsabilidade de seus obtentores, de acordo com a Lei de Proteção de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), que os habilita para a produção e comercialização de sementes e mudas no País.



Das histórias, à mesa: Comunidades de Rio Bonito Alto e Palermo/Lauro Müller, SC (Impresso/On-line) – 2025 36p. BD 180

Este livro de receitas é resultado de um trabalho que objetivou a integração das famílias que prestam serviços turísticos nas comunidades do Rio Bonito Alto e Palermo, em Lauro Müller, SC. Receitas que trazem experiências gastronômicas aos turistas, que não esquecem esse compartilhamento de sabores, histórias e vivências nessas comunidades com predomínio italiano nas famílias e uma beleza natural ímpar. O relato das histórias de cada receita nos conta como e por quem eram preparadas. Receitas essas, feitas até hoje.



Receitas de mãe para filha II (Impresso/On-line) – 2025 148p. BD 179

Este boletim é o resultado do trabalho das oficinas de alimentação afetiva. As receitas são os relatos sobre as emoções que as participantes sentem quando lembram dos alimentos preparados por suas mães ou outro familiar, sendo assim a sua memória afetiva. A diversidade cultural do município de Rio das Antas aparece nas receitas e no uso de alguns ingredientes locais. O relato das participantes conta a história dos alimentos que aprenderam a preparar e ainda são preparados para seus familiares. Algumas receitas são simples de preparar, outras um pouco mais elaboradas, com ingredientes típicos, mas com muito sabor.

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

Pesquisa agropecuária

50 anos de inovação e desenvolvimento

Dirceu Leite¹

Os catarinenses celebram em 2025 um marco significativo: 50 anos de pesquisa agropecuária em Santa Catarina, uma história que está relacionada diretamente com o desenvolvimento do Estado. A Epagri, empresa pública responsável por essa missão, tem orgulho em fazer parte dessa trajetória de sucesso, inovação e compromisso com o futuro do campo e do mar.

Foi nesta terra fértil que as raízes históricas da Epagri se desenvolveram e conquistaram a confiança dos produtores rurais e o respeito da sociedade catarinense. A estruturação de um sistema público de pesquisa agropecuária em Santa Catarina começou em 1975, com a criação da Empasc, impulsionada pela necessidade de investir em ciência, tecnologia e inovação com identidade regional. A agricultura catarinense, caracterizada por pequenas propriedades familiares, diversidade climática e grande variedade de cultivos, demandava soluções técnicas específicas, pois os modelos de produção em larga escala já não eram totalmente aplicáveis à realidade local.

A criação da Epagri resultou da fusão de entidades com décadas de experiência, como a Acaresc (1957), Acarpesc (1968), Empasc (1975) e o antigo Instituto de Apicultura (Iasc), com a posterior incorporação do Instituto Cepa em 2005. Essa integração aperfeiçoou o ciclo da pesquisa à aplicação no campo, com a extensão rural atuando como uma ponte ativa entre o conhecimento e sua utilização, um novo modelo que até hoje é referência no Brasil.

Vinculada ao Governo do Estado de Santa Catarina, a Epagri tinha que olhar para o futuro com objetividade. Para isso, a empresa criou um plano diretor com metas que impulsionam sua autocrítica e evolução na gestão e que devem ser cumpridas até 2030. Além disso, estabeleceu como propósito **inovação e sustentabilidade**

no campo e no mar e assumiu como missão **promover o desenvolvimento sustentável e a inovação no espaço rural e pesqueiro**. Esses objetivos são guiados por valores como eficiência, efetividade, transparência, credibilidade, conhecimento, inovação, integridade, responsabilidade, comunicação e inclusão.

A atuação da Epagri tem sido fundamental para o agronegócio catarinense, que responde por mais de 20% do PIB estadual. A agricultura familiar, presente em cerca de 78% dos estabelecimentos, produz mais de 50% do Valor da Produção Agropecuária (VPA) estadual. A Epagri tem uma forte participação nos níveis tecnológicos aplicados nos sistemas de produção do agronegócio catarinense. O Valor da Produção Agropecuária de Santa Catarina em 2024 atingiu R\$ 63 bilhões. Graças à contribuição da Epagri, Santa Catarina tornou-se referência nacional em produção de maçã e arroz irrigado, suínos e frangos, além de se destacar na produção de leite, feijão, hortaliças e cultivos florestais.

Ao longo dessas décadas, a pesquisa agropecuária catarinense, sob a liderança da Epagri, transformou a paisagem rural do Estado, com destaques em diversas áreas, como o melhoramento genético vegetal e animal, com o desenvolvimento de cultivares adaptados ao clima e ao solo catarinense. Além de ser recordista em produção e produtividade de arroz, maçã, cebola, banana, milho, feijão, mandioca, hortaliças, o Estado introduziu novas culturas como maracujá, mirtilo, cranberry e pitaia.

Foram implementadas tecnologias de manejo específicas, como o controle integrado de pragas e doenças (reduzindo o uso de agrotóxicos), técnicas de conservação do solo e da água, a rotação de culturas e a integração lavoura-pecuária-floresta. A agrometeorologia aplicada, implementada por meio da

Epagri/Ciram, fornece sistemas de alerta climático, previsões de geadas, monitoramento de secas e modelagens que auxiliam a tomada de decisão no campo.

Outro marco expressivo é o Observatório Agro Catarinense, um ambiente ousado que permite uma visão ampla do agro e da dinâmica das transformações do espaço rural. Além disso, houve o lançamento de sistemas sustentáveis que ampliaram o foco institucional, incluindo a agroecologia, a agricultura orgânica, os sistemas agroflorestais, bem como o desenvolvimento de trabalhos pioneiros na piscicultura, como a criação de alevinos e o manejo sustentável de espécies como a Tilápia Epagri SC 04.

Assim como o impacto das tecnologias, o retorno à sociedade passou a ser mensurado sistematicamente e divulgado por meio do Balanço Social. Os resultados alcançados em 2024 demonstram o impacto das ações da Epagri. Segundo a publicação, para cada real investido na Epagri, Santa Catarina teve retorno de R\$ 9,77. O retorno global das tecnologias e ações foi de R\$ 11,72 bilhões, sendo a participação da Epagri de R\$ 4,81 bilhões.

Em 2024 a Epagri atendeu 132 mil agricultores e pescadores, capacitou 30,2 mil agricultores e pescadores e assistiu 60,3 mil jovens rurais. Sua presença digital também foi significativa, com 1,8 milhão de visualizações no site, 4,3 milhões no YouTube e 455 mil seguidores nas redes sociais.

Desde sua criação em 1988, a revista Agropecuária Catarinense (RAC) tem sido um canal essencial para a difusão dos resultados da pesquisa em Santa Catarina. Ao mesmo tempo que promove um diálogo constante entre pesquisadores, técnicos, extensionistas, agricultores e estudantes, a RAC busca se consolidar como uma plataforma vital para a divulgação de inovações,

¹Eng.-agr., MSc., Presidente da Epagri; Representante do Estado de Santa Catarina; Presidente do Conselho de Administração, E-mail: dex@epagri.sc.gov.br

metodologias e experiências bem-sucedidas, com trabalhos de mais de 1.500 autores, adequando-se às novas exigências e aos princípios da ciência aberta. Sua transformação com a digitalização ampliou seu alcance nacional e internacional, democratizando o acesso a conteúdos técnicos e científicos. Reconhecida pela rigorosa avaliação científica e transparência editorial, a revista utiliza uma linguagem clara e acessível, facilitando a aplicação dos resultados no campo e estimulando pesquisas alinhadas às necessidades dos produtores rurais.

As mudanças climáticas, a transição agroecológica acelerada, assim como o uso ético de tecnologias digitais e biotecnológicas são desafios que precisam ser considerados agora. A velocidade e o alto grau de complexidade dessas transformações irão exigir capacidade de inovação e adaptação de todos os atores envolvidos. Além do desenvolvimento de sistemas produtivos altamente resilientes, com inteligência artificial preditiva e sensores ambientais, vamos precisar reduzir o uso de insumos químicos e adotar práticas agroecológicas, integrando tecnologia digital e saberes tradicionais. Vamos ter que adotar a gestão hídrica inteligente e a água passará a ser gerida por redes inteligentes que monitoram e otimizam o consumo, integrando dados climáticos, agrícolas e urbanos. Teremos que promover a inclusão produtiva de jovens e mulheres, valorizando, capacitando e garantindo acesso à tecnologia, ao crédito e à educação.

Ao mesmo tempo que permite inovações, a complexidade tecnológica

requer governança rigorosa, proteção de dados, respeito à propriedade intelectual e responsabilidade social. O avanço da Internet das Coisas (IoT) e das redes 5G/6G possibilitará a integração automatizada de dados para tomada de decisão em tempo real, permitindo a criação de fazendas inteligentes conectadas. O mercado, por sua vez, exigirá produtos de alto valor com certificações de sustentabilidade e rastreabilidade total.

Em 2025 a Epagri assumiu um novo papel institucional, incorporando a gestão dos Centros de Educação Profissional – Cedups Agrotécnicos. Ao todo são cinco colégios agrícolas distribuídos no Estado que agora estão sendo administrados pela Epagri, ampliando a área de atuação da Empresa para a educação, além da pesquisa e da extensão rural. O foco se concentra na formação profissional, na sucessão familiar e na criação de meios para que os jovens formados nos colégios tenham a oportunidade de se estabelecer como produtores rurais qualificados e preparados para os desafios da agricultura atual.

Entretanto, é preciso reconhecer que o avanço científico e a transformação no campo não seriam possíveis sem a participação de uma equipe integralmente dedicada – um time incansável que atua nos bastidores. Além de pesquisadores e extensionistas rurais, a Empresa conta com uma força de trabalho que inclui profissionais das mais diversas áreas, principalmente pessoal de campo. Terceirizados, bolsistas e estagiários também representam uma

força renovadora. Em abril de 2025, a Epagri tinha 1.637 empregados (mais de 400 atuando diretamente na pesquisa) e uma estrutura que incluía 4 centros especializados e 9 estações experimentais de pesquisa. Uma base sólida que sustenta a pesquisa agropecuária catarinense e trabalha comprometida com a missão de transformar o campo e a vida das pessoas.

Chegar aos 50 anos de história com um legado tão sólido é uma conquista que merece celebração e um profundo compromisso com a renovação. A pesquisa agropecuária em Santa Catarina está firmemente enraizada não apenas no nosso solo, mas na cultura e nas tradições catarinenses, construindo pontes sólidas com a identidade do nosso povo. Ao mesmo tempo, essa ciência olha para o horizonte com asas abertas, pronta para dialogar com o mundo, abraçar as novas tecnologias e responder às transformações sociais.

Hoje o compromisso da Epagri é firme e claro: continuar construindo um futuro onde o desenvolvimento rural seja justo, sustentável e inovador. Com os pés firmemente plantados no chão e o olhar voltado para as possibilidades, a Epagri segue avançando, inspirada pelo passado, movida pelo presente e visionária quanto ao amanhã. A verdadeira força da pesquisa está em sua capacidade de transformar vidas, preservar o meio ambiente e promover um mundo rural que inspire orgulho e esperança para as próximas gerações.

Agricultura catarinense em boas mãos.



Tomate enxertado, a nova realidade da tomaticultura no Alto Vale do Rio do Peixe

Janice Valmorbida¹, Anderson Fernando Wamser²

A Estação Experimental de Caçador “José Oscar Kurtz” (EECd), unidade da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, tem no cultivo do tomate, desde a década de 90, seu foco principal de pesquisa em olericultura. Como a hortaliça mais conhecida e de maior consumo, o tomate tutorado encontrou na região do Alto Vale do Rio do Peixe (AVRP) um clima favorável à produção durante o verão.

Em termos de Brasil, Santa Catarina é o nono estado produtor de tomate, representando 3,13% da área nacional. O Estado apresenta peculiaridades em relação às condições climáticas, estrutura fundiária e localização. A cultura do tomate foi se estruturando ao longo de décadas, com a adoção de técnicas adequadas de manejo (plântio direto sobre a palhada, irrigação por gotejamento e fertirrigação, adubação racional, manejo de pragas e doenças, pulverização tratorizada, entre outras), novos cultivares, estruturação da cadeia produtiva e profissionalização dos viveiristas e produtores.

A Epagri/Cepa mantém registros da cultura desde 1946, quando a área plantada, produtividade e produção, respectivamente, foram 85 hectares, 1,9t ha⁻¹ e 250 toneladas. No período de 1970 a 1990, houve um incremento de 206% na produção e 66% na produtividade, esta última passando de 21,5t ha⁻¹ (1970/1975) para 66,0t ha⁻¹ (1985/1990). Na safra 2024/2025, o Observatório Agro Catarinense registrou uma produção de 127.595 toneladas em 1780 hectares, com produtividade de 72t ha⁻¹.

O cenário de produção de tomate foi se modificando ao longo das décadas. Em 1977, dados sobre a agricultura catarinense, publicados na revista Síntese Informativa, mostravam

que 70% da produção de tomate era proveniente das microrregiões de Florianópolis, Planalto Serrano, região Carbonífera e Campos de Lages, com destaque para o município de Urubici. A partir da safra 1989/1990, a produção catarinense de tomate desloca-se para a microrregião de Joaçaba (Alto Vale do Rio do Peixe – AVRP) e, em particular, para o município de Caçador. De dois produtores de tomate em Caçador, nos anos de 1979/1980, passou-se, dez anos depois, para 384 e, na safra 1990/1991, 450 tomaticultores cultivaram 360 hectares, com uma produtividade de 65t ha⁻¹, a maior do Estado naquela safra. Nessa região, com as condições edafoclimáticas favoráveis e os produtores aderindo às modernas técnicas de produção, a cultura se expandiu rapidamente, tornando o município responsável por mais de 25% da oferta catarinense da hortaliça.

Em termos de cenário atual, na safra 2024/2025, o AVRP foi a principal região produtora do Estado. Os municípios de Caçador e Lebon Régis foram os destaques, com o plântio de 650ha

e 300ha, respectivamente. A Grande Florianópolis ocupou a segunda posição (265ha), seguida do Planalto Norte (150ha), Litoral Sul (130ha), Planalto Sul (130ha) e Alto Vale do Itajaí (50ha).

Ao longo dos anos, verificou-se oscilação na produtividade do tomateiro, ligada à frustração de safras, influenciada por fenômenos climáticos adversos (seca, calor, frio fora de época e excesso de chuvas) e pelo aumento da incidência de pragas e doenças. A exigência de novas áreas a cada safra ou áreas sem solanáceas há mais de três anos tem sido uma preocupação para técnicos e produtores. Manter a produção com aumento de produtividade sem aumentar a área plantada é o principal objetivo de instituições de ensino, pesquisa e empresas privadas. Nessa linha, a cada safra, são lançados novos cultivares com maior resistência a pragas e doenças, menor exigência em adubação e elevada produtividade.

O que tem impactado a região do AVRP, principalmente a partir da safra 2020/2021, é o plântio de



Figura 1 Tomate enxertado, Caçador (SC).

Fonte: Leandro Campos

¹ Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri/Estação Experimental de Caçador “José Oscar Kurtz”, C.P. 591, 89501-032, Caçador, SC, Fone: (49) 3561-6824, e-mail: janicevalmorbida@epagri.sc.gov.br

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Caçador “José Oscar Kurtz”, C.P. 591, 89501-032, Caçador, SC, Fone: (49) 3561-6828, e-mail: afwamser@epagri.sc.gov.br

tomate enxertado. A enxertia, usada inicialmente em cultivo protegido, é uma alternativa de controle de patógenos de solo e para aumentar o vigor das plantas, prolongando a colheita e proporcionando maiores produtividades. Assim, o tomateiro pode ser cultivado em áreas com histórico de doenças de solo, a campo ou em cultivo protegido, em regiões com altas precipitações e elevada temperatura por um maior período.

No período anterior à safra de 2015, buscaram-se porta-enxertos para doenças de solo, principalmente a murcha bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum*. As pequenas propriedades, com áreas contaminadas, e os grandes produtores, com dificuldades de conseguir áreas novas, aceleraram a busca dos porta-enxertos que possibilitassem o cultivo nessas áreas.

Porta-enxertos que conferem vigor às plantas foram os mais adotados na região do AVRP. Esses porta-enxertos promovem um desenvolvimento mais robusto, aumentando a resistência das plantas a condições adversas e melhorando o aproveitamento de solos degradados ou submetidos ao cultivo intensivo. Além disso, o uso destes porta-enxertos é particularmente benéfico em sistemas de cultivo protegido, onde o manejo das plantas e a maximização da produtividade são essenciais para justificar o investimento inicial elevado associado a essas tecnologias.

O uso de porta-enxertos se consolidou como uma prática fundamental na produção de tomate. Essa técnica, amplamente adotada pelos produtores locais do AVRP, tem sido essencial para o incremento da produtividade, a mitigação de doenças do solo e a promoção da sustentabilidade agrícola.

O mercado brasileiro conta com várias empresas que detêm a tecnologia de porta-enxertos de tomate, com um grande portfólio de variedades resistentes às doenças de solo e com alto vigor vegetativo. O lançamento de variedades é precedido por testes em unidades experimentais, nas áreas de produtores de tomate, para a recomendação dos mais resistentes e produtivos para cada região produtora no Brasil.

Muitos desses porta-enxertos são plantados na região do AVRP com excelentes respostas em produtividade. Em plantio a campo, dados de pesquisa da EECd mostram, comparando pé-franco com tomate-enxertado, respectivamente, a produtividade de 84t ha⁻¹ e 112t ha⁻¹, demonstrando a superioridade do tomate enxertado em produção comercial. Dados apurados com as principais revendas de sementes e mudas de Caçador e região mostram que na safra 2024/2025 foram plantadas, aproximadamente, 9.500.000 plantas de tomate, considerando tomate salada e saladete, das quais 2.900.000 plantas foram de pé-franco e 6.600.000 de tomate enxertado, representando 70% dessas plantações com porta-enxertos.

A adoção dessa tecnologia é destaque nacional em tomaticultura e tem sido impulsionada pelos excelentes resultados obtidos no campo. Os relatos de produtores indicam satisfação durante a safra, com plantas mais saudáveis e vigorosas, com resultados positivos no fechamento da mesma. Em termos de produtividade, os relatos são de 600



Figura 2 Tomate enxertado, Macieira (SC).

Fonte: Leandro Campos

a 800 caixas por mil plantas (138 a 184t ha⁻¹), representando ganhos expressivos em produtividade, um indicativo claro de sua relevância para o setor. A produtividade média registrada pelo Observatório Agro Catarinense para o AVRP, na safra 2024/2025, foi de 80t ha⁻¹.

Diante desse cenário, a tomaticultura da região do AVRP se destaca como referência na adoção de porta-enxerto a campo, consolidando uma produção mais eficiente, garantindo a competitividade do tomate cultivado na região e mantendo o tomaticultor na atividade que ele conhece, sabe fazer e investe.

50 anos de ciência, tecnologia e inovação em Santa Catarina

Reney Dorow¹

Embora os termos do título acima não fizessem parte do vocabulário do final do século 19, foi naquele período, mais precisamente em 1895, que Santa Catarina deu o primeiro impulso na pesquisa agrícola com a criação da Estação Agrônômica e Veterinária em Rio dos Cedros, no município de Blumenau. Era uma época distinta, na qual o principal objetivo do governo era ocupar o território catarinense com imigrantes europeus e adaptar ao território tropical os conhecimentos tecnológicos trazidos por eles.

Décadas mais tarde, na esteira da fundação da Embrapa em 1973, abriu-se espaço para criação das organizações estaduais de pesquisa agropecuária (OEPAS). Dois anos depois — em 1975, a criação da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (Empasc), advinda especialmente da estrutura original do Mapa em SC, marcou o início de uma trajetória sólida e organizada de pesquisa no Estado. Sob a liderança de José Oscar Kurtz, a Empasc estruturou equipes, métodos e prioridades para dar respostas aos desafios de uma agricultura que precisava se diversificar e se modernizar.

A década de 1970 foi marcada por uma Santa Catarina majoritariamente rural, com áreas urbanas e industriais em expansão. O cenário produtivo de 1975 foi retratado na Síntese Anual da Agricultura, publicação do então Instituto de Planejamento e Economia Agrícola. Naquela época, o Estado cultivava o milho em quase 1 milhão de hectares, mas com uma produtividade ainda limitada a pouco mais de 2,2 toneladas por hectare. O arroz irrigado ocupava em torno de 75 mil hectares, também com rendimentos modestos de 2,4 toneladas por hectare, ligeiramente inferior à produtividade do arroz de sequeiro.

Em 1975, a fruticultura de clima temperado dava seus primeiros passos, registrando uma produção de cerca

de 5 mil toneladas de maçã. Esses números, que hoje parecem distantes, só puderam ser transformados graças ao trabalho da pesquisa agropecuária que, desde então, se debruçou sobre o desafio de gerar tecnologias adaptadas à realidade catarinense.

Em 1991, a Empasc se uniu a instituições de extensão rural, pesca e apicultura (Acaresc, Acarpesc, Iasc), dando origem à Epagri, que incorporou em 2005 também o Instituto de Planejamento e Economia Agrícola. Essa integração foi decisiva para que a pesquisa dialogasse de forma ainda mais efetiva com os agricultores, levando ao campo inovações que revolucionaram a produção. Foi assim que tecnologias como o plantio direto se disseminaram, garantindo sustentabilidade e aumento de produtividade, e que cultivares desenvolvidos pela pesquisa catarinense ganharam espaço nas lavouras, oferecendo resistência a pragas, adaptação ao clima e qualidade ao produto final.

O resultado desse esforço coletivo é visível nos números atuais. O milho, por exemplo, registra uma produtividade quatro vezes superior ao daquela época. No arroz irrigado, Santa Catarina alcançou produtividade média superior a 8 toneladas por hectare, posicionando-se como o segundo maior produtor do Brasil. Na fruticultura, a pesquisa transformou um cultivo incipiente em uma cadeia produtiva altamente competitiva, colocando o Estado na liderança nacional da produção de maçã, reconhecida pela qualidade de suas variedades, algumas inclusive cultivadas em outros continentes.

Essas conquistas não são obra do acaso. São fruto de gerações de pesquisadores que, amparados em áreas fundamentais como melhoramento vegetal, fitossanidade, engenharia rural e socioeconomia, traduziram ciência em soluções para o agricultor. Cada avanço nos índices de produtividade,

cada redução nos custos de produção e cada tecnologia que permitiu produzir com menos impacto ambiental carrega a marca da pesquisa agropecuária feita em Santa Catarina, pela Epagri.

Mas será que o êxito do passado, construído sobre os alicerces da pecuária, da fitotecnia, da engenharia rural e da socioeconomia seguirá sendo o passaporte para enfrentarmos os próximos 50 anos de desafios crescentes? Ao projetarmos o olhar para o futuro, tornam-se evidentes os novos arranjos voltados à inovação e à geração de valor na agropecuária. Nesse cenário, ganham força processos e métodos de pesquisa que buscam soluções locais inovadoras, capazes de contribuir para a expansão da produção global de alimentos.

Precisamos nos manter atentos às mudanças climáticas e ao desafio permanente de construir uma agricultura mais sustentável. Nesse contexto, a agricultura digital ganha espaço no cotidiano do campo, especialmente entre uma nova geração de agricultores que escolhe permanecer na terra, mas agora conectada ao universo virtual, acessando informações estratégicas para produzir e comercializar seus produtos.

Acelerar processos de inovação por meio do uso de tecnologias ômicas torna-se um imperativo a ser alcançado, seja de forma direta ou por meio de arranjos estratégicos. Também não podemos subestimar o elevado potencial dos bioinsumos na alavancagem de uma produção mais limpa e sustentável, capaz de mitigar os riscos dos sistemas tradicionais de produção agropecuária e garantir alimentos mais saudáveis e seguros na mesa do consumidor.

A nova dinâmica de geração de valor por meio da inovação aberta deve ser considerada, e cabe a nós reconhecer que não somos os únicos no ecossistema de inovação no território.

¹Eng.-agr., MSc., Diretor de Ciência, Tecnologia e Inovação da Epagri, e-mail: reney@epagri.sc.gov.br

Afinal, passamos de um cenário em que o setor público respondia por 80% das inovações agrícolas no mundo no século passado, para uma participação atual de apenas 20%.

Celebrar 50 anos de pesquisa é, portanto, reconhecer que o desenvolvimento do Estado só foi

possível porque ciência, tecnologia e inovação se tornaram parte inseparável da vida no campo. É também olhar para frente e compreender que os desafios das próximas décadas — das mudanças climáticas à agricultura digital, do uso de bioinsumos à aplicação de tecnologias ômicas — só poderão ser enfrentados

se mantivermos viva essa capacidade de pesquisar, inovar e transformar. Ao reafirmar seu compromisso com a pesquisa, a Epagri renova também o compromisso de Santa Catarina com uma agricultura sustentável, produtiva e cada vez mais conectada com o futuro.



Saiba por que a agricultura catarinense evoluiu tanto nos últimos 50 anos.

www.epagri.sc.gov.br

Dinâmica da produção de grãos no estado de Santa Catarina no período de 2014 a 2024

Gabriela Woiczack de Arruda¹, Haroldo Elias Tavares² e João Rogério Alves³

A agropecuária catarinense tem grande importância social e econômica para o Estado. Santa Catarina ocupa 1,12% do território brasileiro, com 38% de floresta natural e 16,7% com agricultura. Sendo assim, tem restrições para a expansão do cultivo de culturas anuais (Figura 1). Contudo, é relevante a produção de grãos como arroz, milho, soja, feijão e trigo, pois representa mais de 25% do valor da produção agropecuária do Estado. (Epagri/Cepa, 2024a).

Entre os grãos produzidos em Santa Catarina, tem destaque o arroz com 11% da produção brasileira. A produção de milho e soja contribui de maneira significativa para o suprimento da cadeia da produção de proteína animal no Estado, sendo o maior produtor nacional de suínos e o segundo maior de aves. O presente estudo propõe avaliar a dinâmica da produção de grãos no Estado e seu valor da produção no contexto estadual, no período de 2014 a 2024.

Dinâmica da produção

Arroz

A área cultivada no Estado se manteve estabilizada na última década, com cerca de 146 mil hectares. Quanto à produtividade, apresentou uma elevação consistente no período de mais de 1 tonelada por hectare, alcançando 8.600kg/ha em 2023. O bom resultado pode ser atribuído ao incremento em tecnologia, à utilização de cultivares de alto potencial produtivo e à melhoria do sistema de manejo. É cultivado em 93 municípios, concentrados no Litoral Sul (67,7%), seguido da região Litoral Norte (23,16%), Alto Vale do Itajaí (7,04%) e Grande Florianópolis (2,01%). Na safra 2023/2024, em função de

Uso e cobertura do solo de Santa Catarina em 2017 - Monitora SC (Vibrans et al., 2021)

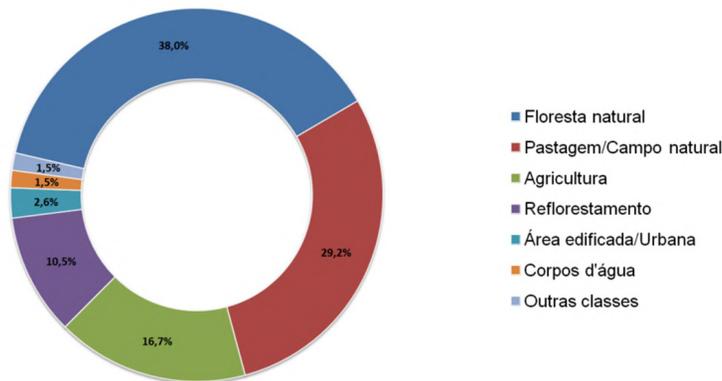


Figura 1. Uso e cobertura do solo de Santa Catarina em 2017 – Monitora SC

Fonte: Vibrans et al., 2021

Tabela 1. Principais grãos produzidos em Santa Catarina na Safra 2023/24

Grãos	Área Plantada (ha)	Qtd. Produzida (t)	Valor Bruto da Produção (R\$ mil)
Arroz	145.739	1.158.540	2.083.793
Soja	811.056	2.749.281	7.024.254
Milho	322.241	2.178.582	6.635.784
Trigo	137.516	307.364	278.271
Feijão	63.177	113.067	463.676
Totais	1.479.729	6.506.834	16.485.778

Fonte: Epagri/Cepa, 2025

fatores climáticos, excesso de chuvas (efeito *El Niño*), houve um recuo da produtividade média. Os principais municípios produtores foram Turvo, Forquilha e Meleiro, responsáveis por 24,5% da produção estadual.

Feijão

A área de cultivo do feijoeiro em Santa Catarina vem diminuindo sistematicamente. Em 1994, o Estado registrou o cultivo de mais de 350

mil hectares com feijão, já em 2024, registrou 63 mil hectares (Epagri/Cepa, 2024), nas duas safras anuais. No período de 2014 a 2024, a área de cultivo apresentou redução superior a 8%. O plantio do feijão total, que é a soma das duas safras estaduais de feijão, registrou a produção final estimada em aproximadamente 113 mil toneladas, o que representa uma pequena redução de 0,8% quando comparada à safra anterior. A área total cultivada com feijão no Estado foi de

¹ Acadêmica do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: gabi.arruda2002@hotmail.com

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

³ Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. E-mail: joaoalves@epagri.sc.gov.br

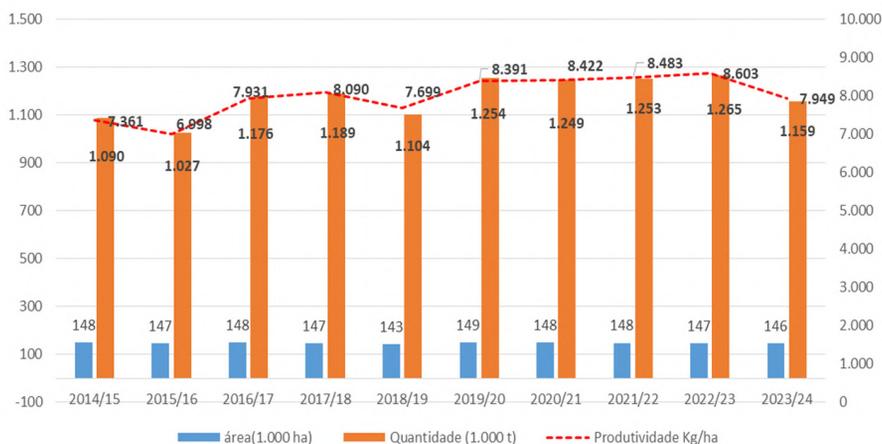


Figura 2. Evolução da área, produção e produtividade do arroz em Santa Catarina
Fonte: Epagri/Cepa, 2025

63,2 mil hectares em 2023/2024, um crescimento de 5,3% em relação ao ano anterior. O feijão-preto corresponde a 80% da área cultivada, os de cores 20%. O maior mercado consumidor de feijão-preto se concentra no sul do Brasil.

Milho

No período entre 2014 e 2024, verificou-se uma redução significativa da área de cultivo do milho em mais de 100 mil hectares. Fatores, como o custo de produção elevado e a incidência de cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), estão impactando na decisão da continuidade da produção do cereal pelos produtores de Santa Catarina. O reflexo disso é a redução da produção do Estado de três milhões de toneladas alcançadas nas safras até 2019. A produção total ficou próxima de dois milhões de toneladas nas últimas safras, impactando diretamente na maior dependência dos grãos de outros estados e importações de outros países.

Soja

Acompanhando a tendência da cultura no país, a área de cultivo de soja em Santa Catarina apresentou crescimento significativo. Entre as safras de 2014 e 2024, foram incorporados mais de 213 mil hectares. O aumento da produção foi superior a um milhão de toneladas no período, avançando sobre áreas de milho, feijão, pastagens e até de florestas plantadas (Epagri/Cepa,

2024ab). A partir de 2020/21, o sistema de acompanhamento de safra (Epagri/Cepa) levanta a área cultivada da soja de segunda safra (60 mil hectares), sendo contabilizada na área total cultivada no Estado (Figura 4).

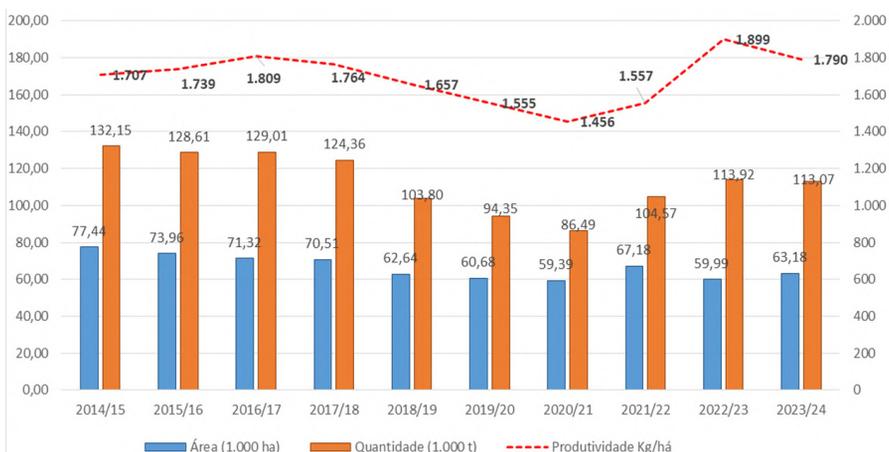


Figura 3. Evolução da área, produção e produtividade do feijão em Santa Catarina
Fonte: Epagri/Cepa, 2025

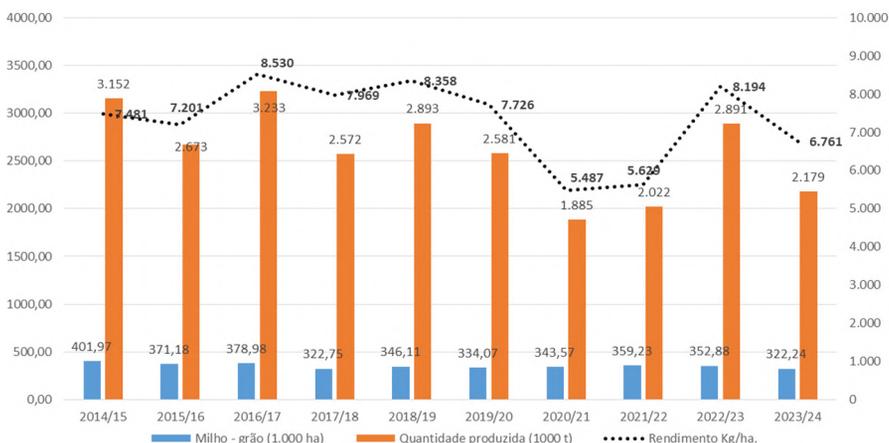


Figura 4. Evolução da área, produção e produtividade do milho-grão em Santa Catarina
Fonte: Epagri/Cepa, 2025

Trigo

Na última década, a área cultivada e a produção catarinense de trigo cresceram cerca de 50%. Nas últimas safras, o crescimento da produção foi significativo, de 172 mil toneladas produzidas na safra 2020/21, para 482 mil toneladas na safra 2022/23, um crescimento de aproximadamente 180%. Na safra 2022/23, foi cultivada em todo Estado uma área de 139,7 mil hectares de trigo, o que representou um aumento de 36,0% em relação à área plantada na safra 2021/22. Na safra 203/24, em função de problemas climáticos, houve um recuo da produção.

Contexto geral da evolução da área de grãos no Estado

De 2014 a 2024, a área destinada ao cultivo de grãos em Santa Catarina

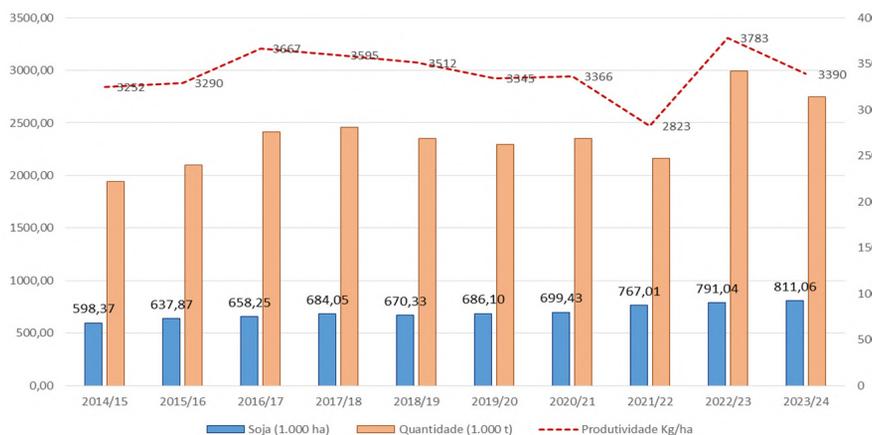


Figura 5. Evolução da área, produção e produtividade de soja em Santa Catarina
Fonte: Epagri/Cepa, 2025

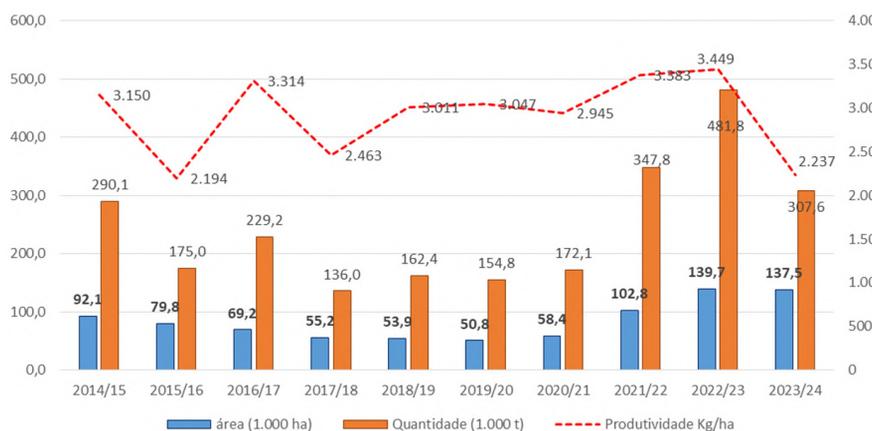


Figura 6. Evolução da área, produção e produtividade do trigo em Santa Catarina
Fonte: Epagri/Cepa, 2025

apresentou um crescimento expressivo de aproximadamente 289 mil hectares (Figura 7). Esse aumento reflete profundas transformações no setor agrícola do Estado, impulsionadas principalmente pela conversão de pastagens nativas e áreas de florestas plantadas para a produção agrícola.

Grande parte dessa expansão está diretamente relacionada ao crescimento da cultura da soja, que se consolidou como a principal responsável pelo aumento da área cultivada. A soja se destacou por sua elevada demanda no mercado internacional, alta liquidez e custo de produção relativamente menor em comparação ao milho. Em 2014/2015, a soja representava 45% da área total dedicada a grãos no Estado. Já na safra 2023/2024, esse percentual subiu para 55%, evidenciando a consolidação dessa cultura frente às demais (Figura 7).

Outro destaque é o trigo, cuja área cultivada também aumentou

significativamente nos últimos cinco anos. Tradicionalmente cultivado em rotação com a soja, o trigo passou a ser incentivado pelo governo estadual por meio de programas voltados à produção de grãos para ração animal. Esse estímulo favoreceu sua expansão, sobretudo no sistema de cultivo em

sucessão (trigo/soja), além de contribuir para o melhor aproveitamento do solo e a diversificação da renda dos produtores, especialmente com o crescimento da chamada "safrinha" (segunda safra anual).

Por outro lado, culturas como milho e feijão apresentaram redução de área, especialmente nas safras de verão (Figura 8). Embora tenham ganhado algum espaço na segunda safra, esse crescimento não foi suficiente para compensar a perda total. Atualmente, a produção comercial de milho e feijão está mais concentrada entre médios e grandes produtores, que conseguem se beneficiar da escala produtiva, enquanto os pequenos agricultores tendem a migrar para atividades de maior retorno econômico.

Um aspecto importante, embora fora do foco principal da análise, é o milho destinado à produção de silagem. Essa cultura ocupa cerca de 230 mil hectares no Estado, impulsionada pela crescente demanda da cadeia leiteira. Santa Catarina já figura entre os quatro maiores produtores de leite do país. Esse fator também ajuda a explicar a redução da área de milho-grão.

Além disso, a retração da área cultivada com fumo tem contribuído para a substituição por culturas anuais, reforçando as mudanças em curso nas dinâmicas agrícolas do Estado (Epagri/Cepa, 2024).

Os levantamentos, as estimativas de área e volume de produção de grãos e o acompanhamento das safras são importantes para o planejamento de ações de infraestrutura, armazenagem,

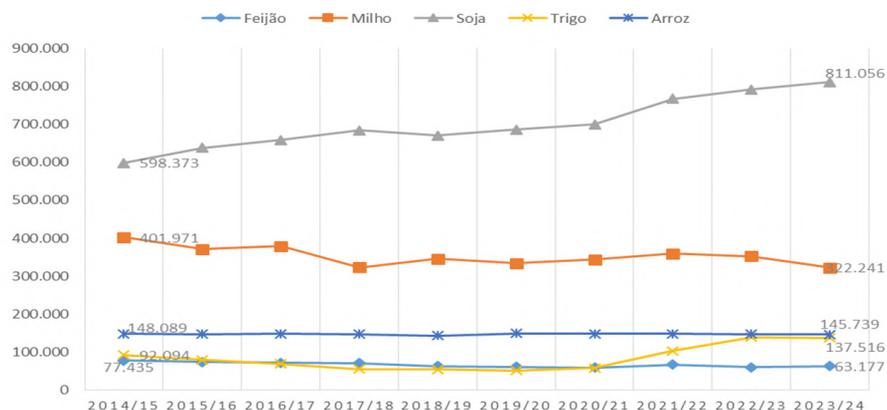


Figura 7. Evolução da área cultivada com grãos (arroz, feijão, milho-grão, soja e trigo) em Santa Catarina (1.000ha) no período de 2013/14 a 2023/24
Fonte: Epagri/Cepa, 2025

logística, bem como a fundamentação de políticas públicas para o setor agropecuário do Estado.

Referências

EPAGRI/CEPA. **Síntese Anual da Agricultura Catarinense** — 2023. Florianópolis–SC, 2024. 195p. Disponível em: <https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/publicacoes/sintese-anual-da-agricultura/24>. Acesso em: fev. 2025.

EPAGRI/CEPA. **Boletim Agropecuário** — Nº 135 (ago./2024). Florianópolis –SC, ago. 2024. 62p. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/ba/article/view/1901/1703>. Acesso em: fev. 2025.

EPAGRI/CEPA. **Observatório do Agro de Santa Catarina**. 2025. Disponível em: <https://www.observatorioagro.sc.gov.br/areas-tematicas/producao-agropecuaria/paineis/#nav-800>. Acesso em: 05 mar. 2025.

SANTA CATARINA. **Secretaria de Estado da Agricultura e Pecuária incentiva o cultivo de cereais de inverno**. 26 abr. 2024. Disponível em: <https://www.agricultura.sc.gov.br/secretaria-de-estado-da-agricultura-e-pecuariaincentiva-o-cultivo-de-cereais-de-inverno/>. Acesso em: 05 mar. 2025

MALUF, R. S.; FLEXOR, G. **Questões agrárias, agrícolas e rurais: conjunturas e políticas públicas**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: E-Papers, 2017. Disponível em: https://lemate.paginas.ufsc.br/files/2018/04/MalufR-FlexorG-Quest%C3%B5es-agr%C3%A1rias-e-agr%C3%ADcolas_colet%C3%A2nea.pdf. Acesso em: 05 mar. 2025

VIBRANS, A. C., NICOLETTI, A. L., LIESENBERG, V., REFOSCO, J. C., KOHLER, L. P. DE A., BIZON, A. R., LINGNER, D. V., DAL BOSCO, F., BUENO, M. M., DA SILVA, M. S., & PESSATTI, T. B. MonitoraSC: um novo mapa de cobertura florestal e uso da terra de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.34, n.2, p.42-48, 2021. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v34i2.1086>

Siga a Epagri nas redes sociais



www.epagri.sc.gov.br



www.youtube.com/epagritv



www.facebook.com/epagri



www.instagram.com/epagri



linkedin.com/company/epagri



<http://publicacoes.epagri.sc.gov.br>



www.x.com/EpagriOficial



Mosca-branca e mosca-negra: pragas na citricultura catarinense

Eduardo Cesar Brugnara¹, Rodolfo Vargas Castilhos² e Rafael Roveri Sabião³

Resumo – As plantas cítricas são atacadas por aleirodídeos (Hemiptera: Aleyrodidae), grupo de insetos sugadores que sugam a seiva das folhas, comprometendo o crescimento e qualidade dos frutos, principalmente pelo crescimento da fumagina. As espécies que ocorrem em Santa Catarina são as moscas-brancas *Dialeurodes citri*, *Dialeurodes citrifolii* e *Aleurothrixus floccosus*, bem como a mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi*. As ninfas e ovos de aleirodídeos são encontrados na face inferior das folhas. O manejo integrado inclui a promoção do controle biológico natural por parasitoides, predadores e fungos entomopatogênicos, além de medidas culturais e químicas que, apesar de terem efeito temporário, são necessárias em infestações severas. No Brasil há inseticidas registrados para *A. floccosus* e *A. woglumi*. Os citricultores devem realizar monitoramento nas épocas de brotações para evitar surtos populacionais e perdas na produção.

Palavras-chave: *Citrus*; Aleyrodidae; Monitoramento; Manejo integrado.

Citrus whiteflies and citrus blackfly: pests in Santa Catarina citriculture

Abstract – Citrus trees are attacked by whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae), a group of sap-sucking insects that extract the sap from leaves, impairing the growth and quality of fruits, mainly due to the development of sooty mold. The species found in Santa Catarina are the whiteflies *Dialeurodes citri*, *Dialeurodes citrifolii*, and *Aleurothrixus floccosus*, as well as the citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi*. The nymphs and eggs of whiteflies are located on the underside of leaves. Integrated management includes promoting natural biological control through parasitoids, predators, and entomopathogenic fungi, in addition to cultural and chemical measures that, despite having temporary effects, are necessary during severe infestations. In Brazil, insecticides are registered for *A. floccosus* and *A. woglumi*. Citrus growers should monitor shooting periods to prevent population outbreaks and production losses.

Keywords: *Citrus*; Aleyrodidae; Monitoring; Integrated management.

Introdução

Produtores de citros catarinenses vêm enfrentando infestações frequentes de moscas-brancas, que, apesar do nome sugerir, não são moscas, mas sim Hemípteros, conhecidos como aleirodídeos (família Aleyrodidae). Seu registro no Estado não é recente, no entanto a mosca-negra foi descoberta em Santa Catarina apenas em 2019 na região Oeste (Castilhos *et al.*, 2019), sendo já vista infestando plantas cítricas na região litorânea. A família Aleyrodidae contém pelo menos quatro espécies importantes para a cultura dos citros em Santa Catarina. São estas: *Dialeurodes citri*, *Singhiella (=Dialeurodes) citrifolii* e *Aleurothrixus floccosus*, conhecidas como “moscas brancas”, e *Aleurocanthus woglumi*, conhecida como “mosca-negra-dos-citros” (todas Hemiptera: Aleyrodidae) (Gravena, 2005; Chiaradia, 2010; Castilhos *et al.*, 2019) (Figura 1).

De maneira geral, o ciclo biológico dos aleirodídeos tende a ser uniforme e compreende os estágios de ovo, quatro instares ninfais e estágio adulto (Figura 2). Os ovos são depositados predominantemente na parte abaxial das folhas, e são presos por um pedicelo. Ninfas de primeiro instar são móveis a após escolha do local para inserção do estilete permanecem naquele local. Os demais estágios ninfais possuem pernas curtas e são imóveis. O quarto instar ninfal é popularmente chamado de “pupa ou pupário”, e após a emergência do adulto, a estrutura remanescente na folha é denominada popularmente de “câmara pupal”, e é utilizado em alguns casos para identificação de espécies (Lourenção *et al.*, 2022).

A identificação das moscas brancas, seja de forma genérica ou em nível de espécie, é tarefa difícil. Requer a preparação de lâminas microscópicas (Boulahia-Kheder, 2021). No entanto, algumas características morfológicas podem

ser utilizadas para separar as espécies. Os ovos de *S. citrifolii* são de coloração marrom-escuro e possuem um padrão hexagonal na superfície, enquanto os ovos de *D. citri* são mais claros, e possuem superfície lisa. O adulto de *S. citrifolii* possui uma leve mancha turva perto do ápice da asa frontal, e a asa de *D. citri* é uniformemente branca (FDASC, 2025). Com relação à espécie *A. floccosus*, sua diferenciação é mais evidente no quarto instar ninfal, uma vez que apresentam filamentos cerosos e esbranquiçados no dorso (Figura 1B), visíveis a olho nu, ao passo que as ninfas de *Dialeurodes* spp. apresentam dorso desprovido de cera, geralmente amarelo esverdeado (Figura 1A). Outra diferença é que as posturas de *A. floccosus* são feitas de forma circular ou semicircular e as posturas de *D. citri* e *S. citrifolii* são depositadas de forma irregular (Boulahia-Kheder, 2021, Cassino; Nascimento, 1999).

Os adultos da mosca-negra-dos-citros apresentam corpo avermelhado,

Recebido em 25/03/2025. Aceito para publicação em 05/05/2025.

Editor de seção: Jonatan M. da Rosa/UFPR

¹ Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf). Servidão Ferdinando Tusset, CEP 89804-904, Chapecó, SC, fone: (49) 2049-7545, e-mail: eduardobrugnara@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Doutor, Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), e-mail: rodolfocastilhos@epagri.sc.gov.br.

³ Engenheiro-agrônomo, Doutor, Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), e-mail: rafaelsabiao@epagri.sc.gov.br.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.2041>

com asas cinza-escuras ou mesmo azuladas, com aproximadamente 1mm de comprimento (Figura 1D). Os ovos são depositados na face inferior das folhas, dispostos em espiral e as ninfas são de coloração negra e possuem numerosos “espinhos” a partir do segundo instar (Castilhos *et al.*, 2019) (Figura 1C).

Danos

O dano direto dos aleirodídeos nas plantas cítricas se dá pela sucção da seiva por ninfas e adultos, o que reduz o crescimento e a produção, podendo causar queda de folhas em altas infestações. Além disso, ao sugar a seiva, os insetos secretam uma substância açucarada que se acumula na superfície das folhas, predispondo ao crescimento do fungo *Capnodium citri* Penz, que forma a fumagina (Figura 1E), reduzindo a incidência de radiação solar e, com isso, o crescimento dos frutos e da planta (Kerns *et al.*, 2004). O acúmulo de fumagina sobre os frutos compromete a sua qualidade (aspecto, cor e sabor). Plantas inteiras podem se tornar enegrecidas, e depósitos de fumagina podem resistir à lavagem com escovas quando localizados em depressões naturais da casca. Além disso, a operação de colheita se torna mais difícil pela dificuldade de visualização dos frutos e pela liberação de pó e fragmentos de fumagina que atingem o colhedor.

Monitoramento populacional

Devem ser observadas as faces abaxiais das folhas, especialmente as jovens. Com auxílio de uma lupa de dez aumentos, procurar por ovos e ninfas. Adultos são facilmente observados a olho nu (Figura 1). Os níveis de controle ainda não foram estabelecidos pela pesquisa e o manejo destes insetos deve ser realizado no início das infestações.

Manejo integrado dos aleirodídeos

Os aleirodídeos sofrem reduções populacionais significativas pela ação de insetos parasitoides e predadores, além da ação de fungos entomopatogênicos, como *Aschersonia aleyrodis* Webber.

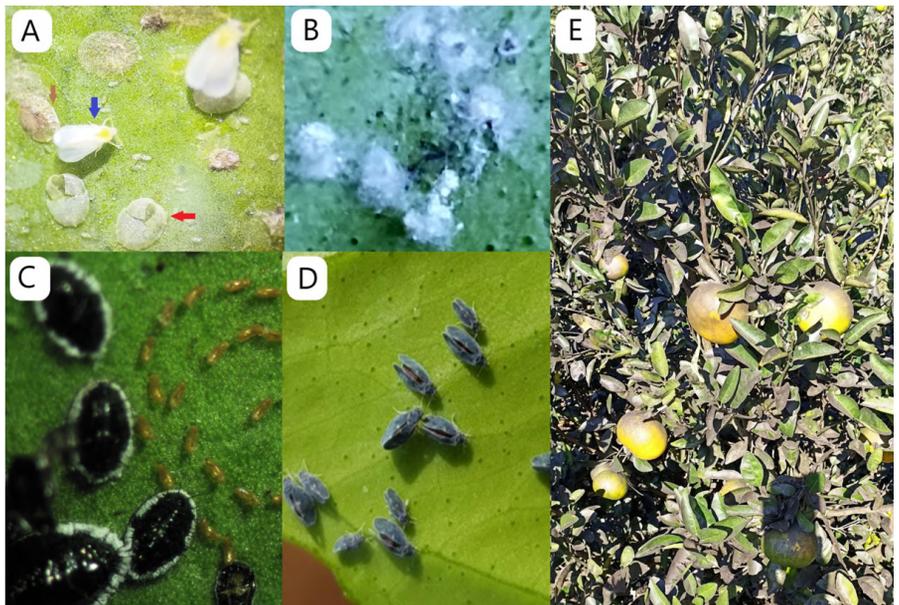


Figura 1. Principais espécies e dano de aleirodídeos ocorrentes em Santa Catarina nos citros: (A) Ninfa de quarto instar ou “pupário” (seta marrom), câmara pupal (seta vermelha) e adulto (seta azul) de *Dialeurodes* sp.; (B) ninfas de *Aleurothrixus floccosus* com filamentos cerosos brancos; (C) Ovos e ninfas e (D) adultos de mosca-negra-dos-citros; (E) fumagina causada por infestações mistas de aleirodídeos

Fotos: Eduardo Cesar Brugnara e Rodolfo Vargas Castilhos

Figure 1. Key species and damage caused by whiteflies occurring in Santa Catarina citrus groves: (A) Fourth instar nymph or “puparium” (brown arrow), pupal chamber (red arrow), and adult (blue arrow) of *Dialeurodes* sp.; (B) *Aleurothrixus floccosus* nymphs with white waxy filaments; (C) Eggs and nymphs, and (D) adults of citrus blackfly; (E) Sooty mold caused by mixed infestations of whiteflies

Photos: Eduardo Cesar Brugnara and Rodolfo Vargas Castilhos

Em situação de alta ocorrência de inimigos naturais o controle químico deve ser evitado. Além do controle biológico natural, as aplicações de defensivos realizadas para outros alvos podem afetar as populações de aleirodídeos, bem como dos inimigos naturais (Gravena, 2005).

Atualmente há seis inseticidas comerciais registrados no Brasil para *A. woglumi* e dois para *A. floccosus*, contendo os ingredientes ativos (grupo químico) clorantraniliprole (antranilamida), piriproxifem (éter piridiloxipropílico), imidacloprido, acetamiprido (neonicotinoides), lambda-cialotrina, bifentrina (piretroides), dimetoato (organofosforado) e óleo mineral (hidrocarboneto halifático), puros ou em mistura (Brasil, 2025). Não há registro no Brasil de produtos para o controle das demais espécies. A emulsão aquosa de óleo de algodão ou óleo mineral a 1% aplicados mensalmente são eficientes contra ovos e ninfas de *A. woglumi* (Silva *et al.*, 2011; Dias, 2024). O fertilizante foliar Orobor N1 (Oro Agri), que contém óleo de casca de laranja, é eficaz contra adultos e ninfas de *A. woglumi* quando

pulverizado por 3 a 4 vezes em concentrações de 0,5 a 1,0% (Carvalho, 2016).

É importante que os inseticidas atinjam a face inferior das folhas. Para isso é necessária uma boa cobertura das plantas, sendo recomendado um volume de calda de 2 a 4 mil litros por hectare em pomares adultos e densos. Equipamentos de pulverização que utilizem assistência de ar (vento), como os turboatomizadores, proporcionam melhor cobertura da face abaxial das folhas e penetração no interior das copas (Ruas *et al.*, 2011).

Medidas culturais podem prevenir a infestação ou auxiliar no controle. Recomenda-se: utilizar mudas produzidas em ambiente telado; utilizar espaçamentos de plantio amplos e porta-enxertos de baixo vigor; realizar podas de arejamento em plantas adultas e manter roçada a vegetação sob as copas; evitar transportar partes vegetais infestadas com ovos, ninfas ou adultos de aleirodídeos; lavar implementos e equipamentos, especialmente os que transitam entre pomares, como caixas de colheita; lavar os frutos antes da comercialização.



Figura 2. Ciclo biológico simplificado de aleirodídeos, mostrando as fases de ovo, ninfa e adulto que ocorrem em todas as espécies

Fotos: Eduardo Cesar Brugnara e Rodolfo Vargas Castilhos

Figure 2. Simplified life cycle of whiteflies, showing the egg, nymph, and adult stages that occur in all species

Photos: Eduardo Cesar Brugnara and Rodolfo Vargas Castilhos

Considerações finais

A ocorrência de altas infestações de aleirodídeos em citros é sazonal, no entanto, têm-se tornado frequente nos últimos anos nas principais regiões cítricas de Santa Catarina, onde têm predominado anos com relativa estiagem e invernos amenos. Como causa danos diretos aos frutos em função da fumagina, é importante que seja realizado o monitoramento constante desta praga, a partir do início das brotações, e que medidas de manejo sejam adotadas no início das infestações, para prevenir a ocorrência de surtos populacionais e consequentes perdas na produção.

Contribuição dos autores

Eduardo Cesar Brugnara: Conceituação, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição, Visualização. **Rodolfo Vargas Castilhos:** Visualização, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição. **Rafael Roveri Sabiao:** Visualização, Escrita – revisão e edição.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

Dados de pesquisa

Não foram gerados dados originais de pesquisa para a redação desse trabalho.

Financiamento

Este trabalho não recebeu financiamento.

Referências

BOULAHIA-KHEDER, S. The whitefly *Dialeurodes citri*: a new pest on citrus in Tunisia? **Tunisian Journal of Plant Protection**, v.16, n.1, p.11-18, 2021. DOI: <https://doi.org/10.52543/tjpp.16.1.2>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit**. Brasília, DF. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/agrofit>. Acesso em: 07 Fev. 2025.

CARVALHO, R. A. Uso de Óleo da Casca da Laranja no Controle da Mosca-negra-dos-citros. In: HALFELD-VIEIRA, B. A.; MARINHO-PRADO, J. S.; NECHET, K. de L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. (Ed.). **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

CASSINO, P. C. R.; NASCIMENTO, F. N. Aleirodídeos (Homoptera: Aleyrodidae) em plantas cítricas no Brasil: distribuição e identificação. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, n.1, p.75-83, 1999.

CASTILHOS, R. V.; BRUGNARA, E. C.; SABIÃO, R. R.; ANDRADE, T. P. R.; NEGRI, G. Primeiro registro de *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado de Santa Catarina, Brasil. **Citrus Research and Technology**, v. 40, e1051, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/crt.18919>

DIAS, K.L.L. **Alternativas ecológicas de manejo da mosca-negra e de ácaros no polo cítrico de Sergipe e da Bahia**. 2024. 40f. Dissertação (mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, 2024.

FDASC - Florida Department of Agriculture and Consumer Services. **Key to Whitefly of Citrus in Florida (Homoptera: Aleyrodidae)**. Disponível em: <https://www.fdacs.gov/Agriculture-Industry/Pests-and-Diseases/Plant-Pests-and-Diseases/Citrus-Health-Response-Program/Key-to-Whitefly-of-Citrus-in-Florida>. Acesso em: 19 mar. 2025.

KERNS, D.; WRIGHT, G.; LOGHRY, J. Woolly Whiteflies (*Aleurothrixus floccosus*). In: **Citrus Arthropod Pest Management in Arizona**. Tucson: University of Arizona, 2004. Disponível em: <https://cales.arizona.edu/crops/citrus/insects/woollywhitefly.pdf>. Acesso em: 20 Mar. 2025.

LOURENÇÃO, A. L.; LIMA, A.F.; BERNACCI, L. C. Recording whitefly species (Hemiptera: Aleyrodidae) and their host plants from Brazil. **Bragantia**, v. 81, e2322, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20210273>.

SILVA, A.G.; FARIAS, P.R.S.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; SOUZA, B.H.S.) Mosca-negra-dos-citros: características gerais, bioecologia e métodos de controle dessa importante praga quarentenária da citricultura brasileira. **Entomo-Brasiliis**, v.4, n.3, p.85-91, 2011. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrazilis.v4i3.145>

RUAS, J. M. F.; BALAN, R.; ABI SAAB, O.J.G. Comparação da cobertura de pulverizadores costais de acionamento manual e motorizado. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1417–1422, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n4p1417>.

Manejo para redução do despencamento da banana

Ricardo José Zimmermann de Negreiros¹, Gelton Geraldo Fernandes Guimarães² e Ramon Felipe Scherer³

Resumo – O despencamento de bananas maduras, ou "debulha das bananas", causa a desvalorização da fruta, reduzindo seu tempo de prateleira e vida útil para o consumidor. Com o objetivo de gerar informações a respeito desse dano, foi avaliada a resistência ao despencamento dos cultivares SCS454 Carvoeira (AAB) e BRS Platina (AAAB), como principais alternativas à 'Prata Anã', suscetível à doença de solo fusariose. Avaliou-se, também, a influência dos sistemas de produção orgânico e tradicional na resistência ao despencamento. O cultivar triploide SCS454 Carvoeira resistiu mais ao despencamento das frutas maduras que o tetraploide 'BRS Platina', sendo que ambos foram mais resistentes ao despencamento quando cultivados no sistema convencional de produção.

Palavras-chave: *Musa spp*; Resistência ao despencamento; Pós-colheita; Climatização da banana; Melhoramento banana.

Management to reduce finger dropping of bananas

Abstract – The finger-dropping of ripe bananas, or "threshing of bananas", causes the devaluation of the fruit, reducing its shelf life and useful life for the consumer. To generate information about this damage, it was evaluated the finger-dropping resistance of cultivars SCS454 Carvoeira (AAB triploid) and BRS Platina (AAAB tetraploid), as well as the influence of organic and traditional production systems on finger-dropping resistance. The triploid cultivar SCS454 Carvoeira was more resistant to the finger-dropping of ripe fruits than the tetraploid 'BRS Platina', and both were more resistant to dropping when cultivated in the conventional production system.

Keywords: *Musa spp*; Resistance to finger dropping; Post-harvest; Banana ripening; Banana genetic improvement.

O despencamento de bananas maduras, popularmente conhecido como "debulha das bananas" (Figura 1), que ocorre em pontos de vendas, quitandas e supermercados, deprecia e desqualifica a fruta perante o mercado varejista. Esse processo fisiológico ocorre devido ao amolecimento e enfraquecimento do pedicelo, estrutura que une o fruto da banana à almofada da penca, sendo muito influenciado pelo genótipo do cultivar. O despencamento apresenta um grau de associação de 74% com a firmeza dos frutos (Pereira *et al.*, 2004), sendo essa associação de caracteres um fator a ser considerado no processo de melhoramento de cultivares (Cruz; Regazzi, 1997). Importante também em função da perda substancial de firmeza dos frutos que ocorre durante o processo de amadurecimento, devido a mudanças no metabolismo dos carboidratos: celulose, hemicelulose e pectina

(Pressey; Avants, 1982).

Essa condição reduz a vida útil das frutas na prateleira do comércio e na casa do consumidor final devido à perda excessiva de água (desidratação), com o conseqüente murchamento e escurecimento da casca da fruta (Chitarra; Chitarra, 2005). Porém, o oposto, que é a dificuldade em se retirar a banana da penca, com os frutos muito presos à sua almofada (alta resistência ao despencamento), também não é desejável, pois dificulta o manuseio no momento do consumo *in natura* (Pereira *et al.*, 2004). Em trabalho realizado por esses autores; envolvendo 37 genótipos de bananeiras, de sete grupos genômicos, de três diferentes ploidias: diploides (AA e BB), triploides (AAA, AAB e ABB), e tetraploides (AAAA e AAAB); foi avaliada a resistência ao despencamento das frutas, obtendo-se valores que foram de 3,1N a 101,2N, demonstrando a grande

variabilidade entre as bananeiras estudadas. Observou-se diferença significativa entre as diferentes ploidias, com ampla variabilidade para resistência ao despencamento entre diploides e triploides, com valores variando em média de 7,8N a 83,1N. Por outro lado, os tetraploides apresentaram menor amplitude de médias, oscilando de 15,4N a 33,4N, nas condições de amadurecimento do referido estudo. O grau de resistência ao despencamento é obtido através da medição da força necessária para romper o pedicelo, sendo esta medida registrada em Newton (N).

Com o objetivo de colocar à disposição dos produtores de banana novas opções de cultivares mais produtivos e resistentes às principais pragas e doenças, mas que preservem a aparência e o sabor exigidos pelo consumidor dos cultivares já consagrados, pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária e

Recebido em 17/03/2025. Aceito para publicação em 13/05/2025.

Editor de seção: Rafael Roveri Sabiao/Epagri

¹ Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), Rodovia Antônio Heil, 6800, Itajaí, SC, CEP 88318-112, e-mail: ricardo@epagri.sc.gov.br

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), geltonguimaraes@epagri.sc.gov.br

³ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí (EEI), ramonscherer@epagri.sc.gov.br

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.2038>



Figura 1. Despencamento de bananas maduras (a) e frutas expostas para venda em supermercado (b)

Fotos: Ricardo José Zimmermann de Negreiros

Figure 1. Finger dropping of ripe bananas (a) and fruits displayed for sale in a supermarket (b)

Photos: Ricardo José Zimmermann de Negreiros

Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, e de outras instituições, como a Embrapa Mandioca e Fruticultura, de Cruz das Almas, BA, têm selecionado, através de programas de melhoramento, cultivares tetraploides (AAAA e AAAB). Esses cultivares são obtidos pela hibridação via cruzamentos de cultivares triploides comerciais tradicionais, com genótipos diploides melhorados, que possuem características desejadas como a resistência às doenças. Apesar do ganho em qualidade genética para algumas características agrônômicas importantes, como resistência às doenças e pragas, ou aumento do peso do cacho, outras características podem ter retrocessos nesses novos materiais, como exemplo, a suscetibilidade ao despencamento, demonstrada anteriormente em Pereira (2004), com 37 genótipos das três classes de ploidias.

Neste trabalho, avaliou-se a resistência ao despencamento dos cultivares SCS454 Carvoeira (AAB) e BRS Platina (AAAB), com frutos amadurecidos em câmara de climatização e oriundos de bananais de cultivo em sistemas de pro-

dução orgânico e tradicional das áreas experimentais da Epagri, em Itajaí. As plantas de cada cultivar foram distribuídas em três parcelas de 16 plantas, sendo as quatro centrais consideradas como plantas úteis. As parcelas foram dispostas em delineamento em blocos casualizados com três repetições em cada sistema de produção. Os tratamentos foram compostos pelo fatorial $2 \times 2 = 4$ (2 cultivares \times 2 sistemas de produção).

O objetivo foi avaliar o efeito dos diferentes sistemas de produção e o grau de resistência ao despencamento de ambos os cultivares, bem como, apresentar aos técnicos e produtores da cadeia produtiva da banana orientações de boas práticas de manejo, nutrição ou processo de climatização e conservação pós-colheita que possam reduzir o despencamento de frutos maduros. A fertilidade do solo e o estado nutricional das bananeiras cultivadas nos dois sistemas de produção foram avaliadas por meio de análises de solo e folha, respectivamente. Para isso, cachos do 4º ciclo de produção, no ponto de colheita $\frac{3}{4}$ gordo

(sem quinas na superfície da casca) e escala 1 de maturação (totalmente verdes), da escala de Von Loesecke (PBMH e PIF, 2006), que vai de 1 a 7, foram colhidos e transportados para a casa de embalagens e climatização da Estação Experimental da Epagri, em Itajaí, onde foram despencadas e selecionadas apenas as segundas pencas, que após lavadas em água clorada contendo 0,2% de detergente, foram acondicionadas em caixas plásticas e amadurecidas em câmara de climatização com 1,0% do volume da câmara com gás etileno comercial. Durante 72 horas, a temperatura da câmara foi mantida entre 17°C e 19°C e a umidade relativa do ar entre 90% e 95%, com uma exaustão nas primeiras 24 horas. Após o processo de climatização, as bananas no estágio 6 de maturação (totalmente amarelas), foram transferidas para o laboratório de pós-colheita e mantidas em temperatura ambiente de 25°C, buscando reproduzir as condições encontradas nos locais de exposição das bananas para venda em supermercados (Figura 1b). Em seguida, efetuou-se o teste de resistência ao des-

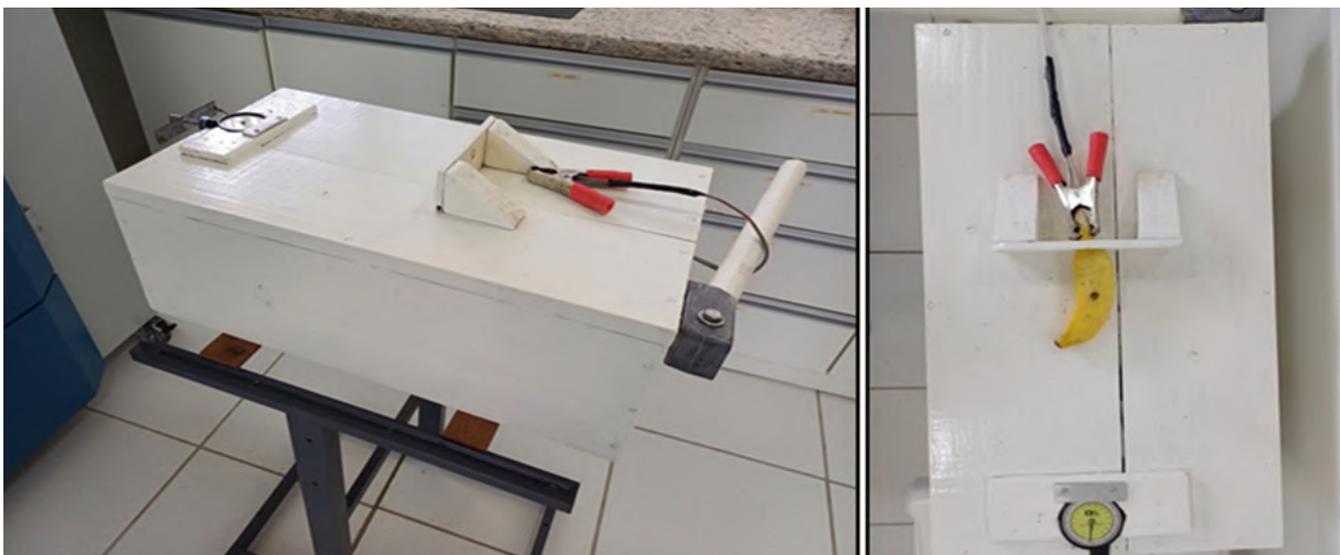


Figura 2. Equipamento para mensurar a resistência ao despencamento

Fotos: Ricardo José Zimmermann de Negreiros

Figure 2. Equipment for measuring resistance to the finger dropping

Photos: Ricardo José Zimmermann de Negreiros

pençamento de todas as frutas de cada penca, para avaliar o grau de suscetibilidade dos cultivares ao despencamento natural após o amadurecimento.

A avaliação foi feita utilizando “despencador mecanizado manual” adaptado de Cerqueira (2000), composto por um chassi de madeira, tracionador de cabo flexível com haste de metal, e penetrômetro analógico EFFEGLI FT327 (Figura 2). Durante o processo de avaliação, o pedicelo se rompe quando não mais resiste à força aplicada, sendo esta registrada pelo penetrômetro instalado no aparelho.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico R (R CORE TEAM, 2020). Os efeitos dos diferentes cultivares e sistemas foram avaliados por meio da análise da variância (ANOVA). Quando verificados efeitos significativos dos fatores experimentais, as médias dos tratamentos foram submetidas à comparação pelo teste de Tukey a 5%. O cultivar SCS454 Carvoeira apresentou maior resistência ao despencamento (78,3N) em relação ao cultivar BRS Platina (65,8N) em ambos os sistemas de produção (Figura 3A). Esse resultado reforça a conclusão de outros autores que indicam que cultivares do grupo genômico tetraploide apresentam, na sua maioria, maior

suscetibilidade ao despencamento de frutos maduros que os triploides (Pereira *et al.*, 2004; Marriott, 1980). Ambos os cultivares apresentaram maior resistência ao despencamento quando cultivados no sistema convencional de produção de bananas (Figura 3B). Isto pode estar relacionado à maior eficiência no controle do complexo da sigatoka no sistema de cultivo convencional. A sigatoka é uma doença fúngica das folhas da bananeira que, quando mal controlada, acelera o metabolismo e causa distúrbios fisiológicos nas frutas, levando ao amadurecimento precoce (Livramento; Negreiros, 2017). Por outro lado, a análise de variância demonstrou que não houve interação entre os níveis nutricionais e de fertilidade do solo dos sistemas de produção com o grau de despencamento dos cultivares. Este resultado sugere que a resistência ao despencamento dos cultivares avaliados não foi influenciada pelo estado nutricional das bananeiras cultivadas nos sistemas de produção orgânico e convencional.

A menor resistência ao despencamento dos frutos do cultivar BRS Platina pode ser considerada como uma desvantagem (Donato *et al.*, 2006; Pimentel *et al.*, 2010), necessitando de cuidados especiais no momento da colheita e

no processo de climatização (Borges *et al.*, 2012).

Medidas preventivas relacionadas ao manejo pré-colheita devem ser adotadas para garantir qualidade e mitigar o despencamento de frutos, tais como evitar colher frutos além do ponto ideal de colheita (3/4 gordo), quando apresentam quinas muito arredondadas, evitando dessa forma que antecipem o amadurecimento (Maro; Lima; Negreiros, 2023); assim como cuidados na pós-colheita, mantendo a umidade relativa do ar das câmaras de climatização entre 85% e 95%; realizar exaustão periódica para evitar acúmulo de CO₂ acima de 1% e realizar tratamento eficiente para o controle de doenças pós-colheita, principalmente nos pedicelos e nas almofadas das pencas e buquês (Lichtemberg, 2001); além de reduzir a temperatura de armazenamento das frutas para até 15°C (Pereira *et al.*, 2004).

Contribuição dos autores

Ricardo José Zimmermann de Negreiros: Conceituação, investigação, redação. **Gelton Geraldo Fernandes Guimarães:** Análise de dados, conceituação, revisão do artigo. **Ramon Felipe Scherer:** Conceituação, revisão do artigo.

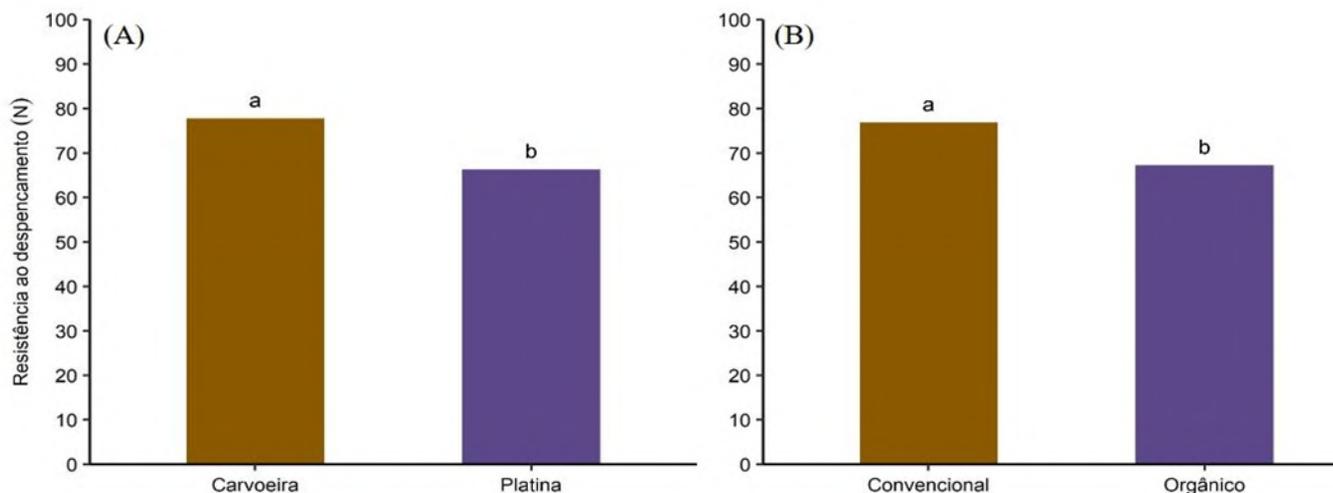


Figura 3. Resistência ao despencamento (Newton) em função dos cultivares (A) ou dos sistemas de produção (B). Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente (teste de Tukey, p-valor < 0.05)

Figure 3. Resistance to the finger dropping (Newton) according to cultivars (A) or production systems (B). Means followed by different letters differ statistically (Tukey test, p-value < 0.05)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: elaborated by the authors (2025)

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

Dados de pesquisa

Dados serão disponibilizados pelo autor por solicitação.

Financiamento

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc) pela disponibilização de recursos financeiros.

Referências

BORGES A.L.; ALBUQUERQUE, A. F. A. de; AMORIM, E. P.; ROCHA, H. S.; PEREIRA, M. E. C.; RODRIGUES, M. G. V.; SILVA, S. de O e; DONATO, S. L. R.; CORDEIRO, Z.J.M. **Cultivo da bananeira 'BRS Platina'**. Cruz das Almas: Embrapa, 2012. 37p.

CERQUEIRA, R.C. **Avaliação de características pós-colheita de genótipos de bananeira (Musa spp.)**. 2000. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2000.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético** Viçosa: UFV, 1997. 390p.

DONATO, S.L.R.; SILVA, S.O.; LUCCA FILHO, O.A.; LIMA, M.B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J.S. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa spp.*), em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, 2006.

LICHTENBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; HINZ, R.H. Transporte interno dos cachos de banana. *In*: MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATI, M.I. da S. (Org.). **Banana pós-colheita**. Brasília: Embrapa/SPI, 2001. p.73-99

LIVRAMENTO, G.; NEGREIROS, R.J.Z. **Banana: Recomendações técnicas para o cultivo no litoral norte de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2017. 101p. (Epagri. Sistema de Produção, 49).

MARO, L.A.C.; LIMA, J.D.; NEGREIROS, R.J.Z. Manejo da banana na colheita e pós-colheita. *In*: GUIMARÃES, G.G.F.; BELTRAME, A.B.; MALBURG, J.L.; MARO, L.A.C.; SCHERER, R.F.; NEGREIROS, R.J.Z. (Eds) **Produção de bana-**

na em Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2023. p.33-45.

MARRIOTT, J. **Bananas: physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Boca Raton, v.13, p.41-88, 1980.

PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Solubilization of cell walls by tomato polygalacturonases: effects of pectinesterases. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v.6, n.1 p. 57-74, 1982.

PEREIRA, M.C.T., SALOMÃO, L.C.C., SILVA, S.D.O., CECON, P. R., PUSCHMANN, R., JESUS, O.N.D., E CERQUEIRA, R.C. Suscetibilidade à queda natural e caracterização dos frutos de diversos genótipos de bananeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.499-502, 2004.

PIMENTEL, R.M.A.; GUIMARÃES, F.N.; SANTOS, V.M.; RESENDE, J.C.F. Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA42-44 e Prata-Anã cultivados no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, 2010.

PBMH & PIF. Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Frutas. **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006.

Efeito da inoculação com bactérias promotoras de crescimento e doses de adubação nitrogenada no crescimento inicial de aveia-preta

Janaína Muniz¹, Murilo Dalla Costa², Roberto Akitoshi Komatsu³ e Albiery Rafaeli de Abreu⁴

Resumo – *Azospirillum* e *Pseudomonas* são gêneros de bactérias do solo que fixam nitrogênio atmosférico e podem promover o crescimento das plantas. O objetivo do trabalho foi avaliar a taxa de emergência e o desenvolvimento inicial de aveia-preta com o uso de inoculantes comerciais à base de *A. brasilense* e/ou *P. fluorescens* sob doses de adubação nitrogenada. Testaram-se dois inoculantes comerciais, aplicados no momento da semeadura; após 20 dias aplicou-se nitrogênio em doses correspondentes a 0,50 e 100% da recomendada. Após 40 dias, foram avaliados taxa de emergência, número de perfilhos e massas da matéria seca de raízes (MSR), de parte aérea (MSPA) e total (MST). A adubação nitrogenada não teve efeito sobre as variáveis e os dois inoculantes promoveram aumentos acima de 90% na MSR, MSPA e MST em relação ao controle. Os inoculantes contendo *A. brasilense* em combinação ou não com *P. fluorescens* favorecem a emergência e crescimento inicial da aveia-preta, evidenciando seu potencial como bioinsumo promissor para a cultura.

Palavras-chave: *Avena strigosa*; *Azospirillum brasilense*; *Pseudomonas fluorescens*.

Effect of inoculation with plant growth-promoting bacteria and nitrogen fertilization rates on the initial growth of black oats

Abstract – *Azospirillum* and *Pseudomonas* are genera of soil bacteria that fix atmospheric nitrogen and can promote plant growth. The objective of this work was to evaluate the emergence rate and initial development of black oats using commercial inoculants based on *A. brasilense* and/or *P. fluorescens* under nitrogen fertilization doses. Two commercial inoculants were tested and applied at the time of sowing; after 20 days, nitrogen was applied at doses corresponding to 0, 50 and 100% of the recommended dose. After 40 days, the emergence rate, number of tillers and root, shoot and total dry biomass were evaluated. Nitrogen fertilization did not affect the variables and both inoculants promoted increases of over 90% in root, shoot and total dry biomass compared to the control. The inoculants containing *A. brasilense* in combination or not with *P. fluorescens* favor the emergence and initial growth of black oats, demonstrating its potential as a promising bio input for the crop.

Keywords: *Avena strigosa*; *Azospirillum brasilense*; *Pseudomonas fluorescens*.

A inoculação de gramíneas com bactérias diazotróficas promotoras de crescimento é um processo destinado à formação de simbioses, o que estimula o aumento da disponibilidade de nitrogênio para o metabolismo vegetal e, conseqüentemente, favorece o crescimento das plantas (Hungria, 2011; Santos *et al.*, 2021).

A adoção dessa prática propicia a redução de custos com o uso de fertilizantes nitrogenados e o aumento na lucratividade das lavouras, além de trazer benefícios ambientais pela melhoria da qualidade do solo. Segundo Hungria (2011), existe um interesse

crecente pelo uso de inoculantes contendo bactérias que promovem o crescimento e incrementam a produtividade de plantas, devido ao alto custo dos fertilizantes químicos e a uma conscientização em prol de uma agricultura sustentável e menos poluente.

Em aveia-preta, a aplicação de *A. brasilense* rendeu aumentos de número de folhas e altura das plantas (Cunha *et al.*, 2024). Por outro lado, tanto na cultura do milho quanto na aveia-preta, cultivados em sucessão, não foram observadas vantagens com o uso de *A. brasilense* em comparação aos

tratamentos sem inoculação (Piva *et al.*, 2023).

A observação desses efeitos evidencia a necessidade de avaliar previamente a aplicação de bactérias promotoras de crescimento, levando em conta as condições de solo e clima, a fim de determinar a ocorrência ou não de benefícios na colonização, a variação dos efeitos conforme as cepas empregadas e os possíveis efeitos sinérgicos quando combinadas com a adubação nitrogenada. Conforme Araújo *et al.* (2025), as condições edafoclimáticas exercem influência determinante na diversidade e na eficiência das estirpes de rizóbios

Recebido em 24/02/2025. Aceito para publicação em 19/04/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.2024>

Editor de seção: João Frederico Mangrich dos Passos/ Epagri

¹ Engenheira-agrônoma, Dra., Técnica de Laboratório em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC – câmpus Lages), Rua Heitor Vila Lobos, 225, Bairro São Francisco, 88506-400 Lages, SC, fone: (49) 3221-4265, e-mail: janaina.muniz@ifsc.edu.br.

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Pesquisador da Epagri, Estação Experimental de Lages, Rua João José Godinho, S/N, Bairro Morro do Posto, 88502-970 Lages, SC, e-mail: murilodc@epagri.sc.gov.br.

³ Engenheiro-agrônomo, Dr., Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC – Câmpus Lages), Rua Heitor Vila Lobos, 225, Bairro São Francisco, 88506-400 Lages, SC, e-mail: roberto.komatsu@ifsc.edu.br.

⁴ Gestor do Agronegócio, Mestrando em Produção Vegetal, Udesc/Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Av. Luiz de Camões, 2090, Conta Dinheiro, 88520-000 Lages, SC, e-mail: albieryabreu@gmail.com.

no sul do Brasil, evidenciando a importância de se considerar fatores locais no desenvolvimento de inoculantes biológicos.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de inoculantes comerciais à base de *Azospirillum brasilense* e/ou *Pseudomonas fluorescens* na germinação e crescimento de aveia-preta (*Avena strigosa*) sob diferentes doses de nitrogênio.

O experimento foi realizado entre os meses de abril e junho de 2023, em casa de vegetação da Epagri – Estação Experimental de Lages, SC. Durante este período, a temperatura média diária oscilou entre 18°C e 25°C e a umidade relativa do ar foi de aproximadamente 85%. Aveia-preta, cultivar Neblina, foi semeada em vasos de 5,5 litros contendo Nitossolo Bruno aluminoférrico húmico (Embrapa, 2006) coletado em São José do Cerrito, SC. A textura média foi de 630g kg⁻¹ de areia, 40g kg⁻¹ de silte e 330g kg⁻¹ de argila, coletados em São José do Cerrito, SC, com as seguintes características químicas antes da implantação do ensaio: pH SMP = 5,26; P = 5,4mg dm⁻³ (muito baixo); K = 79mg dm⁻³ (baixo); Ca = 3,61cmolc dm⁻³; Mg = 1,86cmolc dm⁻³ e 4,5% de matéria orgânica (m/v). Após peneiragem em malha de 2mm, a correção da acidez do solo foi realizada por meio da aplicação de 7,5t ha⁻¹ de calcário dolomítico, previamente incorporado. Em seguida, procedeu-se à adubação fosfatada e potássica com a aplicação de 180kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 110kg ha⁻¹ de K₂O, conforme as recomendações técnicas para a cultura (CQFS-RS/SC, 2016).

Os tratamentos foram constituídos pela inoculação ou não de *A. brasilense* (Inoculante A) ou *A. brasilense* + *P. fluorescens* (Inoculante B) em sementes de aveia-preta e da aplicação de três doses de nitrogênio, correspondentes a 0, 50 e 100% da dose recomendada para a cultura. O inoculante líquido “A” é formulado à base de culturas das cepas Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense*, em concentração de 2×10⁸ UFC mL⁻¹. O inoculante líquido “B” é composto por cepas de *A. brasilense* (AbV6) e *P. fluorescens* (CCTB03), em concentração de 1×10⁸ UFC mL⁻¹. A inoculação das sementes foi realizada antes da semeadura na dose recomendada pelos

fabricantes (2mL kg⁻¹ semente).

Aos 20 dias após a semeadura, aplicou-se o nitrogênio em forma de ureia (0, 75 e 150kg ha⁻¹). Após 40 dias, avaliaram-se as seguintes variáveis: taxa de emergência (%), perfilhos por planta (nº) e massas da matéria seca da parte aérea (MSPA, g planta⁻¹), de raízes (MSR, g planta⁻¹) e total (MST, g planta⁻¹) após secagem de biomassa em estufa com circulação de ar forçado a 55°C por 72 horas.

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 3x3, totalizando nove tratamentos com cinco repetições. Cada unidade experimental foi composta por dez plantas, considerando-se densidade de 80kg sementes ha⁻¹. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias (Tukey, p<0,05) utilizando-se o programa R (R CORE TEAM, 2022).

Em todas as variáveis analisadas, não foram constatados efeitos da adubação nitrogenada e da interação entre os fatores após 40 dias de semeadura da aveia-preta. A taxa de emergência, MSPA, MSR e MST foram superiores nos tratamentos com aplicação de inoculantes “A” e “B” nas sementes de aveia-preta, independente da dose de N, com aumento de mais de 53% para a emergência de plântulas e incrementos de mais de 90% no acúmulo de matéria seca (Tabela 1).

A inoculação com bactérias promotoras de crescimento dos gêneros *Azospirillum* e *Pseudomonas* apresentou eficácia em gramíneas forrageiras tropicais. Conforme Hungria *et al.* (2021) a produção de forragem de braquiária aumentou com o uso de cepas destes dois gêneros e o benefício foi maior com dose adicional de N (40kg contra 80kg N ha⁻¹). Em cultivares de *Megathyrus maximus* (capim colômbio) a inoculação com cepas de *A. brasilense*, *P. fluorescens*, *Bacillus subtilis* ou *Rhizobium tropici* possibilitou, mesmo que em graus diferenciados, algum tipo de ganho produtivo na forrageira (Guimarães *et al.*, 2023). Em cultivares de *Avena sativa* (aveia-branca), a inoculação com bactérias diazotróficas promoveu o crescimento da parte aérea e de raízes, com variações conforme a

cepa, o nível de fertilização e o cultivar (Ghimire *et al.*, 2023; López *et al.*, 2024), indicando a importância de avaliações prévias em casa de vegetação ou campo.

Considerando-se o período de condução do experimento, a inoculação com bactérias diazotróficas pode substituir a adubação nitrogenada aplicada aos 20 dias, proporcionando uma redução significativa nos custos de implantação da pastagem com aveia-preta. Experimentos em campo, conduzidos ao longo do ciclo produtivo da forrageira e nas condições edafoclimáticas de Santa Catarina podem proporcionar uma avaliação mais precisa dos efeitos benéficos da inoculação destas bactérias na cultura. Em caso de resultados positivos, a utilização desse bioinsumo poderá ser recomendada como uma estratégia eficiente para a redução dos custos e dos impactos ambientais decorrentes do uso de fertilizantes nitrogenados, sem comprometer e, potencialmente, até promovendo o incremento da produtividade de biomassa, seja na forma de forragem ou de cobertura vegetal do solo.

Conclui-se que os inoculantes comerciais testados contendo *A. brasilense* em combinação ou não com *P. fluorescens* favorecem a emergência e crescimento inicial da aveia-preta, evidenciando o potencial de uso de formulações à base destas bactérias diazotróficas como bioinsumo na cultura.

Contribuição dos autores

Janaína Muniz: Conceituação, Curadoria de dados, Investigação, Metodologia, Recursos, Validação, Visualização de dados (infográfico, fluxograma, tabela, gráfico), Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição. **Murilo Dalla Costa:** Conceituação, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Supervisão, Validação, Visualização de dados (infográfico, fluxograma, tabela, gráfico), Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição. **Roberto Akitoshi Komatsu:** Conceituação, Investigação, Metodologia, Administração do projeto,

Tabela 1. Taxa de emergência de plântulas (%), perfílios por planta (nº), massas da matéria seca da parte aérea (MSPA, g), de raízes (MSR, g) e total (MST, g) por vaso (média ± desvio-padrão) após 40 dias de inoculação de *Azospirillum brasilense* (Inoculante A) ou *A. brasilense* + *P. fluorescens* (Inoculante B) em sementes de aveia-preta cv. Neblina

Table 1. Seedling emergence rate (%), tillers per plant (nº), dry matter mass of shoot (g), root (g) and total (g) per pot (mean ± standard deviation) after 40 days of inoculation of *Azospirillum brasilense* (Inoculant A) or *A. brasilense* + *P. fluorescens* (Inoculant B) in seeds of black oat cv. Neblina

Inoculação	Emergência (%)	Perfílios (nº)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
Controle	52,50±4,0 b	1,93 ^{ns}	0,85±0,14 b	0,81±0,18 b	1,66±0,32 b
Inoculante A	85,00±4,0 a	2,23	1,53±0,14 a	1,53±0,17 a	3,06±0,29 a
Inoculante B	80,83±4,0 a	2,26	1,64±0,15 a	1,55±0,17 a	3,19±0,30 a
p-valores					
Inoculação	<0,001	0,321	0,002	0,012	0,003
Nitrogênio	0,650	0,858	0,754	0,294	0,606
Interação	0,053	0,991	0,111	0,171	0,096
C.V. (%)	19,2	26,9	37,7	46,3	38,7

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: elaborated by the authors (2025)

Recursos, Supervisão, Validação. **Albiery Rafaeli de Abreu:** Conceituação, Investigação, Recursos, Validação, Visualização de dados (infográfico, fluxograma, tabela, gráfico).

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

Dados de pesquisa

Os dados serão disponibilizados por solicitação direta aos autores.

Financiamento

Este trabalho não recebeu financiamento.

Referências

ARAÚJO, T.G.F. de.; RODRIGUES, E.P.; HUNGRIA, M.; BARCELLOS, F.G. Soil and climatic conditions determine the rhizobia in association with *Phaseolus vulgaris* in southern Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.56, n.1, p.123-135, 2025.

CUNHA, V.S. BRUM, M.S.; SOARES, A.B.; DEAK, E.A.; SPETH, L.A.L.; MARTIN, T.N. Promoting black oat and ryegrass growth via *Azospirillum brasilense* inoculation after corn and soybean crop rotation. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.36, p.1-8, 2024.

CQFS-RS/SC – 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.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Porto Alegre, 2016. 376p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/338818/1/abrasileirodeclassificacaodossolos2006.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2024.

GHIMIRE, K.; PETA, V.; BÜCKING, H.; CAFFE, M. Effect of non-native endophytic bacteria on oat (*Avena sativa* L.) growth. **International Journal of Plant Biology**, v.14, n.3, p.827-844, 2023.

GUIMARÃES, G.S.; RONDINA, A. B. L. OLIVEIRA JR., A. G.; JANK, L.; NOGUEIRA, M.A.; HUNGRIA, M. Inoculation with plant growth-promoting bacteria improves the sustainability of tropical pastures with *Megathyrus maximus*. **Agronomy**, v.13, n.3, p.734, 2023.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*:** inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja. 2011. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/879471>. Acesso em: 24 set. 2024.

HUNGRIA, M.; RONDINA, A.B.L.; NUNES,

A.L.P.; ARAUJO, R.S.; NOGUEIRA, M.A. Seed and leaf-spray inoculation of PGPR in brachiarias (*Urochloa* spp.) as an economic and environmental opportunity to improve plant growth, forage yield and nutrient status. **Plant and Soil**, v.463, p.171-186, 2021.

LÓPEZ, D.F.; QUILA, N.V.; MULET, R.C.; MOLANO, C.E.R. Contribution of forage grasses to biological nitrogen fixation and their response to diazotroph inoculation. Review. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v.15, n.2, p.446-461, 2024.

PIVA, J.T.; SCHMITT, D.E.; FIOREZE, S.L.; GUGINSKI-PIVA, C.A.; RIBEIRO, R.H.; BESEN, M.R. *Azospirillum brasilense* inoculation and nitrogen fertilization in a 3-year maize and black oat yield in succession. **Revista Ceres**, v.70, p.21-29, 2023.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>. 2022.

SANTOS, M.S.; NOGUEIRA, M.A.; HUNGRIA, M. Outstanding impact of *Azospirillum brasilense* strains Ab-V5 and Ab-V6 on the Brazilian agriculture: Lessons that farmers are receptive to adopt new microbial inoculants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.45, e0200128, 2021.

Varição no número de raízes tuberosas de mandioca em função da temperatura do ar e da precipitação pluviométrica

Augusto Carlos Pola¹ e Alessander Luís Moreto²

Resumo – Muitos fatores podem influenciar o número de raízes de reserva por planta (NR) em mandioca. Objetivando verificar uma possível influência da temperatura e precipitação sobre variações registradas no NR do cv. Prata, em um solo arenoso, com data média de plantio em 24/09, foram realizados estudos de regressão e de correlação linear. Observou-se correlação inversa e significativa entre NR e a precipitação total do trimestre out-nov-dez e forte correlação ($r = -0,87$) entre NR e o total de dias com precipitação superior a 10mm no estágio de 45 a 85 dias após o plantio (DAP). Essa relação inversa pode estar relacionada com a lixiviação de nutrientes no solo causada por precipitações elevadas e/ou com a diminuição da radiação solar. Foram também obtidas correlações significativas e negativas entre NR e as temperaturas médias e máximas médias dos meses de outubro e novembro. A temperatura média das máximas dos primeiros 40 DAP explicou 53% das variações no número de raízes tuberosas ($r = -0,73$). Portanto, os resultados obtidos indicam que o número de raízes tuberosas por planta pode ser negativamente afetado por períodos de altas temperaturas e elevada pluviosidade nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*; Clima; Raízes de reserva

Variation in the number of tuberous cassava roots as a function of air temperature and rainfall

Abstract – Many factors can influence the number of storage roots per plant (NR) in cassava. To verify a possible influence of temperature and precipitation on variations recorded in the NR of cv. Prata, in a sandy soil, regression and linear correlation studies were carried out. A significant inverse correlation was observed between NR and total rainfall in the first three months after planting, and a strong correlation ($r = -0.87$) between NR and the total number of days with rainfall greater than 10 mm in the 45 to 85 days after planting (DAP) stage. This inverse relationship may be related to the leaching of nutrients in the soil and/or to the decrease in solar radiation. Significant and negative correlations were also obtained between NR and average temperatures in October and November. The average maximum temperature of the first 40 DAP explained 53% of the variations in the number of tuberous roots ($r = -0.73$). Therefore, the results obtained indicate that the number of tuberous roots per plant can be negatively affected by periods of high temperatures and high rainfall in the initial stages of crop development.

Keywords: *Manihot esculenta*; Climate; Storage roots

O número de raízes tuberosas produzidas por planta constitui-se em um importante componente de produção na cultura da mandioca. Como exemplos de fatores relacionados ao solo que influenciam esse número, para um mesmo cultivar, têm-se a água disponível, fertilidade, condições físicas, aeração e temperatura. Outros fatores que podem ser citados são aqueles relacionados ao arranjo do cultivo (espaçamento, consorciação etc.), qualidade da maniva-semente, mato-competição e elementos climáticos.

No presente trabalho objetivou-se realizar um estudo estatístico exploratório sobre a influência da

precipitação pluviométrica e da temperatura do ar sobre o número de raízes tuberosas por planta do cultivar Prata (tipo indústria), cultivado em um solo arenoso (Neossolo Quartzarênico), localizado em Jaguaruna, município do sul do estado de Santa Catarina.

Para o presente estudo foram utilizados o número anual médio de raízes tuberosas por planta, colhidas de 9 a 10 meses após o plantio, de um período de 12 anos, (ciclos 1994/95 a 2005/06). Esses dados são provenientes de trabalhos de competição de cultivares com três repetições e parcelas com mais de 10 plantas, instalados em Jaguaruna, SC, em uma mesma área com topografia

plana. O espaçamento foi de 0,8 x 0,6 metros. As datas de plantio variaram de 01/09 a 19/10, com data média de plantio em 24/09. Esses dados fazem parte dos arquivos de melhoramento genético de mandioca da Estação Experimental de Urussanga (Epagri).

Utilizaram-se, neste estudo, análises de regressão linear, considerando-se o valor crítico de $r = \pm 0,60$ para ser considerado significativo (o valor absoluto mínimo, para uma distribuição t de Student bilateral, nível de significância $\alpha = 0,05$ e $n = 12$, é de $r = \pm 0,576$). Os dados meteorológicos foram correlacionados em base mensal (setembro a maio) e em períodos

Recebido em 28/01/2025. Aceito para publicação em 26/06/2025.

Editor de seção: Luiz Carlos Pittol Martini/ UFSC

¹ Engenheiro-agrônomo, Msc., Epagri, Estação Experimental de Urussanga, Rod. SC 108, Km 353, Bairro Estação, 88840-000 Urussanga, SC. E-mail: acarlospola@hotmail.com.

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri, Estação Experimental de Urussanga, Urussanga, SC. E-mail: alexsandermoreto@epagri.sc.gov.br.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.1972>

de médias móveis de 20, 30 e 40 dias após a data do plantio (dados meteorológicos diários), determinando-se, dessa forma, com maior precisão, os períodos fenológicos em que ocorreram correlações significativas.

Os dados pluviométricos diários e mensais (de setembro a maio, meses correspondentes ao ciclo vegetativo) foram coletados no município de Jaguaruna, próximo ao local de plantio (28°37'W; 48°52'S; 40m). Os dados de temperatura diários e mensais são provenientes da estação meteorológica de Urussanga, SC, distante cerca de 30 km de Jaguaruna e com aproximadamente a mesma altitude.

Não foi observada nenhuma correlação significativa entre a precipitação total mensal de nenhum mês com o número de raízes tuberosas/planta. Entretanto, analisando-se períodos maiores, constatou-se significância para as médias do bimestre nov-dez (Figura 1) e para o trimestre out-nov-dez, com $r = -0,70$ e $r = -0,67$, respectivamente. Esses meses correspondem, em termos médios, aos primeiros 3 meses após o plantio.

De acordo com Vongcharoen (2018), o número de raízes tuberosas por planta é definido até os 4 meses após o plantio.

Observa-se que aproximadamente 49% da variação no número de raízes tuberosas/planta mostrou-se relacionada com a precipitação média do bimestre nov-dez, sendo que a quantidade dessas raízes por planta tende a diminuir com o aumento da precipitação. Entretanto, muitos trabalhos científicos demonstraram que a deficiência hídrica, nesse período fenológico inicial, diminui o número de raízes tuberosas e a produtividade (Duque; Setter, 2019; Gomes Junior, 2018). A Figura 1, portanto, pode estar indicando um efeito negativo do excesso hídrico (precipitações elevadas) sobre a formação de raízes tuberosas.

Não foram observadas correlações negativas significativas entre o número de raízes tuberosas por planta e o número de dias com chuva (precipitação > 0,0 mm) em períodos de médias móveis de 20, 30 ou 40 dias após o plantio, ou em qualquer período mensal (setembro a maio). Entretanto, ao se considerar somente o número

de dias com chuva superior a 10mm, observaram-se correlações negativas e significativas para esses três períodos de médias móveis após o plantio, com valores de $r > |-0,80|$. Esse resultado é mais um indicativo de que precipitações relativamente elevadas podem afetar negativamente a quantidade de raízes de reserva por planta nas condições edafoclimáticas do presente estudo. Na Figura 2 são apresentadas apenas as correlações para períodos de médias móveis de 40 dias após o plantio. Nessa figura é possível observar que o período de 40 dias com maior correlação entre NR e o total de dias com precipitação superior a 10mm ocorre de 45 a 85 dias após o plantio (segmento de reta A), mas que ao se considerar todas as correlações significativas ($r > |-0,6|$), a influência de precipitações sobre o número de raízes por planta pode abranger períodos de 40 dias que se iniciam entre 35 e 55 dias após o plantio.

O número de dias com chuva superior a 10mm na fase entre 45 e 85 dias após o plantio, portanto, explicou 76% das variações no número de raízes tuberosas por planta ($r = -0,87$; Figura 2). Nesse período fenológico, a planta de mandioca está em processo de enraizamento e tuberização. Essa diminuição das raízes de reserva pode ser devido à lixiviação de nutrientes causada por precipitações elevadas, que tende a ser relativamente maior em solos com textura arenosa, e/ou a diminuição da insolação, ou devido a outro fator relacionado a precipitações elevadas. Fukai *et al.* (1984) observaram que o número de raízes tuberosas de mandioca foi significativamente reduzido pelo sombreamento durante o estágio inicial de tuberização, mas não durante outros estágios. De acordo com o *International Institute of Tropical Agriculture* (1990), geralmente o processo de tuberização da mandioca é afetado pelo fornecimento de assimilados (isto é, o nível de fotossintatos que está disponível durante a iniciação do tubérculo). Portanto, qualquer fator que afete esse nível também poderá afetar o número de tubérculos produzidos, como, por exemplo, a disponibilidade de água e nutrientes no solo e a capacidade da planta de absorvê-los.

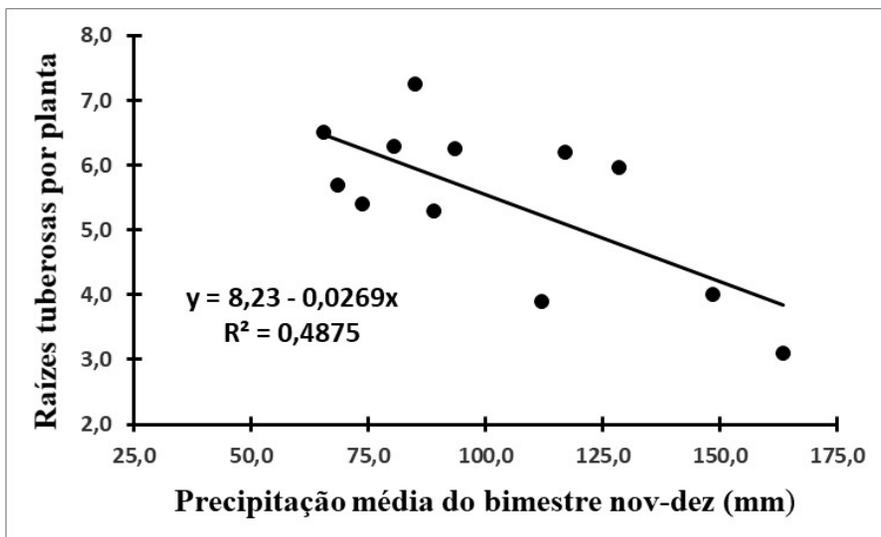


Figura 1. Regressão linear entre o número de raízes tuberosas por planta do cv. de mandioca Prata (variável dependente y) e a precipitação pluviométrica média do bimestre nov-dez (variável independente x) em Neossolo Quartzarênico, com data média de plantio em 24/09. Jaguaruna, SC, ciclos 1994/95 a 2005/06.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 1. Linear regression between the number of tuberous roots per plant of the Prata cassava variety (dependent variable y) and the average rainfall in the two-month period November-December (independent variable x) in Quartzarenic Neosol. Jaguaruna, SC, cycles 1994/95 to 2005/06

Source: elaborated by the authors (2025)

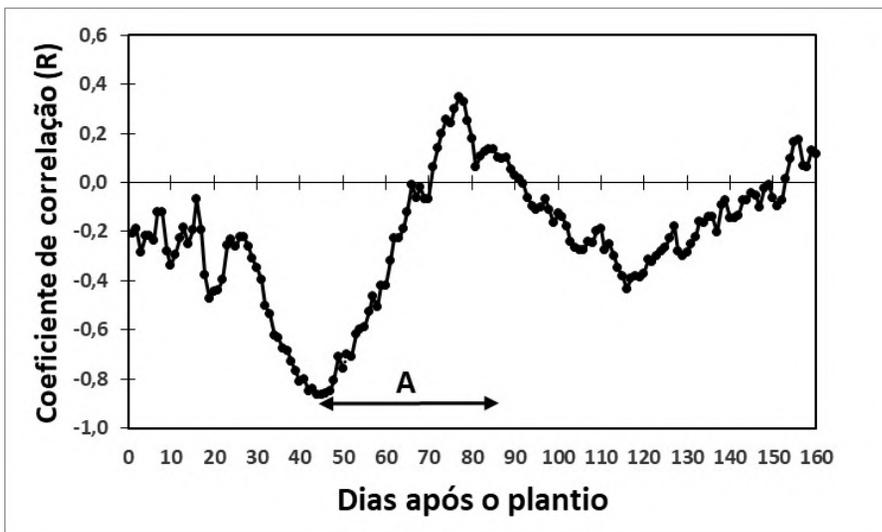


Figura 2. Correlações entre o número de raízes tuberosas por planta (NR) do cv. Prata e o número de dias com precipitação maior que 10mm (ND>10), em períodos de médias móveis de 40 dias após a data de plantio (DAP). O estágio A (45 a 85 DAP) indica o período de 40 dias em que ND>10 apresentou a maior correlação com NR. Jaguaruna, SC, ciclos 1994/95 a 2005/06

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 2. Correlations between the number of tuberous roots per plant (NR) of Prata cassava variety and the number of days with precipitation greater than 10mm (ND>10) in moving average periods of 40 days after planting date (DAP). Stage A (45 to 85 DAP) indicates the 40-day period in which ND>10 presented the greatest correlation with NR. Jaguaruna, SC, Brazil, cycles 1994/95 to 2005/06

Source: elaborated by the authors (2025)

As temperaturas médias dos meses de outubro e novembro apresentaram correlações significativas e negativas com o número de raízes tuberosas por planta, com $r = -0,67$ e $r = -0,69$, respectivamente. A temperatura média do bimestre out-nov apresentou uma correlação de $r = -0,76$. Por sua vez, a temperatura média das máximas dos meses de outubro e novembro apresentaram correlações mais fortes, com $r = -0,77$ e $r = -0,75$, respectivamente. A temperatura máxima absoluta do mês de novembro, por sua vez, apresentou uma elevada correlação negativa com a quantidade de raízes tuberosas por planta ($r = -0,79$). Esses resultados indicam um possível efeito negativo de altas temperaturas sobre a formação de raízes tuberosas.

O estudo de correlação com as médias móveis permitiu verificar que essa influência negativa de temperaturas elevadas ocorre nos primeiros 40/50 dias após o plantio. Na Figura 3 é apresentado o resultado obtido com as temperaturas máximas médias em períodos de médias móveis

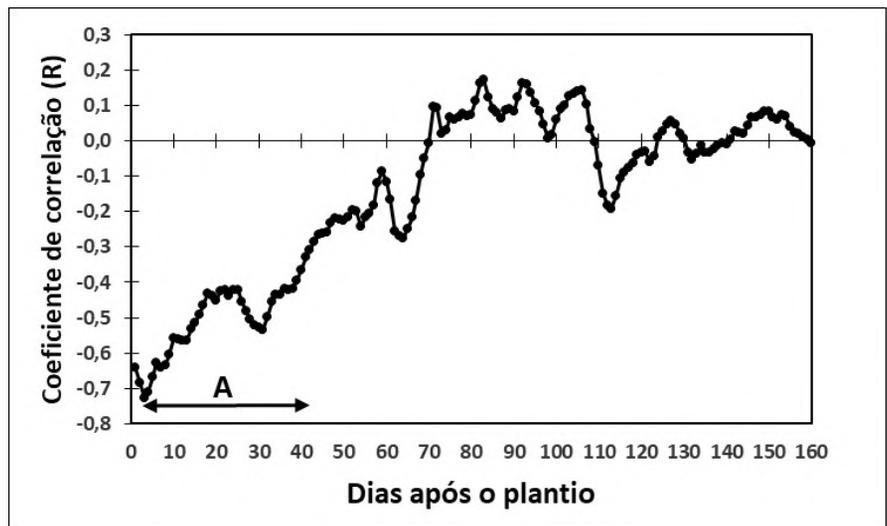


Figura 3. Correlações entre o número de raízes tuberosas por planta (NR) do cv. Prata e temperaturas máximas médias em períodos de médias móveis de 40 dias após o plantio (DAP). O estágio A (3 a 43 DAP) indica o período de 40 dias em que a média das temperaturas máximas apresentou a maior correlação com NR. Jaguaruna, SC, ciclos 1994/95 a 2005/06

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 3. Correlations between the number of tuberous roots per plant (NR) of Prata cassava variety and the average maximum temperatures in moving average periods of 40 days after planting date (DAP). Stage A (3 to 43 DAP) indicates the 40-day period in which the mean maximum temperatures showed the highest correlation with NR. Jaguaruna, SC, Brazil, cycles 1994/95 to 2005/06

Source: elaborated by the authors (2025)

de 40 dias após o plantio, sendo possível observar um possível efeito de altas temperaturas ($r > |-0,6|$) nos 50 dias iniciais após o plantio. A temperatura média das máximas na fase de 3 a 43 dias após o plantio, representada pelo segmento A (Figura 3), explicou 53% das variações observadas no número de tubérculos por planta ($r = -0,73$).

Sholihin (2017) também obteve uma correlação negativa e significativa entre a temperatura máxima do ar no primeiro mês de crescimento e a produtividade de mandioca ($r = -0,92$). Temperaturas do solo acima de 30°C podem diminuir o número e o crescimento das raízes de mandioca, o desenvolvimento das plantas e afetar muitos aspectos fisiológicos de seu desenvolvimento (Pardales Junior *et al.*, 1999; Pipatsitsee *et al.*, 2019). Temperaturas médias do solo de 40°C, na primavera, foram registradas por Eltz e Rovedder (2005) na camada superficial de uma área degradada sem cobertura de um Neossolo Quartzarênico em Alegrete, RS, sendo que a maior temperatura

observada foi de 49°C. As manivas-
samente são plantadas a cerca de
10cm de profundidade em Jaguaruna,
SC, e nessa profundidade, com solo
descoberto e seco, podem ocorrer
temperaturas prejudiciais.

Na região do presente estudo, em
Jaguaruna, SC, a temperatura máxima
absoluta do ar normalmente ultrapassa
30°C em outubro e 35°C em novembro,
já tendo sido registradas temperaturas
de 41°C em ambos os meses. Os solos
arenosos, sob condições de solo
seco e sem cobertura, aquecem mais
rapidamente na camada superficial
que outros tipos de solos nas mesmas
condições.

O presente estudo indicou,
portanto, que temperaturas elevadas
nos primeiros 50 dias após o plantio
podem provocar uma diminuição na
formação de raízes tuberosas. Essas
temperaturas podem estar associadas
ou não com deficiência hídrica no solo e,
nesse sentido, estudos complementares
são necessários para comprovar se e
como ocorre a influência desses fatores
(temperaturas elevadas e deficiência
hídrica) sobre a fisiologia da mandioca
nos primeiros meses após o plantio.

A equação de regressão linear
múltipla (Equação 1) entre o número
de raízes tuberosas por planta (variável
dependente y), a temperatura média
das máximas dos primeiros 40 dias após
o plantio (variável independente x_1) e
o número de dias com precipitação >
10mm de 41 a 80 dias após o plantio
(variável independente x_2), apresentou
uma significância $p < 0,01$ e $R^2 = 0,80$,
com ausência de multicolinearidade
entre as variáveis independentes.

$$y = 17,52 - 0,4339x_1 - 0,2828x_2 \quad (1)$$

As correlações significativas
obtidas no presente trabalho indicam
a possibilidade de que as variáveis
temperatura e precipitação podem estar
relacionadas com variações no número
de raízes tuberosas. Esses resultados são
preliminares, ou seja, é importante que
os resultados aqui apresentados sejam
comprovados experimentalmente,
tanto em condições controladas de
temperatura e umidade do solo (cultivo
em vasos, em estufa, laboratório, etc.)
como em cultivo a campo (experimentos

com irrigação, níveis de deficiência
hídrica, cobertura do solo, época de
plantio, profundidade de plantio, etc.).
Caso sejam comprovadas perdas na
produtividade devido a temperaturas
ou precipitações elevadas, medidas de
manejo para minimizar ou evitar perdas
poderão ser tomadas, como o uso de
irrigação, cultivos com palhadas e/ou
adubação complementar após períodos
com chuvas intensas.

Contribuição dos autores

Augusto Carlos Pola: Conceituação,
Investigação, Metodologia, Validação,
Visualização de dados (gráficos), Escrita
– primeira redação, Escrita – revisão
e edição. **Alexsander Luís Moreto:**
Curadoria de dados, Análise Formal,
Validação, Escrita – primeira redação,
Escrita – revisão e edição.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver
conflito de interesses neste trabalho.

Dados de pesquisa

Os dados serão disponibilizados por
solicitação direta aos autores.

Financiamento

Este trabalho não recebeu recursos
de uma fonte de financiamento externa
para sua execução.

Referências

DUQUE, L.O.; SETTER, T.L. Partitioning index
and non-structural carbohydrate dynamics
among contrasting cassava genotypes under
early terminal water stress. **Environmental
and Experimental Botany**, v.163, p.
24-35, 2019. DOI: doi.org/10.1016/j.
envexpbot.2019.03.023

ELTZ, F.; ROVEDDER, A.P.M. Revegetação e
temperatura do solo em áreas degradadas
no sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista
Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.2,
p. 193-200, 2005.

FUKAI, S.; ALCOY, A.B.; Llamelo (A.B.;

PATTERSON, R.D. Effects of solar radiation
on growth of cassava (*Manihot esculenta*
Crantz.). I. Canopy development and dry
matter growth. **Field Crops Research**, v.9, p.
347-360, 1984.

GOMES JUNIOR, F. de A.G. **Produtividade
de variedades de mandioca em diferentes
arranjos de plantio, épocas de colheita,
fisiologia do estresse e déficit hídrico**.
2018. 78f. Tese (Doutorado em Engenharia
Agrícola) - Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA,
2018.

INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL
AGRICULTURE. **Cassava in Tropical Africa:
a Reference Manual**. Ibadan, Nigéria, 1990,
176p. Disponível em: <[http://www.iita.org/
wp-content/uploads/2016/06/Cassava_in_
tropical_Africa_a_reference_manual_1990.
pdf](http://www.iita.org/wp-content/uploads/2016/06/Cassava_in_tropical_Africa_a_reference_manual_1990.pdf)>. Acesso em 15 out. 2024.

PARDALES JUNIOR, J.R.; BAÑOC, D.M.;
YAMAUCHI, A.; IJIMA, M.; KONO, Y. Root
system development of cassava and
sweetpotato during early growth stage as
affected by high root zone temperature.
Plant Prod. Sci., v.2, n.4, p. 247-251, 1999.

PIPATSITEE, P.; PRAEARTKUL, P.; TAOTA,
K.; PONGANAN, S.K.; SAKULLEERUNGROJ,
K.; EIUMNOH, A. Effects of surface soil
temperature on cassava physiology
under diferente water regimes. **Naresuan
University Journal: Science and Technology**,
v.27, n.1, 2019. DOI: [https://doi.
org/10.14456/nujst.2019.2](https://doi.org/10.14456/nujst.2019.2)

SHOLIHIN, S. Productivity and stability of
cassava promising clones based on the
fresh tuber yield in six months using AMMI
and GGE biplot. **International Journal of
Development and Sustainability**, v.6, n.11,
p. 1675-1688, 2017.

VONGCHAROEN, K. SANTANOO, S.;
BANTERNG, P.; JOGLOY, S.; VORASOOT, N.;
THEERAKULPISUT, P. Seasonal variation in
photosynthesis performance of cassava at
two diferente growth stages under irrigated
and rain-fed conditions in a tropical savana
climate. **Photosynthetica**, v.56, n.4, p. 1398-
1413, 2018. DOI: 10.1007/s11099-018-
0849-x

SCS208 Cronos: black bean cultivar with high grain yield stability and adaptability, excellent grain quality and sanity, for Southern Brazil

Sydney Antonio Frehner Kavalco¹, Thaila Rayssa Potrich Prezotto² and Diego Henrique Pilatti Toniolo³

Abstract - SCS208 Cronos is a new common bean cultivar, it belongs to the black seed group and is developed by the Agricultural Research and Rural Extension Company of Santa Catarina (Epagri). This cultivar shows high grain yield combined with stability and adaptability across the state of Santa Catarina. It features excellent plant health, particularly with resistance to anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), which is a disease that affects pods. The plants have a semi-erect architecture and an indeterminate growth habit, which makes them well-suited for mechanical harvesting. The grains are typical of the black bean group, with a dull background and full elliptical shape. Cultivation is recommended throughout the southern region of Brazil during both the main and off-season crops.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*; yield trials; anthracnose resistance; plant breeding; cultivar description; seed production.

SCS208 Cronos: cultivar de feijão preto de maior estabilidade e adaptabilidade ao rendimento de grãos, com ótimo cozimento e alta sanidade de plantas recomendado para todo o Sul do Brasil

Resumo - SCS208 Cronos é o novo cultivar de feijão comum, do grupo de sementes preto, desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Este cultivar apresenta alto rendimento de grãos associado a estabilidade e adaptabilidade para todo o estado de Santa Catarina, possui elevada sanidade de plantas, especialmente com resistência à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) causadora de doenças nas vagens. As plantas possuem arquitetura semi-ereta com hábito de crescimento indeterminado, sendo adaptadas à colheita mecanizada. Seus grãos são característicos do grupo preto, com fundo opaco e de forma elíptica cheia. É indicado seu cultivo em toda a região Sul-brasileira nos períodos de safra e de safrinha.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; ensaios de competição; resistência à antracnose; melhoramento genético; descrição de cultivares; produção de sementes.

Introduction

Common bean (*Phaseolus vulgaris*) is widely cultivated and consumed throughout Brazil, it accounts for 80% of the national consumption, while the remaining 20% corresponds to cowpea (*Vigna unguiculata*). Within the common bean group, the carioca type is the most consumed, representing 56% of demand, followed by black beans at 21%, and special varieties, which account for 3% (Embrapa, 2025).

Black beans hold even greater significance in the Southern Region and is the most consumed type due to culinary tradition, historical, and cultural

influence, as well as local production and wide availability in the area.

The Bean Breeding Program (PMGF) of the Research Center for Family Agriculture (Cepaf) develops, evaluates, and disseminates new cultivars that promote increased and stable production aiming to develop high yielding cultivars with disease resistance, thereby providing greater profitability for farmers.

SCS208 Cronos stands out for its agronomic performance, high grain yield potential, resilience, and stability. The success of the crop depends on several factors, such as climatic conditions, availability of water and

nutrients, and effective control of pest and disease. However, the selection of an agronomically superior cultivar is a key factor in achieving high productivity in the field.

According to Costa *et al.* (1999), stability refers to the ability of genotypes to show a highly predictable behavior in response to environmental stimuli. This trait is highly valued by farmers, because a stable cultivar ensures greater predictability and maintains good performance even under unfavorable environmental conditions, which reduces the risk of compromising both yield and profitability.

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

Section editor: Yrlândia de Lira Guerra/ UFRPE

¹ Eng. agrônomo, Dr., Agricultural Research and Rural Extension Company of Santa Catarina (Epagri) - Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar (CEPAF), Chapecó/SC. Rua Serv. Ferdinando Tusset, s/n, Bairro São Cristóvão, Chapecó/SC. Fone: (49) 2049-7527, e-mail: sydneykavalco@epagri.sc.gov.br

² Agronomy student at the Universidade Federal da Fronteira Sul, Scholarship holder of the Agricultural Research and Rural Extension Company of Santa Catarina (Epagri) - Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar (CEPAF), Chapecó/SC. E-mail: thailaprezotto@epagri.sc.gov.br

³ Agronomy student at the na Universidade Federal da Fronteira Sul, Scholarship holder of the Agricultural Research and Rural Extension Company of Santa Catarina (Epagri) - Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar (CEPAF), Chapecó/SC. E-mail: diegotoniolo@epagri.sc.gov.br

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.2093>

The high yield stability and resilience of this cultivar provides it with agronomically superior performance regarding both plant health and grain yield. SCS208 Cronos shows greater resistance to diseases due to its resilience, particularly anthracnose, which is the main threat to the crop. This disease affects the pods and damages the grains, potentially causing irreversible harm during the early stages of development and flowering of the bean plant.

To develop common bean cultivars, EPAGRI conducts around 40 cross combinations each year and evaluates nearly 1,000 segregating families for each generation. Phenotypic selection, Value for Cultivation and Use (VCU) tests, and tests for disease resistance, grain quality, and drought tolerance (Kavalco *et al.*, 2024) are also performed.

Bean cultivation

Brazil ranks second in global bean production, behind India, and the estimated production is approximately 3.3 million tons in the growing season of 2024/25, cultivated over an area of 2.8 million hectares (FAO, 2025; CONAB, 2025). However, there has been a declining trend in the planted area over recent years. Beans were cultivated on approximately 3.9 million hectares in the 2004/05 season, which represents a reduction of nearly 28% over a 20-year period. Despite this, beans remain a staple food in the Brazilian diet, with around 92% of production intended for domestic consumption and only 5% destined for export (CONAB, 2025).

The cultivation of this legume is feasible during three growing seasons in Brazil. In the South Region, the first season, also known as “águas” (rainy season), is sown between August and November, while the second season, commonly referred to as “safrinha” or “dry season,” is sown between January and February. The third season, “autumn-winter,” is sown from May to June and is predominant in some states of the Central-West, Southeast, and Northeast regions, where winters are mild and frost does not occur. In these cases, irrigation systems are necessary

due to low rainfall during this period (CTSBF, 2012; Embrapa, 2025). The Brazilian production in the 2024/25 season is estimated to be distributed as follows: 32.51% from the first season, 43.84% from the second season, and 23.65% from the third season (CONAB, 2025).

Approximately 32% of the Brazilian national bean production comes from the South Region, which has around 610 thousand hectares planted with this crop. Currently, Santa Catarina has the highest productivity among the three south states, with a mean yield of 1,966Kg ha⁻¹, followed by Paraná with a mean of 1,748.31Kg ha⁻¹, and Rio Grande do Sul with 1,585.57Kg ha⁻¹. All three states report yields above the national mean, which is approximately 1,154.06Kg ha⁻¹ (CONAB, 2025).

Santa Catarina planted 63.2 thousand hectares with beans in the 2023/24 growing season, resulting in a production of 113,067 tons. Of this total, 42.46% of the production came from the first season, and 57.54% from the second season (safrinha). For the 2024/25 cycle, there is a 25.82% increase in the planted area for the first season and a 6.30% reduction in the planted area for the second season. This scenario indicates a shift in the trend observed in recent years, as it is estimated that for 2024/25, most of the state's bean production will come from the first season (54.94%), while the second season is expected to account for 46.05% of the total production.

The occurrence of diseases, of which anthracnose stands out, is an obstacle for a cultivar to express its full production potential. This fungal disease, caused by the agent *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magnus), is the primary threat to this legume and can lead to total crop loss when it infects plants in the early stages of development. The plant shows symptoms on the underside of the leaf along the veins when infected, and the petioles and stems may develop cankers. On the pods, the lesions are rounded and sunken, brown in color, with dark, raised edges, surrounded by a reddish-brown ring (Canale *et al.*, 2020).

The fungus is widely spread in Santa Catarina due to favorable

climatic conditions and can be transmitted through infected seeds, rain accompanied by wind, insects, agricultural equipment, and can also survive in crop residues, seeds, and other leguminous species (CTSBF, 2012). *C. lindemuthianum* also shows significant genetic variability, leading to the occurrence of different pathogen types. Gonçalves-Vidigal *et al.* (2008) reported the presence of 13 distinct types in Santa Catarina, which were 65, 67, 73, 75, 81, 83, 89, 95, 101, 103, 105, 121, and 581. However, there is no survey to indicate which are present in the producing regions of the state.

The most appropriate alternative for controlling anthracnose may be through the selection of resistant cultivars, which is also efficient from both economic and ecological perspective. Regarding disease resistance, resilience is a highly valued characteristic by farmers, so it is essential for ensuring the efficiency of agricultural production. This is due to the ability of these materials to maintain their productive potential even under pathogen pressure, which results in reduced dependence on fungicides. This choice also leads to a reduction in production costs, adds value to the product, and promotes sustainability by minimizing environmental impacts.

Breeding method

Hybrid seeds were obtained by the hybridization of BRS Campeiro (black seeds) and IPR Uirapuru (black seeds), which was conducted during the 2000/01 season (Figure 1). A generation advance was conducted in 2001 to obtain the F2 generation. Three generations were advanced during the 2002/03, 2003/04, and 2004/05 growing seasons, reaching the F4, which was grown in the field, where a diallel trial was conducted to evaluate yield and to obtain the CHP 01-182 population. A first Intermediate Black Bean Trial was conducted for line comparison without applying plant section in the 2006/07 growing season. In the following three seasons (2007/08, 2008/09, and 2009/10), the State Trial of Black Bean Lines and Cultivars was conducted to compare lines and select the superior

ones. However, at the end of this phase, the population from the cross was still segregating, and a decision was made to initiate plant selection in 80-meter-long plots, resulting in several lines denominated CHP 01-182-n, where 'n' corresponds to each selected plant.

In the 2011/12 season, after plant selection in the previous generation, lines were sown and F₉ lines were selected to compose the Black Bean Family Trial conducted in 2012/13 (Figure 1), involving line comparisons and selection of the best-performing ones. Several lines from this cross were selected and continued under field evaluation. In the F₁₁ generation and during the 2013/14 season, a Preliminary Black Bean Trial was conducted with multiple lines from this and other crosses, and superior lines were selected based on plant architecture, yield, disease resistance, and grain quality. The Intermediate Black Bean Trial was conducted in 2014/15 to assess and select lines for productive performance, grain quality, and plant health.

The F₁₃, F₁₄, and F₁₅ generations were evaluated during the main and off-seasons of 2015/16, 2016/17, and 2017/18 via VCU (Value for Cultivation and Use) trials, focusing on grain color, size, uniformity, and yield. Trials were conducted in randomized complete blocks with four replications of plots composed of four 4-meter rows. Two promising lines from the same cross were identified: CHP 01-182-48 and CHP 01-182-12. Both lines were maintained in the subsequent generations (F₁₆, F₁₇, F₁₈, and F₁₉), one in VCU trials and the other in comparative trials with cultivars across the same locations and main/off-season periods of 2018/19, 2019/20, 2020/21, and 2021/22. All selection cycles (Figure 1) were conducted in Chapecó, SC (27°05'24" S, 52°39'05" W, at an altitude of 668 m).

After evaluation in Value for Cultivation and Use (VCU) trials conducted during both the main and off-seasons from 2015 to 2022, the line CHP 01-182-48 demonstrated superior agronomic performance compared to other lines in terms of plant architecture, disease resistance, grain color, size, uniformity, and yield. These results



Figure 1. Breeding methodology and selection cycles of the new common-bean cultivar of SCS208 Cronos. Epagri/CEPAF – Chapecó, 2025

Source: Elaborated by the Authors (2025)

Figura 1. Metodologia de melhoramento e ciclos de seleção da nova cultivar de feijão comum SCS208 Cronos. Epagri/CEPAF – Chapecó, 2025

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

justified its registration in the National Cultivar Registry and in the National Plant Variety Protection Service, under the denomination SCS208 Cronos. Starting from the 2023/24 season, this cultivar is recommended for cultivation during both sowing periods in the states of Santa Catarina, Paraná, and Rio Grande do Sul, in accordance with the Agricultural Zoning for Climate Risk established by the Ministry of Agriculture, Livestock, and Supply.

Yield potential of SCS208 Cronos

SCS208 Cronos showed superior agronomic performance in terms of grain yield compared to the control cultivars across all evaluated locations during

three consecutive growing seasons (2015/16, 2016/17, and 2017/18). When compared to BRS Campeiro and IPR Uirapuru, SCS208 Cronos achieved a mean grain yield 119% higher across both the main and second growing seasons (Table 1). Specifically, yield was 113.74% higher than BRS Campeiro and 125.09% higher than IPR Uirapuru over the same period.

Compared to the cultivars BRS Campeiro and IPR Tuiuiú, SCS208 Cronos showed a mean grain yield 112.83% higher during the 2018/19 and 2019/20 growing seasons (Table 2), outperforming both controls in both the main and second cropping seasons. Specifically, its yield was 111.35% higher than BRS Campeiro and 114.35% higher than IPR Tuiuiú.

In Ponte Serrada, during the main

growing season of 2016/17, the mean grain yield reached 5,261.9kg ha⁻¹, representing the highest performance recorded among all locations evaluated in the Value for Cultivation and Use (VCU) trials over the five-year assessment period (Table 1 and 2).

SCS208 Cronos has a production potential of 5,300kg ha⁻¹, with a mean yield of 3,900kg ha⁻¹ in the main growing season and 2,500kg ha⁻¹ in the second season in the state of Santa Catarina based on the results obtained during the evaluation period of Value for Cultivation and Use (VCU), under different cultivation environments, with varying soil characteristics, crop cycles, and the occurrence of biotic and abiotic stresses across different years and growing seasons (Table 3).

Other characteristics

The main phenotypic traits of SCS208 Cronos include the presence of anthocyanin in the hypocotyl and stem, an indeterminate type II growth habit, semi-erect architecture, green leaves at the fourth node, violet flowers, and black seeds. The cultivar is adapted to mechanical harvesting, has a crop cycle of approximately 85 days, and shows moderate resistance to anthracnose and angular leaf spot (Table 4).

Grain quality evaluations, which were conducted according to the methodology of Proctor and Watts (1987) using samples harvested during the 2016/2017 and 2017/2018 seasons, revealed a cooking time of 26 minutes for SCS208 Cronos and a protein content of 21%. In comparison, the control cultivars BRS Campeiro and IPR Uirapuru had cooking times of 29 minutes and 30 seconds and 28 minutes and 30 seconds, with protein contents of 21.5% and 22%, respectively.

SCS208 Cronos has a superior grain yield potential, exceeding 5,300kg ha⁻¹. The cultivar shows resistance to types 83 and 337 of the *Colletotrichum lindemuthianum* pathogen and shows an intermediate reaction to types 65, 73, 81, 89, and 337, as evaluated according to the scale proposed by Pastor-Corrales *et al.* (1995).

Technical recommendations and seed production

SCS208 Cronos has been officially registered with the Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (registration no. 52,197), is protected under the National Plant Variety Protection Service (SNPC no. 21806.000228/2022), and it is produced by the Common Bean Breeding Program of EPAGRI.

SCS208 Cronos is recommended for cultivation during both the main and second sowing seasons in the states of Santa Catarina, Paraná, and Rio Grande do Sul because of its high yield potential, adaptability, and stability.

Author contributions

Sydney Antonio Frehner Kavalco: Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Funding acquisition, Investigation, Methodology, Project administration, Supervision, Validation, Visualization; **Thaila Rayssa Potrich Prezotto:** Data curation, Writing – original draft, Writing – review & editing; **Diego Henrique Pilatti Toniolo:** Data curation, Writing – original draft, Writing – review & editing

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest in this work.

Research data

Data will be made available by the author upon request.

Funding

This work was funded by the Santa Catarina Foundation for Scientific Research - FAPESC (project No. 2021/TR001464 and Public Call 17/2023).

References

CANALE, M.C. RIBEIRO, L.P. CASTILHOS, R.V. WORDELL FILHO, J.A. **Pragas e doenças do feijão: diagnose, danos e estratégias de manejo.** Florianópolis: Epagri, 2020. 98p.

(Epagri. Boletim Técnico 197).

COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO. **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira.** 2.ed. Florianópolis: Epagri, 2012. 157p.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Portal de Informações Agropecuárias.** Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>. Acesso em: abril de 2025.

COSTA, J.G. MARINHO, J.D.S. PEREIRA, R. LEDO, F.D.S. & MORAES, R.D.S. Adaptabilidade e estabilidade da produção de cultivares de milho recomendadas para o estado do Acre. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.1, p.7-11, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Consumo de Feijão. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao>. Acesso em: fevereiro de 2025.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT – Rankings: Countries by Commodity.** Disponível em: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity. Acesso em: abril de 2025.

GONÇALVES-VIDIGAL, M.C. THOMAZELLA, C. FILHO, P.S.V. KVITSCHAL, M.V. ELIAS, H.T. Characterization of *Colletotrichum lindemuthianum* isolates using differential cultivars of common bean in Santa Catarina state, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, p. 883-888, 2008.

KAVALCO, S.A.F. NICKNICH, W. PREZOTTO. T.R.P. TONIOLO, D.H.P. SCS207 Querência: a high-yield carioca bean cultivar with superior grain size, color, and health attributes for southern Brazil. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.37, n.3, p.34-39, 2024.

PASTOR-CORRALES, M.A. OTOYA, M.M. MOLINA, A. SINGH, S.P. Resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* isolates from middle America and Andean South America in different common bean races. **Plant Disease**, n. 79, p. 63-67, 1995.

PROCTOR, J.R. WATTS, B.M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Ottawa, v. 20, p. 9-14, 1987.

Table 1. VCU performed in Santa Catarina, Brazil, in the 2015/2016, 2016/2017 and 2017/2018 crop years during the first and second sowing seasons for SCS208 Cronos (CHP 01-182-48) compared with BRS Campeiro and IPR Uirapuru cultivars

Tabela 1. VCU realizado em Santa Catarina, Brasil nas safras de 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018, durante a primeira e segunda safra, para a cultivar SCS208 Cronos (CHP 01-182-48), em comparação com as cultivares BRS Campeiro and IPR Uirapuru

Location	Crop Season	Year	SCS208 Cronos (kg ha ⁻¹)	Control cultivar (kg ha ⁻¹)		Comparison cultivars Mean	CV (%)
				BRS Campeiro	IPR Uirapuru		
Santa Catarina							
Canoinhas	First	2015/16	4,453.68	3,700.75	3,655.92	3,678.34	12.2
Chapecó	First	2015/16	3,407.44	3,401.4	2,191.63	2,796.52	14.17
Ponte Serrada	First	2015/16	3,337.75	1,495.94	1,416.19	1,456.07	26.89
Canoinhas	Second	2015/16	1,175.6	1,323.6	1,064.6	1,194.1	14.91
Chapecó	Second	2015/16	3,071.41	2,806.53	2,609.24	2,707.89	9.53
Ituporanga	Second	2015/16	1,434.4	1,300.7	1,352.6	1,326.65	13.31
Canoinhas	First	2016/17	3,896.2	2,962.6	3,555.8	3,259.2	16.07
Chapecó	First	2016/17	4,674.5	3,812.7	3,452.4	3,632.55	10.39
Ponte Serrada	First	2016/17	5,261.9	4,450.1	4,502.2	4,476.15	13.58
Chapecó	Second	2016/17	2,907	2,571.8	2,600.4	2,586.1	10.43
Ituporanga	Second	2016/17	2,506	2,435.3	2,048.5	2,241.9	18.47
Xanxerê	Second	2016/17	3,147.5	3,061	2,542	2,801.5	14.6
Ponte Serrada	First	2017/18	4,517.06	4,178.91	3,890.28	4,034.6	10.92
Chapecó	First	2017/18	3,609.5	3,019.2	2,179.9	2,599.55	11.97
Campos Novos	First	2017/18	4,337.75	4,333.56	4,108.81	4,221.19	9.88
Ituporanga	Second	2017/18	1,885	1,873.5	1,162.1	1,517.8	14.8
Chapecó	Second	2017/18	3,477.73	3,305.03	2,858.99	3,082.01	19.18
Xanxerê	Second	2017/18	2,871.3	2,695.6	2,750.4	2,723	8.37
Mean			3,331.76	2,929.35	2,663.44	2,796.39	
Relation (%)				113.74	125.09	119.14	

Source: Elaborated by the Authors (2025)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Table 2. VCU performed in Santa Catarina, Brazil, in the 2018/2019 and 2019/2020 crop years during the first and second sowing seasons for SCS208 Cronos (CHP 01-182-48) compared with BRS Campeiro and IPR Tuiuiú cultivars

Tabela 2. VCU realizado em Santa Catarina, Brasil nas safras de 2018/2019 e 2019/2020, durante a primeira e segunda safra, para a cultivar SCS208 Cronos (CHP 01-182-48), em comparação com as cultivares BRS Campeiro and IPR Tuiuiú

Location	Crop Season	Year	SCS208 Cronos (kg ha ⁻¹)	Control cultivars (kg ha ⁻¹)		Comparison cultivars Mean	CV (%)
				BRS Campeiro	IPR Tuiuiú		
Xanxerê	First	2018/19	3,403.3	3,272.7	3,272.5	3,272.6	10.93
Canoinhas	First	2018/19	2,927.9	2,163.8	2,564.4	2,364.1	12.38
Campos Novos	First	2018/19	4,379.4	3,436	3,183.1	3,309.55	19.93
Ituporanga	Second	2018/19	1,793.1	1,549.6	1,606.5	1,578.05	14.32
Chapecó	Second	2018/19	3,207	3,141.9	2,325.5	2,733.7	10.75
Xanxerê	Second	2018/19	2,653.4	2,283.6	2,493.3	2,388.45	14.14
Chapecó	First	2019/20	2,062.1	1,732.98	1,834.87	1,783.93	15.99
Campos Novos	First	2019/20	4,836.69	4,232.16	4,125.22	4,178.69	8.06
Xanxerê	First	2019/20	3,795.54	4,220.33	3,826.13	4,023.23	9.27
Ituporanga	Second	2019/20	2,997.26	2,582.63	2,679.98	2,631.31	8.32
Chapecó	Second	2019/20	1,190.13	1,005.17	1,213.09	1,109.13	23.08
Xanxerê	Second	2019/20	2,312.34	2,312.66	1,970.65	2,141.66	14.18
Mean			2,963.18	2,661.13	2,591.27	2,626.2	
Relation (%)				111.35	114.35	112.83	

Source: Elaborated by the Authors (2025)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Table 3. Characteristics of the VCU trial locations conducted in Santa Catarina from 2015 to 2020 and number of days from emergence to flowering, physiological maturity, and harvest of each location, year, and crop season for the SCS208 Cronos (CHP 01-182-48) cultivar
 Tabela 3. Características dos locais de experimentação de VCU conduzidos em Santa Catarina de 2015 a 2020 e o número de dias da emergência ao florescimento, à maturação fisiológica e à colheita para cada local, ano e safra da cultivar SCS208 Cronos (CHP 01-182-48)

Location	Crop Season	Year	Days from emergence to			Soil type	Factors
			Flowering	Maturation	Harvest		
Santa Catarina							
Canoinhas/ Papanduva	First	2015/16	40	88	95	Nitossolo/cambissolo	Occurrence of anthracnose and drought periods in first season
Canoinhas/ Papanduva	Second	2015/16	39	81	90	Nitossolo/cambissolo	
Chapecó	First	2015/16	35	82	88	Nitossolo/cambissolo	
Chapecó	Second	2015/16	35	78	85	Cambissolo/latossolo	Occurrence of angular leaf spot in first season and frost in the second season
Ituporanga	Second	2015/16	37	85	92	Cambissolo/latossolo	
Ponte Serrada	First	2015/16	38	85	90	Cambissolo/latossolo	
Canoinhas/ Papanduva	First	2016/17	42	87	96	Cambissolo/latossolo	
Chapecó	First	2016/17	38	88	95	Latossolo/cambissolo	Occurrence of anthracnose and bacteriosis with drought periods in first season
Chapecó	Second	2016/17	30	83	90	Latossolo/cambissolo	
Ituporanga	Second	2016/17	38	87	92	Latossolo/cambissolo	
Ponte Serrada	First	2016/17	40	89	99	Latossolo/cambissolo	
Xanxerê	Second	2016/17	39	88	95	Latossolo/cambissolo	
Campos Novos	First	2017/18	45	90	98	Latossolo/cambissolo	
Chapecó	First	2017/18	39	83	88	Latossolo/cambissolo	
Chapecó	Second	2017/18	33	81	88	Latossolo/cambissolo	
Ituporanga	Second	2017/18	48	88	98	Latossolo/cambissolo	
Ponte Serrada	First	2017/18	38	90	99	Cambissolo/argissolo	Occurrence of angular leaf spot in first season and frost in the second season
Xanxerê	Second	2017/18	37	83	90	Cambissolo/argissolo	
Campos Novos	First	2018/19	39	89	95	Cambissolo/argissolo	
Canoinhas/ Papanduva	First	2018/19	38	84	90	Cambissolo/argissolo	
Chapecó	Second	2018/19	36	85	89	Cambissolo/argissolo	Occurrence of anthracnose and high rainfall in first season
Ituporanga	Second	2018/19	37	81	88	Cambissolo/nitossolo	
Xanxerê	First	2018/19	50	88	92	Cambissolo/nitossolo	
Xanxerê	Second	2018/19	43	85	89	Cambissolo/nitossolo	

Table 4. Phenotypic and biological characteristics of common bean cultivar of SCS208 Cronos

Tabela 4. Características fenotípicas e biológicas da cultivar de feijão comum SCS208 Cronos

CHARACTERISTIC		SCS208 CRONOS
Plant		
	Hypocotyl color	With anthocianin
	Plant structure	Semi erect
	Growth habit	Undetermined type II
	Guide length	Medium
	Stem	With anthocianin
	Leaf color (4th node)	Medium green
	Mean cycle of emergency to flowering	39 days
	Mean cycle of emergency to harvest	85 days
	Adaptation to mechanical harvesting	Adapted
Grain		
	Grain color	Black
	Flower color	Violet
	Grain shape	Elliptical
	Degree of flatness	Full
	Weight of thousand grains	220 grams
	Mean time of cooking	26 minutes
	Mean protein grain content	21,00%
Desease reaction		
	Anthracnose (<i>C. lindemutianum</i>)	MR
	Angular leaf spot (<i>Isariopsis griseola</i>)	MR
	Bacterial blight (<i>X. campestris pv. phaseoli</i>)	MS
	Fusarium wilt (<i>F. oxysporum</i>)	MR
Indicated growing region		SC, PR and RS

Source: Elaborated by the Authors (2025)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Insect incidence and soybean yield under sustainable and conventional production systems in midwestern Santa Catarina

Cirio Parizotto¹ and Rodolfo Vargas Castilhos²

Abstract – Brazil is the world's largest soybean producer and exporter, a promising scenario that can last by adopting sustainable production systems that meet current consumer needs. This work compared the incidence of pest insects and natural enemies, the number of insecticide sprays and grain yield in soybean areas under sustainable and conventional production systems in midwestern Santa Catarina for the agricultural years of 2018, 2019, 2020 and 2021. The sustainable system adopted integrated pest management (IPM), with insecticide spray applied when pest population reached the economic threshold. As for the conventional system, pest management was achieved with prophylactic use of insecticides (sprays every 15 days). Pest insects and natural enemies were sampled weekly in both systems using a beat cloth from V4 to pre-harvest and yield was measured at physiological maturation. Incidence of *Spodoptera* spp. and stinkbugs was higher in the sustainable system for the 2018/19 and 2020/21 agricultural years; however, occurrence of natural enemies was also higher in three of the four agricultural years evaluated due to an 86% reduction in insecticide spray in the referred system. Yield under the sustainable system was similar or superior to the conventional system in three of the four agricultural years evaluated, showing that sustainable production systems with IPM adoption can provide satisfactory yields combined with less environmental impact.

Keywords: *Glycine max* L.; sustainability; Integrated Pest Management.

Incidência de insetos e produtividade de soja em sistemas de produção sustentável e convencional no Meio-Oeste Catarinense

Resumo – O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de soja, e esse cenário promissor pode ser mantido caso sejam adotados sistemas sustentáveis de produção, que atendam as necessidades do mercado consumidor atual. Este trabalho objetivou comparar a incidência de insetos-praga e inimigos naturais, o número de aplicações de inseticidas e o rendimento de grãos em áreas de soja conduzidas em sistemas de produção sustentável e convencional, no Meio-Oeste Catarinense. O estudo foi realizado nos anos agrícolas de 2018, 2019, 2020 e 2021. No sistema sustentável foi adotado o Manejo Integrado de Pragas (MIP), com aplicação de inseticidas quando as pragas atingiram o nível de controle, enquanto que no sistema convencional o manejo de pragas foi realizado de maneira profilática (pulverizações de inseticidas a cada 15 dias). Insetos-praga e inimigos naturais foram monitorados semanalmente nos dois sistemas com pano de batida do estágio V4 até a pré-colheita, e a produtividade mensurada na maturação fisiológica. A incidência de *Spodoptera* spp. e percevejos foi maior no sistema sustentável nas safras 2018/19 e 2020/21, no entanto a ocorrência de inimigos naturais também foi superior em três das quatro safras avaliadas em consequência da redução de 86% na pulverização de inseticidas verificada no referido sistema. A produtividade obtida no sistema sustentável se mostrou similar ou superior ao convencional em três das quatro safras avaliadas, demonstrando que sistemas sustentáveis de produção, onde é adotado o MIP, podem prover rendimentos satisfatórios, aliado à menor impacto ambiental.

Palavras-chave: *Glycine max* L.; sustentabilidade; Manejo Integrado de Pragas.

Introduction

Soybean [*Glycine max* (L.)] is one of the main crops of global economic importance, with production destined for human consumption and production of vegetable oil, animal feed, biodiesel, among others (Nair *et al.*, 2023). Brazil is the world's largest soybean producer, followed by the USA, Argentina, China and India (Fatima and Jan, 2023). Estimates indicate that the soybean

plantation area in Brazil will reach 47.36 million hectares in the 2024/25 agricultural year, with a production of 166.14 million tons (CONAB, 2025).

Among the crop production limiting factors, phytosanitary problems like the incidence of key pests such as the caterpillars *Chrysodeixis includens*, *Anticarsia gemmatalis* and *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), which cause defoliation and consequent

reduction of the photosynthetic area, and stink bugs *Nezara viridula*, *Euschistus heros* and *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae), which cause direct damage to the grains by feeding stylet insertion stand out (Pozebon *et al.*, 2020). Using sustainable agricultural practices in soybean crops is a necessity since the global market demand for safe, quality and sustainably produced food has grown in recent years. One way to achieve sustainability

Received on 10/03/2025. Accepted for publication on 05/05/2025.

Section editor: Joatan M. da Rosa/UFPR

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

² Agronomist, Dr., Epagri/Cepaf, Serv. Ferdinando Tusset,S/N, Bairro São Cristovão, Chapecó, SC, CEP 89803-904, e-mail: rodolfocastilhos@epagri.sc.gov.br.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.2029>

in soybean crops is adopting integrated pest management (IPM), essential for reducing the indiscriminate use of insecticides in crops, becoming the most efficient way to achieve sustainable production systems (Panizzi, 2013; Bueno *et al.*, 2021). IPM in soybeans includes monitoring pest populations with a beating cloth and adopting economic threshold for decision-making, in addition to identifying pest species and natural enemies (Bortolotto *et al.*, 2015; Bueno *et al.*, 2021). Established in the 1970s, IPM was widely adopted by soybean farmers, causing a reduction in insecticide application by around 50%. However, in the last two decades there has been low adherence to IPM due to changes in the production scenario including: high adoption of no-tillage planting, which favored soil-dwelling pests; multiple crops throughout the year with an abundant supply of hosts for pests; low cost of conventional insecticides; emergence of secondary pests and deleterious effect of fungicides used for Asian rust on entomopathogens (Panizzi, 2013). Consequently, producers began to use prophylactic insecticide applications on crops indiscriminately, disregarding the economic threshold (Bueno *et al.*, 2021).

An IPM “rebirth” and adaptation to the current reality of farmers are necessary to achieve sustainability combined with satisfactory productivity in soybean crops. Thus, this study compared the incidence of insect pests and natural enemies, the number of insecticide applications, and grain yield in soybean areas managed under a sustainable production system (pest monitoring and spraying based on economic threshold) and a conventional system (without pest monitoring and spraying by calendar) in midwestern Santa Catarina.

Material and methods

The study was conducted in the agricultural years of 2018, 2019, 2020, and 2021 at the Experimental Station of the Agricultural Research and Rural Extension Company of Santa Catarina (Epagri) in Campos Novos (27°23'11" S

and 51°13'19" W). Altitude of the study site is 933 m, the soil is classified as Eutrophic Red Nitosol (Embrapa, 2013) and its climate is humid subtropical (Dufloth *et al.*, 2005).

An experimental crop was installed in an area of 17.11 ha with a history of soybean and corn cultivated by no-tillage farming with succession of crops and kept fallow in the winter for 25 years. A conventional (Conv.) and a sustainable (Sust.) system were evaluated. For this purpose, we divided the area into four plots so that soybeans could be grown under both systems each year, as follows: T1 sustainable system with 5.25 ha; T2 conventional system with 4.85 ha; T3 conventional system with 3.88 ha; T4 sustainable system with 3.13 ha. The sustainable and conventional plots were located next to each other, with soybeans being grown in rotation with corn to meet the environmental, social and economic precepts of production. All cultivars used in each year — 2018: TMG 7262; 2019: NS 5258 IPRO; 2020: BMX 58160 RSF IPRO and 2021: NS 5258 IPRO — are resistant to glyphosate (RR), with no resistance to pests, and were chosen due to their adaptation to midwestern Santa Catarina. Row spacing was set at 0.5 m in all years and the plant population varied between 242,000 and 280,000 plants ha⁻¹, as recommended for each cultivar.

The sustainable production system used green covers in the soybean off-season, such as black oat (*Avena strigosa* Schreb), white oat (*Avena sativa* L.), rye (*Secale cereale* L.), forage radish (*Rafanus sativus* L.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) alone or in consortium. The green covers were desiccated using glyphosate (2.5 L ha⁻¹) at sowing. Regarding pest management, IPM precepts were followed by monitoring insects with a beating cloth, and using insecticides only when the following economic thresholds were reached: 20 caterpillars ≥1.5 cm/m for *C. includens* and *A. gemmatalis*; 10 caterpillars ≥1.5 cm/m for *Spodoptera* spp.; 2 stink bugs/m (Corrêa-Ferreira *et al.*, 2017). In the conventional system, the area was kept fallow in the off-season and desiccated with glyphosate (2.5 L ha⁻¹) + clethodim (0.45 L ha⁻¹) 30 days before sowing. Insect management

used preventive insecticide sprays every 15 days (calendar system). Fertilization in both systems was similar and followed the technical standards recommended for soybean crop (Martin *et al.*, 2022).

Incidence of insects in each plot for each agricultural year was assessed by randomly listing 10 points which were georeferenced and evenly distributed throughout the area for weekly monitoring of insect pests and natural enemies using a beating cloth, with monitoring always taking place at the same points during the evaluations. Measuring 1 m long, the beating cloth was inserted between the soybean rows, with one side facing the base of the plants and the other side extended above the plants in the adjacent row. The sampled plants were shaken above the cloth and the following insects were counted on monitoring sheets (Corrêa-Ferreira *et al.*, 2017): “green caterpillars” (*A. gemmatalis* and *C. includens*), *Spodoptera* spp., phytophagous stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) and predatory natural enemies in general. Monitoring was conducted from stage V4 until pre-harvest, according to the period recommended for said monitoring instrument (Corrêa-Ferreira *et al.*, 2017).

After physiological maturity, grain yield was assessed by collecting 10 samples in each plot, with each sample representing a useful area of 10m x 1.5m (15m²). All pods in the useful area were harvested. After harvest, the grains were mechanically threshed. Moisture content was determined and grains were weighed to estimate yield (13% moisture content) in kg ha⁻¹.

Data were analyzed by Student’s t-test (p≤0.05), using the “t-test” function for independent samples to compare the means obtained in the two production systems available on R version 4.1.0 (R Core Team, 2021).

Results and discussion

Figure 1 shows the incidence of insect pests and natural enemies in soybeans grown under sustainable and conventional systems during the four agricultural years evaluated. Velvet bean caterpillar *A. gemmatalis* and

soybean looper *C. includens* had higher occurrence in the 2018/19 harvest, whereas the occurrence of “black” caterpillars *Spodoptera* spp. was lower. In turn, the stink bug population was below the economic threshold, with some peaks during the reproductive period (due to the availability of pods for feeding) in the 2021/22 harvest, in soybeans grown under the sustainable system. Natural enemies presented greater abundance in soybeans grown under the sustainable production system in the 2020/21 harvest.

Considering the overall average of insects captured per beating cloth during the entire monitoring period, and comparing the two production systems, the incidence of “green” caterpillars was similar in both systems during the four years evaluated (Table 1). *Spodoptera* spp. showed a significant difference between the production systems in the 2018/19 harvest, with

a higher occurrence in the sustainable system. Stink bugs had higher incidence in the sustainable system in the 2018/19 and 2021/22 harvests. Excepting the 2021/22 harvest, the sustainable production system exhibited a higher occurrence of natural enemies (Table 1).

This higher incidence of *Spodoptera* spp., stink bugs and natural enemies observed in the sustainable system is strongly related to the supply of hosts for shelter and food during the entire off-season, since green covers were sown and desiccated on sowing day. Moreover, in the conventional system the spontaneous vegetation established in the fallow area was desiccated 30 days before sowing, creating a “food gap” for potential pests and natural enemies.

The number of insecticide sprays in the conventional system varied between five and six, whereas the sustainable system performed no more

than one spray per harvest, resulting in an 86% reduction (Table 2).

Grain yield showed significant difference between the systems in the 2018/19 and 2020/21 harvests, with higher productivity observed in the sustainable and conventional systems, respectively (Figure 2). In the 2019/20 and 2021/22 harvests, production in both systems was similar.

Despite the higher incidence of black caterpillars and stink bugs in the sustainable system for the 2018/19 harvest, it showed higher productivity due to effective pest control once the economic threshold was reached, combined with the low incidence of other pests and better soil conditions due to the implementation of off-season plant cover. Likewise, the sustainable system exhibited a higher incidence of stink bugs in the 2021/22 harvest; however, yield did not differ between systems, showing that more sustainable

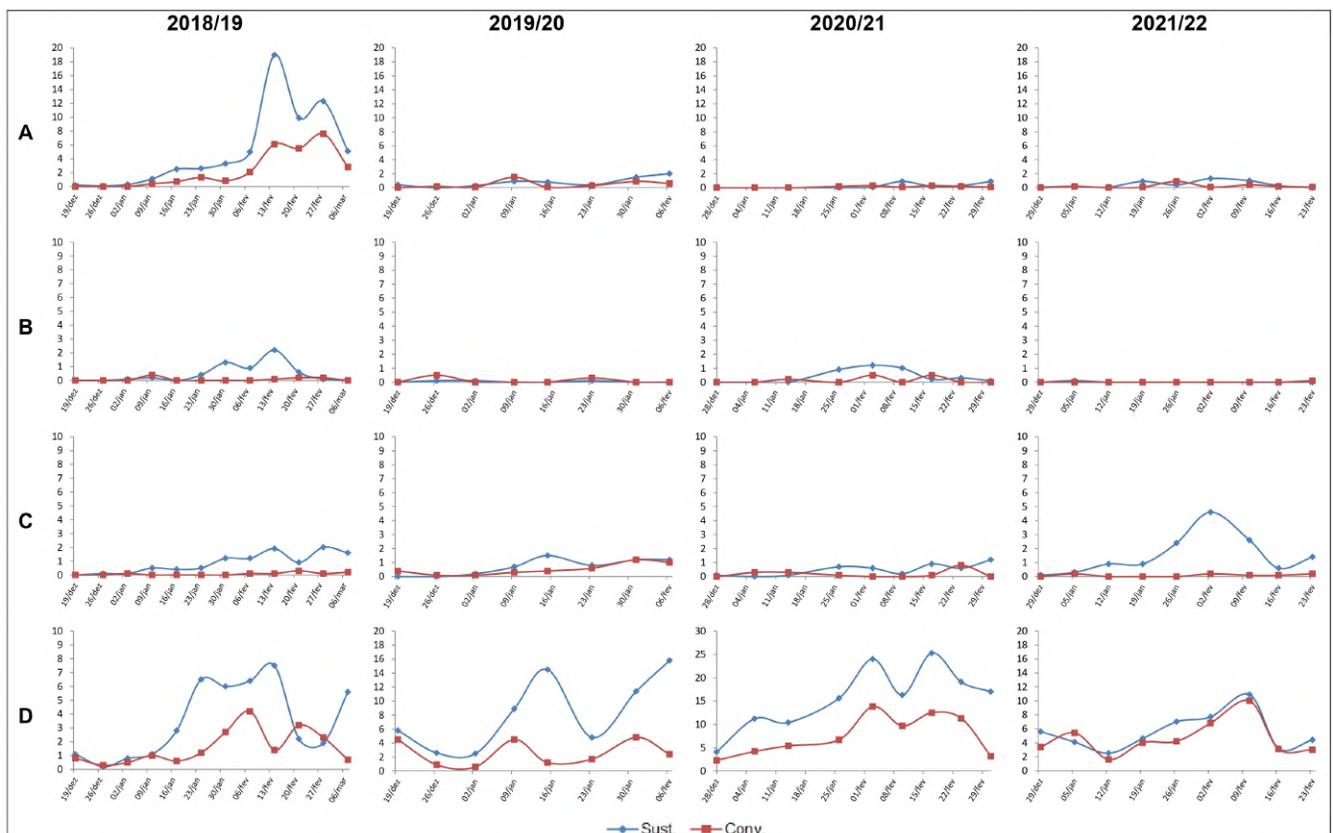


Figure 1. Incidence of insects (average number of individuals / m) in sampling with beat cloth on soybean crop cultivated under conventional and sustainable system, during four agricultural years in the municipality of Campos Novos, SC. (A) Green caterpillars (*Anticarsia gemmatilis* and *Chrysodeixis includens*) >1.5cm; (B) *Spodoptera* spp. >1.5cm; (C) stink bugs; (D) Natural enemies.
 Figura 1. Incidência de insetos (número médio de indivíduos / m) em monitoramento com pano de batida na cultura soja, conduzida em sistemas convencional e sustentável, em quatro anos agrícolas, no município de Campos Novos, SC. (A) Lagartas “verdes” (*Anticarsia gemmatilis* e *Chrysodeixis includens*) >1,5cm; (B) *Spodoptera* spp. >1,5cm; (C) Percevejos; (D) Inimigos naturais

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

Table 1. Average occurrence of insects (number of individuals / m) in soybean crop cultivated under conventional and sustainable system, during four agricultural years in the municipality of Campos Novos, SC

Tabela 1. Média geral de ocorrência de insetos (número de indivíduos / m) na cultura da soja conduzida em sistemas convencional e sustentável, em quatro anos agrícolas, no município de Campos Novos, SC

Insects	System	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
Green caterpillars (<i>A. gemmatalis</i> and <i>C. includens</i>)	Sust.	5.12 ± 1.68 ^{ns}	0.79 ± 0.24 ^{ns}	0.27 ± 0.12 ^{ns}	0.48 ± 0.16 ^{ns}
	Conv.	2.28 ± 0.77	0.46 ± 0.18	0.13 ± 0.04	0.22 ± 0.09
<i>Spodoptera</i> spp.	Sust.	0.48 ± 0.19*	0.04 ± 0.02 ^{ns}	0.41 ± 0.16 ^{ns}	0.01 ± 0.01 ^{ns}
	Conv.	0.08 ± 0.04	0.10 ± 0.07	0.13 ± 0.07	0.01 ± 0.01
Stink bugs	Sust.	0.87 ± 0.20*	0.70 ± 0.21 ^{ns}	0.48 ± 0.14 ^{ns}	1.53 ± 0.48*
	Conv.	0.08 ± 0.03	0.51 ± 0.15	0.18 ± 0.08	0.09 ± 0.03
Natural enemies	Sust.	3.51 ± 0.77*	8.29 ± 1.84*	15.89 ± 2.23*	5.56 ± 0.87 ^{ns}
	Conv.	1.58 ± 0.36	2.57 ± 0.62	7.68 ± 1.42	4.61 ± 0.84

ns=not significant; *significant difference by Student's t-test ($p \leq 0.05$).

Green caterpillars - 2018/19: $t=1.54$; $p=0.14$; 2019/20: $t=1.77$; $p=0.29$; 2020/21: $t=1.02$; $p=0.33$; 2021/22: $t=0.78$; $p=0.44$. *Spodoptera* spp. - 2018/19: $t=2.03$; $p=0.032$; 2019/20: $t=0.88$; $p=0.4$; 2020/21: $t=1.57$; $p=0.14$; 2021/22: $t=0.78$; $p=0.44$. Stink bugs - 2018/19: $t=3.83$; $p=0.0027$; 2019/20: $t=0.75$; $p=0.46$; 2020/21: $t=1.90$; $p=0.08$; 2021/22: $t=3.00$; $p=0.017$. Natural enemies: 2018/19: $t=2.27$; $p=0.037$; 2019/20: $t=2.94$; $p=0.016$; 2020/21: $t=3.11$; $p=0.008$; 2021/22: $t=0.78$; $p=0.45$.

Source: Elaborated by the Authors (2025)

ns=diferença não significativa; *diferença significativa pelo teste t de Student ($p \leq 0,05$).

Lagartas verdes - 2018/19: $t=1,54$; $p=0,14$; 2019/20: $t=1,77$; $p=0,29$; 2020/21: $t=1,02$; $p=0,33$; 2021/22: $t=0,78$; $p=0,44$. *Spodoptera* spp. - 2018/19: $t=2,03$; $p=0,032$; 2019/20: $t=0,88$; $p=0,4$; 2020/21: $t=1,57$; $p=0,14$; 2021/22: $t=0,78$; $p=0,44$. Percevejos - 2018/19: $t=3,83$; $p=0,0027$; 2019/20: $t=0,75$; $p=0,46$; 2020/21: $t=1,90$; $p=0,08$; 2021/22: $t=3,00$; $p=0,017$. Inimigos naturais: 2018/19: $t=2,27$; $p=0,037$; 2019/20: $t=2,94$; $p=0,016$; 2020/21: $t=3,11$; $p=0,008$; 2021/22: $t=0,78$; $p=0,45$.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Table 2. Use of insecticides in soybean on sustainable (Sust.) and conventional (Conv.) plots from 2018 to 2021 agricultural years

Tabela 2. Utilização de inseticidas na soja nos talhões de produção sustentável (Sust.) e produção convencional (Conv.), nos anos agrícolas de 2018 a 2021

Agricultural year	System	Insecticides sprayed	Num.
2018	Sust.	- imidacloprid+beta-ciflutrina / 1L ha ⁻¹ + lambda-cialotrina+clorantraniliprole / 1L ha ⁻¹	1
		- lambda-cialotrina+clorantraniliprole / 1L ha ⁻¹	
	Conv.	- tiametoxam+lambda-cialotrina / 0.2L ha ⁻¹	6
		- imidacloprid+beta-ciflutrina / 1L ha ⁻¹	
		- lambda-cialotrina+clorantraniliprole / 1L ha ⁻¹	
2019	Sust.	- <i>Bacillus thuringiensis</i> , Var. kurstaki / 0.5L ha ⁻¹	1
		- tiametoxam+lambda-cialotrina / 0.2L ha ⁻¹	
	Conv.	- lambda-cialotrina+clorantraniliprole / 1L ha ⁻¹	5
		- imidacloprid+beta-ciflutrina / 1L ha ⁻¹	
		- lambda-cialotrina+clorantraniliprole / 1L ha ⁻¹ + imidacloprid+beta-ciflutrina / 1L ha ⁻¹	
2020	Sust.	--	0
		- tiametoxam+lambda-cialotrina / 0.2L ha ⁻¹	
	Conv.	- tiametoxam+lambda-cialotrina / 0.2L ha ⁻¹	5
		- tiametoxam+lambda-cialotrina / 0.2L ha ⁻¹	
		- tiametoxam+lambda-cialotrina / 0.2L ha ⁻¹	
2021	Sust.	- tiametoxam+lambda-cialotrina / 0.2L ha ⁻¹	1
		- tiametoxam+lambda-cialotrina / 0.2L ha ⁻¹	
	Conv.	- lambda-cialotrina + tiametoxam / 0.2L ha ⁻¹	6
		- tiametoxam+lambda-cialotrina / 0.2L ha ⁻¹	
		- imidacloprid+beta-ciflutrina / 1L ha ⁻¹	
		- tiametoxam+lambda-cialotrina / 0.2L ha ⁻¹	

Source: Elaborated by the Authors (2025)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

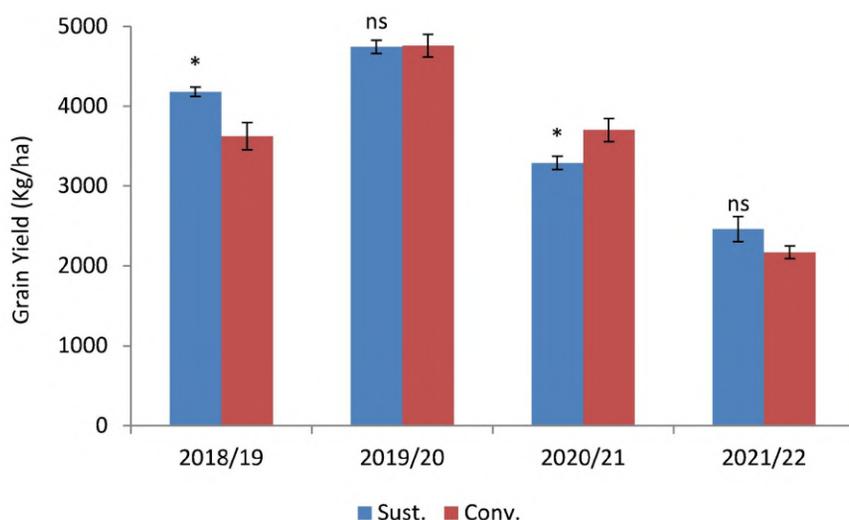


Figure 2. Average yield (kg ha⁻¹) of soybean cultivated in sustainable and conventional system, during four agricultural years

* significant difference by Student's t-test. 2018/19: $t=2.20$; $p=0.01$; 2019/20: $t=2.14$; $p=0.03$; 2020/21: $t=2.13$; $p=0.027$; 2021/22: $t=2.16$; $p=0.12$.

^{ns} not significant

Source: Elaborated by the Authors (2025)

Figura 2. Produtividade média (Kg ha⁻¹) de soja conduzida em sistema sustentável e convencional, em quatro anos agrícolas.

* diferença significativa pelo teste t de Student. 2018/19: $t=2,20$; $p=0,01$; 2019/20: $t=2,14$; $p=0,03$; 2020/21: $t=2,13$; $p=0,027$; 2021/22: $t=2,16$; $p=0,12$.

^{ns} sem diferença significativa

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

production systems in which drastic pest control is not adopted can also produce satisfactorily (Table 1, Figure 2). Similar to our study, Bueno *et al.* (2011), when evaluating different pest management strategies in soybean production, found in some cases a higher occurrence of caterpillars and stink bugs in crops managed by biological control (within the IPM perspective) compared with the prophylactic use of insecticides. However, the yields obtained were overall similar between the systems, showing that the preventive use of insecticides does not always result in higher yields. In the state of Paraná, in the 2023/24 harvest soybean crops managed by IPM produced around five more bags of soybeans per hectare, combined with a lower number of insecticide applications (Carnevali *et al.*, 2024). According to the authors, in crops managed by IPM the cost of pest control represented 4.6% of productivity; in crops where IPM was not adopted this cost represented 8.6%,

highlighting the importance of adopting sustainable production systems that provide not only economic gains for producers, but also environmental benefits.

This substantial reduction in insecticide use under the sustainable system is reflected on the incidence of natural enemies, which was higher in said system in three of the four harvests evaluated. Monitoring of natural enemies by beating cloth identified predatory ladybugs (Coleoptera: Coccinellidae), *Callida scutellaris* (Coleoptera: Carabidae), *Lebia concinna* (Coleoptera: Carabidae), *Doru* spp. (Dermaptera: Forficulidae), predatory ants (Hymenoptera: Formicidae) and spiders as the predominant species. Conservation of natural enemies is a strategy within IPM in soybean since natural biological control contributes to regulate the pest population, acting in combination with other control measures (Bueno *et al.*, 2023).

The sustainable system showed

satisfactory yield combined with lower use of insecticides. Grain yield was higher than 3,200 kg ha⁻¹ excepting the 2021/22 harvest, which was seriously compromised by the low rainfall recorded in the state from December 2021 onward (Giehl *et al.*, 2022).

Our results indicate that monitoring pests and using insecticides only when reaching the economic threshold are important strategies for achieving sustainability in soybean crops to help keep soybean farmers competitive in the market while ensuring satisfactory productivity.

Conclusion

- Incidence of *Spodoptera* sp. caterpillars, stink bugs and natural enemies was higher in the sustainable production system in some specific harvests.

- IPM adoption in soybean led to a significant reduction in insecticide applications.

- Soybean yield in the sustainable system equaled to that obtained in the conventional system.

Authors' contributions

Cirio Parizotto: Conceptualization, Project administration, Investigation, Data curation, Supervision, Writing-review & editing; Rodolfo Vargas Castilhos: Investigation, Data curation, Formal analysis, Visualization, Writing-first draft, Writing-review & editing

Conflicts of interest

We hereby declare that this study has no form or type of conflict of interest.

Research data

The data are available from the authors upon direct request.

Funding

There was no external financial funding for this research.

References

- BORTOLOTTO, O.C.; FERNANDES, A.P.; BUENO, R.C.O.; BUENO, A.F.; KRUIZ, Y. K.S.; QUEIROZ, A.P.; SANZOVO, A.; RODRIGUES, R.B. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. **Agronomy Science and Biotechnology**, v.1, n.1, p.25-32, 2015. DOI: <https://doi.org/10.33158/ASB.2015v1i1p25>.
- BUENO, A.F.; BATISTELA, M.J.; BUENO, R.C.F.; FRANÇA-NETO, J.B.; NISHIKAWA, M.A.N.; FILHO, A.L. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v.30, n.7, p.937-945, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.02.021>.
- BUENO, A.F., PANIZZI, A.R., HUNT, T.E., DOURADO, P.M., PITTA, R.M., GONÇALVES, J. Challenges for adoption of integrated pest management (IPM): the soybean example. **Neotropical Entomology**, v.50, p.5-20, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00792-9>
- BUENO, A.D.F.; SUTIL, W.P.; JAHNKE, S.M.; CARVALHO, G.A.; CINGOLANI, M. F.; COLMENAREZ, Y.C.; CORNIANI, N. Biological control as part of the soybean Integrated Pest Management (IPM): Potential and challenges. **Agronomy**, v.13, n.10, 2532, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13102532>.
- CARNEVALLI, R.A.; PRANDO, A.M.; LIMA, D.; SÁ BORGES, R.; POSSAMAI, E.J.; REIS, E.A.; GOMES, E.C.; ROGGIA, S. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2023/2024 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2024. 51 p. (Embrapa Soja. Documentos, n. 467).
- CONAB. **Nova estimativa da Conab para safra de grãos 2024/25 é de 322,53 milhões de toneladas**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5821-nova-estimativa-da-conab-para-safra-de-graos-2024-25-e-de-322-53-milhoes-de-toneladas#:~:text=Para%20a%20soja%20e%20as%20proje%C3%A7%C3%B5es,166%20e%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas>. Acesso em: 17 fev. 2025.
- CORRÊA-FERREIRA, B.S.; PRANDO, A.M.; OLIVEIRA, A.B. de; MARX, E.; OLIVEIRA, F.T. de; CONTE, O.; ROGGIA, S. **Caderneta de campo para monitoramento de insetos na soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2017.
- DUFLOTH, J.H.; CORTINA, N.; VEIGA, M.; MIOR, L.C. **Estudos básicos regionais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2005. CD ROM.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013, 353p.
- FATIMA, A.; JAN, S.A. Approaches for sustainable production of soybean under current climate change condition. **MedCrave Online Journal of Biology and Medicine**, v.8, n.1, p.27-31, 2023. DOI: <https://doi.org/10.15406/mojbm.2023.08.00179>.
- GIEHL, A.L.; PADRÃO, G.A.; ELIAS, H.T.; ALVES, J.R.; GUGEL, J.T.; GOULART JUNIOR, R.; MARCONDES, T. **Boletim Agropecuário**. Florianópolis: Epagri, 2022. 46p. (Epagri, Boletim Agropecuário 105).
- MARTIN, T. N.; RUGERI, A. P.; BEUTLER, A. N.; CONCEIÇÃO, G. M.; FIPKE, G. M.; PIRES, J. L. F.; GALON, L, CUNHA, V. S. (Org). **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2022/2023 e 2023/2024**. Santa Maria, RS, Editora GR, 2022. 136p.
- NAIR, R.M.; BODDEPALLI, V.N.; YAN, M.R.; KUMAR, V.; GILL, B.; PAN, R.S.; WANG, C.; HARTMAN, G.L.; SILVA E SOUZA, R.; SOMTA, P. Global Status of Vegetable Soybean. **Plants**, v.12, n.3, 609, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12030609>
- PANIZZI, A.R. History and Contemporary Perspectives of the Integrated Pest Management of Soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, v.42, p.119-127, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0111-y>.
- POZEBON, H.; MARQUES, R.P.; PADILHA, G.; O'NEAL, M.; VALMORBIDA, I.; BEVILAQUA, J.G.; TAY, W., T.; ARNEMANN, J.A. Arthropod invasions versus soybean production in Brazil: A Review. **Journal of Economic Entomology**, v.113, n.4, p.1591-1608, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toaa108>.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2021. Disponível em: <https://www.Rproject.org/>

Management of the Sigatoka disease complex in banana plant under two cultivation systems

André Boldrin Beltrame¹, Gelton Geraldo Fernandes Guimarães¹, Ricardo José Zimmermann Negreiros², Ramon Felipe Scherer¹, Vitor Paulo Kieckhoefel Santos³, Márcio Sônego⁴ e Mauro Ferreira Bonfim Junior⁴

Abstract – The production of organic food has been increasing in recent years. However, there is lack of information to guide organic banana producers in Santa Catarina state. Among the demands is the control of Sigatoka disease complex (which comprises black and yellow Sigatokas). The management of this disease complex involves a combination of control measures to keep the severity of the disease at low levels. Thus, the objective of this work was to evaluate the severity of the Sigatoka disease complex across six banana genotypes grown under two production systems. For that, banana genotypes were planted in two areas. In one area, chemical fertilizer and fungicides were applied, and in the other area, bioinputs and fertilizers that can be used in organic production were employed. The severity of the Sigatoka disease complex was evaluated every 20 days for three production cycles. The experiment was designed in randomized blocks in a 2 (systems of cultivation) × 6 factorial (cultivars) scheme with three replications. Tetraploid banana hybrids showed lower disease severity. On the other hand, the cultivars SCS452 Corupá and SCS454 Carvoeira were the most susceptible ones. Plants that received anaerobic fertilizer and organic fertilizers showed similar severity of Sigatoka compared to plants that received fungicides and chemical fertilizers.

Keywords: *Musa* spp.; bioinputs; *Pseudocercospora fijiensis*; *Pseudocercospora musae*.

Manejo do complexo de sigatoka em bananeiras cultivadas sob dois sistemas de cultivo

Resumo – A produção de alimentos orgânicos tem aumentado nos últimos anos. Entretanto, existe uma escassez de informações para orientar os produtores catarinenses de banana orgânica. Entre as demandas está o controle do complexo de sigatoka (que inclui as sigatokas amarela e negra). O manejo deste complexo de doenças envolve a combinação de medidas de controle para que a severidade da doença permaneça em níveis baixos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a severidade do complexo de sigatoka em seis genótipos de bananeiras cultivados sob dois sistemas de cultivo. Para isso, os genótipos de bananeiras foram plantados em duas áreas. Em uma área foi aplicado adubo químico e fungicidas, e na outra área foram fornecidos bioinsumos e adubos permitidos na produção orgânica. A severidade do complexo de sigatoka foi avaliada a cada 20 dias por três ciclos de produção. O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 2 (sistemas de cultivo) × 6 (cultivares), com três repetições. Os híbridos tetraploides de bananeira apresentaram menor severidade da doença. Já os cultivares SCS452 Corupá e SCS454 Carvoeira foram os mais suscetíveis. Plantas que receberam o biofertilizante anaeróbico e adubação orgânica apresentaram severidade da sigatoka semelhante às plantas que receberam os fungicidas e adubos químicos.

Palavras-chave: *Musa* spp.; bioinsumos; *Pseudocercospora fijiensis*; *Pseudocercospora musae*.

Introduction

Brazil is one of the world's largest banana producers (FAOSTAT, 2025). Santa Catarina is the fourth largest producing state, with around 3,800 producers who produce about 678 thousand tons of fruit (Epagri/Cepa, 2024).

In turn, organic production has increased in recent years. According to Lima *et al.* (2020), the cultivated area destined for organic crops in the world increased almost 10% per year from

2000 to 2017. In Brazil, the growth rate of the area planted with organic crops was 2% per year from 2007 to 2017. Based on the database of the Brazilian National Registry of Organic Producers (CNPO), updated in January 2025, there are more than 25,000 organic producers in Brazil, of which 8,269 produce bananas. In Santa Catarina, there are 1,396 organic producers and 574 organic banana producers (Mapa, 2025).

Several diseases can cause damage to banana plants, with the Sigatoka disease

complex occupying a major position. This complex of diseases includes black and yellow Sigatokas, caused by two species of *Pseudocercospora*: *P. fijiensis* and *P. musae*, respectively (Guimarães *et al.*, 2023). These pathogens cause necrosis in the leaves, which reduces the production and quality of the fruits (Nomura *et al.*, 2015), especially in situations of absent or deficient control, such as the organic production system (Beltrame; Scherer, 2023 Peruch; Sônego, 2007). To manage these diseases, it is recommended to

Received on 03/17/2025. Accepted for publication on 05/29/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.2039>

Section editor: Leonardo Araújo/Epagri

¹ Agronomist, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, Rodovia Antônio Heil, 6800, km 6, Itaipava, 88318-112, Itajaí/SC, e-mail: andrebeltrame@epagri.sc.gov.br; geltonguimaraes@epagri.sc.gov.br; ramonscherer@epagri.sc.gov.br

² Agronomist, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, e-mail: ricardo@epagri.sc.gov.br.

³ Agronomist, IFSC, e-mail: vitor.kieckhoefel@gmail.com

⁴ Agronomist, Dr., Epagri/Estação Experimental de Urussanga, Rod. SC 108, Km 353, Bairro Estação, 88840-000 Urussanga, S, e-mail: sonego@epagri.sc.gov.br; maurojunior@epagri.sc.gov.br

use several control measures, such as removal of necrotic leaf, balanced fertilization based on soil analyses, planting resistant cultivars, and spraying of fungicides (Guimarães *et al.*, 2023).

However, few alternative products can be applied to control the Sigatoka disease complex in banana plantations grown under organic systems. Thus, the management of these diseases is one of the great challenges faced by organic banana producers.

Therefore, this study aimed to evaluate the severity of the Sigatoka disease complex in six banana genotypes, grown under two cultivation systems (conventional and organic).

Material and methods

The experiment was conducted at the Estação Experimental of Epagri in Itajaí-SC (Brazil), which has a humid subtropical climate (Cfa in the Köppen classification), with an average temperature of 20.2°C and an average annual precipitation of 1,596mm.

Banana plants of the genotypes BRS SCS Belluna; Tetraploid hybrids BRS Princesa and BRS Platina; Bagban 191 (mutation of the Figo subgroup, with shorter pseudostem height); SCS452 Corupá (Cavendish subgroup); and SCS454 Carvoeira (Prata subgroup) were planted in two areas 600 m apart. In each area, every genotype was planted in three plots composed of 16 plants, and the central plants of each plot were evaluated. The experimental design was conducted in randomized blocks, in a 2 (crop systems) × 6 (cultivars) factorial scheme. Before transplanting the seedlings, soil acidity was corrected with limestone, according to the soil analysis of each area. Likewise, fertilizer doses were recommended according to the soil analysis and production estimate of 40t ha⁻¹ cycle⁻¹ (CQFS RS/SC, 2016). Banana plantation management was carried out following technical recommendations for the state of Santa Catarina (Guimarães *et al.*, 2023). In one of the areas, bioinputs and fertilizers certified for organic production were used; in the other area, conventional fungicides and fertilizers. Throughout this work, the areas will be called organic and conventional, respectively.

In the organic area, the plants were

fertilized with a mixture of composted swine waste (N = 2.5%; P₂O₅ = 2.0%; K₂O = 0.8%), cattle hoof and horn meal (N = 15%), and potassium sulfate of mineral origin (K₂O = 50%). The banana plants in the conventional area were fertilized with ammonium sulfate (N = 21%), triple superphosphate (P₂O₅ = 40%), and potassium chloride (K₂O = 60%). The fertilizer doses were divided into five applications during the growth period of the plants, being applied in a half-moon pattern in front of the daughter plant.

The management of the spontaneous plants was carried out by means of mowing grass trimming machine. In addition, during the month of May of each cycle, a seed mixture composed of *Raphanus sativus* (2.5%), *Brassica rapa* (3.5%), *Secale cereale* (26%), *Avena sativa* (28%), and *Avena strigosa* (40%) was sown in the organic area.

For Sigatoka disease complex management, genotypes with different levels of resistance were evaluated, periodic leaves removal were performed, and different products were applied. The products used in the organic area included *Melaleuca alternifolia* oil interspersed with *Bacillus subtilis* (first evaluation cycle), anaerobic biofertilizer (second evaluation cycle), and citrus biomass (third evaluation cycle). In turn, in the conventional area, fungicides were sprayed alternating different modes of action. The active ingredients used were: propiconazole (triazole); pyrimethanil (anilinoimidazole); difenoconazole (triazole); azoxystrobin + difenoconazole (strobilurin + triazole); and pyraclostrobin + epoxiconazole (strobilurin + triazole).

In both areas, commercial products were sprayed following the manufacturers' recommendations for banana crops.

To prepare 100L of biofertilizer, the following were used: microorganism source: 12.5kg of fresh cow manure; mineral sources: 10kg of sieved rock dust, 7.5kg of natural phosphate, 5kg of potassium sulfate, 2.5kg of sieved ash, 0.5kg of boric acid, and 0.5kg of zinc sulfate; energy sources: 25L of sugarcane juice or 5kg of brown sugar, 5L of milk, and 10kg of mashed ripe banana. A plastic drum-type container

with a volume of 200 liters was used for the fermentation process. All the water and manure were added to half the container's capacity, along with 10% of the mineral source and 25% of the energy source. Every two days, 8.4% of the energy source and 10% of the mineral source were added until they were completely used. In addition, the product was mixed daily to submerge the layer of solids that floated on the surface (called the "cap"), until the fermentation process was complete, when the solid layer no longer floated. This process took about 30 days. After this period, the biofertilizer was leached and stored without exposure to direct sunlight up to 12 months. The spray mixture was composed of 4L ha⁻¹ of mineral oil and 8L ha⁻¹ of biofertilizer.

The applications of the products to control diseases were conducted with a banana spray can, using a spray volume of 40L ha⁻¹ every 30 days.

Sigatoka severity was assessed every 20 days, following the scale proposed by Gauhl (1994), in which: 0 = absence of symptoms; 1 = up to 1%; 2 = 1% to 5%; 3 = 6% to 15%; 4 = 16% to 33%; 5 = 34% to 50%; and 6 = 51% to 100% of the leaf blade with symptoms.

The infection index (II) was estimated using the following formula:

$$II (\%) = \frac{\sum nb}{[N-1] \times T} \times 100$$

In which: n = number of leaves in each degree of the scale; b = degree of the scale; N = number of degrees of the scale; and T = total number of leaves on each plant. The II was used to estimate the area under the disease progress curve (AUDPC), using the equation proposed by Campbell and Madden (1990):

$$AUDPC \sum \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \times (t_{i+1} - t_i)$$

In which: y_i is the II of the plant at time t_i, and y_{i+1} is the IF of the plant at time t_{i+1}.

The data were subjected to the Shapiro-Wilk normality test and the Bartlett homogeneity of variances test. Then, an analysis of variance (ANOVA) was performed. The means were compared by the Scott-Knott test, at a 5% significance level. In addition, the least squares means (LSMeans) with a

95% confidence interval were estimated and compared by the Student's t-test at 1%. The analyses were performed in the R software (R Core Team, 2024), with the aid of the AgroR and means packages.

Results and discussion

The cultivars BRS Princesa and BRS Platina showed lower sigatoka severity than the other cultivars in all three production cycles, regardless of the cultivation method (Figures 1A, 2A and 3A).

In the first evaluation cycle, in which *M. alternifolia* oil witherspersed *B. subtilis* were sprayed, the genotypes BagBan 191, SCS452 Corupá and SCS454 Carvoeira showed the highest AUDPC of the disease ($p = 2e^{-16}$). However, the AUDPC of the Sigatoka disease complex in each cultivar did not vary according to the cultivation method (Figure 1A).

On the other hand, plants grown in the organic area showed greater severity of the Sigatoka disease complex than those grown in the conventional area (Figure 1B).

In the second evaluation cycle, in which anaerobic biofertilizer was applied, 'SCS452 Corupá' and 'SCS454 Carvoeira' showed the highest AUDPC of the disease complex ($p = 2,83e^{-12}$). However, no significant differences were observed within the cultivars about the cultivation systems (Figure 2A).

Similarly, in the second evaluation cycle, there were no significant differences in the severity of the Sigatoka disease complex when comparing the organic and conventional areas (Figure 2B).

In the third evaluation cycle, in which citrus biomass was sprayed, the cultivars BRS SCS Belluna, SCS452 Corupá, and SCS454 Carvoeira showed greater disease severities in the organic area compared to the conventional area (Figure 3A). The cultivars 'SCS452 Corupá' and 'SCS454 Carvoeira' also presented higher AUDPC in this cycle ($p = 5,11e^{-14}$).

When comparing the two areas, in the third evaluation cycle, the organic one showed greater severity of the Sigatoka disease complex compared to the conventional area (Figure 3B).

Finally, joint analyses of the data showed that, regardless of

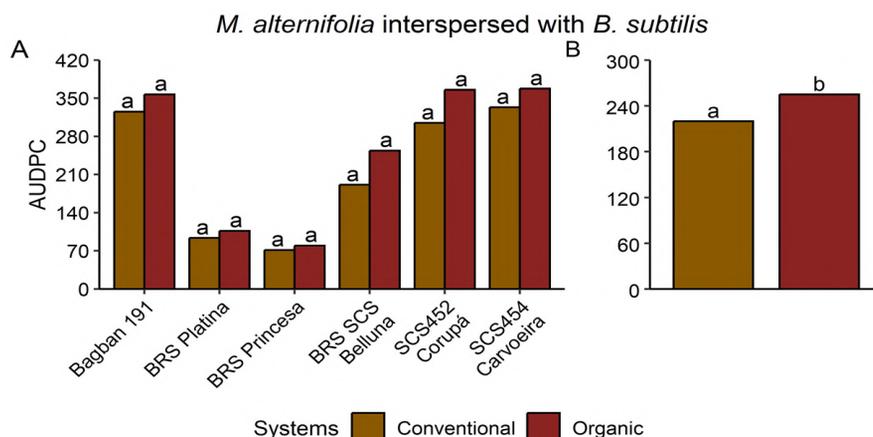


Figure 1. Area under the disease progress curve (AACPD) of Sigatoka disease complex evaluated in different banana genotypes. (A) AACPD of genotypes cultivated under two cultivation strategies; (B) AACPD of two cultivation systems. Means within each cultivar (A) or of cultivation systems (B) followed by the same letter do not differ significantly by the Scott-Knott test ($p < 0.05$)

Source: Elaborated by the Authors (2025)

Figura 1. Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) do complexo de sigatoka avaliada em diferentes genótipos de banana. (A) AACPD dos genótipos cultivados sob duas estratégias de cultivo; (B) AACPD nos dois sistemas cultivo. Médias dentro de cada cultivar (A) ou dos sistemas de cultivo (B) seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

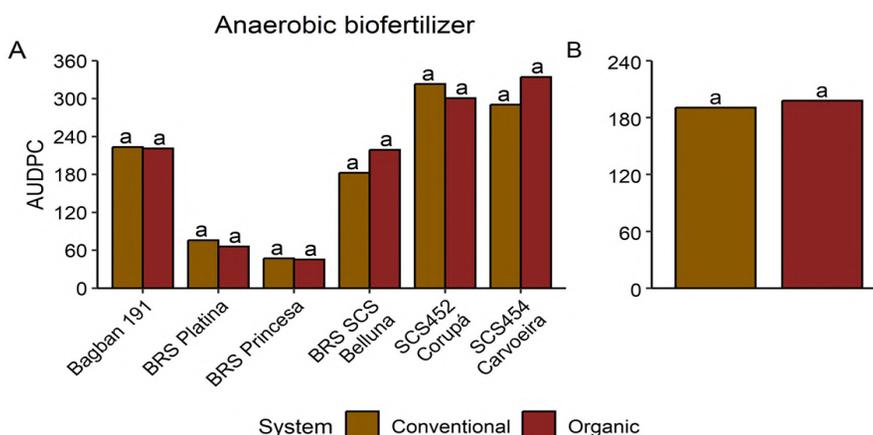


Figure 2. Area under the disease progress curve (AACPD) of Sigatoka disease complex evaluated in different banana genotypes. (A) AACPD of genotypes cultivated under two cultivation strategies; (B) AACPD of two cultivation systems. Means within each cultivar (A) or of cultivation systems (B) followed by the same letter do not differ significantly by the Scott-Knott test ($p < 0.05$)

Source: Elaborated by the Authors (2025)

Figura 2. Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) do complexo de sigatoka avaliada em diferentes genótipos de banana. (A) AACPD dos genótipos cultivados sob duas estratégias de cultivo; (B) AACPD nos dois sistemas cultivo. Médias dentro de cada cultivar (A) ou dos sistemas de cultivo (B) seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

management, the cultivars BRS Platina and BRS Princesa presented the lowest AUDPC ($p < 0.0001$). However, 'SCS452 Corupá' and 'SCS454 Carvoeira' had higher AUDPC compared to 'BRS SCS Belluna' and BagBan191 ($p < 0.0001$). In

addition, no interaction was observed between genotype and production system ($p = 0.178$) (Figure 4A).

When estimating the AUDPC according to the products evaluated, it was observed that the lowest values

were obtained in the treatments with fungicide and anaerobic biofertilizer (Figure 4B). Citrus biomass and alternating spraying of *M. alternifolia* with *B. subtilis* oil showed AUDPC 10% and 23% higher, respectively, when compared to fungicide treatment. Finally, AUDPC in the organic area was approximately 15% higher than in the conventional area (Figure 4C).

The results of this study indicate different reactions of the genotypes to the Sigatoka disease complex (Figure 4A). Tetraploid hybrids showed greater resistance to the disease. The highest AUDPC were observed in the cultivars SCS452 Corupá and SCS454 Carvoeira. Similar results were found in other studies (Beltrame; Scherer; Haro, 2023; Dianese *et al.*, 2020; Gonçalves *et al.*, 2021). The reaction of the BagBan 191 genotype to the sigatoka disease complex was unknown, but the results obtained indicate that this genotype has moderate resistance to the Sigatoka disease complex.

Planting resistant banana trees is a strategy for managing these diseases. However, it is important to note that certain varieties may have limitations, such as lower consumer acceptance when compared to the Pomme and Cavendish subgroups (Guimarães *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2013).

With regard to bioinputs, it was found that the control efficiency of the Sigatoka disease complex varied depending on the product used. Anaerobic biofertilizer was the only product that showed control efficiency similar to fungicides. Several studies have shown that citrus biomass, *M. alternifolia*, and *B. subtilis* controlled sigatoka in banana trees (Gutierrez-Monsalve *et al.*, 2015; Peruch *et al.*, 2015; Reuveni; Arroyo; Ovadia, 2020). However, there is a lack of studies showing the efficiency of the anaerobic biofertilizer evaluated in the control of the Sigatoka disease complex. The results obtained in this study suggest that the anaerobic biofertilizer may be another option for the control of these diseases.

Conclusion

-The tetraploid hybrids BRS Platina and BRS Princesa showed lower

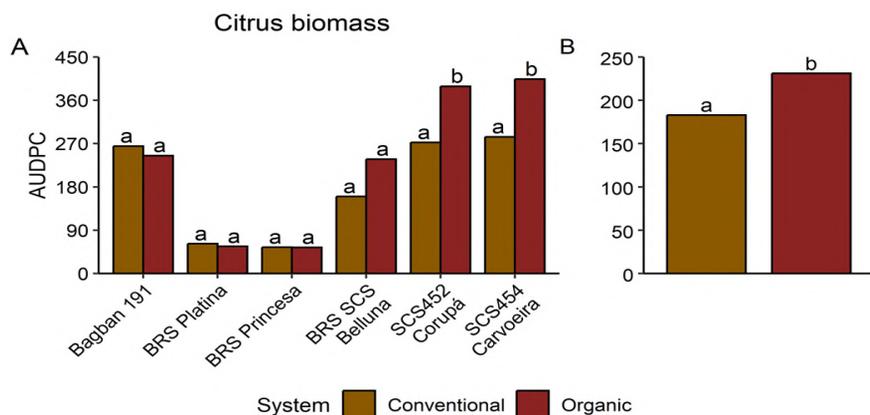


Figure 3. Area under the disease progress curve (AACPD) of Sigatoka disease complex evaluated in different banana genotypes. (A) AACPD of genotypes cultivated under two cultivation strategies; (B) AACPD of two cultivation systems. Means within each cultivar (A) or of cultivation systems (B) followed by the same letter do not differ significantly by the Scott-Knott test ($p < 0.05$)

Source: Elaborated by the Authors (2025)

Figura 3. Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) do complexo de sigatoka em diferentes genótipos de banana. (A) AACPD dos genótipos cultivados sob duas estratégias de cultivo; (B) AACPD nos dois sistemas cultivo. Médias dentro de cada cultivares (A) ou dos sistemas de cultivo (B) seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

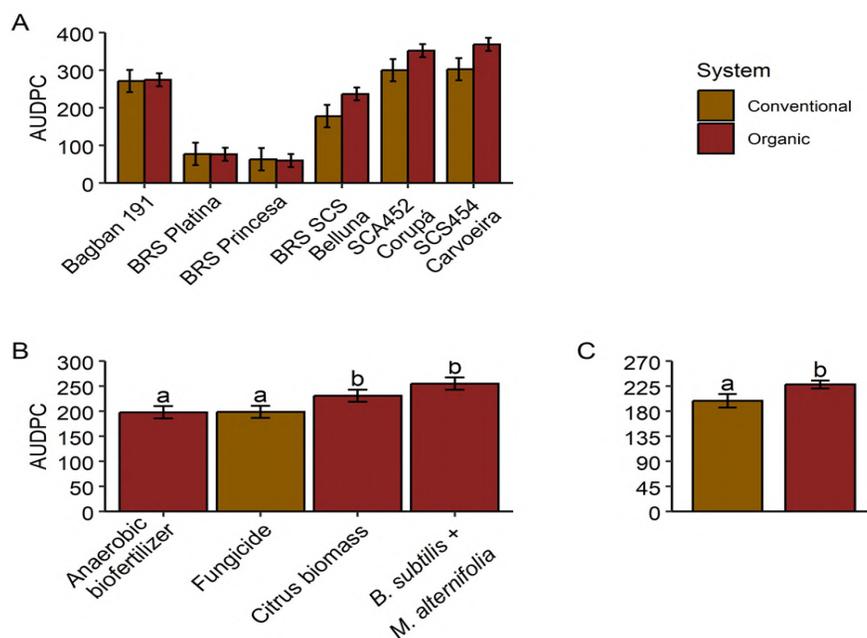


Figure 4. Area under the disease progress curves (AACPD) of Sigatoka disease complex evaluated in different banana genotypes. (A) AACPD of genotypes cultivated under two cultivation strategies; (B) AACPD of two cultivation systems. (C) AACPD of bioinputs and fungicides. Bars represent least squares means and 95% confidence intervals. Means followed by the same letter do not differ significantly by the t-test ($p < 0.01$)

Source: Elaborated by the Authors (2025)

Figura 4. Área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) do complexo de sigatoka avaliada em diferentes genótipos de banana. (A) AACPD dos genótipos cultivados sob duas estratégias de cultivo; (B) AACPD nos dois sistemas cultivo. (C) AACPD dos bioinsumos e fungicidas. Barras representam médias dos mínimos quadrados e intervalo de confiança de 95%. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste-t ($p < 0,01$)

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

severities of the Sigatoka disease complex;

-The severity of the Sigatoka disease complex in banana plants that received spraying of anaerobic biofertilizer and fertilizers used in organic farming was similar to that of plants that received spraying of fungicides and chemical fertilizers.

Author contributions

André Boldrin Beltrame: Conceptualization, Data curation, Investigation, Formal analysis, Methodology, Validation, Data visualization (infographic, flowchart, table, graph), Writing – first draft, Writing – review & editing. **Gelton Geraldo Fernandes Guimarães:** Conceptualization, Investigation, Methodology, Project administration, Resources, Data visualization (infographic, flowchart, table, graph), Writing – first draft. **Ricardo José Zimmermann Negreiros:** Conceptualization, Methodology, Writing – first draft, Writing – review & editing. **Ramon Felipe Scherer:** Conceptualization, Investigation, Methodology, Writing – first draft. **Vitor Paulo Kieckhoefel Santos:** Investigation. **Márcio Sônego:** Conceptualization, Resources, Writing – first draft. **Mauro Ferreira Bonfim Junior:** Conceptualization, Writing – first draft.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest in this work.

Research data

Data will be made available by the author upon request.

Funding

This work was funded by the Santa Catarina Foundation for Scientific Research - FAPESC (project No. 2021/TR001464 and Public Call 17/2023).

References

BELTRAME, A.B.; SCHERER, R.F. Respostas de cultivares de bananeiras do subgrupo Prata tratadas com fungicidas sob condições subtropicais. **Agropecuária Catarinense**,

Florianópolis, v. 36, n. 1, 2023.

BELTRAME, A.B.; SCHERER, R.F.; HARO, M.M. Agronomic performance and resistance level of banana cultivars to *Mycosphaerella* sp. under subtropical conditions. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v.56, n.19, p. 1509-1520, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/03235408.2023.2300153>.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York: John Wiley and Sons, 1990. 532p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFS RS/SC: **Recomendações de calagem e de adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Embrapa CNPT; 2016.

DIANESE, A.C.; GUIMARÃES, T.G.; KRELING, A.C.; SUSSEL, A.A.; MALAQUIAS, J.V.; AMORIM, E.P. Reaction of Banana (*Musa spp.* L.) genotypes to yellow Sigatoka (*Pseudocercospora musae* (Zimm.) on Brazil's central plateau and an epidemiological study of the disease progress curves comparing four non-flexible models. **Phytoparasitica**, v.48, p.107–115, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12600-019-00774-7>.

EPAGRI/CEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2022-2023**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2024. 195p.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 29 jan. 2025.

GAUHL, F. **Epidemiology and ecology of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) on plantain and banana (*Musa spp.*) in Costa Rica, Central America**. France: INIBAP, 1994. 120p.

GONÇALVES, Z.S.; DE JESUS ROCHA, A.; HADDAD, F.; DE OLIVEIRA AMORIM, V.B.; FERREIRA, C.F.; AMORIM, E.P. Selection of diploid and tetraploid banana hybrids resistant to *Pseudocercospora fijiensis*. **Agronomy**, v.11, n.12, p.2483, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11122483>.

GUIMARÃES, G.G.F.; BELTRAME, A.B.; MALBURG, J.L.; MARO, L.A.C.; SCHERER, R.F.; NEGREIROS, R.J.Z. **Produção de banana em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2023. 320p.

GUTIERREZ-MONSALVE, J.A.; MOSQUERA, S.; GONZÁLEZ-JARAMILLO, L.M.; MIRA, J.J.; VILLEGAS-ESCOBAR, V. Effective control of black Sigatoka disease using a microbial fungicide based on *Bacillus subtilis* EA-

CB0015 culture. **Biological Control**, v. 87, p. 39-46, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.04.012>.

LIMA, S.K.; GALIZA, M.; VALADARES, A.; ALVES, F. Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil. **Texto para discussão 2538**. Rio de Janeiro: Ipea, 2020. 44p. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9678/1/TD_2538.pdf. Acesso em: 23 jan. 2025.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO)**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>. Acesso em: 13 fev. 2025.

NOMURA, E.S.; DAMATTO JÚNIOR, E.R.; FUZITANI, E.J.; SAES, L.A.; SILVA, S.O. Desenvolvimento e produção de bananeira 'Grande Naine' em diferentes sistemas de manejo para a convivência com a Sigatoka-negra no vale do Ribeira-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, p.644-655, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-191/14>.

OLIVEIRA, C.G.; DONATO, S.R.L.; MIZOBUTSI, G.P.; SILVA, J.M.; MIZOBUTSI, E.H. Características pós-colheita de bananas 'Prata-Anã' e 'BRS Platina' armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, p.891-897, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000300028>.

PERUCH, L.A.M.; MEDEIROS, A.M.; ALBUQUERQUE JUNIOR, C.L. Citric biomass and fungicides associated to leaf removal in Yellow Sigatoka disease control for banana "Prata". **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 14, n. 3, p. 234–239, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711432015234>.

PERUCH, L.A.M.; SÔNEGO, M. Resistência de genótipos de bananeiras a Sigatoka Amarela sobcultivo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, p. 86-93, 2007

R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 14 jan. 2025.

REUVENI, M.; ARROYO, C.J.; OVADIA, S. An effective hybrid fungicide containing tea tree oil and difenoconazole for grape powdery mildew management. **Agriculture**, v.13, n.5, e979. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13050979>.

Avaliação da severidade e incidência de oídio em cachos de variedades e seleções PIWI em São Joaquim, SC

Isadora Malohlava¹, Fabio Ribeiro de Freitas², Emilio Brighenti³, Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto⁴, André Luiz Kulkamp de Souza⁵ e Alberto Fontanella Brighenti⁶

Resumo – O oídio (*Erysiphe necator*) é uma das doenças mais graves e destrutivas da videira em todo o mundo e sua ocorrência tem aumentado na região de São Joaquim, SC. Embora a aplicação de fungicidas químicos seja o método de controle mais comum, o uso de variedades resistentes pode ser a estratégia mais eficaz e ecologicamente correta para o manejo da doença. O objetivo deste estudo foi caracterizar a incidência e a severidade do oídio em cachos de videiras cultivadas com nove variedades e duas seleções resistentes a doenças fúngicas (PIWI) em São Joaquim, SC, durante a safra 2020. As variedades estudadas foram Aromera, Bronner, Felicia, Helios, Calardis Blanc, GF.2004-043-0024, GF.2004-043-0015 (brancas), Regent, Prior, Calandro e Baron (tintas). Foi avaliada a incidência e severidade de oídio na safra 2020. Para investigar o impacto do oídio no desempenho agrônomico das variedades, foram analisados o peso do cacho, número de bagas por cacho, diâmetro da baga, pH, teor de sólidos solúveis e acidez total. Os resultados obtidos foram comparados entre as safras 2019 (sem ocorrência natural de oídio) e 2020 (com ocorrência natural de oídio). As variedades mais afetadas pelo oídio foram Felicia, Bronner e Regent, que apresentaram média suscetibilidade e incidência entre 40 e 50%. As variedades que apresentaram a menor incidência e severidade do oídio foram Baron, Prior, Calandro e Aromera. Na média, as uvas produzidas na safra 2020 (com ocorrência de oídio) apresentaram cachos menos pesados, menor número de bagas por cacho e bagas de menor diâmetro em relação às uvas produzidas em 2019. Independente da safra e da ocorrência de oídio, todas as variedades produziram uvas com índices de maturação adequados para elaboração de vinhos de qualidade.

Palavras-chave: Variedades resistentes; Altitude; Umidade do ar; Precipitação; *Erysiphe necator* (Schw.) Burrill.

Assessment of severity and incidence of powdery mildew in clusters of PIWI varieties and selections in São Joaquim, SC

Abstract – Powdery mildew (*Erysiphe necator*) is one of the most serious and destructive diseases of grapes around the world and its occurrence has increased in the region of São Joaquim/SC. Although the application of chemical fungicides is the most common control method, using resistant varieties may be the most effective and environmentally sound strategy for managing the disease. This study aimed to characterize the incidence and severity of powdery mildew on grapevine clusters of nine varieties and two fungal disease-resistant selections (PIWI) in São Joaquim, SC, during the vintage 2020. The varieties studied were Aromera, Bronner, Felicia, Helios, Calardis Blanc, GF.2004-043-0024, GF.2004-043-0015 (white), Regent, Prior, Calandro and Baron (red). The incidence and severity of powdery mildew were evaluated in the vintage 2020. To investigate the impact of powdery mildew on the agronomic performance of the varieties, the cluster weight, number of berries per cluster, berry diameter, pH, soluble solids content and total acidity were analyzed in seasons 2019 (without natural occurrence of powdery mildew) and 2020 (with natural occurrence of powdery mildew). The varieties most affected by powdery mildew were Felicia, Bronner and Regent, which presented average susceptibility and incidence between 40 and 50%. The varieties that presented the lowest incidence and severity of powdery mildew were Baron, Prior, Calandro and Aromera. On average, the grapes produced in the vintage 2020 (with the occurrence of powdery mildew) presented lighter clusters, fewer berries per cluster and berries of smaller diameter compared to the grapes produced in 2019. Regardless of the vintage and occurrence of powdery mildew, all varieties produced grapes with ripening rates suitable for making quality wines.

Keywords: Resistant varieties; Altitude air humidity; Precipitation; *Erysiphe necator* (Schw.) Burrill.

Submetido em 16/07/2024. Aceito para publicação em 23/05/2025.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.1892>

Editor de seção: Rafael Roveri Sabião/Epagri

¹ Engenheira-agrônoma, Msc., UFSC/CCA, Centro de Ciências Agrárias, 88034-000, Florianópolis, SC, e-mail: malohlava.isadora@gmail.com

² Engenheiro-agrônomo, Msc., UFSC/CCA, e-mail: ribeirodefreitasfabio@gmail.com

³ Engenheiro-agrônomo, Msc., Epagri/Estação Experimental de São Joaquim (Epagri/EESJ), Rua João Araújo Lima, 102, bairro Jardim Caiçara, 88600-000, São Joaquim, SC, e-mail: brighent@epagri.sc.gov.br

⁴ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/EESJ, e-mail: felipepinto@epagri.sc.gov.br

⁵ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Videira, Rua João Zardo, 1660, 89564-506, Videira, SC, e-mail: andresouza@epagri.sc.gov.br

⁶ Engenheiro-agrônomo, Dr., UFSC/CCA, e-mail: alberto.brighenti@ufsc.br

Introdução

A viticultura brasileira, que se estende do Vale do Rio São Francisco à Serra Gaúcha, abrange diversidade edafoclimática significativa. O município de São Joaquim, SC, especificamente, possui um clima vitícola classificado como "Frio, de Noites Frias e Úmido" (IH-2 IF+1 IS-2) pelo Sistema CCM Geovitícola (Briguenti; Tonietto, 2004). Esse ambiente variado demonstra a capacidade adaptativa da videira, embora também influencie a incidência de doenças fúngicas, como o oídio.

O oídio, causado pelo fungo *Erysiphe necator*, pertencente à família Erysiphaceae, afeta várias partes da planta, incluindo folhas, ramos, inflorescências e frutos. É um patógeno que se desenvolve em temperaturas entre 10°C e 32°C e em umidade relativa de 40% a 85%, com condições ideais em torno de 25°C e 40–60% de umidade relativa (Sônego; Oliveira; Souza, 2005). Embora geralmente favorecido por climas secos e quentes, o oídio também pode se manifestar em condições climáticas, como as observadas em São Joaquim durante dezembro de 2019, quando houve baixa precipitação e umidade relativa abaixo de 80%.

As consequências do oídio podem ser devastadoras para a produção de uvas, desde a redução da frutificação precoce até a diminuição do tamanho das bagas devido à translocação de açúcares. Infecções severas podem resultar em perdas significativas na produtividade e na qualidade do vinho, além de facilitar a entrada de outros patógenos, como a podridão cinzenta (Val, 2012).

Quando a infecção causada pelo oídio ocorre nas flores, o resultado é a frutificação deficiente e, consequentemente, baixa produtividade. Quando a infecção ocorre após a frutificação, pode haver uma redução no tamanho final das bagas. Além disso, os frutos infectados severamente no início do desenvolvimento geralmente murcham ou caem, enquanto infecções posteriores danificam a epiderme, de modo que os frutos podem rachar ao se expandirem durante o amadurecimento

(Darriet; Cervantes; Pérez, 2002; Stummer; Martins; Almeida, 2005).

Diante das mudanças climáticas globais, que elevaram a temperatura média em 1,5°C desde a era pré-industrial, as condições ambientais favoráveis ou desfavoráveis tornam-se cada vez mais determinantes para o desenvolvimento de doenças fitossanitárias como o oídio (IPCC, 2018; Magalhães *et al.*, 2012). A busca por variedades de uva resistentes a doenças, como os cultivares PIWI (Pilzwiderstandsfähige), que combinam genes de resistência de *Vitis vinifera* com outras espécies de *Vitis*, é uma estratégia promissora para mitigar os impactos do oídio na viticultura.

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar a incidência e severidade do oídio nos cachos de nove variedades e duas seleções resistentes a doenças fúngicas da videira, cultivadas em São Joaquim, SC. Essas informações são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo integrado que garantam a sustentabilidade e a qualidade da produção vitivinícola na região.

Material e métodos

O estudo foi conduzido durante a safra 2020 em um vinhedo comercial localizado em uma vinícola (coordenadas 28°13'53,86"S, 50°4'14,75"W, altitude de 1.100m), no município de São Joaquim, Santa Catarina. A região possui um clima classificado como mesotérmico úmido com verões amenos, de acordo com a classificação de Köppen Cfb (Embrapa, 2004) com um Índice Heliotérmico de 1.714, precipitação pluvial média anual de 1.621mm e umidade relativa do ar média anual de 80% (Tonietto; Carbonneau, 2004). Os solos predominantes são classificados como Cambissolo Húmico, Neossolo Litólico e Nitossolo Háplico, derivados de rochas riodacito e basalto (Potter, 2004).

As variedades estudadas foram Aromera, Bronner, Felicia, Helios, Calardis Blanc, GF.2004-043-0024, GF.2004-043-0015 (brancas), Regent, Prior, Calandro e Baron (tintas). Todas as plantas foram enxertadas sobre Paulsen

1103 e plantadas em 2015. O vinhedo apresenta um espaçamento de 3,0m entre as linhas e 1,2m entre plantas, em filas no sentido Norte-Sul, com manejo conduzido em espaldeira. Nenhum tratamento fitossanitário específico para controle de oídio foi aplicado.

Para avaliar a incidência de oídio, foi calculada a proporção de cachos infectados em relação ao total de cachos (número total de cachos / número de cachos infectados × 100). A severidade foi avaliada utilizando a escala de notas proposta pela OIV, IPGRI/OIV 456 (OIV, 2020). A escala de notas classifica a severidade da seguinte forma: 1 a 3 = muitas bagas atacadas de todos os cachos com oídio (todos os cachos estão atacados, alguns, no entanto, podem estar atacados moderadamente) – muitas bagas rachadas; 5 = muitas bagas atacadas (até 30%), a maioria dos cachos está moderadamente atacada; alguns podem estar severamente atacados – bagas rachadas são raras; 7 a 9 = apenas algumas bagas de todos os cachos estão atacadas (apenas alguns cachos são levemente atacados), sem bagas rachadas. Para avaliação da incidência e severidade de oídio, o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com três repetições de 10 plantas por variedade, totalizando 330 plantas.

Para inferir a respeito do impacto do oídio no desempenho agrônomo das variedades, foram analisados o peso do cacho, número de bagas por cacho, diâmetro da baga, pH, teor de sólidos solúveis e acidez total nas safras 2019 (sem ocorrência natural de oídio) e 2020 (com ocorrência natural de oídio). O impacto da doença no desempenho agrônomo foi analisada em um delineamento em esquema fatorial 2 × 11, considerando duas safras (2019 sem ocorrência natural de oídio e 2020 com ocorrência de oídio) e 11 variedades de videira.

Os dados de doença e desempenho agrônomo foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando necessário, o teste de separação de médias SNK foi aplicado a 5% de probabilidade de erro para identificar diferenças significativas entre tratamentos. Para a análise dos dados e comparação das médias, foi utilizado o

software RStudio, versão 3.5.1 (R Core Team, 2013).

Resultados e discussão

Houve variação na severidade da doença, com as menos afetadas sendo Prior, Baron, Calandro, Aromera, Calardis Blanc, Helios, GF.2004-043-0024 e GF.2004-043-0015. Bronner foi a mais afetada entre todas as onze variedades avaliadas.

No presente estudo a maioria das variedades testadas possui genes de resistência ao oídio conhecidos, como Ren3 (Welter; Gahan; Fennel, 2007), Ren9 (Zendler; Pfeifer; Hauser, 2017) e Run1 (Barker; Bond; Fennell, 2005), com alguns acessos apresentando genes piramidados para potencializar a resistência. As exceções são as variedades Baron e Aromera, que não possuem esses genes.

Dos onze genótipos analisados, nove apresentam genes de resistência ao oídio, conhecidos como Ren3, Ren9 ou Run1, sempre piramidados. Isso pode ter evitado perdas significativas na produção e qualidade das bagas (Tabela 1). Quatro variedades não apresentaram incidência de oídio nos cachos: Prior, Baron, Calandro e Aromera. Calardis Blanc e Helios mostraram baixas incidências, enquanto GF.2004-043-0015, GF.2004-043-0024 e Regent tiveram incidências moderadas. Felicia e Bronner foram as mais afetadas, com Bronner alcançando 48,3% de incidência nos cachos.

O ataque do patógeno ocorreu tardiamente, em dezembro, faltando apenas um mês para a colheita, resultando em poucas bagas rachadas. A maioria apresentava o sintoma típico de manchas reticuladas escuras na superfície (Sônego; Oliveira; Souza, 2005).

Pouco se sabe sobre a estrutura racial precisa de *Erysiphe necator* em patossistemas caracterizados. Um estudo identificou diversos isolados de *E. necator* e demonstrou a especificidade racial. O híbrido interespecífico *Vitis* cv. Vidal Blanc é resistente ao oídio na Alemanha, mas suscetível em Nova York. Essa inconsistência temporal também é observada em vinhedos de Nova

Tabela 1. Porcentagem de incidência e severidade de oídio (*Erysiphales necator*) em variedades de videira (PIWI) resistentes a doenças fúngicas durante o ciclo 2019/2020 em São Joaquim, SC

Table 1. Percentage of incidence and severity of powdery mildew (*Erysiphales necator*) in disease-resistant grapevine varieties (PIWI) during the 2019/2020 cycle in São Joaquim, S

Variedades	Genes de resistência	Incidência (%)	Severidade
Bronner	Ren3, Ren9	48,3 a	6,74 c
Regent	Ren3, Ren9	30,0 ab	7,99 b
Felicia	Ren3, Ren9	40,0 bc	8,00 b
GF.2004-043-0024	Run1, Ren3, Ren9	28,3 bcd	8,53 ab
GF.2004-043-0015	Run1, Ren3, Ren9	21,4 de	8,35 ab
Helios	Ren3, Ren9	12,2 de	8,42 ab
Calardis Blanc	Ren3, Ren9	7,0 e	8,77 ab
Calandro	Ren3, Ren9	0,0 f	8,93 a
Aromera	-	0,0 f	8,89 a
Baron	-	0,0 f	9,00 a
Prior	Ren3, Ren9	0,0 f	9,00 a
<i>p</i>		< 0,001	< 0,001
CV (%)		73,17	7,85

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

Fonte: Dos autores (2025)

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

Author: From the authors (2025)

York, onde Dutchess não foi infectado em 1945 e moderadamente suscetível em 1987, enquanto Missouri Riesling variou de ligeiramente a extremamente suscetível (Cadle-Davidson; Chicoine; Consolie, 2011).

Até agora, apenas os loci Run1 e Ren1 foram associados diretamente à resistência ao oídio em *Vitis* spp., derivados de análogos de genes de resistência de *V. rotundifolia* e *V. vinifera*, respectivamente. Embora todos os tecidos verdes de *Vitis* spp. possam ser infectados por *E. necator*, algumas espécies adicionais de Vitaceae também podem ser infectadas por certos isolados. Entretanto, indivíduos resistentes foram identificados mesmo em espécies altamente suscetíveis de *Vitis* spp. Algumas fontes de resistência são específicas para tecidos, mas a maioria proporciona um nível similar de resistência em todos os tecidos verdes (Cadle-Davidson; Chicoine; Consolie, 2011).

Em um trabalho anterior, foi realizado um estudo comparativo usando discos foliares de múltiplos acessos por espécie para identificar variações intraespecíficas. A comparação com estudos anteriores mostrou que as classificações de acessos individuais foram consistentes, mas houve variação nas resistências observadas entre os estudos. Isso destaca a importância de confirmar a resistência em diferentes regiões geográficas usando procedimentos de teste uniformes. Para programas de melhoramento de uvas, a piramidação de múltiplos genes de resistência e o uso de táticas de controle complementares são essenciais para proteger a eficácia do gene de resistência contra a possível ameaça de isolados virulentos (Cadle-Davidson; Chicoine; Consolie, 2011).

A produtividade da videira depende de uma série de fatores internos, externos e das interações entre eles.

Esses fatores incluem a composição genética (genótipo) da planta (espécie, cultivar, clone e porta-enxerto); o local do vinhedo (solo, disponibilidade de água e nutrientes e clima); os padrões climáticos sazonais (luz, temperatura, precipitação e umidade); o sistema de condução, as práticas culturais (poda, manejo da copa, irrigação, nutrição e controle de pragas e doenças); bem como aspectos legais e ações de mercado (estilo do vinho, demanda da vinícola e regulação da produtividade) (Keller, 2020).

Na Tabela 2 é possível observar a comparação entre as variedades e as safras 2019 (sem ocorrência de oídio) e 2020 (com ocorrência de oídio) para peso de cacho, número de bagas por cacho e diâmetro de bagas. Estas variáveis estão relacionadas diretamente com danos causados pelo fungo. Foi encontrada interação significativa entre os fatores safra e variedade para todas as variáveis avaliadas.

Na média, foram encontrados valores estatisticamente inferiores para peso de cacho, número de bagas por ca-

cho e diâmetro de bagas na safra 2020 (com ocorrência de oídio) em comparação com a safra 2019 (sem ocorrência de oídio). As variedades se comportaram de forma diferente em cada safra avaliada.

Variedades como Helios não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre as safras 2019 e 2020 para nenhuma das variáveis avaliadas. Já as variedades Baron, Calardis Blanc e a seleção GF.2004-043-0015 apresentaram apenas uma redução no diâmetro das bagas na safra 2020. As variedades Felícia e a seleção GF.2004-043-0024 apresentaram redução no peso de cacho e no número de bagas por cacho na safra 2020. As variedades Bronner e Aromera apresentaram redução no peso do cacho e no diâmetro das bagas na safra 2020. Por fim, as variedades Calandro, Regent e Prior apresentaram redução no peso de cacho, no número de bagas por cacho e no diâmetro das bagas na safra 2020.

A redução percentual no peso de cacho na safra 2020 foi de 28% em relação à safra 2019. A redução

percentual média no número de bagas por cacho foi de 29% em relação à safra 2019. A redução percentual no diâmetro de bagas na safra 2020 foi de 17% em relação à safra 2019. A variedade Regent sofreu as maiores perdas percentuais em relação às demais, com redução de 46% no peso de cacho, 40% no número de bagas por cacho e 30% no diâmetro de bagas.

Em um estudo na Austrália que avaliou três safras (2002, 2003 e 2004) sobre os efeitos do oídio nas propriedades sensoriais e composição do mosto e do vinho de Chardonnay, observou-se que todas as safras apresentaram redução no peso dos cachos em relação aos cachos não contaminados, sendo que quanto maior a contaminação por oídio, maior foi a perda de peso dos cachos (Stummer; Blackburn; Holmes, 2005).

Na Tabela 3, é possível observar a comparação entre as variedades e as safras 2019 (sem ocorrência de oídio) e 2020 (com ocorrência de oídio) para pH, sólidos solúveis e acidez total. Foi encontrada interação significativa entre

Tabela 2. Componentes de rendimento de variedades de videira (PIWI) resistentes a doenças fúngicas, das safras 2019 e 2020 em São Joaquim, SC

Table 2. Yield components of disease-resistant grapevine varieties (PIWI) from the 2019 and 2020 harvests in São Joaquim, SC

Variedade	Peso de Cachos (g)			Nº de Bagas por Cachos			Diâmetro de Baga (mm)		
	2019	2020	Média	2019	2020	Média	2019	2020	Média
Felícia	281,2 A a	200,1 B a	240,6 a	127,2 A b	106,9 B b	117,1 bc	15,4 A a	15,0 A a	15,2 a
Calardis Blanc	125,8 A c	134,6 A cd	130,2 cd	119,2 A bc	124,8 A a	122,0 ab	11,7 A d	10,8 B c	11,2 d
Bronner	175,6 A b	144,1 B bcd	159,9 b	102,1 A cd	97,8 A b	100,0 de	13,1 A c	10,6 B c	11,1 d
GF. 2004-043-0024	160,4 A b	123,2 B cd	141,8 bcd	159,5 A a	104,6 B b	132,1 a	11,2 A d	11,1 A c	11,1 d
GF. 2004-043-0015	144,6 A bc	156,6 A bc	150,6 bc	98,2 A cd	102,6 A b	100,4 de	13,2 A c	12,3 B b	12,7 c
Aromera	164,1 A b	121,3 B d	142,7 bcd	82,3 A d	78,0 A c	80,1 f	15,2 A a	12,7 B b	13,9 b
Helios	161,1 A b	170,7 A b	165,9 b	115,8 A bc	130,6 A a	123,2 ab	13,0 A c	12,8 A b	12,9 c
Baron	97,3 A d	117,4 A d	107,4 e	56,3 A e	70,0 A c	63,2 f	14,3 A b	11,0 B c	12,7 c
Calandro	178,9 A b	117,7 B d	146,8 bcd	101,5 A cd	74,0 B c	87,8 ef	14,9 A ab	11,0 B c	13,0 c
Regent	163,2 A b	87,8 B e	125,5 d	83,6 A d	50,4 B d	67,0 g	15,2 A a	10,7 B c	12,9 c
Prior	177,8 A b	141,5 B bcd	158,9 b	125,9 A b	88,4 B bc	106,4 cd	13,2 A c	12,3 B b	12,8 c
Média	166,0 A	137,7 B		106,4 A	93,5 B		13,7 A	11,8 B	

*Letras maiúsculas diferentes dentro das linhas indicam diferenças significativas de acordo com o teste SNK ($p \leq 0,05$) para o fator safra. *Letras minúsculas diferentes dentro das colunas indicam diferenças significativas de acordo com o teste SNK ($p \leq 0,05$) para o fator variedade.

Fonte: Dos autores (2025)

*Different capital letters within rows indicate significant differences according to the SNK test ($p \leq 0.05$) for the crop factor. *Different lower case letters within columns indicate significant differences according to the SNK test ($p \leq 0.05$) for the variety factor.

Author: From the authors (2025)

os fatores safra e variedade para todas as variáveis avaliadas.

Na média foram encontrados valores estatisticamente superiores de sólidos solúveis e de acidez total na safra 2020 (com ocorrência de oídio) em comparação com a safra 2019 (sem ocorrência de oídio). Para o pH, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas. As variedades se comportaram de forma diferente em cada safra avaliada. É importante destacar que, em ambas as safras, as variedades PIWI avaliadas produziram uvas com qualidade adequada para a produção de vinhos de qualidade.

Para o pH, não foram observados efeitos da safra nas variedades Aromera, Baron e GF.2004-043-0015. As variedades Felicia, Calardis Blanc, Bronner, Helios e Calandro apresentaram valores mais elevados de pH na safra 2020, enquanto a variedade Prior e a seleção GF.2004-043-0024 apresentaram valores mais elevados na safra 2019.

Para a variável sólidos solúveis, não foram observados efeitos da safra nas variedades Felicia, Calardis Blanc e GF.2004-043-0015. As variedades

Bronner, GF.2004-043-0024, Aromera, Calandro e Regent apresentaram valores mais elevados de sólidos solúveis na safra 2020, enquanto as variedades Helios, Baron e Prior apresentaram valores mais elevados na safra 2019.

Para a variável acidez total, não foram observados efeitos da safra nas variedades Felicia, Helios e Calandro. As variedades Aromera, Baron, Regent, GF.2004-043-0015 e GF.2004-043-0024 apresentaram valores mais elevados de acidez total na safra 2020, enquanto as variedades Calardis Blanc, Bronner e Prior apresentaram valores mais elevados na safra 2019.

Em geral, uvas afetadas pelo oídio apresentam menor teor de sólidos solúveis totais, menor cor do mosto e maior acidez em comparação com uvas saudáveis (Calonnet *et al.*, 2004; Gadoury *et al.*, 2001; Stummer *et al.*, 2003; Stummer *et al.*, 2005). Contudo, os resultados obtidos no presente estudo não são conclusivos, visto que, mesmo na safra em que houve ocorrência de oídio, as uvas produzidas apresentaram qualidade adequada.

Em um estudo na Austrália que

avaliou três safras (2002, 2003 e 2004) sobre os efeitos do oídio nas propriedades sensoriais e na composição do mosto e do vinho de Chardonnay, observou-se que, em geral, não houve diferenças estatisticamente significativas para pH e sólidos solúveis. Estas variáveis apresentaram estabilidade e não foram afetadas pela contaminação por oídio, enquanto a acidez total apresentou um aumento significativo nas safras de 2002 e 2004 (Stummer; Blackburn; Holmes, 2005).

Conclusão

- As variedades mais afetadas pelo oídio foram Felicia, Bronner e Regent, que apresentaram média suscetibilidade e incidência entre 40 e 50%. As variedades que apresentaram a menor incidência e severidade do oídio foram Baron, Prior, Calandro e Aromera.

- Na média, as uvas produzidas na safra 2020 (com ocorrência de oídio) apresentaram cachos menos pesados, menor número de bagas por cacho e bagas de menor diâmetro em relação às uvas produzidas na safra 2019.

Tabela 3. Maturação tecnológica de variedades de videira (PIWI) resistentes a doenças fúngicas, das safras 2018 e 2020 em São Joaquim, SC
Table 3. Technological maturity of disease-resistant grapevine varieties (PIWI) from the 2018 and 2020 harvests in São Joaquim, SC

Variedade	pH			Sólidos Solúveis (°Brix)			Acidez Total (mEq L ⁻¹)		
	2019	2020	Média	2019	2020	Média	2019	2020	Média
Felicia	3,20 B abc	3,34 A ab	3,27 b	22,4 A a	22,6 A ab	22,5 a	78,7 A bc	77,9 A ef	78,3 ef
Calardis Blanc	3,13 B bc	3,29 A b	3,21 bc	19,5 A bcd	19,2 A e	19,4 cd	87,2 A b	77,7 B ef	82,4 de
Bronner	2,88 B d	3,05 A cd	2,97 e	19,1 B cd	21,8 A bc	20,4 b	121,7 A a	97,9 B c	109,8 b
GF. 2004-043-0024	3,39 A a	2,86 B ef	3,12 cd	18,1 B e	21,3 A cd	19,7 c	44,8 B e	90,4 A cd	67,6 g
GF. 2004-043-0015	2,86 A d	2,81 A f	2,84 f	20,6 A b	20,5 A d	20,5 b	88,9 B b	118,2 A b	103,6 c
Aromera	3,02 A cd	2,90 A def	2,96 e	16,2 B f	21,7 A bc	19,0 d	113,5 B a	132,3 A a	122,9 a
Helios	2,86 B d	3,01 A cde	2,93 ef	20,0 A bc	17,7 B f	18,8 d	85,5 A b	85,4 A de	85,4 d
Baron	3,27 A ab	3,17 A bc	3,22 bc	22,8 A a	21,3 B cd	22,1 a	79,3 B bc	98,4 A c	88,9 d
Calandro	3,32 B ab	3,47 A a	3,39 a	18,7 B de	23,0 A a	20,9 b	69,4 A cd	68,6 A fg	69,0 g
Regent	3,29 A ab	3,27 A b	3,28 b	20,6 B b	21,7 A bc	21,1 b	66,2 B d	79,1 A ef	72,6 fg
Prior	3,19 A	2,91 B def	3,05 de	20,5 A b	19,0 B e	19,7 c	79,6 A bc	61,7 B g	70,7 g
Média	3,13 A	3,10 A		19,9 B	20,9 A		83,2 B	89,8 A	

*Letras maiúsculas diferentes dentro das linhas indicam diferenças significativas de acordo com o teste SNK ($p \leq 0,05$) para o fator safra. *Letras minúsculas diferentes dentro das colunas indicam diferenças significativas de acordo com o teste SNK ($p \leq 0,05$) para o fator variedade.

Fonte: Dos autores (2025)

*Different capital letters within rows indicate significant differences according to the SNK test ($p \leq 0.05$) for the crop factor. *Different lower case letters within columns indicate significant differences according to the SNK test ($p \leq 0.05$) for the variety factor.

Author: From the authors (2025)

- Independente da safra e da ocorrência de oídio, todas as variedades produziram uvas com índices de maturação adequados para elaboração de vinhos de qualidade.

Contribuição dos autores

Isadora Malohlava: Escrita – primeira redação, Curadoria de dados, Investigação; **Fabio Ribeiro de Freitas:** Análise Formal, Investigação; **Emilio Brighenti:** Investigação; **Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto:** Conceituação, Investigação; **André Luiz Kulkamp de Souza:** Administração do projeto; **Alberto Fontanella Brighenti:** Conceituação, Escrita – revisão e edição.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

Dados da pesquisa

Os dados serão disponibilizados pelo autor, mediante solicitação.

Financiamento

Este trabalho não recebeu recursos de uma fonte de financiamento externa para sua execução.

Referências

BARKER, C. L.; DONALD, T.; PAUQUET, J.; RATNAPARKHE, M. B.; BOUQUET, A.; ADAM-BLONDON, A.-F.; THOMAS, M. R.; DRY, I. B. Genetic and physical mapping of the grapevine powdery mildew resistance gene, *Run1*, using a bacterial artificial chromosome library. **Theoretical and Applied Genetics**, [S.l.], v. 111, n. 2, p. 370–377, 2005.

BRIGHENTI, E.; TONIETTO, J. O clima de São Joaquim para a viticultura de vinhos finos: classificação pelo sistema CCM Geovitécola. Embrapa Uva e Vinho, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/895384/1/BRIGHENTITONIETTO2004.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2019.

CADLE-DAVIDSON, L.; CHICOINE, D. R.;

CONSOLIE, N.H. Powdery mildew resistance in *Vitis* spp. Erysiphe necator resistance loci. **HortScience**, [S.l.], v. 46, n. 9, p. 1201-1207, 2011.

CALONNEC, A.; CARTOLARO, P.; POUPOT, C.; DUBOURDIEU, D.; DARRIET, P. Effects of *Uncinula necator* on the yield and quality of grapes and wine. **Plant Pathology**, [S.l.], v. 53, p. 434-445, 2004.

DARRIET, P.; PONS, M.; HENRY, R.; DUMONT, O.; FINDELING, V.; CARTOLARO, P.; CALONNEC, A.; DUBOURDIEU, D. Impact odorants contributing to the fungus type aroma from grape berries contaminated by powdery mildew (*Uncinula necator*); incidence of enzymatic activities of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 50, p. 3277–3282, 2002.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006.

GADOURY, D.; SEEM, R.; PEARSON, R.; WILCOX, W. Effects of powdery mildew on vine growth, yield, and quality of concord grapes. **Plant Disease**, [S.l.], v. 85, p. 137-140, 2001.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS - IPCC. **Aquecimento Global de 1,5°C: Relatório Especial do IPCC sobre os Impactos do Aquecimento Global de 1,5°C acima dos Níveis Pré-industriais no Contexto do Fortalecimento da Resposta às Mudanças Climáticas, Desenvolvimento Sustentável e Esforços para Erradicar a Pobreza**. Cambridge: Cambridge University Press; 2022. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157940>

KELLER, M. **The Science of Grapevines**. 3. ed. Elsevier Academic Press, London, UK, 2020, 543 p.

MAGALHÃES, P. M.; TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A.; BASTOS, E. A.; FERNANDES, S. M. Impactos das mudanças climáticas na viticultura: o caso da região do Alentejo, Portugal. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [S.l.], v. 84, n. 3, p. 805–816, 2012.

OIV-Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. **Compendium of international**

methods of analysis of wines and musts. Paris: OIV, 2020. 770p. Disponível em: <https://www.oiv.int/public/medias/7372/oiv-compendium-volume-1-2020.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2019.

POTTER, L.M. **Geomorfologia do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Insular, 2004.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical. 2013. Computing.

SÔNEGO, O.R.; GARRIDO, L.R.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. **Aspectos epidemiológicos do míldio e do oídio da videira**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005.

STUMMER, B.E.; FRANCIS, I.L.; MARKIDES, A.J.; SCOTT, E.S. The effect of powdery mildew infection of grape berries on juice and wine composition and on sensory properties of Chardonnay wines. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, [S.l.], v. 9, p. 29-39, 2003.

STUMMER, B.E.; FRANCIS, I.L.; ZANKER, T.; LATTEY, K.A.; SCOTT, E.S. Effects of powdery mildew on the sensory properties and composition of Chardonnay juice and wine when grape sugar ripeness is standardized. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, [S.l.], v. 11, p. 66–76, 2005.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. Multicriteria climatic classification system for viticultural zoning: application to the Champagne region (France). **Canadian Journal of Remote Sensing**, [S.l.], v. 30, n. 5, p. 576–587, 2004.

VAL, G.P.; GARRIDO, L. da R.; SÔNEGO, O.R. **O oídio da videira e seu controle**. Lages: Epagri, 2012.

LEOCIR J. WELTER, NILGÜN GÖKTÜRK-BAYDAR, MURAT AKKURT, ERIKA MAUL, RUDOLF EIBACH, REINHARD TÖPFER & EVA M. ZYPRIAN. Genetic mapping and localization of quantitative trait loci affecting fungal disease resistance and leaf morphology in grapevine (*Vitis vinifera* L). **Molecular Breeding**, [S.l.], v. 20, n. 4, p. 359-374, 2007.

ZENDLER, D.; HAUSMANN, L.; TÖPFER, R. New gene-specific markers for allele mining and candidate gene approach in grapevine breeding programs. **Molecular Breeding**, [S.l.], v. 37, n. 10, 2017.

Produção, danos de tripses e perdas em pós-colheita da cebola em sistemas fertirrigados com NPK por gotejamento e microaspersão em plantio direto

Francisco Olmar Gervini de Menezes Júnior¹, Paulo Antônio de Souza Gonçalves²

Resumo – O uso eficiente da água e fertilizantes é de fundamental importância para os agroecossistemas. Há necessidade de se considerar esse aspecto chave na cultura da cebola, com vistas à racionalização destes importantes insumos agrícolas. O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de fertilizantes (N, P, K), fornecidos de forma convencional (fertilizante sólido), via fertirrigação por gotejamento e aspersão, em relação à produtividade, danos de tripses e armazenamento pós-colheita de bulbos de cebola. Os tratamentos foram sistema convencional (com adubos sólidos e irrigação por aspersão), três sistemas de fertirrigação por microaspersão (com parcelamento de nutrientes via água de irrigação semanal, quinzenal e mensal) e um por fertirrigação por gotejamento (com parcelamento de nutrientes mensal). Ao fim de dois anos de cultivo, conclui-se: O sistema de gotejamento foi o mais produtivo, econômico (NPK) e reduz as perdas em pós-colheita. Sistemas de fertirrigação por microaspersão foram menos produtivos e com maiores perdas na pós-colheita. Os danos de tripses podem ser superiores em sistema convencional devido ao uso de maiores níveis de adubação fosfatada. Há necessidade de revisão das tabelas de recomendação de adubação NPK utilizada para o cultivo da cebola no estado de Santa Catarina por superdimensionar as quantidades de fertilizantes ao linearizar a relação fornecimento dos nutrientes com a produtividade.

Palavras-chave: *Allium cepa*; *Thrips tabaci*; Parcelamento de nutrientes.

Yield, thrips damage and post-harvest losses of onion in NPK fertirrigation systems by drip and microsprinkler in no-till cultivation

Abstract – The efficient use of water and fertilizers have fundamental importance for agroecosystems. There is a need to consider this aspect in onion cultivation in order to rationalize these important agricultural inputs. The present study aimed to evaluate the effect of the application of fertilizers (N, P, K), supplied conventionally (solid fertilizer), via drip and sprinkler fertigation, in relation to productivity, thrips damage and post-harvest storage of onion bulbs. The treatments were a conventional system (with solid fertilizers and sprinkler irrigation), three micro-sprinkler fertigation systems (with weekly, biweekly and monthly nutrient splitting via irrigation water) and one drip fertigation system (with monthly nutrient splitting). After two years of cultivation, it was concluded that the drip irrigation system was the most productive, economical (NPK) and reduced post-harvest losses. Micro-sprinkler fertigation systems were less productive and had greater post-harvest losses. Thrips damage may be greater in the conventional system due to the use of higher levels of phosphate fertilizer. There is a need to review the NPK fertilizer recommendation tables used for onion cultivation in the state of Santa Catarina because they overestimate the amounts of fertilizers by linearizing the relationship between nutrient supply and productivity.

Keywords: *Allium cepa*; *Thrips tabaci*; Nutrient installment.

Introdução

O cultivo da cebola no Brasil tem sido direcionado, principalmente, para suprir o mercado interno. Apesar dos avanços tecnológicos e do aumento de produtividade, ainda é comum a importação de parte da cebola consumida no país. Isso se deve, entre outros fatores, a variações anuais de produtividade relacionadas a problemas climáticos e à elevação dos custos de produção que podem elevar o preço

do produto nacional e tornar o produto importado mais competitivo.

O aumento de produtividade da cebola está relacionado ao uso eficiente da água e de fertilizantes, além da possibilidade do estabelecimento de um maior número de plantas por área. Dentre os sistemas de fertilização localizada para este fim, destacam-se os sistemas de gotejamento e de microaspersão.

Estudos realizados, até o momento, indicam que o sistema de gotejamento

permite que sejam alcançadas altas produtividades de bulbos de cebola com economia de água e nutrientes. Nesse sentido, trabalhos realizados na região Nordeste, em Sobradinho, BA, por Pinto *et al.* (2016), comprovam ser possível um rendimento comercial médio de 42t ha⁻¹ com 42% de redução no uso da água, 141% de nitrogênio, 233% de fósforo e 70% de potássio, em relação ao sistema convencional.

O estado de Santa Catarina é o principal produtor de bulbos de cebola,

Recebido em 05/02/2025. Aceito para publicação em 27/06/2025.

Editor de seção: Luis Cesar Cassol/ UTFPR

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/EEUR, Rod. SC 108, Km 353, Bairro Estação, 88840-000 Urussanga, SC, e-mail: franciscomenezes@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/EEITU, Est. Estrada Geral Lageado Águas Negras, 453, Ituporanga, e-mail: pasg@epagri.sc.gov.br.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.2051>

sendo responsável por cerca de 30% da produção nacional (Gugel, 2024). No entanto, a produtividade média catarinense nos últimos três anos (2022-2024) foi de 26t ha⁻¹.

Estudos realizados na Epagri/ Estação Experimental de Ituporanga, a partir de 2011, que tiveram como objetivo o uso do sistema de fertirrigação por gotejamento para a calibração e parcelamento de doses de NPK, indicaram, à exceção de anos com eventos “climáticos” extremos, produtividades (na média de seis anos) de 53t ha⁻¹, portanto, o dobro da média catarinense (Menezes Júnior; Kurtz, 2016; Kurtz; Menezes Júnior; Higashikawa, 2018; Menezes Júnior *et al.*, 2022; Menezes Júnior; Higashikawa, 2023; Menezes Júnior; Higashikawa; Gonçalves, 2023).

Embora já tenham sido cultivadas no nordeste brasileiro áreas com 21 hectares na região de Sobradinho, PE (Pinto *et al.*, 2016), uma das dificuldades na implantação do sistema de fertirrigação por gotejamento (SFG) diz respeito ao custo inicial referente ao equipamento e ao trabalho para o estabelecimento do sistema. A maioria dos produtores catarinenses que irrigam suas lavouras, o fazem por canhões

via aspersão. Nesse sentido, o uso de sistemas de fertirrigação por aspersão poderia ser uma opção de sistema de irrigação com maior aceitação por parte dos agricultores.

O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio, fornecidos de forma convencional, via fertirrigação por gotejamento e aspersão, sobre a produtividade, danos de tripses (*Thrips tabaci*) e armazenamento pós-colheita em bulbos de cebola.

Material e métodos

O estudo foi realizado em 2023 e 2024, na Epagri/ Estação Experimental de Ituporanga, localizada no município de Ituporanga, SC (27°38'S, 49°60'O, altitude de 475 metros). Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cfa. O cultivar utilizado foi SCS373 Valessul. O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Háplico de textura argilosa.

A Tabela 1 apresenta os atributos químicos do solo, na camada de 0-20cm, em um Cambissolo Háplico, das áreas experimentais, no ano de 2023.

Em dezembro de 2022 e 2023 a área experimental foi semeada a

lanço com milheto (30kg sementes ha⁻¹) e em abril com nabo forrageiro (10kg sementes ha⁻¹) + centeio (60kg sementes ha⁻¹). Em cada ano, antes do transplante das mudas de cebola, as plantas de cobertura/adubação verde foram dessecadas com glifosato e, após a passagem de um rolo faca, os resíduos foram deixados sobre o solo.

Anualmente, antes do plantio da cebola, foram aplicados em dose única via pulverização na área experimental o equivalente a 10kg de ácido bórico ha⁻¹ e 20kg de sulfato de zinco ha⁻¹.

As mudas do cultivar SCS373 Valessul foram transplantadas manualmente em 26/07/2023 e 23/07/2024 e os bulbos colhidos em 22/11/2023 e 13/11/2024.

Após o transplante das mudas, foram implantados os seguintes tratamentos:

1) sistema convencional (convencional): adubação conforme indicado pela tabela de adubação do Manual de Adubação e Calagem para os estados do RS e SC (CQFS- RS/SC, 2016) para a produtividade de 50t ha⁻¹ de bulbos de cebola. Sendo indicados 160kg N ha⁻¹ (nitrato de amônio) parcelados 15% da dose no plantio e o restante em três parcelas de 25%, 35% e 25% da dose em cobertura aos 35, 60 e 85 dias após o transplante. A dose de

Tabela 1. Análise do solo da camada de 0 a 20cm das áreas experimentais onde foram alocados os tratamentos: microaspersão semanal (microsemanal), quinzenal (microquinzenal), semanal (micromensal), convencional (convencional) e gotejamento mensal (gotejamento)
Table 1. Soil analysis of the 0 to 20 cm layer of the experimental areas where the treatments were allocated: weekly micro-sprinkling (microsemanal), biweekly micro-sprinkling (microquinzenal), monthly micro-sprinkling (micromensal), conventional (convencional) and monthly drip (gotejamento)

Tratamento	argila	pH (água)	pH (SMP)	P*	K	MO	AL	Ca	Mg
	g kg ⁻¹			mg dm ⁻³		g kg ⁻¹		cmolc dm ⁻³	
Microsemanal	58,6	5,8	6,0	14,7	114,9	5,4	0,0	9,5	4,0
Microquinzenal	54,4	5,9	6,0	11,4	114,3	5,4	0,0	8,2	3,7
Micromensal	53,9	5,8	5,9	15,1	116,3	3,8	0,1	7,9	3,5
Convencional	56,0	6,0	6,0	11,3	129,7	5,8	0,0	9,1	4,1
Gotejamento	53,0	6,1	6,0	10,6	182,6	6,4	0,0	8,4	4,0

*P (Mehlich-1)

Tratamento	S	CTC	H+Al	Cu	Zn	Fe	Mn	B
	cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³				
Microsemanal	25,6	18,3	4,5	2,2	3,1	55,6	27,3	1,5
Microquinzenal	20,8	16,8	4,6	2,9	4,0	80,3	26,4	1,6
Micromensal	15,2	16,8	5,0	4,1	4,2	88,7	24,2	1,7
Convencional	20,1	18,0	4,5	2,2	3,5	54,0	18,6	1,5
Gotejamento	17,8	17,3	4,5	2,2	12,5	42,6	17,5	1,4

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Source: Elaborated by the Authors (2025)

fósforo de 220kg P₂O₅ ha⁻¹ (superfosfato triplo) aplicado em dose total antes do transplante e 150kg K₂O ha⁻¹ (cloreto de potássio) aplicado 50% no transplante, 25% aos 60 e 25% aos 85DAT, juntos com a adubação nitrogenada. Para a irrigação foi utilizada uma linha de irrigação, sendo adaptados a ela microaspersores com raio molhado de 6m, sobreposto em 40%, ligados a um conjunto motobomba e caixa de água de 1.500L.

2) sistemas de microaspersão: nesses sistemas as adubações com N (nitrato de amônio), P (fosfato monopotássico) e K (cloreto de potássio) foram parceladas de forma semanal (microsemanal), quinzenal (microquinzenal) e mensal (micromensal), conforme as curvas de absorção dos referidos nutrientes indicadas por Kurtz (2016) para cultivares considerados de ciclo precoce no Alto Vale do Itajaí, SC.

As doses totais de nitrogênio (150kg N ha⁻¹) e fósforo (120kg P₂O₅ ha⁻¹) foram baseadas em calibrações realizadas por Menezes Júnior e Kurtz (2016) e Menezes Júnior *et al.* (2023) para Cambissolo Háplico, para solos com teores médios de MO (2,6 a 5,0%), fósforo (8,1 a 12,0mg P dm⁻³) para sistema fertirrigado por gotejamento (Tabela 1). No caso do potássio, nutriente ao qual a cultura da cebola é pouco responsiva (Kurtz *et al.*, 2016), optou-se por utilizar a dose de potássio de 90kg K₂O ha⁻¹, indicada para solos com teor alto do nutriente (121 a 240mg K dm⁻³ para CTC a pH 7,0 de 15,1 a 30,0cmolc dm⁻³). Para a fertirrigação foi utilizada uma linha de fertirrigação, sendo adaptados a ela microaspersores com raio molhado de 6m, sobreposto em 40%, ligados a um conjunto motobomba e caixa de água de 1.500L.

3) sistema de gotejamento mensal (gotejamento): nesse sistema os fertilizantes foram aplicados nas mesmas doses e parcelamento utilizados no sistema de microaspersão mensal, mas com fitas de fertirrigação com gotejadores espaçados em 10cm. Utilizou-se uma linha de fertirrigação entre duas linhas de plantas, um conjunto motobomba e uma caixa de água de 1.500L.

Na Tabela 2, encontra-se com base nas curvas de absorção de nitrogênio,

fósforo e potássio adaptada de Kurtz *et al.* (2016), a divisão das doses totais de fertilizantes em parcelamentos semanal (S), quinzenal (Q) e mensal (M),

A densidade de plantas correspondeu a 400 mil plantas ha⁻¹, sendo utilizada linha simples para os tratamentos convencional, microsemanal, microquinzenal e micromensal (7 x 35cm), e linhas duplas para gotejamento-mensal (35 x 10 x 14cm).

A quantidade de água fornecida para todos os tratamentos foi uniformizada. Assim, todos os tratamentos receberam a mesma quantidade de água via irrigação independente da necessidade ou não do fornecimento de nutrientes via fertirrigação. A cada irrigação ou fertirrigação foi aplicada uma lâmina correspondente a 6,21mm.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com sete repetições. A área total de cada parcela experimental foi de 36m² (6,0 x 6,0m), tendo como área útil 5,6m².

Durante o ciclo da cultura, quando necessário, procedeu-se ao manejo das plantas indesejáveis, da presença de míldio e tripses, com o uso de fungicidas e inseticidas, alternando-se princípios ativos com produtos registrados para a cultura nas doses recomendadas pelos fabricantes.

Foram avaliados a produtividade comercial total (PC/acima de 35mm), de bulbos da classe 2 (cx2/35 a 50mm) e de bulbos da classe 3 e com classificação acima da classe 3 (cx3+ > 50mm); os danos de tripses e a percentagem de bulbos podres na colheita, sendo descartados os bulbos com menos de 35mm.

Após a classificação e pesagem, os bulbos comerciais (cx2 e cx3+) foram dispostos em caixas de armazenamento para cada parcela experimental e levados ao galpão no qual permaneceram por quatro meses. Após quatro meses da colheita, realizou-se a análise de conservação pós-colheita que considerou a percentagem da perda

Tabela 2. Curva base de absorção de nitrogênio, fósforo e potássio utilizada para a divisão das doses totais de fertilizantes em parcelamento semanal (S), quinzenal (Q) e mensal (M), adaptada de Kurtz *et al.* (2016)

Table 2. Base absorption curve of nitrogen, phosphorus and potassium used to divide the total fertilizer doses into weekly (S), biweekly (Q) and monthly (M) installments, adapted from Kurtz *et al.* (2016)

Aplicação	*DAT	Nitrogênio			Fósforo			Potássio		
		S	Q	M	S	Q	M	S	Q	M
		% absorvida no ciclo								
1ª	15	1,7	3,1	8,2	1,0	2,0	4,0	0,6	1,2	5,9
2ª	22	1,4			1,0			0,6		
3ª	29	2,1	5,1		1,0	2,0		1,8	4,7	
4ª	36	3,0			1,0			2,9		
5ª	43	4,3	10,1	27,0	4,0	8,0	20,0	4,4	11,0	31,8
6ª	50	5,8			4,0			6,6		
7ª	57	7,6	17,0		5,0	12,0		9,1	20,8	
8ª	64	9,4			7,0			11,7		
9ª	71	10,7	22,0	42,7	8,0	19,0	43,0	13,5	27,2	49,8
10ª	78	11,3			11,0			13,7		
11ª	85	10,9	20,7		12,0	24,0		12,5	22,6	
12ª	92	9,7			12,0			10,1		
13ª	99	8,0	15,2	22,1	12,0	24,0	33,0	7,4	10,5	12,5
14ª	106	7,2			12,0			3,1		
15ª	113	6,9	6,9		9,0	9,0		2,0	2,0	

*Dias após o transplante.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

*Days after transplant.

Source: Elaborated by the authors (2024)

de massa fresca inicial dos bulbos, retirando-se, durante este período, bulbos podres e florescidos.

Durante a condução dos experimentos, foram registradas na Epagri-Estação Meteorológica da EE de Ituporanga, as variáveis meteorológicas para os distintos períodos de desenvolvimento da cebola (Tabela 3; Figura 1) (Epagri/Ciram, 2025).

As notas de danos de tripses foram determinadas com escala visual, de acordo com os níveis de lesões esbranquiçadas nas folhas de cebola, baixo = 1, médio = 3 e alto = 9 (Gonçalves; Boff; Menezes Júnior, 2014). As determinações de danos de tripses foram realizadas no final do ciclo na maturação fisiológica das plantas, respectivamente nas datas de 27/11/2023 e 29/10/2024.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e teste de média Tukey a 5% de probabilidade de erro com a ferramenta estatística "R" (R Core Team, 2017).

Resultados e discussão

Produtividade

Em 2023, as maiores produtividades comercial (PC) e classe 3 e superiores (Cx3+) foram observadas nos tratamentos convencional (convencional – 42,87t ha⁻¹) e fertirrigação por gotejamento (gotejamento – 42,05t ha⁻¹), enquanto em 2024, foram verificadas no gotejamento (42,46t ha⁻¹) (Tabela 4).

Produtividades mais elevadas de bulbos da classe 2 (Cx2) foram registradas em ambos os anos, para a fertirrigação por microaspersão semanal (microsemanal – média de 7,59t ha⁻¹), quinzenal (microquinzenal – média de 7,90t ha⁻¹) e mensal (micromensal – média de 8,30t ha⁻¹).

As produtividades PC e Cx3+ do tratamento gotejamento apresentam-se mais estáveis ao longo dos anos de cultivo em relação ao convencional (Tabela 4). Importante destacar que no tratamento gotejamento, as doses de N, P e K foram inferiores ao tratamento convencional em 6,25%, 45,50% e 40,00%, respectivamente. Pawar, Kale e Dingre (2014) observaram que é possível a redução do uso de adubação mineral

Tabela 3. Variáveis meteorológicas ocorrentes nos períodos de desenvolvimento da cebola nos anos agrícolas de 2023 a 2024. Epagri, Ituporanga, SC

Table 3. Meteorological variables occurring during onion development periods in the agricultural years 2023 to 2024. Epagri, Ituporanga, SC

Variáveis meteorológicas	Desenvolvimento inicial		Desenvolvimento e maturação dos bulbos		Ciclo	
	Julho a setembro		Outubro a novembro		Média no ciclo	
	2023	2024	2023	2024	2023	2024
T ^o média (°C)	15,7	15,7	19,0	19,5	17,3	17,6
T ^o min média (°C)	11,8	11,3	15,9	15,8	13,9	13,6
T ^o máx média (°C)	20,6	22,0	23,6	24,4	22,1	23,2
UR%	87,2	87,0	84,7	87,1	86,0	87,1
	Julho a setembro		Outubro a novembro		Soma no ciclo	
Precipitação (mm)	303	189	498	215	801	403

Fonte: Epagri/Ciram (2025)

Source: Epagri/Ciram (2025)

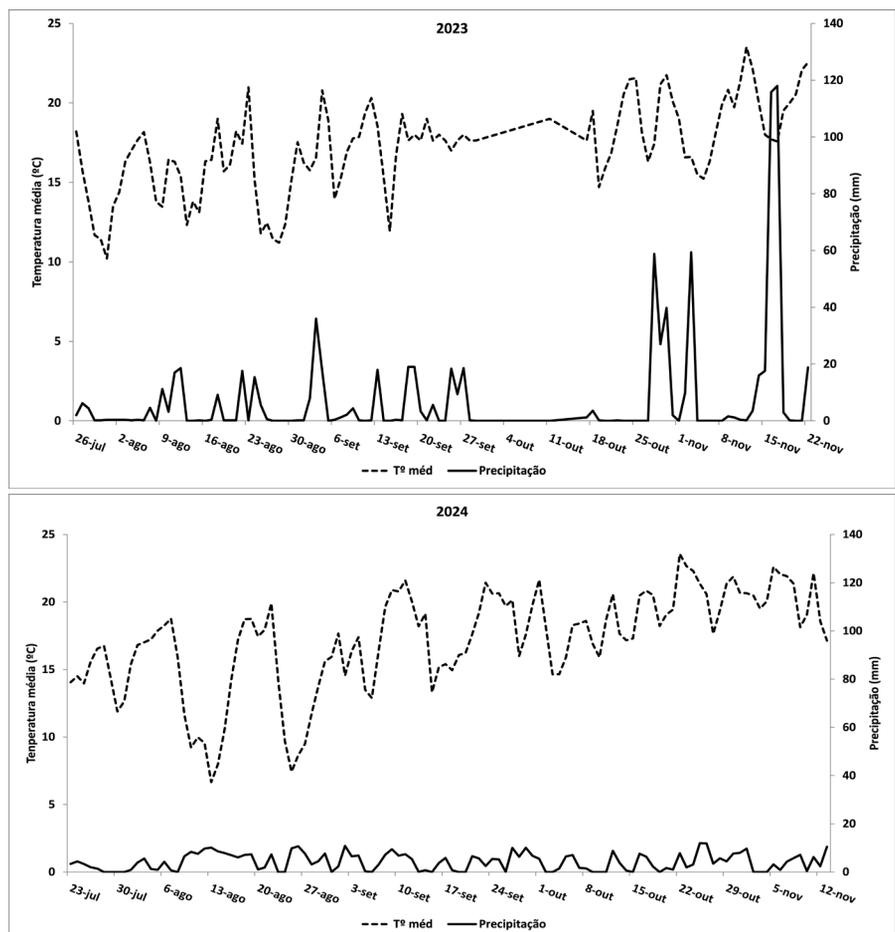


Figura 1. Variação diária da precipitação (em mm) e da temperatura média (°C) nos períodos experimentais (transplante a colheita) em Ituporanga, SC, no período de 2023 e 2024

*Dias após o transplante.

Fonte: Epagri/Ciram (2025)

Figure 1. Daily variation in precipitation (in mm) and average temperature (°C) in the experimental periods (transplanting to harvest) in Ituporanga, SC, in the period 2023 and 2024

*Days after transplant.

Source: Epagri/Ciram (2025)

em sistema fertirrigado em cebola com manutenção de produtividade em relação à recomendação convencional. O adequado fornecimento de nitrogênio e o regime mais intenso de irrigação são importantes na manutenção da produtividade da cultura da cebola em sistema de microaspersão (Banik; Patra; Datta, 2024).

Esse resultado corrobora com os obtidos por outros autores que verificaram a maior eficiência da aplicação de nutrientes via fertirrigação em relação à adubação com fertilizantes sólidos aplicados diretamente no solo, como no tratamento convencional (Pinto *et al.*, 2016; Menezes Júnior; Higashikawa, 2023; Menezes Júnior *et al.*, 2023). Convém ressaltar que a irrigação por gotejamento é considerada mais eficaz que o sistema de aspersão no incremento de produtividade, economia no uso de água, menor infestação por doenças e plantas invasoras em aliáceas (Tripathi; Sankar; Lawande, 2017). Tal efeito se deve à maior solubilidade dos fertilizantes indicados em fertirrigação, ao parcelamento e à maior proximidade dos nutrientes do sistema radicular da cebola, que é fasciculado, superficial, concentrado nos primeiros 30cm de perfil do solo, e sem pelos radiculares (Lee, 2010).

Salienta-se que o sistema de plantio direto na palha utilizado no presente estudo também favorece o uso de água e da adubação mineral. Em contraste, Lyman (2015) observou que embora ocorra maior economia no uso de água no sistema de gotejamento em relação à microaspersão para a cultura da cebola, a produtividade pode ser menor e recomenda incremento do uso de adubação mineral nesses sistemas.

Não foram observadas diferenças significativas entre as aplicações de nutrientes via microaspersão semanais, quinzenais e mensais quanto às produtividades (PC, Cx3 e Cx3+). Isso indica que, caso se opte por trabalhar com a aplicação via microaspersão, as doses podem ser parceladas mensalmente.

As menores produtividades PC e Cx3 e maiores Cx2 nos tratamentos com microaspersão, possivelmente, devem-se à baixa capacidade de absorção de nutrientes via foliar e à menor

eficiência do sistema de fertirrigação por microaspersão comumente entre 70 e 80% (Marouelli; Silva; Silva, 2008; Menezes *et al.*, 2014).

Outro fator que pode ter influenciado a menor produtividade nos tratamentos com microaspersão diz respeito ao efeito da salinidade da solução nutritiva. De acordo com Hussein, Faham e Alva (2014), a água de origem salina em irrigação reduz a produtividade de cebola. Contudo, não havendo efeito negativo no tratamento gotejamento, onde foram utilizadas as mesmas doses e concentrações de fertilizantes N, P e K, os resultados obtidos nos tratamentos com microaspersão indicam que a aplicação foliar de nutrientes influenciou negativamente a produtividade (Tabela 4).

Na cultura da cebola, trabalhos em fertirrigação com diferentes doses, parcelamento de nutrientes e populações de plantas, realizados no período de 14 anos, concluíram que doses de 150kg N ha⁻¹, 120kg P₂O₅ ha⁻¹ e 90 a 105kg K₂O ha⁻¹, antes para obtenção de produtividades superiores a 50t ha⁻¹ de bulbos em Cambissolo com teores altos de fósforo e médios de matéria orgânica e potássio (Menezes Júnior; Vieira Neto, 2012; Menezes Júnior *et al.*, 2023; Menezes Júnior; Gonçalves, 2024). Concorda com estes resultados, um ensaio realizado no período de quatro anos em sistema convencional com fertilizantes sólidos com diferentes doses de nutrientes e população de plantas (Menezes Júnior; Gonçalves, 2025).

Ao considerar as doses indicadas no Manual de Adubação para os Estados do RS/SC (CQFS RS/SC, 2016) para o sistema convencional, verifica-se que nem sempre haverá proporcionalidade da adição de fertilizantes com o aumento de produtividade.

A produtividade da cebola, assim como das demais culturas, está relacionada a mais de um fator, dentre eles, são importantes o potencial produtivo de cada genótipo, o fornecimento de água e a disponibilidade de luz (radiação solar) (Acharya; Shrestha, 2018; Menezes Júnior; Resende; Araújo, 2021).

Em termos fisiológicos, as plantas não podem ser vistas como

unidades consumidoras e “depósitos” intermináveis de nutrientes, uma vez que apresentam certa seletividade, influenciada pelas relações interiônicas e limites na absorção de nutrientes. A resposta da planta em relação à produtividade alcança um limite máximo e, após, passa a apresentar incrementos decrescentes com o aumento das doses de nutrientes. Essas afirmações concordam com os resultados obtidos por outros autores que aumentaram as quantidades de fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos, tendo por objetivo a obtenção de maior produtividade e/ou compensação do uso de densidades populacionais superiores a 400mil plantas ha⁻¹ com a cultura da cebola (Acharya; Shrestha, 2018; Menezes Júnior *et al.*, 2021).

Ao considerar que a partir de determinado limite não há uma relação linear entre adição de nutrientes e produtividade, recomenda-se que novas tabelas de adubação sejam calibradas de forma a considerar que há um limite de absorção de nutrientes e produtividade dos genótipos. Essa abordagem permitiria a racionalização do uso de fertilizantes nas lavouras, a redução de custos desnecessários e de problemas ambientais.

Danos de tripes

Na Tabela 5, observa-se que em 2023 não houve diferenças significativas nas notas de danos de tripes (NDT) para todos os tratamentos, enquanto em 2024, as maiores NDT foram observadas no manejo convencional em relação à microaspersão quinzenal e ao gotejamento. As precipitações pluviométricas frequentes no ano de 2023 facilitaram os baixos níveis de incidência de danos de tripes (Tabela 5). Altas precipitações e temperaturas amenas têm efeito negativo sobre a ocorrência de tripes em cebola (Karar *et al.*, 2014; Merene, 2015). Isso ocorre principalmente pela remoção mecânica pela água das ninfas do inseto da superfície foliar e formação de crostas na superfície do solo que inibe o acesso das pré-pupas para a parte aérea das plantas

Tabela 4. Produtividade comercial (PC), classe 2 (Cx2) e classe 3 e superiores (Cx3+) de bulbos de cebola, nos anos de 2023 e 2024, nos tratamentos fertirrigação por microaspersão semanal (microssemanal), quinzenal (microquinzenal) e mensal (micromensal); adubação com fertilizantes sólidos e irrigação por microaspersão (convencional); e fertirrigação por gotejamento mensal (gotejamento), em Ituporanga, SC

Tratamento	PC (t ha ⁻¹)		Cx2 (t ha ⁻¹)		Cx3+ (t ha ⁻¹)	
	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Microssemanal	25,51 ^b	25,31 ^c	5,23 ^a	9,95 ^a	20,28 ^b	15,36 ^c
Microquinzenal	25,91 ^b	23,98 ^c	4,43 ^a	11,36 ^a	21,49 ^b	12,62 ^c
Micromensal	32,81 ^{ab}	26,20 ^c	5,29 ^a	11,31 ^a	27,52 ^b	14,89 ^c
Convencional	42,87 ^a	36,77 ^b	2,13 ^b	6,50 ^b	40,74 ^a	30,26 ^b
Gotejamento	42,05 ^a	42,46 ^a	3,50 ^{ab}	6,69 ^b	38,55 ^a	35,76 ^a
Média	33,8	30,9	4,1	9,2	29,7	21,8
C.V. (%)	20,6	6,3	37,4	16,6	22,7	11,4

Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Values followed by the same letter, in the columns, do not differ from each other using the Tukey test ($p < 0.05$). Source: Elaborated by the authors (2024)

(Gill *et al.*, 2015). Consequentemente, as NDT nas folhas de cebola foram relativamente baixas e homogêneas em 2023 e com o fornecimento de água mais frequente também em 2023 (Tabela 5). A irrigação frequente é citada como prática para minimizar os danos de tripses em cebola, pois o estresse hídrico favorece o desenvolvimento do inseto (Yadav *et al.*, 2018; Ghahdarjani *et al.*, 2022). Em contraste, Kannan e Mohamed (2001) observaram que em intervalos menores de irrigação ocorre maior densidade populacional de tripses em cebola, embora se constate maior produtividade de bulbos. As maiores notas de danos de tripses no manejo convencional de adubação (Tabela 5) podem estar relacionadas ao maior suprimento com fósforo nesse tratamento, pois em estudo realizado no mesmo local, Gonçalves, Wordell Filho e Kurtz (2009) relataram maior incidência de tripses com o incremento da adubação fosfatada via solo e não observaram efeito para doses de nitrogênio e potássio. Porém, as NDT observadas foram inferiores às notas de nível de dano econômico de tripses para a cultura da cebola, nota 3 (Gonçalves; Boff; Menezes Júnior, 2014). Dessa forma, as NDT constatadas no experimento não influenciaram as produtividades de cebola.

Porcentagem de bulbos podres em pós-colheita

A porcentagem de bulbos podres em pós-colheita (PPC) foi maior em 2023 em relação a 2024 para todos os tratamentos. O aumento da frequência de irrigação junto a maior precipitação em 2023, em especial no período da colheita elevou a PPC (Figura 2).

O maior molhamento foliar proporciona a entrada de bacterioses. Assim, nos tratamentos em que a frequência de irrigação foi maior,

maiores foram as PPC. (Tabela 3, Figuras 1 e 2). São concordantes com tal afirmação os trabalhos de Wordell Filho e Boff (2006), Whigth (1993) e Menezes Júnior *et al.* (2022)

Conclusões

O sistema de gotejamento foi o mais produtivo, permitiu reduzir o uso de adubação NPK e perdas em pós-colheita.

Sistemas de fertirrigação por microaspersão foram menos produtivos e com maiores perdas em pós-colheita de cebola.

Os danos de tripses foram baixos, porém, podem ser superiores em sistema convencional, devido ao uso de maiores níveis de adubação fosfatada.

Existe a necessidade de revisão das tabelas de recomendação de adubação NPK utilizadas para o cultivo da cebola no estado de SC, pois tendem a superdimensionar as quantidades de fertilizantes ao linearizar a relação fornecimento dos nutrientes com a produtividade esperada.

Contribuição dos autores

Francisco Olmar Gervini de Menezes Júnior: Conceituação, curadoria de dados, análise formal, obtenção de financiamento, metodologia, administração do projeto, recursos, supervisão, validação, visualização,

Tabela 5. Notas de danos de tripses (NDT) em sistema de fertirrigação com NPK. Epagri, Ituporanga, SC

Table 5. Thrips damage scores (NDT) in NPK fertigation system. Epagri, Ituporanga, SC

Tratamento	NDT	
	2023	2024
Microssemanal	1,0 ^{ns}	1,2 ^{ab}
Microquinzenal	1,0	1,1 ^b
Micromensal	1,0	1,2 ^{ab}
Convencional	1,0	1,6 ^a
Gotejamento	1,0	1,1 ^b
Média	1,0	1,3
C.V. (%)	4,8	23,4

Ns = não significativo pelo teste de F. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Ns = not significant using the F test. Means followed by the same letter do not differ from each other at the level of 5% probability of error using the Tukey test.

Source: Elaborated by the authors (2024)

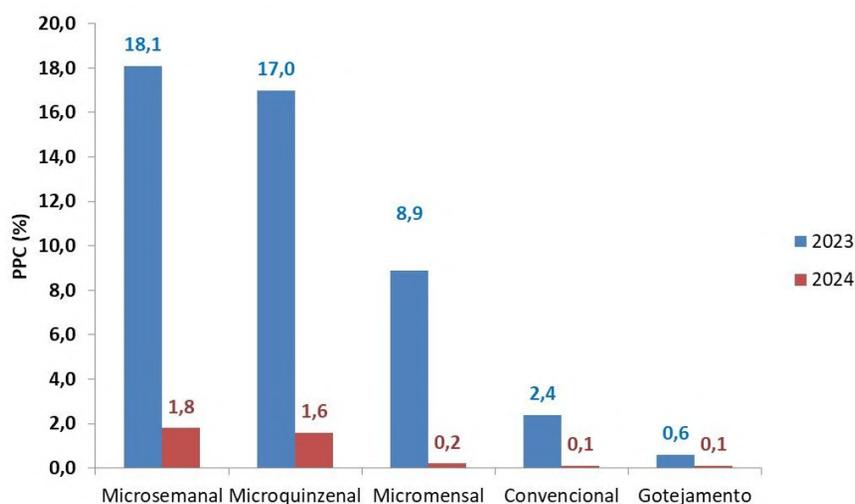


Figura 2. Percentagem de bulbos podres em pós-colheita (PPC-%), em 2023 e 2024, nas áreas experimentais, nos tratamentos com fertirrigação por microaspersão semanal (microsemanal), quinzenal (microquinzenal) e mensal (micromensal), adubação convencional com fertilizantes sólidos e irrigação por microaspersão (convencional); e fertirrigação por gotejamento mensal (gotejamento), em Ituporanga, SC

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Figure 2. Percentage of rotten bulbs in post-harvest (PPC-%), in 2023 and 2024, according to the treatments weekly (microweekly), biweekly (microquinzenal) and monthly (micromensal) micro-sprinkler fertigation, conventional fertilization with solid fertilizers and micro-sprinkler irrigation (convencional); and monthly drip fertigation (gotejamento), Ituporanga, SC

Source: Elaborated by the authors (2024)

escrita – primeira redação e revisão e edição; **Paulo Antônio de Souza Gonçalves**: Curadoria de dados, análise formal, metodologia, validação, visualização, escrita – primeira redação.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

Dados de pesquisa

Os dados serão disponibilizados pelo autor por solicitação.

Financiamento

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

Referências

ACHARYA, B.; SHRESTHA, R. Nitrogen

Level and Irrigation Interval on Mitigating Stemphylium Blight and Downy Mildew in Onion. **International Journal of Applied Sciences and Biotechnology**, [S.l.], v.6, n.1, p.17-22, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3126/ijasbt.v6i1.18795>

BANIK, M.; PATRA, S. K.; DATTA, A. Effects of nitrogen fertilization and micro-sprinkler irrigation on soil water and nitrogen contents, their productivities, bulb yield and economics of winter onion production. **The Journal of Agricultural Science**, [S.l.], v.162, n. 5, p. 468-481, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859624000418>.

CQFS RS/SC. Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS-SC. **Manual de adubação e de calagem para o Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Santa Maria: SBCS, Núcleo Regional Sul, 2016. 376p.

EPAGRI/CIRAM. **Dados meteorológicos da Estação Experimental de Ituporanga – 2023/2024**. 2025. (Dados disponibilizados aos autores via e-mail pelo Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina).

GHAHDARIJANI, M.J.; MAHMOUDI, E.; SOLEYMAN NEZHADIAN, E.; JALALIZAND, A. The effects of different nutrient elements and irrigation intervals on population and damage of onion thrips *Thrips tabaci*. **Journal of Applied Research in Plant Protection**, [S.l.], v.11, n.3, p.99-107, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22034/arp.2022.15444>.

GILL, H. K.; GARG, H.; GILL, A. K.; GILLET-KAUFMAN, J. L.; NAULT, B. A. Onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) biology, ecology, and management in onion production systems. **Journal of Integrated Pest Management**, [S.l.], v.6, n.1, p.6, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmv006>.

GONÇALVES, P.A.S.; WORDELL FILHO, J.A.; KURTZ, C. Efeitos da adubação sobre a incidência de tripes e míldio e na produtividade da cultura da cebola. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.22, n. 1, p. 57-60, 2009. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/808>. Acesso em: 28 abr. 2025.

GONÇALVES, P.A.S.; BOFF, P.; MENEZES JÚNIOR, F.O.G. Efeito de altas diluições de calcário de conchas e *Natrum muriaticum* no manejo fitossanitário, na produtividade e na armazenagem de cebola em sistema orgânico. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.27, n.3, p.78-82, 2014. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/564/468>. Acesso em: 28 abr. 2025.

GUGEL, J.T. **Cebola**. In: EPAGRI. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2023 abr. 2024. Florianópolis: Epagri. p. 43-49. 2024. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2024.pdf. Acesso em: 28 abr. 2025.

HUSSEIN, M.M., FAHAM, S.Y., ALVA, A.K. Role of foliar application of nicotinic acid and tryptophan on onion plants response to salinity stress. **Journal of Agricultural Science**, [S.l.], v.6, n.8, p.41-51, 2014

KANNAN, H. O.; MOHAMED, M. B. The impact of irrigation frequency on population density of thrips, *Thrips tabaci* Rom (Thripidae, Thysanoptera) and yield of onion in E1 Rahad, Sudan. **Annals of Applied Biology**, [S.l.], v. 138, n. 2, p. 129-132, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2001.tb00094.x>.

KARAR, H.; ABBAS, G.; HAMEED, A.; AHMAD, G.; ALI, A. Losses in onion (*Allium cepa*) due to onion thrips (*Thrips tabaci*) (Thysanoptera: Thripidae) and effect of

- weather factors on population dynamics of thrips. **World Applied Sciences Journal**, v.32, n. 11, p. 2250-2258, 2014. Disponível em: DOI: 10.5829/idosi.wasj.2014.32.11.2751.
- KURTZ, C.; PAULETTI, V.; FAYAD, J.A.; VIEIRA NETO, J. Crescimento e absorção de nutrientes pela cultivar de cebola Bola Precoce. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v.34, n.2, p. 279-288, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620160000200020>.
- KURTZ, C.; MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; HIGASHIKAWA, F.S. **Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da cebola**. Florianópolis: Epagri, 2018. p.104 (Epagri, Boletim Técnico, 184.)
- LEE, J. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. **Scientia Horticulturae**, [S.l.], v.124, n.3, p.299-305, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.01.004>.
- LYMAR, A. O. Effect of irrigation modes, irrigation methods, fertilizer rates on onion yield. **Таврійський науковий вісник**, [S.l.], n. 92, p. 69-74, 2015. Disponível em: <http://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/5169>. Acesso em: 30 abr. 2025.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, WLC; SILVA, HR. **Irrigação por aspersão em hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 150 p.
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; GONÇALVES, P.A.S. Incidência de tripes (*Thrips tabaci*) em populações superadensadas de cebola submetidas a doses de nitrogênio e seu efeito na biomassa dos bulbos. **Revista Vértices**, [S.l.], v. 26, n. 1, p. e26122202, 2024. DOI: 10.19180/1809-2667.v26n12024.22202.
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; RESENDE, R.S.; ARAÚJO, E.R. Severidade do míldio da cebola em sistema superadensado para as condições do Alto Vale do Itajaí – SC. **Summa Phytopathologica**, [S.l.], v. 47, n. 2, p. 116-121, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/243824>
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; VIEIRA NETO, J. Produção da cebola em função da densidade de plantas. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v.30, p.733-739, 2012. Disponível em: <http://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/5169>. Acesso em: 30 abr. 2025.
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; GONÇALVES, P.A.S. Desenvolvimento e desempenho produtivo da cebola em sistema “superadensado”. **Revista Agri-environmental Sciences**, [S.l.], v. 11, p. 1-14, 2025. DOI: <https://doi.org/10.36725/agries.v11i1.10231>
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; GONÇALVES, P.A.S. Desenvolvimento e desempenho produtivo da cebola em sistema “superadensado”. **Revista Agri-environmental sciences**, [S.l.], v. 11, p. 1-14, 2025. DOI: <https://doi.org/10.36725/agries.v11i1.10231>
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G, KURTZ, C. Produtividade da cebola fertirrigada sob diferentes doses de nitrogênio e densidades populacionais. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], n.34, v.4, p. 571–579. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620160418>
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; GONÇALVES, P.A.S.; ARAÚJO, E.R; KURTZ, C. Produtividade, fitossanidade e perdas em pós-colheita da cebola fertirrigada sob parcelamentos de nutrientes e densidades populacionais. **Revista Thema**, Pelotas, v. 21, n. 1, p. 154–173, 2022. DOI: 10.15536/thema.V21.2022.154-173.2355
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; HIGASHIKAWA, F.S. Produtividade e florescimento da cebola fertirrigada sob parcelamentos de fósforo em diferentes densidades populacionais. **Revista Agri-Environmental Sciences**, [S.l.], v.9, p. 1-12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36725/agries.v9i1.8606>
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G; HIGASHIKAWA, F.S.; GONÇALVES, PAS. Produtividade e florescimento da cebola fertirrigada por gotejamento NPK sob doses de fósforo em diferentes densidades populacionais. **Revista Vértices**, [S.l.], v.25, n. 2, p.e25220582, 2023. DOI: 10.19180/1809-2667.v25n22023.20582.
- MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; GONCALVES, P.A.S.; VIEIRA NETO, J. Produtividade da cebola em cultivo mínimo no sistema convencional e orgânico com biofertilizantes. **Horticultura Brasileira**, [S.l.], v.32, p.475-481, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620140000400017>
- MERENE, Y. Population dynamics and damages of onion thrips (*Thrips tabaci*) (Thysanoptera: Thripidae) on onion in Northeastern Ethiopia. **Journal of Entomology and Nematology**, [S.l.], v.7, n.1, p.1-4, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5897/JEN2014.0112>.
- PAWAR, D.D.; KALE, K.D.; DINGRE, S.K. Nutrient management for Rabi onion under micro-sprinkler. **Journal Agriculture Research Technology**, [S.l.], v. 39, n. 1, p. 21-26, 2014. Disponível em: http://www.jart.co.in/uploads/168/6351_pdf.pdf#page=23. Acesso em: 30 abr 2025.
- PINTO, J.M.; CALGARO, M.; YURI, J.E.; COSTA, N. **Irrigação de Cebola por Gotejamento**. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido. 7p. 2016. (Circular Técnica nº 114).
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2017. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 17 ago. 2023.
- TRIPATHI, P.C.; SANKAR, V.; LAWANDE, K.E. Microirrigation in onion (*Allium cepa*) and garlic (*A. sativum*) - a review. **Current Horticulture**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 3-14, 2017. Disponível em: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:chr&volume=5&issue=1&article=001>. Acesso em: 29 abr. 2025.
- WORDELL FILHO, J.A.; BOFF, P. Doenças de origem parasitária. In: WORDELL FILHO, J.A.; ROWE, E.; GONÇALVES, P.A.S. *et al.* (eds.) **Manejo Fitossanitário na Cultura da Cebola**. Florianópolis: Epagri, p.19-162, 2006.
- WRIGHT, P.J. Effects of nitrogen fertilizer, plant maturity at lifting, and water during field-curing on the incidence of bacterial soft rot of onions in store. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, [S.l.], v. 21, p. 377-381, 1993. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01140671.1993.9513796>
- YADAV, M.; PRASAD, R.; KUMAR, P.; PANDEY, C.; KUMAR, P.; KUMAR, U. A review on onion thrips and their management of bulb crops. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, [S.l.], v.7, n. esp.1, p. 891-896, 2018.

Evapotranspiração de referência para dimensionamento e manejo da irrigação na região do Alto Vale do Itajaí, SC

Álvaro José Back¹ e Márcio Sônego²

Resumo – As frequentes estiagens observadas nas últimas décadas têm aumentado a demanda por projetos de irrigação na região do Alto Vale do Itajaí, SC. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo determinar as informações de evapotranspiração de referência (ET_o) que possam orientar critérios de dimensionamento e manejo de irrigação nesta região. Foram utilizados os dados diários da estação meteorológica de Ituporanga, referentes ao período de 1985 a 2016. A ET_o diária foi calculada pelo método de Penman-Monteith, e posteriormente avaliada por pântadas. Foram avaliadas as distribuições de probabilidade Normal, Log-Normal, Gama e Beta, com aderência testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de significância de 5%. Os resultados mostram que a distribuição Beta apresentou melhor desempenho. A ET_o média mensal obtida nos meses de agosto a novembro apresenta valores com diferença acima de 20% dos valores médios usados na região. Para fins de balanço hídrico seriado foram apresentados os valores médios por pântadas, considerando os dias secos e chuvosos. Foram apresentados os valores de ET_o com probabilidade de 50%, 75%, 80%, 90% e 95%. Os valores de ET_o com 75% de probabilidade foram 17 a 27% superiores aos valores de ET_o com 50% de probabilidade. Para o dimensionamento de sistema de irrigação e estimativas de demanda hídrica de pico, recomenda-se adotar os valores de ET_o associados a níveis de probabilidade de acordo com o risco adotado no projeto.

Palavras-chave: Probabilidade; Demanda hídrica; Evapotranspiração.

Reference evapotranspiration for irrigation design and management in the Alto Vale do Itajaí Region, SC

Abstract – The frequent droughts observed in recent decades have increased the demand for irrigation projects in the Alto Vale do Itajaí Region, SC. In this sense, this study aimed to determine the reference evapotranspiration (ET_o) information that can guide irrigation design and management criteria in this region. Daily data from the Ituporanga meteorological station, for the period from 1985 to 2016, were used. Daily ET_o was calculated by the Penman-Monteith method and later evaluated by pentads. The Normal, Log-Normal, Gamma, and Beta probability distributions were assessed, with adherence tested by the Kolmogorov-Smirnov test at a significance level of 5%. The results show that the Beta distribution performed best. The average monthly ET_o obtained from August to November presents values with a difference above 20% of the average values used in the region. For the serial water balance, the average values per pentad were presented, considering both dry and rainy days. The ET_o values were presented with probabilities of 50%, 75%, 80%, 90% and 95%. The ET_o values with 75% probability were 17 to 27% higher than the ET_o values with 50% probability. For the dimensioning of irrigation systems and estimates of peak water demand, it is recommended to adopt the ET_o values associated with probability levels according to the risk adopted in the project.

Keywords: Probability; Water demand; Evapotranspiration

Introdução

O Alto Vale do Itajaí é uma importante região agrícola de Santa Catarina, com produção diversificada de cereais, tabaco, frutas e hortaliças, onde se destaca o cultivo da cebola. As frequentes estiagens observadas nas últimas décadas têm aumentado a demanda por projetos de irrigação. No entanto, observa-se carência de informações de evapotranspiração de

referência (ET_o) para as recomendações de dimensionamento e manejo dos sistemas de irrigação.

Na ausência de dados mais detalhados, têm sido usados dados de ET_o média mensal, estimados com base em regressões entre as coordenadas (latitude e longitude) e a altitude, com os dados médios estimados pela fórmula de Thornthwaite (Wrege *et al.*, 2012; Massignan; Pandolfo, 2006). Estimativas mais precisas podem ser

obtidas com o método de Penman-Monteith (PM-FAO), considerado como método padrão (Monteiro *et al.*, 2017; Sharafi; Ghaleni; Scholz, 2023).

O conhecimento da ET_o é fundamental para a estimativa da demanda hídrica e da necessidade de irrigação, bem como para o dimensionamento do sistema de irrigação e definição do manejo como turno de rega.

A necessidade de irrigação pode

Recebido em 24/04/2025. Aceito para publicação em 13/06/2025.

Editor de seção: Dr. Luiz Carlos Pittol Martini/UFSC

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

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Urussanga (EEUR), Urussanga, SC, sonego@epagri.sc.gov.br

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.2050>

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

A ETo média também é usada no cálculo de consumo de água, definição de turno de rega, e no balanço hídrico climático. No entanto, para fins de dimensionamento do sistema de irrigação, deve-se considerar a condição mais crítica. Vários autores recomendam para o dimensionamento do sistema de irrigação usar a evapotranspiração com 75% de probabilidade de ocorrência (Assis *et al.*, 2014; Bernardo; Soares; Mantovani, 2006; Uliana *et al.*, 2017).

Este trabalho teve como objetivo determinar as informações de evapotranspiração de referência que possam orientar critérios de dimensionamento e manejo de irrigação na região do Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina.

Material e Métodos

Foram utilizados os dados diários de temperatura máxima do ar, temperatura mínima do ar, insolação, umidade relativa do ar e velocidade do vento, do período de 01/08/1985 a 30/11/2016, da estação meteorológica de Ituporanga (Epagri, 2020). A estação está localizada na latitude -27,42°, longitude -49,65°, altitude 475m. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, subtropical, temperado chuvoso e quente, úmido sem estação seca definida e com inverno ameno (Alvares *et al.*, 2013).

A evapotranspiração de referência (ET₀) foi calculada pelo método de Penman-Monteith FAO (Allen *et al.*, 1998), possuindo a seguinte notação:

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \left(\frac{900}{T + 273} \right) U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)}$$

Em que:

ET₀ = evapotranspiração de referência (mm d⁻¹);

R_n = saldo de radiação à superfície (MJ m⁻² d⁻¹);

G = fluxo de calor sensível no solo (MJ m⁻² d⁻¹);

T = temperatura média do ar (°C);

U₂ = velocidade do vento a 2m de altura (m s⁻¹);

(e_s - e_a) = déficit de pressão de vapor (kPa);

δ = declividade da curva de pressão de saturação (kPa °C⁻¹);

γ = constante psicrométrica (kPa °C⁻¹).

O saldo de radiação na superfície foi calculado pela seguinte equação:

$$R_n = (1-r) \left(0,25 + 0,50 \frac{\text{ins}}{N} \right) Ra$$

em que:

r = albedo, considerado como 0,23;

ins = insolação observada (h);

N = insolação máxima teórica (h);

Ra = radiação no topo da atmosfera (MJ.m⁻².d⁻¹).

O fluxo de calor no solo foi desprezado (G = 0) e as demais variáveis foram calculadas seguindo as recomendações de Smith (1991) e Allen *et al.* (1998).

Para a estimativa da ETo por pântadas, os valores diários de ETo calculados pela equação PM-FAO foram agrupados em períodos consecutivos de 5 dias, iniciando no primeiro dia de cada mês, e na última pântada do mês foram agrupados os valores do dia 26 ao último dia do mês. Também foram calculadas as médias da ETo dos dias com chuva (ET_r) e dos dias sem chuva (ET_d). Como precipitação pluviométrica é registrado o total de chuva entre 12h UTC de um dia às 12h UTC do dia seguinte, na definição do dia seco ou chuvoso considerou-se a precipitação pluvial do dia posterior, considerando chuvoso todo dia com precipitação igual ou superior a 0,1mm.

Para cada série pentadal de ETo foram testadas as distribuições de probabilidade Normal, Log-Normal, Gama e Beta. A aderência foi avaliada com o teste de Kolmogorov-Smirnov ao

nível de significância de 5% (Kite, 1977). Para a seleção de melhor distribuição de probabilidades, utilizou-se o critério do menor erro padrão de estimativa entre as ETo observadas e estimadas com a distribuição de probabilidades (Kite, 1977). Com a distribuição de probabilidades selecionada, foram estimados os valores de ETo com probabilidades de ocorrência 50, 75, 80, 90 e 95%.

As distribuições Normal, Log-Normal e Gama são de ampla aplicação na climatologia e hidrologia (Assis; Arruda; Pereira, 1996). A distribuição de probabilidade Beta tem função de densidade de probabilidade para o intervalo (a, b) dada por:

$$f(x) = \frac{1}{(b-a)} \cdot \frac{\Gamma(p+q)}{\Gamma(p)\Gamma(q)} \cdot \left(\frac{x-a}{b-a} \right)^{p-1} \left(1 - \frac{x-a}{b-a} \right)^{q-1}$$

sendo a ≤ x ≤ b, p > 0, q > 0; onde a é o menor valor da série de dados; b é o maior valor da série de dados; p e q são os parâmetros da distribuição Beta; x é um valor qualquer da variável em estudo compreendido no intervalo (a, b).

A estimativa dos parâmetros da distribuição foi realizada utilizando o método dos momentos:

$$p = \frac{m_1 \beta}{(1 - m_1)}$$

$$q = (1 - m_1) \left[\frac{m_1 - m_1^2}{m_2} - 1 \right]$$

Onde m₁ é o momento de ordem 1 para a variável x'; m₂ é o momento de ordem 2 para a variável x'; transformada pela expressão

$$x' = \frac{x-a}{b-a}$$

Resultados e discussão

Os resultados mostram que os valores obtidos nesse estudo apresentam diferenças superiores a 20% em relação aos valores estimados com as equações propostas por Wrege *et al.* (2012), Massignam e Pandolfo (2006), nos meses de agosto

Tabela 1. Valores médios mensais de temperatura média do ar (Tm), umidade relativa (UR), velocidade do vento (Vel), insolação (Ins) e evapotranspiração de referência (ETo) calculada, e valores médios de ETo usados para Ituporanga, SC

Table 1. Monthly mean values of mean air temperature (Tm), relative humidity (UR), wind speed (Vel), insolation (Ins) and calculated reference evapotranspiration (ETo), and mean ETo values used for Ituporanga, SC

Mês	Tm (°C)	UR (%)	Vel (m s ⁻¹)	Ins. (h)	ETo (mm)	ETo ¹ (mm)	ETo ² (mm)
Janeiro	24,1	77,8	1,7	5,2	123,4	114,9	114,0
Fevereiro	24,1	78,2	1,6	5,4	106,7	100,4	98,5
Março	23,1	79,0	1,6	5,4	100,3	95,4	94,2
Abril	20,4	81,4	1,5	4,7	70,2	68,3	67,1
Mai	16,4	83,3	1,5	4,2	49,1	48,3	49,2
Junho	14,5	85,6	1,3	3,5	36,4	36,0	37,0
Julho	14,0	85,0	1,4	3,7	40,0	36,2	35,6
Agosto	15,8	81,8	1,6	4,3	55,9	44,6	43,1
Setembro	16,9	80,2	1,9	3,8	68,4	51,6	51,4
Outubro	19,4	78,8	2,1	4,1	92,4	60,5	69,3
Novembro	21,4	74,3	2,3	5,3	114,5	86,0	84,1
Dezembro	23,2	75,0	2,0	5,5	127,6	107,8	104,7
Total	-	-	-	-	984,9	849,6	845,9

¹ETo segundo Wrege et al. (2012) ²ETo segundo Massignam e Pandolfo (2006)

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Source: elaborated by the authors (2025)

a novembro (Tabela 1), indicando que o uso dos valores médios referenciados pode subestimar a necessidade de irrigação. Essas diferenças se devem, em parte, ao fato dos períodos de dados utilizados terem sido diferentes, mas principalmente pelas diferenças nos métodos, conforme já reportado por Back (2008) e Lindner *et al.* (2006).

Um dos usos dos dados de ETo ocorre nos estudos de balanço hídrico seriado. Como normalmente se dispõe de séries de precipitação pluvial maiores do que as séries de dados de ETo, têm sido usados os valores médios de ETo para simular o balanço hídrico. Back e Vieira (2007) avaliaram o desempenho da média mensal da evapotranspiração de referência, calculando a média mensal da evapotranspiração dos dias com chuva, e a média mensal da evapotranspiração dos dias sem chuva. Em relação à evapotranspiração diária no balanço hídrico seriado, constataram ganhos nos índices de precisão e desempenho. A relação entre a ETo dos dias secos e ETo dos

dias chuvosos (ETd/ETr) variou de 0,97 a 1,37, com média de 1,15 (Tabela 2). Em trabalhos semelhantes, Back (2022) e Back (2015) constataram variações de 1,22 a 1,65 para Chapecó, e 1,18 a 1,59 para Urussanga. Nas pântadas correspondentes aos meses de outono e inverno, quando ocorre menor proporção de dias chuvosos, observa-se que a ETo média se aproxima mais da ETo dos dias secos.

Entre as distribuições de probabilidades avaliadas, a distribuição Beta apresentou o menor erro padrão de estimativa para a maioria (62,5%) das séries pentadais (Tabela 3), ficando ainda na segunda colocação em 20,8% das pântadas, não sendo rejeitada em nenhum caso pelo teste de aderência (Tabela 3), e dessa forma, foi utilizada no estudo. Esses resultados estão de acordo com vários trabalhos que concluíram que a distribuição Beta é adequada para a análise de frequência de dados de evapotranspiração (Blain *et al.*, 2009; Queiroz *et al.*, 2012; Back, 2022).

Com os parâmetros da distribuição Beta (Tabela 4) podem-se estimar os valores de ETo associados a determinado nível de probabilidade, sendo mais utilizados os valores de ETo para as probabilidades de 50%, 75%, 80%, 90% e 95%. Esses dados podem ser usados como valores para estimativa da demanda de pico para o dimensionamento dos sistemas de irrigação. O critério de escolha do nível de probabilidade deve basear-se em uma análise econômica, considerando-se os prejuízos associados à redução da quantidade e da qualidade da produção, decorrentes da deficiência hídrica, e o aumento de custos do sistema para satisfazer níveis mais elevados de probabilidade (Silva; Fietz; Folegatti, 1998). Saad *et al.* (2002) destacam que em condições de irrigação tipicamente suplementar, como se verifica na região centro-sul do Brasil, dificilmente a economia dos projetos de irrigação justifica a escolha de níveis de probabilidade de ocorrência superiores a 90%. Doorenbos e Pruitt (1984) ressaltam que na maioria das regiões irrigadas esses níveis variam entre 75 e 80%. Níveis mais elevados de probabilidade são selecionados para culturas de grande valor econômico e condições reduzidas de água disponível no solo (Jensen; Burman; Allen; 1990). Saad e Scaloppi (1988) ponderam que nas condições de irrigação suplementar, como é o caso de Santa Catarina, dificilmente se justifica, do ponto de vista econômico, adotar níveis superiores a 90%. Por outro lado, Gurski *et al.* (2021) ressaltam que embora a ETo com 75% de probabilidade seja recomendada na maioria da literatura sobre dimensionamento de sistemas de irrigação, considerando as características climáticas do estado do Paraná, níveis de probabilidade mais restritivos (como 90%) podem ser indicados para a região nordeste e menos restritivos (como 50%), para a região sudeste do estado do Paraná.

Observa-se que as relações entre os valores de ETo com probabilidade de 50%, e a ETo média de cada pântada variam de 0,87 a 1,01, com média de

Tabela 2. Evapotranspiração média (ETo), média dos dias secos (ETd), média dos dias chuvosos (ETr), e número de dias secos (Nd) e dias chuvoso (Nr) de Ituporanga, Santa Catarina (1985-2016)

Table 2. Mean evapotranspiration (ETo), mean dry days (ETd), mean rainy days (ETr), and number of dry days (Nd) and rainy days (Nr) for Ituporanga, Santa Catarina (1985-2016)

Pêntada	ETd	ETr	ETo	Ns	Nc	Pên-tada	ETs	ETc	ETo	Ns	Nc
	(mm.dia ⁻¹)						(mm.dia ⁻¹)				
1	4,44	3,73	4,08	76	79	37	1,14	1,17	1,15	88	66
2	4,38	3,70	4,03	72	78	38	1,18	1,18	1,18	82	73
3	4,46	3,77	4,07	64	81	39	1,33	1,26	1,31	110	45
4	4,33	3,79	4,02	62	87	40	1,36	1,16	1,27	87	67
5	4,13	3,35	3,73	75	78	41	1,41	1,3	1,37	90	65
6	4,22	3,71	3,97	93	92	42	1,48	1,31	1,42	128	58
7	4,55	3,52	4,09	84	70	43	1,60	1,44	1,55	105	50
8	4,17	3,55	3,84	74	81	44	1,76	1,37	1,62	98	55
9	4,05	3,46	3,73	71	83	45	1,74	1,59	1,70	100	45
10	4,01	3,49	3,77	83	70	46	1,99	1,68	1,89	102	47
11	3,77	3,37	3,53	61	90	47	2,04	1,77	1,95	96	53
12	3,91	3,39	3,65	48	50	48	2,18	1,82	2,08	131	51
13	3,69	3,40	3,57	86	64	49	2,27	2,09	2,21	97	47
14	3,64	3,35	3,55	102	48	50	2,43	1,82	2,20	90	54
15	3,54	3,08	3,34	88	65	51	2,40	2,08	2,27	83	57
16	3,32	3,06	3,22	96	58	52	2,62	1,93	2,29	73	67
17	3,13	2,83	3,01	91	62	53	2,67	2,06	2,39	74	63
18	3,01	2,50	2,81	112	71	54	2,62	2,04	2,32	69	72
19	2,86	2,41	2,69	95	59	55	2,81	2,48	2,66	81	69
20	2,71	2,37	2,62	114	41	56	3,20	2,34	2,83	89	66
21	2,52	2,32	2,45	104	51	57	3,31	2,48	2,90	79	76
22	2,42	2,02	2,30	108	47	58	2,99	2,61	2,79	75	80
23	2,16	1,73	1,99	94	61	59	3,37	2,84	3,17	92	57
24	2,04	1,90	2,00	109	46	60	3,67	3,16	3,46	107	73
25	1,91	1,61	1,82	107	48	61	3,91	2,98	3,49	83	69
26	1,75	1,67	1,72	105	48	62	4,04	3,32	3,76	86	55
27	1,67	1,51	1,60	88	66	63	3,67	3,57	3,63	84	62
28	1,61	1,42	1,54	95	55	64	4,24	3,77	4,07	93	54
29	1,49	1,48	1,48	96	53	65	4,05	3,52	3,83	90	64
30	1,40	1,32	1,37	113	67	66	4,42	3,83	4,13	78	75
31	1,24	1,25	1,24	99	51	67	4,39	3,91	4,21	95	58
32	1,30	1,25	1,28	91	58	68	4,22	3,60	3,99	96	57
33	1,20	1,21	1,20	99	52	69	4,22	3,80	4,02	82	72
34	1,21	1,14	1,18	85	70	70	4,69	3,97	4,40	92	61
35	1,20	1,18	1,19	100	55	71	4,33	3,75	4,04	77	76
36	1,17	1,20	1,18	98	57	72	4,43	3,62	4,05	98	88

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Source: elaborated by the authors (2025)

Tabela 3. Estatística do teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov e erro padrão de estimativa para as distribuições de probabilidades testadas

Table 3. Kolmogorov-Smirnov goodness-of-fit test statistics and standard error of estimate for the tested probability distributions

Pêntada	Teste de KS					Erro padrão (mm.dia ⁻¹)			
	Normal	Log-Normal	Gama	Beta	KS crit	Normal	Log-Normal	Gama	Beta
1	0,0937	0,1172	0,1105	0,0790	0,109	0,196	0,315	0,238	0,161
2	0,0745	0,0990	0,0899	0,0699	0,111	0,186	0,277	0,210	0,162
3	0,0659	0,0874	0,0864	0,0579	0,113	0,128	0,226	0,163	0,125
4	0,0661	0,1113	0,0990	0,0621	0,111	0,139	0,279	0,198	0,099
5	0,1013	0,0735	0,0861	0,0664	0,110	0,185	0,207	0,168	0,112
6	0,0611	0,1069	0,0909	0,0622	0,100	0,128	0,264	0,186	0,094
7	0,0919	0,1308	0,1226	0,0720	0,109	0,197	0,345	0,258	0,125
8	0,0749	0,1178	0,1073	0,0629	0,109	0,140	0,272	0,192	0,094
9	0,0966	0,1318	0,1256	0,0745	0,109	0,211	0,334	0,258	0,120
10	0,0887	0,1043	0,1040	0,0635	0,110	0,185	0,289	0,222	0,120
11	0,0633	0,0707	0,0728	0,0650	0,111	0,142	0,191	0,150	0,146
12	0,1093	0,1386	0,1354	0,0896	0,137	0,153	0,270	0,207	0,132
13	0,0799	0,1106	0,1030	0,0462	0,111	0,142	0,274	0,201	0,059
14	0,0762	0,0881	0,0911	0,0530	0,111	0,110	0,201	0,146	0,079
15	0,0901	0,1193	0,1146	0,0439	0,110	0,137	0,258	0,193	0,060
16	0,0904	0,1134	0,1133	0,0531	0,109	0,152	0,267	0,199	0,073
17	0,0947	0,1309	0,1220	0,1101	0,110	0,154	0,201	0,166	0,169
18	0,1067	0,1278	0,1290	0,1030	0,100	0,149	0,244	0,188	0,163
19	0,0581	0,0999	0,0885	0,0720	0,109	0,100	0,125	0,093	0,087
20	0,0580	0,0863	0,0815	0,0646	0,109	0,068	0,119	0,086	0,088
21	0,0963	0,1152	0,1148	0,1143	0,109	0,148	0,210	0,166	0,137
22	0,0718	0,0971	0,0781	0,0908	0,109	0,147	0,106	0,106	0,126
23	0,0937	0,1229	0,1080	0,1194	0,109	0,153	0,136	0,131	0,142
24	0,0660	0,0992	0,0838	0,0741	0,109	0,086	0,071	0,058	0,060
25	0,1012	0,1045	0,1030	0,0832	0,109	0,096	0,103	0,087	0,083
26	0,0731	0,0725	0,0568	0,0839	0,110	0,138	0,077	0,089	0,094
27	0,0790	0,0903	0,0760	0,1007	0,109	0,080	0,072	0,063	0,061
28	0,0783	0,0724	0,0549	0,0854	0,111	0,087	0,040	0,048	0,061
29	0,0914	0,0807	0,0729	0,1192	0,111	0,190	0,132	0,143	0,140
30	0,0800	0,0795	0,0664	0,0670	0,101	0,090	0,037	0,048	0,048
31	0,0932	0,0954	0,0852	0,0590	0,111	0,080	0,041	0,048	0,045
32	0,1756	0,0782	0,1745	0,1406	0,111	0,330	0,269	0,270	0,239
33	0,1096	0,0573	0,0818	0,0777	0,111	0,117	0,081	0,087	0,087
34	0,1443	0,0678	0,1237	0,1323	0,1091	0,213	0,165	0,169	0,169
35	0,1077	0,0779	0,0913	0,0823	0,1091	0,152	0,095	0,102	0,088
36	0,1012	0,0872	0,0879	0,1030	0,1091	0,133	0,081	0,088	0,082
37	0,1211	0,1076	0,1100	0,0886	0,1094	0,147	0,105	0,111	0,097
38	0,1630	0,0875	0,1446	0,1428	0,1091	0,207	0,161	0,163	0,135

Pêntada	Teste de KS					Erro padrão ((mm.dia ⁻¹))			
	Normal	Log-Normal	Gama	Beta	KS crit	Normal	Log-Normal	Gama	Beta
40	0,0817	0,0702	0,0656	0,0696	0,1094	0,137	0,089	0,097	0,096
41	0,0812	0,0500	0,0651	0,0801	0,1091	0,151	0,095	0,105	0,106
42	0,0805	0,0501	0,0600	0,0566	0,0996	0,136	0,081	0,091	0,090
43	0,0634	0,0905	0,0780	0,0691	0,1091	0,057	0,065	0,052	0,057
44	0,1140	0,0788	0,0930	0,1234	0,1098	0,320	0,258	0,269	0,264
45	0,0683	0,0933	0,0819	0,0722	0,1128	0,069	0,067	0,058	0,064
46	0,0691	0,0929	0,0743	0,1032	0,1113	0,179	0,129	0,137	0,151
47	0,0896	0,1158	0,0946	0,0915	0,1113	0,100	0,126	0,097	0,075
48	0,0590	0,0908	0,0716	0,0863	0,1007	0,155	0,111	0,110	0,128
49	0,0954	0,1076	0,0861	0,0981	0,1132	0,175	0,128	0,122	0,130
50	0,1215	0,1190	0,1167	0,0978	0,1132	0,170	0,147	0,134	0,123
51	0,1181	0,1100	0,1123	0,0781	0,1148	0,193	0,176	0,153	0,083
52	0,1251	0,1162	0,1102	0,0710	0,1148	0,190	0,148	0,137	0,073
53	0,1394	0,1072	0,1093	0,0969	0,1160	0,215	0,173	0,164	0,128
54	0,1351	0,1149	0,1143	0,0766	0,1144	0,215	0,158	0,154	0,070
55	0,1255	0,1130	0,1071	0,0744	0,1109	0,242	0,216	0,194	0,109
56	0,1284	0,1114	0,1182	0,0709	0,1091	0,230	0,223	0,192	0,107
57	0,1183	0,1052	0,1071	0,0705	0,1091	0,233	0,202	0,177	0,116
58	0,1379	0,1028	0,0990	0,1064	0,1091	0,281	0,227	0,217	0,090
59	0,1548	0,1459	0,1497	0,0909	0,1113	0,300	0,295	0,258	0,133
60	0,0824	0,1087	0,0981	0,0812	0,1012	0,195	0,290	0,211	0,152
61	0,0939	0,0993	0,0949	0,0743	0,1101	0,242	0,255	0,201	0,140
62	0,0728	0,0858	0,0750	0,0675	0,1144	0,201	0,211	0,156	0,134
63	0,1217	0,0959	0,1048	0,0623	0,1124	0,220	0,263	0,213	0,114
64	0,0899	0,1229	0,1176	0,0866	0,1120	0,191	0,344	0,245	0,190
65	0,0760	0,0981	0,0907	0,0733	0,1094	0,222	0,177	0,163	0,171
66	0,0600	0,1046	0,0932	0,0644	0,1098	0,149	0,252	0,164	0,138
67	0,0920	0,1298	0,1099	0,0909	0,1098	0,238	0,395	0,285	0,196
68	0,0962	0,0900	0,0845	0,0578	0,1098	0,220	0,257	0,204	0,098
69	0,0599	0,0891	0,0711	0,0731	0,1094	0,153	0,166	0,127	0,134
70	0,0602	0,1063	0,0943	0,0712	0,1098	0,164	0,227	0,155	0,149
71	0,0840	0,1143	0,0946	0,0776	0,1098	0,178	0,289	0,212	0,130
72	0,0749	0,1002	0,0947	0,0696	0,0996	0,202	0,296	0,227	0,184

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Source: elaborated by the authors (2025)

Tabela 4. Parâmetros da distribuição Beta e Evapotranspiração de referência (ET_o) com diferentes níveis de probabilidade para Ituporanga, SC

Table 4. Beta distribution parameters and reference evapotranspiration (ET_o) with different probability levels for Ituporanga, SC

Pêntada	Parâmetros da distribuição Beta				ET _o (mm.dia ⁻¹) com probabilidade de				
	p	q	a	b	50%	75%	80%	90	95%
1	1,331	1,779	2,12	6,69	4,00	4,93	5,15	5,67	6,00
2	1,499	2,522	2,07	7,32	3,91	4,84	5,07	5,65	6,07
3	1,837	2,732	2,04	7,09	3,99	4,83	5,04	5,54	5,91
4	1,425	1,559	2,02	6,20	3,99	4,85	5,04	5,47	5,74
5	1,855	2,049	1,51	6,19	3,71	4,55	4,74	5,19	5,49
6	1,664	1,843	1,93	6,23	3,95	4,76	4,94	5,37	5,65
7	1,398	1,438	2,01	6,22	4,08	4,96	5,15	5,57	5,82
8	1,566	1,667	1,78	6,04	3,83	4,66	4,85	5,27	5,54
9	1,036	1,154	2,03	5,63	3,70	4,58	4,76	5,16	5,37
10	1,298	1,667	1,97	6,09	3,71	4,57	4,77	5,23	5,53
11	1,675	3,233	1,91	6,66	3,42	4,17	4,36	4,85	5,22
12	1,803	1,886	1,74	5,64	3,64	4,35	4,51	4,88	5,12
13	1,383	1,190	1,75	5,13	3,60	4,32	4,46	4,76	4,93
14	2,205	2,459	1,52	5,81	3,53	4,23	4,39	4,78	5,05
15	1,428	1,134	1,68	4,66	3,39	4,01	4,13	4,38	4,51
16	1,224	1,280	1,64	4,88	3,21	3,94	4,09	4,43	4,62
17	1,772	3,293	1,56	5,69	2,92	3,56	3,72	4,14	4,46
18	1,824	2,817	1,43	4,95	2,76	3,33	3,48	3,83	4,09
19	1,470	2,504	1,43	4,83	2,61	3,21	3,37	3,74	4,02
20	1,762	2,718	1,43	4,45	2,57	3,07	3,20	3,51	3,73
21	1,215	1,993	1,34	4,28	2,37	2,97	3,11	3,46	3,71
22	1,365	2,994	1,22	4,67	2,20	2,77	2,92	3,30	3,60
23	1,287	3,865	1,16	4,49	1,88	2,35	2,48	2,83	3,12
24	1,637	2,898	1,01	3,74	1,94	2,39	2,50	2,79	3,00
25	1,272	2,277	1,01	3,26	1,75	2,18	2,29	2,55	2,74
26	1,398	4,159	0,95	4,03	1,63	2,05	2,17	2,47	2,73
27	1,273	2,649	0,92	3,01	1,53	1,90	2,00	2,24	2,42
28	1,412	2,949	0,84	3,00	1,48	1,84	1,93	2,17	2,35
29	1,236	5,125	0,82	4,24	1,37	1,77	1,88	2,20	2,47
30	1,255	2,888	0,78	2,73	1,30	1,63	1,72	1,95	2,12
31	1,342	2,700	0,71	2,31	1,19	1,47	1,54	1,73	1,86
32	0,794	5,784	0,74	5,22	1,11	1,53	1,65	2,03	2,37
33	1,554	4,490	0,68	2,71	1,15	1,41	1,48	1,68	1,84
34	1,630	5,708	0,54	3,42	1,10	1,43	1,52	1,77	1,97
35	0,987	3,455	0,69	2,94	1,09	1,43	1,52	1,78	1,99
36	1,435	4,090	0,61	2,81	1,11	1,42	1,50	1,72	1,90
37	1,179	4,912	0,69	3,09	1,07	1,36	1,44	1,67	1,86
38	0,982	5,147	0,72	3,61	1,08	1,39	1,49	1,75	1,99
39	1,408	3,106	0,76	2,52	1,26	1,54	1,62	1,81	1,96
40	1,958	6,501	0,58	3,58	1,21	1,53	1,61	1,85	2,05
41	1,344	4,579	0,73	3,53	1,28	1,63	1,73	2,00	2,23
42	1,406	4,474	0,78	3,47	1,34	1,69	1,79	2,05	2,27
43	1,957	3,141	0,76	2,81	1,51	1,83	1,91	2,11	2,26
44	1,139	7,281	0,86	6,49	1,46	1,95	2,09	2,51	2,88
45	1,647	3,079	0,94	3,11	1,65	2,00	2,09	2,31	2,48
46	1,552	5,020	0,92	5,03	1,78	2,28	2,42	2,79	3,11
47	1,261	1,861	0,98	3,37	1,89	2,38	2,50	2,78	2,97
48	1,586	4,391	1,00	5,06	1,97	2,51	2,65	3,05	3,36

49	1,192	2,593	1,09	4,65	2,09	2,73	2,89	3,32	3,64
50	1,207	3,003	1,16	4,79	2,07	2,67	2,83	3,25	3,58
51	1,098	1,826	1,04	4,32	2,17	2,87	3,04	3,45	3,73
52	0,885	1,752	1,25	4,35	2,15	2,84	3,02	3,45	3,74
53	1,272	1,841	1,03	4,36	2,32	3,00	3,17	3,55	3,81
54	0,875	1,690	1,26	4,37	2,18	2,89	3,06	3,50	3,79
55	1,024	1,847	1,30	5,10	2,52	3,33	3,53	4,03	4,36
56	1,053	1,947	1,43	5,43	2,69	3,52	3,73	4,24	4,60
57	0,977	1,956	1,51	5,69	2,73	3,61	3,83	4,38	4,77
58	0,725	1,225	1,53	4,92	2,62	3,54	3,75	4,24	4,53
59	0,805	1,381	1,66	5,75	2,98	4,01	4,26	4,84	5,19
60	1,251	2,066	1,71	6,36	3,34	4,26	4,49	5,04	5,42
61	1,144	1,987	1,65	6,68	3,33	4,36	4,61	5,23	5,66
62	1,144	2,143	1,93	7,19	3,58	4,62	4,89	5,54	6,00
63	1,142	1,724	1,86	6,29	3,51	4,46	4,69	5,23	5,58
64	1,381	1,967	2,01	7,00	3,97	4,96	5,19	5,75	6,13
65	2,053	4,263	1,66	8,33	3,70	4,61	4,84	5,45	5,93
66	1,876	2,708	1,68	7,67	4,05	5,04	5,28	5,88	6,31
67	1,141	1,365	2,02	6,82	4,14	5,24	5,48	6,02	6,34
68	1,051	1,546	2,11	6,75	3,86	4,92	5,17	5,74	6,11
69	1,921	3,731	1,97	8,01	3,90	4,78	5,01	5,59	6,04
70	1,589	2,501	2,07	8,07	4,28	5,34	5,60	6,24	6,71
71	1,244	1,568	2,06	6,54	3,97	4,94	5,16	5,67	5,98
72	1,495	2,437	2,08	7,25	3,93	4,86	5,09	5,66	6,07

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

Source: elaborated by the authors (2025)

0,96. Os valores inferiores a 1,0 se explicam pela leve assimetria dos dados de ETo em intervalos pentadais. O valor de ETo com 75% de probabilidade (ETo_{75}) apresenta valores variando de 17 a 27% acima do valor de ETo com 50% de probabilidade (ETo_{50}). Esses resultados mostram que a utilização do valor ETo médio ou com 50% de probabilidade no dimensionamento de projetos de irrigação podem implicar em subestimativas das demandas hídricas no pico. Back (2022) observou que para Chapecó essas diferenças foram de 10 a 32%, enquanto Saad *et al.* (2002), apontaram diferenças de 7,1 a 16,7% para Piracicaba (SP). Para a ETo com 90%, essas diferenças variaram de 31 a 59%, evidenciando que a análise da distribuição de frequências de ETo permite ao projetista dimensionar o sistema de irrigação mais adequado de acordo com os riscos admitidos para cada projeto.

Conclusão

– A evapotranspiração média diária

por pântada na região do Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina, varia de 1,15 a 4,40mm dia⁻¹;

– A distribuição Beta apresentou melhor desempenho para estimativas de probabilidades de ETo quando comparada com as distribuições Normal, Log-Normal e Gama. Os valores de ETo com 75% de probabilidade apresentam valores de 17 a 27% superiores aos valores de ETo com 50% de probabilidade;

– Para o dimensionamento de sistemas de irrigação e estimativas de demanda hídrica de pico, recomenda-se adotar os valores de ETo associados a níveis de probabilidade de acordo com o risco adotado no projeto.

Contribuição dos autores

Álvaro José Back: Conceituação, Metodologia, Redação, Software, Investigação, Análise formal, Curadoria de dados. **Márcio Sônego:** Análise formal, Validação, Revisão e tradução, Visualização.

Conflito de interesses

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

Dados de pesquisa

Dados serão disponibilizados pelo autor por solicitação.

Financiamento

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc), pelo apoio financeiro.

Referências

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements.** FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome. 1998.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's

- climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, p.711-728, 2013.
- ASSIS, J.P.; SOUSA, R.P.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P.C.F. Tables of probabilities of reference evapotranspiration for the region of Mossoró, RN, Brazil. **Revista Verde**, [S.l.], v.9, n.3, p.58-67, 2014.
- ASSIS, F.N.; ARRUDA, H.V.; PEREIRA, A.R. **Aplicações de estatística a climatologia: Teoria-prática**. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1996. 161p.
- BACK, Á.J. Evapotranspiração de referência provável para Chapecó, Santa Catarina. **Revista Verde**, [S.l.], v.17, n.3, p.159-166, 2022. DOI:10.18378/rvads.v17i3.9351
- BACK, Á.J. Desempenho de métodos empíricos baseados na temperatura do ar para a estimativa da evapotranspiração de referência em Urussanga, SC. **Irriga**, [S.l.], v.13, n.4, p.449-466, 2008.
- BACK, Á.J.; VIEIRA, H.J. Uso da evapotranspiração média corrigida para dias chuvosos e dias secos no balanço hídrico seriado. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007, Bonito. **Anais [...]**, Bonito, 2007.
- BACK, Á.J. Evapotranspiração média de dias secos e dias chuvosos de Urussanga, SC. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015, Brasília. **Anais [...]**, Brasília, 2015.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de Irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625p.
- BLAIN, G.C.; KAYANO, M.T.; SENTELHAS, P.C.; LULU, J. Possible influences of Pacific decadal oscillation in the ten day based ratio between actual and potential evapotranspiration in the region of Campinas, São Paulo state, Brazil. **Bragantia**, [S.l.], v.68, n.3, p.797-805, 2009.
- DOOREMBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO, 1984.
- EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Banco de dados de variáveis ambientais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2020. 20p. (Epagri, Documentos, 310)
- GURSKI, B.C.; SOUZA, J.L.M.; XAVIER, A.C.; ROSA, S.L.K. Probable precipitation and reference evapotranspiration in the state of Paraná, Southeast Brazil. **Irriga**, [S.l.], esp., v.1, n.2, p.367-380, 2021 DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2021v1n2p367-380>
- JENSEN, M.E.; BURMAN, R.D.; ALLEN, R.G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1990. 332p. (ASCE Manual and Report on Engineering Practice, nº 70)
- KITE, G.W. **Frequency and risk analyses in Hydrology**. Colorado: Water Resources publications, 1977. 224p.
- LINDNER, E.A.; MASSIGNAM, A.M.; KOBIYAMA, M.; ZILIO, E. Estimativa da evapotranspiração potencial na bacia rio do Peixe/SC pelos métodos de Thornthwaite e Penman modificado. *In*: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO SUL/SUDESTE, 1, 2006, Curitiba, **Anais [...]**, Curitiba, 2006.
- MASSIGNAM, A.M.; PANDOLFO, C. **Estimativa da evapotranspiração de referência mensal e anual no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2006. 24p.
- MONTEIRO, J.E.B.A.; CUADRA, S.V. OLIVEIRA, A.F.; NAKAI, A.M.; MACIEL, R.J.S. Estimativa da evapotranspiração diária baseada apenas em temperatura. **Agrometeoros**, [S.l.], v.25, n.1, p.227-236, 2017.
- QUEIROZ, M.Z.S.S.; VELLAME, L.M.; FREITAS, M.S.C.; PEIXOTO, G.K.S. Estimativa da ETo a partir de duas estações meteorológicas de Ouricuri-PE. *In*: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas. **Anais [...]**, Palmas, 2012. p.1-8.
- SAAD, J.C.C.; SCALOPPI, E.J. Frequência de distribuição de evapotranspiração de referência para o dimensionamento de sistemas de irrigação *In*: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., 1988, Florianópolis, **Anais [...]**, Florianópolis, 1988, v.2, p.1037-1052.
- SAAD, J.C.C.; BISCARO, G.A.; DELMANTO Jr, O. Estudo da distribuição de evapotranspiração de referência visando o dimensionamento de sistemas de irrigação. **Irriga**, [S.l.], v.7, n.1, p.10-17, 2002.
- SHARAFI, S.; GHALENI, M.M.; SCHOLZ, M. Comparison of predictions of daily evapotranspiration based on climate variables using different data mining and empirical methods in various climates of Iran. **Heliyon**, [S.l.], v.9, p.1-16, e13245, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13245>
- SILVA, F.C.; FIETZ, C.R.; FOLEGATTI, M.V.F.A.C. Distribuição e frequência da evapotranspiração de referência de Cruz das Almas, BA. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.l.], v.2, n.3, p.284-286, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v2n3p284-286>
- SMITH, M. **Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements**. Rome: FAO, 1991. 54p.
- ULIANA, E.M.; SILVA, D.D.; SILVA, J.G.F.; FRAGA, M.S.; LISBOA, L. Estimate of reference evapotranspiration through continuous probability modelling. **Engenharia Agrícola**, [S.l.], v.37, n.2, p.257-267, 2017.
- WREGGE, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I.R. de. **Atlas climático da região Sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 334p.

Comparação da sobrevivência e da qualidade de ostras (*Crassostrea gigas*) mantidas em expositor de moluscos vivos e em refrigerador

Felipe Matarazzo Suplicy¹, Robson Ventura de Souza², Fabiele Bernardi³, Giustino Tribuzi⁴ e Marília Miotto⁵

Resumo – Foram avaliadas a sobrevivência e a qualidade físico-química e microbiológica de ostras *Crassostrea gigas* mantidas em um Expositor de Moluscos Vivos (EMV) em comparação a ostras mantidas sob refrigeração. No EMV, as ostras foram mantidas expostas ao ar e continuamente aspergidas por água salgada esterilizada com luz ultravioleta e resfriada (de 10 a 16°C), em sistema de recirculação. Foram realizados dois experimentos nos quais 250 ostras permaneceram por 28 dias no EMV e foram comparadas com ostras mantidas em um refrigerador a 4°C. O teor de umidade das ostras armazenadas no EMV foi superior e o pH ligeiramente inferior ao das ostras mantidas no refrigerador. As ostras mantidas no EMV e no refrigerador apresentaram sobrevivências similares até os 14 dias de armazenamento (medianas acima de 90%). No entanto, as contagens de aeróbios se mantiveram aceitáveis (<5log UFC g⁻¹ de mesófilos e <6log UFC g⁻¹ de psicrotróficos) durante esse período no EMV, enquanto as ostras mantidas no refrigerador tiveram a qualidade microbiológica comprometida a partir dos sete dias de armazenamento.

Palavras-Chave: Bivalves marinhos; Armazenamento não imerso; Varejo; Tempo de prateleira.

Comparison of survival and quality of oysters (*Crassostrea gigas*) kept in a live mollusk display cabinet and in a refrigerator

Abstract – The survival and physicochemical and microbiological quality of *Crassostrea gigas* oysters kept in a Live Shellfish Display (LSD) were evaluated in comparison to oysters kept under refrigeration. In the LSD, the oysters were kept exposed to air and continuously sprayed with salt water sterilized with ultraviolet light and cooled (from 10 to 16°C) in a recirculation system. Two experiments were performed in which 250 oysters remained for 28 days in the LSD and were compared with oysters kept in a refrigerator at 4°C. The moisture content of the oysters stored in the LSD was higher and the pH was slightly lower than that of the oysters kept in the refrigerator. The oysters kept in the LSD showed higher survival after 20 days of storage and lower counts of mesophiles and psychrotrophs. The results indicate that the LSD prolongs the life of the oysters and preserves their quality for human consumption for up to 20 days of storage.

Keywords: Marine bivalves; Non-immersed storage; Retail; Shelf life.

Introdução

O estado de Santa Catarina responde pela maior produção de moluscos cultivados no Brasil, com volumes anuais variando em torno de 2.000 toneladas de ostras do Pacífico (*Crassostrea gigas*) (Observatório Agro Catarinense, 2025). A produção é realizada por meio

de lanternas de cultivo, nas quais os animais são engordados até atingirem o tamanho comercial. A maior parte da produção é destinada ao consumo *in natura*, voltada ao mercado de ostras servidas na meia concha (Suplicy, 2020). Sob refrigeração (≈4°C) e alta umidade, é possível manter ostras vivas por vários dias (5–7 dias), embora a vitalidade

decaia com o tempo. Em contrapartida, em 72 horas (3 dias) despontam como um ponto de inflexão em muitas situações: além desse período, começa a haver aumento notável na mortalidade, especialmente se a temperatura ambiente for moderada/alta (Clements *et al.*, 2018). Expositores de Moluscos Vivos (EMV) são dispositivos projetados

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

Editor de seção: João Guzenski/Epagri

¹ Biólogo, Ph. D., Epagri/Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Cedap), C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5060, e-mail: felipesuplicy@epagri.sc.gov.br.

² Médico-veterinário, Dr., Epagri/Cedap, C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5062, e-mail: robsonsouza@epagri.sc.gov.br.

³ Farmacêutica, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, 88034-001, Florianópolis, SC, fone (49) 98926-2823, e-mail: beli.bernardi30@gmail.com.

⁴ Cientista de Alimentos, Dr., Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, 88034-001, Florianópolis, SC, fone: (48) 3721-5395, e-mail: giustino.tribuzi@ufsc.br.

⁵ Farmacêutica e Bioquímica, Dra., Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, 88034-001, Florianópolis, SC, fone: (48) 3721-5377, e-mail: marilia.miotto@ufsc.br.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.1994>

para expor visualmente moluscos bivalves, como as ostras e os mexilhões, ao público consumidor e manter os animais em condições adequadas à sua sobrevivência. Nesses equipamentos, os moluscos permanecem expostos ao ar, posicionados sobre uma superfície que permite a drenagem da água salgada que é constantemente aspergida sobre os animais. Deve-se notar que os EMV têm uma concepção diferente das depuradoras de moluscos e não têm por objetivo reduzir a carga microbiana dos moluscos. Nas depuradoras os moluscos são mantidos submersos em água salgada para que realizem sua atividade normal de filtração e eliminem, junto com as suas fezes, patógenos eventualmente acumulados nas fazendas marinhas ou bancos naturais (Lee; Lovatelli; Ababouch, 2008). Nos EMV, os moluscos permanecem apenas molhados pela água que é aspergida, nunca sendo submersos, não sendo esperada, portanto, uma efetiva redução de carga microbiana por meio da filtragem e eliminação de fezes.

Os EMVs são utilizados para armazenamento temporário de moluscos em estabelecimentos de comércio e seu uso é regulado em países como Nova Zelândia (NZQA, 2024; New Zealand Government, 2014). No entanto, até recentemente no Brasil não existiam mecanismos legais permitindo ou regulando o seu uso. Apesar de não apresentar mais detalhes sobre o uso dos EMV, a recente legislação do Governo Federal que instituiu o Programa Nacional de Moluscos Bivalves Seguros – MoluBiS (BRASIL, 2023) menciona pela primeira vez esses dispositivos: “Os moluscos bivalves vivos podem ser aspergidos com água, desde que em expositores de moluscos bivalves vivos, sem que haja mistura de lotes e empregando-se os devidos procedimentos de desinfecção do equipamento e da água utilizados”. Assim sendo, é esperado que o interesse por esse tipo de dispositivo seja despertado no Brasil.

A busca na literatura técnica e

científica evidencia a escassez de referências e orientações sobre o uso de EMVs e de informações sobre as condições microbiológicas e eventuais riscos associados à manutenção de moluscos nesses dispositivos. Essas informações são fundamentais para apoiar empreendimentos que optem por utilizar esses equipamentos e para embasar tecnicamente agentes de saúde durante ações de orientação e fiscalização. Diante desse cenário, foram realizados ensaios sobre a manutenção de ostras *Crassostrea gigas* em um EMV construído a partir de referências de equipamentos estrangeiros. O presente documento reporta os resultados desse esforço inicial, que teve o objetivo de gerar informações sobre a sobrevivência, parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos animais durante o armazenamento.

Material e métodos

O EMV testado é um protótipo desenvolvido pela empresa Marine Equipment e conta com um sistema de recirculação de água salgada composto por um tanque de 50L, duas bombas de água (Sunsun, JTP 2500, China) com vazão de 2500L hora⁻¹, um filtro de luz ultravioleta com lâmpada de 3W (Sunsun, Hbo 303, China) e um resfriador de água (*chiller*) de 1/3HP com serpentina de titânio (Gelaqua, Brasil). Uma das bombas circula a água entre o reservatório e o resfriador, com passagem pelo filtro UV, e a outra bombeia a água do reservatório até a bandeja de aspersão dos moluscos, localizada na parte superior do expositor, de onde a água flui através de perfurações para o gabinete contendo as ostras (Fig. 1). O expositor contém um interruptor com sensor de presença que desliga a bomba de água utilizada na aspersão, de forma que os consumidores possam apanhar as ostras sem se molhar. A água utilizada no dispositivo foi preparada a partir de sal artificial para aquário (*Blue Treasure*, China) e água potável na proporção de

35g por litro e o termostato do *chiller* teve a temperatura ajustada para 12°C. O volume de água colocado inicialmente no EMV foi mantido até o fim dos ensaios, sem trocas ou complementação durante os experimentos. A água potável utilizada era da rede de abastecimento, portanto clorada, e foi mantida em aeração constante até que o cloro não pudesse mais ser detectado por testes de aquarismo.

As ostras utilizadas foram provenientes de uma área de cultivo em Florianópolis (SC) classificada como A, de acordo com o MoluBiS (menor risco sanitário), não sendo exigido que os moluscos sejam submetidos a tratamentos pós-colheita, como a depuração ou tratamento térmico. As ostras tinham tamanho comercial, com altura de concha de cerca de 8cm, e foram lavadas com jatos pressurizados de água salgada antes de serem colocadas no EMV. Foram realizados dois ensaios de 28 dias, um de 24/04/2023 a 22/05/2023 e o segundo de 05/06/2023 a 03/07/2023. Em cada ensaio, 250 ostras de 10 a 12cm de comprimento foram acondicionadas no expositor e outras 25 ostras, divididas em grupos de cinco ostras, foram acondicionadas em cinco caixas plásticas de 1L cobertas com um pano umedecido e tampa, e mantidas dentro de um refrigerador (incubadora BOD - *Biochemical Oxygen Demand*, Tecnal, TE-371/240L, Brasil) a 4°C. Um terceiro grupo de 75 ostras foi mantido no mesmo refrigerador em uma bandeja sem tampa, coberto com um pano umedecido, e essas ostras foram utilizadas para as análises microbiológicas e parâmetros físico-químicos.

A sobrevivência das ostras do expositor e das caixas de 1L no refrigerador foi avaliada em intervalos que variaram entre dois e cinco dias, através da observação dos animais. Ostras abertas ou entreabertas que não se fechavam ao serem estimuladas manualmente foram consideradas mortas. Duas vezes por semana foi avaliado o teor de umidade (%) e o

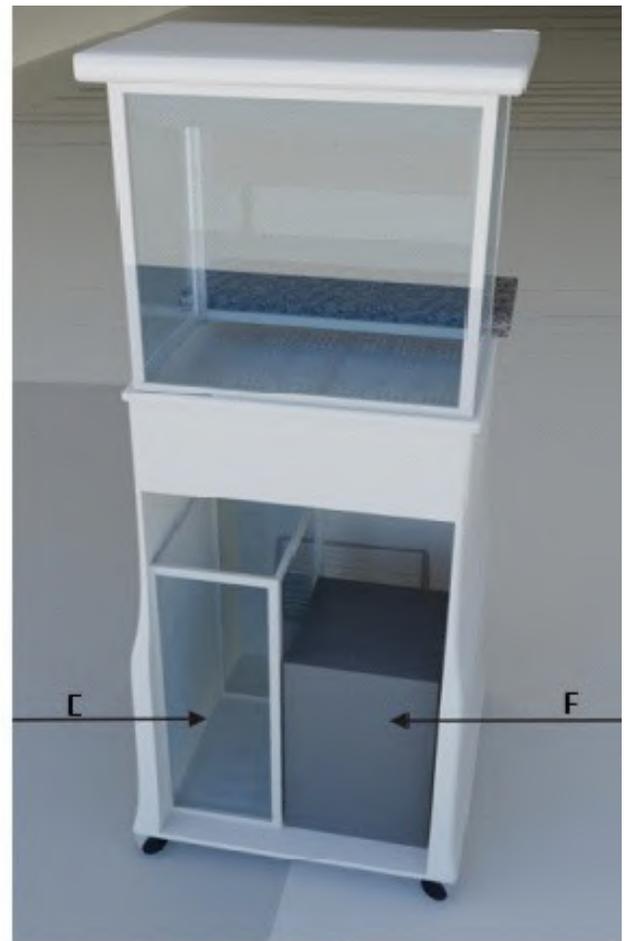


Figura 1. Expositor de Moluscos Vivos (EMV) utilizado no estudo. 1.1. (A) Gabinete de fibra de vidro, (B) Grade de ventilação, (C) Compartimento para ostras, (D) Grade de aspersão; 1.2. (E) Reservatório de água, (F) Resfriador de água (chiller)

Foto: Felipe Matarazzo Suplicy

Figure 1. Live Shellfish Display (LSD) used in the study. 1.1. (A) Fiberglass cabinet, (B) Ventilation grid, (C) Oyster compartment, (D) Sprinkler grid; 1.2. (E) Water tank, (F) Water chiller

Photo: Felipe Matarazzo Suplicy

volume de líquido intervalvar (mL) em amostras de cinco ostras do expositor e do refrigerador. As ostras foram abertas cuidadosamente para não perderem o líquido intervalvar, sendo a carne e o líquido transferidos para placas de Petri previamente pesadas. Após pesagem da carne com líquido (peso úmido), as carnes foram secas com papel absorvente e pesadas novamente (peso drenado). O volume de líquido intervalvar foi calculado pela diferença entre o peso úmido e o peso drenado. Nas mesmas ocasiões, foi medido o pH da carne dos dois tratamentos, posicionando o sensor do pHmetro (Hanna-HI, 2020-20) diretamente em

10g de amostras de carne de ostra trituradas e homogêneas.

Semanalmente foram realizadas análises microbiológicas em 25g de ostras homogêneas com 225mL de água peptonada a 0,1%. Para a contagem de psicrotóxicos foi utilizado o método do *American Public Health Association* (APHA, 2015) e a contagem de mesófilos aeróbios foi realizada de acordo com a Norma Brasileira (NBR) 4833-1:2015 (ABNT ISO NBR, 2015). Os resultados foram expressos em UFC g⁻¹.

A água do expositor foi analisada a cada três ou quatro dias para determinação da concentração de amônia e de nitrito (Fotocolorímetro

AT 100P, Alfakit, Brasil) e do pH (sonda multiparâmetro Hanna, HI9829, EUA). A temperatura foi registrada a cada 10 minutos (termômetro armazenador de dados Onset, HOBO MX 2201, EUA). Considerando que ensaios preliminares demonstraram que a concentração de *Escherichia coli* na água do EMV era mantida por até três semanas abaixo de 1,8NMP 100mL⁻¹ por ação do filtro de luz ultravioleta, não foi realizada análise microbiológica da água nos dois ensaios reportados aqui.

Foram realizados dois ensaios nos quais foi possível gerar apenas um dado por avaliação para o EMV para parâmetros como a sobrevivência,

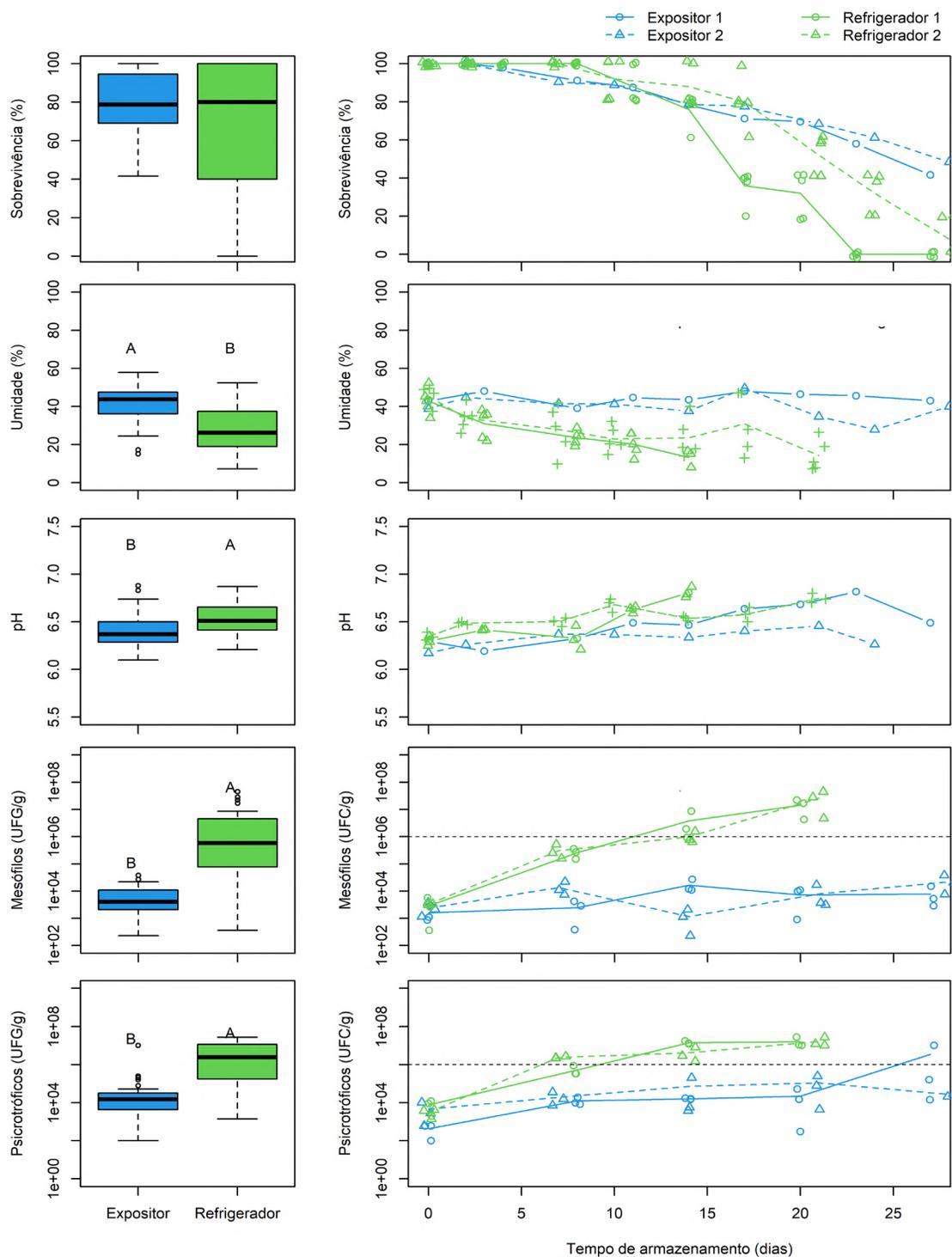


Figura 2. Sobrevivência e parâmetros físico-químicos e microbiológicos de ostras armazenadas em um Expositor de Moluscos Vivos e em refrigerador e a evolução ao longo do tempo de armazenamento. Os gráficos de caixa à esquerda representam os dados agrupados obtidos ao longo de todo o experimento e exibem a mediana (linha horizontal), intervalo interquartil (caixa), extremos (linhas verticais) e outliers (pontos). Os gráficos de linha à direita exibem os valores brutos (marcadores) e os resultados para cada tratamento em termos de mediana (linhas) obtidos ao longo do tempo

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Figure 2. Survival and physicochemical and microbiological parameters of oysters stored in a Live Shellfish Display and in a refrigerator and the evolution over the storage time. The box plots on the left represent the data obtained throughout the experiment grouped and display the median (horizontal line), interquartile range (box), extremes (vertical lines) and outliers (dots). The line graphs on the right display the raw values (markers) and the results for each treatment in terms of median (lines) obtained over time

Source: Elaborated by the Authors (2025)

uma vez que existia apenas um equipamento, enquanto eram gerados cinco resultados para as ostras do refrigerador. Considerando a diferença no número de resultados entre tratamentos e a inconsistência temporal (devido à variação esperada de mortalidade entre tratamentos), optou-se por fazer a comparação entre as ostras do EMV e do refrigerador agrupando os resultados obtidos ao longo dos dois ensaios e comparando-os por meio do teste de soma de postos de Wilcoxon com correção de continuidade. Quando tendências de variação eram observadas, a mesma análise era feita agrupando os dados em três intervalos temporais: até dez dias de armazenamento, entre 10 e 20 dias e acima de 20 dias.

Resultados e discussão

As concentrações máximas de amônia e de nitrito na água de recirculação do EMV foram de 1,07 e 0,91mg NH₃ L⁻¹ (médias 0,42 e 0,48mg NH₃ L⁻¹) e 13,50 e 0,98mg NO₂ L⁻¹ (médias 5,91 e 0,47mg NH₃ L⁻¹) nos experimentos 1 e 2 respectivamente, e o pH mínimo e máximo foi de 7,71 e 7,85 e de 8,13 e 8,31, respectivamente. Esses resultados indicam que a construção do dispositivo e o seu manejo foram apropriados para manter a água em condições adequadas à sobrevivência das ostras, uma vez que as concentrações estiveram sempre abaixo dos valores letais de 880mg NH₃ L⁻¹ e de 1.081mg NO₂ L⁻¹ estimados para ostras *Crassostrea virginica* (Epifanio; Srna, 1975). A temperatura da água nos ensaios com o EMV variou entre 10,54 e 15,58°C no experimento 1, e entre 9,85 e 12,31°C no experimento 2.

A análise dos dados agrupados não evidenciou diferença significativa (W=909, p=0,9622) entre a sobrevivência das ostras mantidas no EMV e no refrigerador. Quando a análise foi feita agrupando os dados por períodos, as ostras do EMV tiveram uma sobrevivência significativamente

menor (W=92, p=0,001) nos primeiros 10 dias de armazenamento, entre 10 e 20 dias de armazenamento não foi detectada diferença (W=85, p=0,84), e a situação se inverteu após 20 dias, com as ostras do EMV passando a apresentar sobrevivência maior. Observando a Figura 2, é possível notar que aos 23 dias de armazenamento, no primeiro ensaio, 100% das ostras do refrigerador estavam mortas, enquanto no expositor a sobrevivência ainda era de 58%.

Esses resultados indicam que a manutenção no EMV é capaz de prolongar a vida das ostras durante o armazenamento pós-colheita, quando comparada ao refrigerador, isso pode estar relacionado com a perda de líquido dos animais (Clements, 2018). O conteúdo do líquido intervalar tem sido usado para descrever o estado fisiológico dos bivalves e este método simples pode ajudar a avaliar a qualidade de bivalves durante o armazenamento, uma vez que um baixo teor de líquido intervalar afeta negativamente a qualidade, causando ressecamento de carne e uma maior concentração de metabólitos excretados (Fratini *et al.*, 2013). A análise dos resultados mostra que o teor de umidade das ostras armazenadas no EMV se manteve estável ao longo do tempo e foi maior (W=4253,5, p<0,0001) que no refrigerador, onde a umidade reduziu gradativamente (Fig. 2). A umidade, que no dia zero era em torno de 42% para os dois tratamentos, atingiu no refrigerador valores em torno de 20% aos 11 dias de armazenamento, e essa desidratação pode ter contribuído para o aumento da mortalidade.

Os resultados de pH variaram entre 6,10 e 6,88, o que seria aceitável para carne de ostra fresca, uma vez que valores menores, entre 6,0 e 5,6, estariam relacionados ao processo de deterioração ou contaminação (Pottinger, 1948; Seo *et al.*, 2014). Assim sendo, analisando o pH isoladamente, os resultados poderiam sugerir que as ostras de ambos os tratamentos

estariam aceitáveis para consumo até os 28 dias armazenamento, o que os resultados da microbiologia mostram não ser verdade.

A Comissão Internacional de Especificações Microbiológicas de Alimentos (ICMSF) preconiza o limite de 5log UFC g⁻¹ de mesófilos e de psicrotróficos como indicativo de boa qualidade e de 6log UFC g⁻¹, como qualidade aceitável para alimentos (International Commission on Microbiological Specifications for Foods, 2005). A análise dos dados agrupados mostra que as ostras mantidas no EMV apresentaram menores contagens de mesófilos (W=115, p<0,0001) e de psicrotróficos (W=142, p=0,0001) do que as do refrigerador. As concentrações de mesófilos no EMV permaneceram abaixo de 5log UFC g⁻¹ durante todo o período de armazenamento enquanto as de psicrotróficos permaneceram abaixo de 5log UFC g⁻¹ até os sete dias e menores que 6log UFC g⁻¹ até os 20 dias de armazenamento. Já nas ostras mantidas no refrigerador, as concentrações de mesófilos superaram 6log UFC g⁻¹ aos 14 dias de armazenamento e a de psicrotróficos já superaram essa marca aos 8 dias. Esses resultados indicam que o EMV pode proporcionar uma qualidade microbiológica adequada para o consumo humano por até 20 dias de armazenamento, enquanto as ostras mantidas no refrigerador podem ter sua qualidade comprometida já aos 8 dias de armazenamento no refrigerador.

Conclusão

Os resultados indicam que o EMV pode ser uma alternativa tecnicamente viável para a manutenção de ostras *C. gigas* vivas na etapa de comercialização, prolongando a vida de 80% de ostras e preservando a sua qualidade microbiológica adequada para consumo humano por até 14 dias de armazenamento. Destacamos o caráter inovador do estudo, dado que não existe na literatura acadêmica

nenhuma publicação sobre análise de ostras mantidas em um EMV.

Contribuição dos autores

Felipe Matarazzo Suplicy: Conceituação, Investigação, Metodologia, Escrita – primeira redação, Escrita – Revisão e edição; **Robson Ventura de Souza:** Análise formal, Visualização, Escrita – Revisão e edição; **Fabiele Bernardi:** Investigação, Escrita – Revisão e edição; **Giustino Tribuzi:** Supervisão, Escrita – Revisão e edição; **Marília Miotto:** Investigação, Escrita – Revisão e edição.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

Dados de pesquisa

Dados serão disponibilizados pelos autores por solicitação.

Financiamento

Este trabalho não recebeu financiamento externo para sua realização.

Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa Marine Equipment Ltda. pelo empréstimo do Expositor de Moluscos Vivos - EMV utilizado nesse estudo, e ao Sr. Evandro Rodrigo Perin pelo auxílio na condução dos experimentos.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ABNT NBR ISO 4833-**

1: Microbiologia da cadeia produtiva de alimentos: Método horizontal para a enumeração de microrganismos: Parte 1: Contagem de colônias a 30 °C pela técnica de pour plate. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 9p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 5. ed. Washington, DC: APHA, 2015. 995p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Portaria DAS/MAPA n. 884, de 6 de setembro de 2023. Programa Nacional de Moluscos Bivalves Seguros – MoluBiS. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n.177, p.82, set. 2023.

CLEMENTS, J.C.; DAVIDSON, J.D.P.; MCQUILLAN, J.G.; COMEAU, L.A. Increased mortality of harvested eastern oysters (*Crassostrea virginica*) is associated with air exposure and temperature during a spring fishery in Atlantic Canada. **Fisheries Research**, [S.l.], n.206, p.27–34, 2018.

EPIFANIO, C.E.; SRNA, R.F. Toxicity of ammonia, nitrite ion, nitrate ion and orthophosphate to *Mercenaria mercenaria* and *Crassostrea virginica*. **Marine Biology**, [S.l.], Berlim, n.33, p.241–246, 1975.

FRATINI, G.; MEDINA, I.; LUPI, P.; MESSINI, A.; PAZOS, M.; PARISI, G. Effect of a finishing period in sea on the shelf life of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) farmed in lagoon. **Food Research International**, [S.l.], v.51, n.1, p.217–227, 2013.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS – ICMSF. **Microorganisms in foods 6: microbial ecology of food commodities.** 2. ed. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2005. 763p.

LEE, R.; LOVATELLI, A.; ABABOUCHE, L. **Bivalve depuration: fundamental and practical aspects.** Rome: FAO, 2008. 139p. (FAO Fisheries Technical Paper, 511)

NEW ZEALAND. **Food Act 2014.** Wellington: Parliamentary Counsel Office, 2014. Disponível em: <https://www.legislation.govt.nz/act/public/2014/0032/latest/whole.html>. Acesso em: 15 maio 2025.

NZQA – NEW ZEALAND QUALIFICATIONS AUTHORITY. **Unit Standard 17076 (Seafood Retailing):** Clean and maintain a live shellfish display or holding system. 2024. Disponível em: <https://www.nzqa.govt.nz/nqfdocs/units/pdf/17076.pdf>. Acesso em: 15 maio 2025.

OBSERVATÓRIO AGRO CATARINENSE. **Produção Agropecuária:** Aquicultura. Disponível em: <https://www.observatorioagro.sc.gov.br/areas-tematicas/producao-agropecuaria/paineis/#nav-2440>. Acesso em: 15 maio 2025.

POTTINGER, S.R. Some data on pH and freshness of shucked eastern oysters. **Commercial Fisheries Review**, Washington, DC, v.10, n.9, p.1–3, 1948.

SEO, J.H.; JEONG, S.G.; JEONG, W.Y.; CHO, Y.J. Relationship of pH, glycogen, soluble protein, and turbidity in oyster meat and packing water during storage at different temperatures. **Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, [S.l.], v.47, n.5, p.495–501, 2014.

SUPLICY, F.M. Análise comparativa do custo de produção e da rentabilidade do cultivo de ostras no verão e no inverno, em Florianópolis, SC, Brasil. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.33, n.3, p.48–52, 2020. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v33i3.794>.

Mastite em bubalinos leiteiros

Júlia Paiva de Oliveira¹; Marcelo Augusto Rosso¹; Muryllo Silva Almeida¹; Pedro Henrique de Souza Oliveira¹; Vanessa Bonfim da Silva²

Resumo – Os bubalinos, originários da Ásia e bem adaptados aos diversos climas, são importantes na pecuária mundial, especialmente na produção de carne e leite. No Brasil, desde sua introdução na Ilha de Marajó no final do século 19, a exploração de bubalinos cresceu, concentrando-se no norte do país. Com cerca de 1,6 milhões de animais, o Brasil tem o maior rebanho fora da Ásia. O leite de búfala, notável por seu valor nutricional e rendimento industrial superior, impulsionou a expansão de derivados lácteos no Brasil, como mussarela, iogurtes e queijos. O leite de bubalinos, assim como o de bovinos, pode ter sua composição e qualidade afetadas pela mastite. Desta forma, este estudo tem por objetivo analisar as características da mastite em búfalas, bem como os impactos, prevenção e controle descritos na literatura. Para isso, foi feita uma revisão narrativa da literatura acessando as seguintes bases de dados: SciELO, *Science Direct* e *Google Acadêmico*. Foram analisadas 59 publicações, que compreenderam o período entre 2003 e 2024. A literatura destaca que a prevenção e o controle da mastite requerem práticas agropecuárias rigorosas voltadas para a gestão dos microrganismos causadores da infecção, com foco na higiene das instalações e na capacitação dos produtores. Ademais, é evidente a necessidade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias inovadoras que promovam a sustentabilidade da produção de leite de búfala no Brasil, assegurando à população um leite de alta qualidade e livre de microrganismos relacionados à mastite.

Palavras-chave: Bubalinocultura; Leite de búfala; Produção leiteira; Ruminantes; Saúde pública.

Mastitis in dairy buffaloes

Abstract – Buffaloes, originally from Asia and well adapted to different climates, are important in global livestock farming, especially for meat and milk production. In Brazil, since their introduction to Marajó Island at the end of the 19th century, buffalo farming has grown, concentrating in the North of the country. With approximately 1.6 million animals, Brazil has the largest herd outside Asia. Buffalo milk, notable for its nutritional value and superior industrial yield, has driven the expansion of dairy products in Brazil, such as mozzarella, yogurts and cheeses. Buffalo milk, like bovine milk, can have its composition and quality affected by mastitis. Therefore, this study aims to analyze the characteristics of mastitis in buffaloes, as well as its impacts, prevention and control described in the literature. To this end, a narrative review of the literature was conducted by accessing the following databases: SciELO, Science Direct and Google Scholar. Fifty-nine publications were highlighted, covering the period between 2003 and 2024. The literature highlights that the prevention and control of mastitis require rigorous external agricultural practices to manage the microorganisms that cause the infection, with a focus on the hygiene of facilities and the training of producers. In addition, there is an urgent need for investments in research and development of innovative technologies that promote the sustainability of buffalo milk production in Brazil, guaranteeing the population high-quality milk free of microorganisms related to mastitis.

Keywords: Buffalo farming; Buffalo milk; Dairy production; Ruminants; Public health.

Introdução

Os bubalinos, originários da Ásia e pertencentes à família dos bovídeos, estão amplamente distribuídos no mundo. A Índia tem o maior rebanho, com cerca de 90 milhões de cabeças. Eles se desenvolvem em diversos ambientes, pois são adaptáveis e

resistentes, permitindo a exploração de sua carne e leite em áreas inadequadas para bovinos (Silva; Junior, 2014). No Brasil, os búfalos chegaram à Ilha de Marajó no final do século 19, com registros confirmados de importações a partir de 1902 (Santiago, 2016). Inicialmente focada na produção de carne, a exploração econômica de

bubalinos no país se expandiu para a produção de leite (Neto *et al.*, 2023).

Com 1.598.268 animais (IBGE, 2022), o Brasil detém o maior rebanho bubalino fora do continente asiático, concentrado principalmente na Região Norte (66%), enquanto o restante está distribuído entre as regiões Sudeste (13%), Nordeste (9%), Sul (8%) e

Recebido em 05/02/2025. Aceito para publicação em 14/04/2025.

Editor de seção: Ubirajara Maciel da Costa/ Udesc

¹ Acadêmico(a) do curso de Medicina Veterinária, UNEB, *campus* IX, e-mail: juliapaiva19@gmail.com, marceloaugustorosso04@gmail.com, silvaalmeida-muryllo@gmail.com, vet.pedrooliveira@gmail.com

² Médica Veterinária, Dra., Universidade do Estado da Bahia (UNEB), *campus* IX, BR 242, Km 04, 3774, Flamengo, Barreiras – Bahia, 47802-682, fone: (77) 3613-9900, e-mail: vanessasilva@uneb.br

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v38i2.1977>

Centro-Oeste (4%). Os estados do Pará e Amapá, juntos, abrigam 59,09% do rebanho nacional (Nascimento *et al.*, 2023). A Associação Brasileira de Criadores de Búfalos reconhece as raças Carabao, Murrah, Mediterrâneo e Jafarabadi no país. A produção anual média de leite atinge 1.800 litros em 300 dias de lactação, evidenciando o potencial produtivo da espécie, que se destaca como uma alternativa rentável na pecuária brasileira, competindo com outras espécies já consolidadas no mercado (Neto *et al.*, 2023).

O leite de búfala exibe propriedades físico-químicas singulares em comparação ao leite bovino, proporcionando um maior valor nutricional e rendimento industrial (Ricci; Domingues, 2012). De sabor adocicado, sua tonalidade branca opaca resulta da ausência de carotenoides. É rico em nutrientes como lipídeos, proteínas, lactose, sólidos totais e minerais essenciais, como cálcio, fósforo e magnésio. Em contraste com o leite de vaca, possui uma composição mais concentrada, com menor teor de água e maior quantidade de matéria seca, sendo sua gordura de grande valor na produção de derivados lácteos (Cavali; Pereira, 2018).

Assim como outras espécies de produção leiteira, os bubalinos são susceptíveis à mastite, uma inflamação da glândula mamária causada predominantemente por infecções bacterianas, embora outros microrganismos também possam ser responsáveis. Essa doença é considerada a mais significativa para os rebanhos leiteiros ao redor do mundo, devido a sua alta frequência tanto em casos clínicos quanto em infecções subclínicas, além dos consideráveis prejuízos econômicos que provoca (Brito *et al.*, 2021). A incidência da mastite em búfalas é menor em comparação às vacas, possivelmente devido à anatomia de suas glândulas mamárias e tetos, o que lhes confere maior resistência a infecções bacterianas (Melo *et al.*, 2022a).

O leite de bubalinos, assim como o leite de bovinos, tem sua composição e qualidade alteradas quando os animais sofrem de mastite. A gravidade dessas alterações varia conforme a resposta inflamatória do animal, os fatores de virulência do agente causador da doença e a extensão do tecido mamário afetado (Mesquita *et al.*, 2016). Portanto, em vista da importância econômica da bubalinocultura leiteira no Brasil, este artigo tem como objetivo analisar as características da mastite em búfalas, bem como os seus impactos, prevenção e controle descritos na literatura.

Material e métodos

Este estudo consiste em uma revisão narrativa da literatura, focada exclusivamente na mastite em búfalas, com o objetivo de descrever os principais aspectos relacionados ao tema. Buscou-se abordar as características clínicas e microbiológicas, os impactos econômicos e na saúde pública, bem como métodos de prevenção e controle, a partir da análise e interpretação das publicações científicas encontradas nas bases de dados pesquisadas. Dada a importância dessa espécie na produção de leite e derivados lácteos no Brasil, a questão central que orientou esta pesquisa foi: "Quais são as principais características da mastite bubalina e os principais métodos e práticas para a prevenção, diagnóstico e tratamento da mastite em búfalas leiteiras, e como esses métodos impactam a saúde animal e a produtividade leiteira?"

Para responder a essa pergunta, foi realizada uma revisão narrativa seguindo rigor metodológico (Unesp, 2015), consultando artigos científicos e boletins técnicos selecionados a partir de buscas nas bases de dados do SciELO, *Science Direct* e *Google Acadêmico*, utilizando termos específicos como bubalinocultura, mastite em bubalinos, mastite em búfalas, mastite, búfalos leiteiros, leite de búfala, bubalinocultura no Brasil e os seus respectivos descritores em inglês. A pesquisa dos

artigos ocorreu entre abril de 2024 e março de 2025. Os critérios de inclusão foram estudos que descrevem as características clínicas e microbiológicas da mastite, além daqueles que abordam a casuística da mastite em bovinos, devido à semelhança nos métodos de diagnóstico, prevenção e controle entre a bubalinocultura e a bovinocultura.

Revisão de literatura

Características clínicas da mastite em bubalinos

A mastite é caracterizada como uma inflamação da glândula mamária, geralmente causada pela infecção por diversos tipos de microrganismos, incluindo bactérias, micoplasmas, leveduras, fungos e algas (Brito *et al.*, 2021). Os animais da cadeia produtiva de leite frequentemente sofrem com essa doença, especialmente devido à alta densidade de animais em sistemas de criação intensiva e ao contato contínuo com o tratador durante a ordenha (Sousa *et al.*, 2023). Segundo Puerto *et al.* (2021), a mastite acarreta custos aos produtores em vários níveis, visto que causa gastos com o tratamento da doença, diminui a produção individual dos animais, além de poder ocasionar o descarte do animal.

Santos *et al.* (2016) definem a mastite como uma doença que pode ser classificada em dois tipos: clínica ou subclínica. A mastite clínica pode ser definida pela presença de sinais clínicos como edema, eritema e dor na glândula mamária, febre, anorexia, depressão, diminuição do apetite, exsudato purulento, fibrinoso ou hemorrágico no leite e redução da produção de leite. Adkins e Middleton (2018) descrevem a mastite subclínica como uma inflamação do úbere na qual a glândula mamária e o leite não apresentam alterações visíveis. Bochniarz *et al.* (2016) acrescentam que a mastite subclínica é mais comum que a clínica, necessitando de estratégias de vigilância eficazes. Para o diagnóstico da mastite subclínica, o *California*

Mastitis Test (CMT) se apresenta como um método simples, em que se observa a consistência do produto resultado da mistura do leite com o reagente (Narváez-Semanado *et al.*, 2022).

Estudos realizados por Santos *et al.* (2023) constataram o potencial da ultrassonografia como ferramenta para auxiliar na identificação de mastite subclínica em búfalas leiteiras da raça Murrah. Ademais, a técnica ultrassonográfica também apresenta capacidade de detecção independente da mastite subclínica nesses animais, haja vista que foi possível correlacionar os resultados do CMT com os achados ultrassonográficos de búfalas com e sem mastite subclínica.

Por outro lado, a contagem de células somáticas (CCS) se apresenta como outro método diagnóstico. Quando os animais têm novas infecções no úbere, ocorre rápida migração de células de defesa para combater a infecção. Assim, quando a CCS da vaca está aumentada, há alta chance do animal estar com uma infecção (Santos, 2022). Entretanto, o padrão de CCS para bubalinos é diferente de bovinos e, dessa forma, valores baixos de CCS em bubalinos não indicam necessariamente ausência de infecção intramamária (Carvalho *et al.*, 2007).

Cvetnić *et al.* (2021) caracterizam que a termografia infravermelha também apresenta potencial na identificação de alterações térmicas na superfície do úbere de búfalas acometidas por mastite subclínica. Desse modo, Melo (2022) identificou uma correlação positiva e estatisticamente significativa entre os métodos diagnósticos convencionais, como o teste de CMT e a CCS, e os parâmetros preditivos da termografia (sensibilidade, especificidade e eficácia), destacando sua capacidade como ferramenta promissora, não invasiva e eficaz para o diagnóstico precoce da mastite subclínica em bubalinos leiteiros. Porém, faz-se necessária a validação adicional usando marcadores de mastite e parâmetros de qualidade do leite para confirmação (Gayathri; Bhakat; Mohanty, 2024).

Características microbiológicas da mastite em bubalinos

Os microrganismos responsáveis pela mastite, tanto clínica quanto subclínica, são categorizados como contagiosos ou ambientais, com base no modo como são transmitidos dentro do rebanho. Os patógenos contagiosos tendem a ser mais adaptados aos animais e têm uma maior probabilidade de causar infecções subclínicas (Mesquita *et al.*, 2016).

Os patógenos ambientais são oportunistas e frequentemente causam infecções intramamárias graves. A transmissão de microrganismos contagiosos ocorre entre animais, via equipamentos contaminados ou pelas mãos do ordenhador, enquanto os microrganismos ambientais são transmitidos do ambiente para o animal (Mesquita *et al.*, 2016).

Patel *et al.* (2019) observaram em estudo com búfalos da raça Jafarabadi que a mastite subclínica apresenta uma diversidade bacteriana maior em comparação à forma clínica da doença. Essa diferença sugere que a microbiota, associada à mastite, sofre alterações durante a transição da fase subclínica para a clínica, pois na mastite subclínica há coexistência entre microrganismos patogênicos e a microbiota comensal da glândula mamária. No entanto, no estágio clínico, predominam bactérias que secretam toxinas capazes de eliminar a microbiota normal e causar danos diretos ao tecido secretor da glândula mamária.

Mastite contagiosa

Os principais agentes contagiosos são *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, espécies de *Mycoplasma* e *Corynebacterium bovis* (Acosta *et al.*, 2016). De acordo com Melo *et al.* (2022b), o Brasil possui uma alta prevalência de *Staphylococcus* spp. (42,2%), seguido por *Corynebacterium* spp. (11,3%) e bactérias Gram-negativas

(5,6%) na etiologia da mastite em búfalas.

Os *Staphylococcus* spp. são cocos Gram-positivos, não móveis, anaeróbios facultativos, com metabolismo fermentativo que gera ácido sem produção de gás. Eles conseguem se desenvolver em meios contendo 10% de NaCl, e sua temperatura ideal de crescimento varia entre 30°C e 37°C (Silva; Rizzo, 2019).

Nos últimos anos, os *Staphylococcus coagulase* negativa (SCN) têm sido isolados com mais frequência em amostras de animais com mastite em vários países. No entanto, controlar a mastite causada por SCN é complicado devido à heterogeneidade do grupo, com mais de 15 espécies de SCN associadas a inflamações na glândula mamária. O grupo de *Staphylococcus coagulase* positiva (SCP) mais relevante na etiologia da mastite, é composto por *Staphylococcus aureus*, a espécie coagulase-positiva *Staphylococcus intermedius*, e variantes de coagulase-positivas de *Staphylococcus hyicus* (Acosta *et al.*, 2016).

Ainda, a mastite causada pelo *Mycoplasma bovis* é notável pelo crescimento dos casos de mastite clínica. Normalmente, as infecções causadas por esses microrganismos não respondem bem a tratamentos terapêuticos. Os sintomas são severos, com múltiplos quartos afetados e uma significativa diminuição na produção de leite (Melo *et al.*, 2022b).

Por fim, o gênero *Corynebacterium* spp. é composto por bacilos Gram-positivos que podem ser aeróbios ou anaeróbios facultativos e são catalase positivos. Esses patógenos contagiosos são responsáveis por infecções intramamária e causam um aumento significativo na contagem de células somáticas (Acosta *et al.*, 2016).

A predominância dos microrganismos contagiosos pode sofrer variação conforme o período seco ou chuvoso. Pizauro *et al.* (2014) encontraram que, durante o período seco no Brasil, *Staphylococcus coagulase*

negativa (38,4%) foi mais comum em búfalas com mastite subclínica, seguido por *Streptococcus agalactiae* (28,8%) e *Bacillus* spp. (7,56%). Em contrapartida, no período chuvoso, os principais agentes foram *Corynebacterium* spp. (23,5%), *Streptococcus* spp. (32,3%) e *Streptococcus agalactiae* (9,24%). Esses achados podem ser atribuídos às variações climáticas ao longo do ano, que influenciam a composição e o desenvolvimento de microrganismos no ambiente.

Mastite ambiental

Já os agentes ambientais mais comuns incluem *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus bovis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, e bactérias Gram-negativas como *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Enterobacter aerogenes* (Acosta *et al.*, 2016).

Tratando-se do gênero *Streptococcus*, ele é composto por bactérias esféricas Gram-positivas que se organizam em cadeias. Esses patógenos originam várias substâncias extracelulares que são capazes de destruir as células fagocíticas, dificultando sua fagocitose (Melo *et al.*, 2022a). Além disso, algumas dessas enzimas originadas podem causar infecções ao digerir o tecido conjuntivo do hospedeiro, resultando em danos significativos nos tecidos. Essa infecção pode levar a modificações no parênquima mamário, comprometendo tanto a síntese quanto a qualidade do leite (Melo *et al.*, 2022b).

Já os *Bacillus* spp. são bactérias Gram-positivas, em forma de bastonete, que crescem em diversas condições e formam endósporos resistentes, permitindo-lhes sobreviver a ambientes adversos. Eles têm sido associados à ocorrência de mastite em animais e são alguns dos principais responsáveis pela deterioração de produtos lácteos em várias regiões (Nayeri-Fasaei; Ashrafi-Tamai; Joghataei, 2023).

As bactérias do gênero *Escherichia* são Gram-negativas, não móveis e anaeróbias facultativas, pertencendo à família Enterobacteriaceae. Algumas linhagens de *Escherichia coli* podem causar infecções, sendo essencial o controle dessas bactérias nos ambientes de descanso dos animais para prevenir mastites ambientais em rebanhos leiteiros (Assis, 2015).

Impactos da mastite na bubalinocultura leiteira

A mastite é a enfermidade mais comum nos rebanhos leiteiros em escala global, acarretando perdas econômicas consideráveis e prejuízos tanto aos produtores quanto à indústria de laticínios (Figura 1) (Silva; Rizzo, 2019). Seus impactos estão diretamente relacionados à severidade das lesões no tecido mamário dos animais, podendo reduzir a produção de leite em até 75% (Melo *et al.*, 2022a).

Além disso, a mastite deteriora a qualidade do leite, o que pode resultar em penalizações financeiras no valor remunerado aos produtores. O uso de antimicrobianos para tratamento é ampliado, assim como os custos associados à mão de obra e aos serviços veterinários. A enfermidade também pode causar danos permanentes ao tecido secretor mamário, diminuindo

a capacidade de produção de leite na lactação seguinte e, em casos mais graves, levando ao descarte ou à morte dos animais afetados (Mesquita *et al.*, 2016).

Estudos citados por Melo *et al.* (2022a) indicaram que, na Índia, 49% da perda financeira ocasionada pela mastite em búfalas é em razão da menor produção de leite e 37% é devido aos gastos veterinários. No Paquistão, o prejuízo econômico provocado pela doença em bubalinos pode alcançar US\$ 243,00/fazenda ou US\$ 71,00/animal resultantes da diminuição da extração láctea.

Ainda, conforme a pesquisa referida por Mesquita *et al.* (2016), rebanhos de búfalas Murrah na Índia apresentaram um gasto médio de US\$ 209,86 por tratamento de mastite, e que animais mais velhos mostraram-se mais vulneráveis à enfermidade, exigindo um maior período de tratamento. Além de causar uma redução na produção leiteira de 46,91kg, o estudo revelou que o fornecimento total de leite em 305 dias de lactação foi substancialmente impactado pela doença.

Nesse contexto, o trabalho de Kumar *et al.* (2024) identificou que a urina de *Bubalus bubalis* (búfalo d'água) contém peptídeos endógenos de baixo peso molecular com atividade antimicrobiana. Utilizando técnicas como a



Figura 1. Principais impactos da ocorrência de mastite em búfalas

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025)

Figure 1. Main impacts of the occurrence of mastitis in buffaloes

Source: Elaborated by the Authors (2025)

espectrometria de massas (MS/MS), foi comprovado que esses peptídeos, formados pela ação de 76 proteases diferentes sobre proteínas corporais, têm potencial para prevenir o crescimento de patógenos causadores de mastite. Portanto, os resultados do estudo sugerem uma alternativa promissora aos antimicrobianos tradicionais, principalmente considerando o alto custo desses medicamentos na pecuária.

Impactos na saúde pública

A abordagem de Saúde Única considera que a segurança do leite começa na fazenda, pois fatores como qualidade da água, saúde animal e ambiente influenciam sua inocuidade, haja vista que agentes zoonóticos podem contaminar o meio, afetando animais, humanos e o ambiente (Garcia; Osburn; Cullor, 2019). Por isso, a mastite também apresenta conexões com a saúde pública, devido à possibilidade de transmissão de agentes patogênicos aos seres humanos, à presença de resíduos de antimicrobianos no leite e ao potencial de propagação de bactérias resistentes na comunidade (Mesquita *et al.*, 2016).

Os resíduos de antimicrobianos podem afetar negativamente o microbioma daqueles que consomem leite adulterado, resultando em disbiose, que consiste em uma alteração na microbiota associada a estados de enfermidade, podendo durar anos, o que resulta em riscos de saúde em longo prazo, especialmente em bebês e crianças, como crescimento atrofiado, resposta imunológica comprometida e doença diarreica recorrente (Tanaka *et al.*, 2009). Além disso, o uso indiscriminado de antimicrobianos também contribui para o surgimento de patógenos multirresistentes, representando riscos à saúde animal e humana (Moritz; Moritz, 2016).

A mastite pode ser considerada um exemplo característico de propagação de microrganismos zoonóticos (Santos-

Junior *et al.*, 2019). O reconhecimento desses patógenos zoonóticos como um componente essencial da saúde global é fundamental para a compreensão dos mecanismos de transmissão. Notadamente, a mastite subclínica apresenta um potencial zoonótico mais significativo do que a forma clínica da doença, uma vez que os animais acometidos frequentemente não exibem sinais clínicos evidentes. Como consequência, produtos de origem animal, como leite e carne, podem atuar como veículos de infecção devido à presença de bactérias e toxinas alimentares ao longo da cadeia produtiva (Maity; Ambatipudi, 2021).

Por exemplo, a presença da bactéria *Staphylococcus* no leite mastítico pode levar a intoxicações alimentares transmitidas pelos animais, por isso é um patógeno significativo associado a doenças veiculadas por alimentos, particularmente em leite e produtos lácteos (Aragão; Trajano; Mota, 2019). Esses microrganismos nos alimentos são preocupantes devido ao desenvolvimento natural de *Staphylococcus aureus* e à produção de enterotoxinas depositadas nos alimentos contaminados (Franco *et al.*, 2022). As consequências das intoxicações alimentares provocadas por *Staphylococcus* spp. são de grande preocupação para a saúde pública, pois as toxinas estafilocócicas são eliminadas e mantêm sua viabilidade nos alimentos destinados ao consumo humano (Prado *et al.*, 2015).

Os enterococos também podem estar envolvidos em diversas síndromes clínicas em humanos, podendo, embora raramente, causar infecções respiratórias, como pneumonia, abscessos pulmonares e empiema (Calderón-Parra; Santiago; Díaz, 2022). Além disso, esse gênero bacteriano já foi isolado em amostras de leite bubalino (Vianni; Lázaro, 2003; Prichula *et al.*, 2013).

No que concerne à resistência antimicrobiana, o estudo realizado por

Pizauro *et al.* (2014) identificou alta resistência em relação à penicilina, neomicina e sulfametoxazol/trimetoprima em 30,1% dos microrganismos isolados. Isso é atribuído ao uso indiscriminado, doses inadequadas e longa duração do tratamento, levando à seleção de cepas bacterianas resistentes e representando um grave problema de saúde pública.

Prichula *et al.* (2013) também mostraram em seus estudos que o leite bubalino apresentou uma diversidade de espécies de enterococos semelhantes às obtidas no leite bovino, sendo a *E. faecalis* resistente a 5 classes diferentes de antimicrobianos testados: a tetraciclina, eritromicina, norfloxacin, estreptomicina e cloranfenicol. Tal achado representa um problema de saúde pública, uma vez que este gênero é relativamente resistente ao calor, podendo sobreviver às temperaturas de pasteurização do leite, sendo assim uma fonte de disseminação e persistência de enterococos resistentes através da cadeia alimentar.

Além disso, a *Escherichia coli* é uma preocupação significativa na produção de leite, com implicações tanto para a saúde animal quanto para a segurança dos alimentos, visto que estudos no Brasil demonstraram que a *E. coli* é prevalente no leite mastítico, mostrando resistência a antimicrobianos comuns como penicilina e ampicilina (Ulsenheimer *et al.*, 2022). A bactéria *E. coli* O157:H7 emergiu como um patógeno de relevância crescente e amplamente reconhecido nas últimas décadas, sendo considerada um agente etiológico significativo de doenças veiculadas por alimentos, com destaque para aquelas associadas a produtos lácteos (Vaghela-Nileshkumar *et al.*, 2015).

Uma maneira de prevenir a propagação dessa resistência é através da realização de testes de cultura e antibiograma, pois eles ajudam na identificação do agente causador. Ademais, fornecem informações

fundamentais para o desenvolvimento de estratégias de manejo e prevenção de futuros casos (Zimermann; Araújo, 2017).

Portanto, a adoção de uma abordagem *One Health* pode viabilizar um método de diagnóstico sustentável e de longo prazo para mitigar a transmissão de patógenos causadores de mastites a partir do contato humano, promovendo benefícios à saúde pública e à produção animal (Maity; Ambatipudi, 2021). De acordo com Borges *et al.* (2018), é essencial manter um monitoramento regular do perfil de suscetibilidade dos diversos microrganismos associados à mastite, para acompanhar a evolução dos índices de resistência, permitindo a seleção apropriada das drogas a serem empregadas. Avaliar corretamente a inclusão de substâncias bactericidas ou bacteriostáticas no tratamento, além de otimizar a eficácia do medicamento escolhido, pode minimizar a presença de resíduos de medicamentos no leite (Mesquita *et al.*, 2016).

Prevenção e controle

As búfalas são menos suscetíveis à mastite do que as vacas devido ao ducto papilar mais musculoso e vascularizado, que oferece uma barreira mais eficaz contra infecções, embora seus tetos mais longos e pendulosos sejam mais vulneráveis a injúrias (Ricci; Domingues, 2012). Singha *et al.* (2024) identificou que búfalas com úberes assimétricos apresentaram maiores chances de infecção intramamária por qualquer patógeno quando comparados àqueles com úberes simétricos, sendo que uma proporção significativamente maior de bubalinas com assimetria no úbere apresentou histórico de mastite clínica, o que sugere que essa condição clínica pode levar à atrofia da glândula mamária.

A maioria dos métodos de diagnóstico e tratamento da doença em búfalas tem origem em estudos realizados na espécie bovina (Melo *et al.*, 2022b). Os principais fatores de risco associados à

ocorrência da mastite incluem a falta de conhecimento dos ordenhadores sobre a doença, problemas com o saneamento ambiental na área de criação e o manejo inadequado dos animais durante a ordenha, comprometendo a qualidade do leite (Acosta *et al.*, 2016; Quadros *et al.*, 2019).

Independentemente do agente patogênico causador da mastite é essencial controlar e monitorar a doença através de melhorias nas condições higiênico-sanitárias e da realização de diagnósticos frequentes nos rebanhos leiteiros (Melo *et al.*, 2022a).

Implementar Boas Práticas Agropecuárias (BPAs) é importante para controlar a mastite, melhorando a qualidade do leite e a rentabilidade. Identificar os patógenos transmitidos pelo animal e compreender os fatores de risco são fatores cruciais para prevenir infecções e sua disseminação no rebanho (Cruz *et al.*, 2019). Ao detectar mastite, o animal deve ser ordenhado por último para evitar a transmissão do agente infeccioso e a contaminação ambiental, prevenindo novas infecções intramamárias (Langoni *et al.*, 2017).

O uso de técnicas como *pré-dipping* e *pós-dipping* é fundamental para aprimorar a qualidade higiênico-sanitária do leite e a saúde do úbere do animal, evitando a ocorrência de mastite (Oliveira *et al.*, 2019). O *pré-dipping* envolve a desinfecção dos tetos antes da ordenha, com o objetivo de reduzir a quantidade de bactérias que podem contaminar o leite (Locatelli *et al.*, 2023). Por outro lado, o *pós-dipping* reduz a contaminação da pele dos tetos. É uma forma eficaz de controlar a mastite contagiosa, pois os antissépticos após a ordenha formam uma película protetora que impede a entrada de patógenos na glândula mamária (Gimnecki; Motta, 2022).

Em estudos realizados por Locatelli *et al.* (2023) a realização dos procedimentos de *pré* e *pós-dipping* reduziu drasticamente os casos de mastite na propriedade, economizando

nos gastos com tratamento e evitando a perda de animais. Além disso, diminuiu o descarte de leite, melhorando a produtividade.

Na ordenha, os tetos e a parte inferior do úbere devem ser lavados com água corrente de boa qualidade ou água clorada e secados com papel-toalha descartável. Os animais devem ter acesso ao alimento depois da retirada do leite, para mantê-las em pé até que a extremidade da teta seque e o canal estriado feche completamente (Silva; Nogueira, 2010).

Devido à resistência bacteriana aos antimicrobianos é importante que os programas de controle sejam eficazes para evitar falhas no tratamento da patologia (Massote *et al.*, 2019). Portanto, a combinação de CMT, CCS e exame bacteriológico simultaneamente permite fornecer o diagnóstico correto, bem como a oportunidade de tomar medidas imediatas e iniciar o tratamento adequado (Goncagül *et al.*, 2023).

Considerações finais

A mastite em bubalinos afeta a produtividade e a qualidade do leite, além de aumentar os custos de produção. Os bubalinos, adaptáveis e rústicos, são uma alternativa viável na pecuária leiteira brasileira. No entanto, a mastite é um desafio significativo devido à variabilidade dos patógenos e à resistência antimicrobiana. A doença acarreta perdas econômicas substanciais e apresenta riscos à saúde pública, como a transmissão de patógenos e resíduos de antimicrobianos no leite. A prevenção e o controle eficazes requerem uma abordagem multifacetada, incluindo Boas Práticas Agropecuárias, higiene adequada e educação continuada dos produtores. Investir em pesquisas e novas tecnologias é essencial para enfrentar a mastite e garantir a sustentabilidade da produção de leite de búfala no Brasil.

Contribuição dos autores

Júlia Paiva de Oliveira: Conceituação; Curadoria de dados; Análise Formal; Investigação; Metodologia; Recursos; Software; Validação; Visualização; Escrita – primeira redação; Escrita – revisão e edição. **Marcelo Augusto Rosso:** Conceituação; Curadoria de dados; Análise Formal; Investigação; Metodologia; Recursos; Validação; Visualização; Escrita – primeira redação; Escrita – revisão e edição. **Muryllo Silva Almeida:** Conceituação; Curadoria de dados; Análise Formal; Investigação; Metodologia; Recursos; Validação; Visualização; Escrita – primeira redação; Escrita – revisão e edição. **Pedro Henrique de Souza Oliveira:** Conceituação; Curadoria de dados; Análise Formal; Investigação; Metodologia; Recursos; Validação; Visualização; Escrita – primeira redação; Escrita – revisão e edição. **Vanessa Bonfim da Silva:** Conceituação; Curadoria de dados; Análise Formal; Investigação; Metodologia; Administração do projeto; Recursos; Supervisão; Validação; Visualização; Escrita – revisão e edição.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses neste trabalho.

Dados de pesquisa

Não foram gerados dados para a redação deste trabalho.

Financiamento

Este trabalho não recebeu financiamento externo.

Referências

ACOSTA, A.C.; SILVA, L.B.G.S.; MEDEIROS, E.S.; PINHEIRO-JÚNIOR, J.W.; MOTA, R.A. Mastites em ruminantes no Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, [S.l.], v.36, p.565-573, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000700001>

736X2016000700001

ADKINS, P.R.F.; MIDDLETON, J.R. Methods for diagnosing mastitis. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, v.34, n.3, p.479-491, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.07.003>

ARAGÃO, B.B.; TRAJANO, S.C.; MOTA, R.A. *Staphylococcus aureus* enterotoxigênicos em leite de cabra e seus derivados, um risco à Saúde Pública. *Medicina Veterinária*, [S.l.], v.13, n.2, p.232-243, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26605/medvet-v13n2-3079>

ASSIS, B.S. **Identificação de bactérias lácticas isoladas do ecossistema mamário bovino e caracterização de seu potencial inibidor contra patógenos associados à mastite**. 2015. Tese (Doutorado em Microbiologia) - Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

BOCHNIARZ, M.; ADASZEK, L.; DZIEGIEL, B.; NOWACZEK, A. WAWRON, W., DABROWSKI, R. SZCZUBIAL, M.; WINIARCZYK, S. Factors responsible for subclinical mastitis in cows caused by *Staphylococcus chromogenes* and its susceptibility to antibiotics based on *bap*, *fnbA*, *eno*, *mecA*, *tetK*, and *ermA* genes. *Journal of Dairy Science*, [S.l.], v.99, n.12, p.9514–9520, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11723>

BORGES, L.F.F.; CARVALHO, C.M.C.; GONÇALVES, S.F.; SOUZA, G.A.A.D.S.; XAVIER, E.D.; ALMEIDA, A.C. Uso do antibiograma na detecção de resistência bacteriana em amostras de leite. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS*, 6., 2018, São João do Rio Preto. *Anais [...]*. São João do Rio Preto, 2018, 6p.

BRASIL. IBGE. **Rebanho de Bubalinos (Búfalos)**. IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bubalinos/br>. Acesso em: 31 maio 2024.

BRITO, M.A.; BRITO, J.R.; ARCURI, E.F.; LANGE, C.C.; SILVA, M.R.; SOUZA, G.N. **Mastite**. EMBRAPA: Agronegócio do leite, Brasília, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/mastite#:~:text=Mastite%20C3%A9%20uma%20inflama%C3%A7%C3%A3o%20da,as%20bact%C3%A9rias%20os%20principais%20agentes. Acesso em: 31 maio 2024.

br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/gado_de_leite/pre-producao/qualidade-e-seguranca/qualidade/mastite#:~:text=Mastite%20C3%A9%20uma%20inflama%C3%A7%C3%A3o%20da,as%20bact%C3%A9rias%20os%20principais%20agentes. Acesso em: 31 maio 2024.

CALDERÓN-PARRA, J.; SANTIAGO, A.D.; DÍAZ, A. C. Infecciones por enterococos. **Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado**, [S.l.], v. 13, n. 50, p. 2909-2918, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.med.2022.02.020>

CARVALHO, L.B.; AMARAL, F.R.; BRITO, M.A.V.P.; LANGE, C.C.; BRITO, J.R.F.; LEITE, R.C. Contagem de células somáticas e isolamento de agentes causadores de mastite em búfalos (*Bubalus bubalis*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.l.], v.59, n.1, p.242–245, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352007000100039>

CAVALI, J., PEREIRA, R. G. Produção leiteira de búfalos. *In: SALMAN, A. K. D.; PFEIFER, L. F. M. (eds.). Pecúria leiteira na Amazônia*. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 17, p. 391-399. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1126184/1/cpafro-18470.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2025.

CRUZ, V. S.; BOECHAT, R.V.; ALMEIDA, I.C.; CLIPES, R.C.; DONATELE, D.M. Boas Práticas Agropecuárias (BPA) no controle e prevenção da mastite bovina—estudo de caso. **Enciclopedia Biosfera**, [S.l.], v.16, n.30, 2019. DOI: https://doi.org/10.18677/EnciBio_2019B9

CVETNIĆ, L.; SAMARDZIJA, M.; DUVNJAK, S.; HABRUN, B.; CVETNIC, M.; TKALEC, V. J.; DURICIC, D.; BENIC, M. Multi Locus Sequence Typing and spa Typing of *Staphylococcus aureus* Isolated from the Milk of Cows with Subclinical Mastitis in Croatia. **Microorganisms**, [S.l.], v.9, n.4, p.1-16, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9040725>

FRANCO, A. B.; MOURÃO, A. C.; GOUVEIA, F. M.; FREITAS, T. M. S. Mastite bovina e as suas

- consequências na saúde pública. **Pubvet**, [S.l.], v.16, n.10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n10a1233.1-10>
- GARCIA, S. N.; OSBURN, B. I.; CULLOR, J. S. A one health perspective on dairy production and dairy food safety. **One Health**, [S.l.], v.7, p.1-9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2019.100086>
- GAYATHRI, S. L.; BHAKAT, M.; MOHANTY, T. K. Early Detection of Sub-clinical Mastitis in Murrah Buffaloes through Udder Thermogram Analysis during the Natural Progression of Infection. **The Veterinary Journal**, [S.l.], v. 306, p. 106176, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2024.106176>
- GIMNECKI, R. D.; MOTTA, A. S. **Manual Informativo: Boas Práticas Agropecuárias em Bovinos Leiteiros**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2022. 41p.
- GONCAGÜL, G.; GUNAYDIN, E.; LISUZZO, A.; FIORE, E.; ÇOKAL, Y.; ZEYBEK, M. Do CMT, SCC, and Bacteriological isolation overlap in subclinical mastitis cases of Anatolian buffaloes? **Etilik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi**, [S.l.], v.34, n.1, p.1-10, 2023. DOI: <https://doi.org/10.35864/evmd.1274672>
- KUMAR, R.; TYAGI, N.; NAGPAL, A.; KAUSHIK, J. K.; MOHANTY, A. K.; KUMAR, S. Peptidome Profiling of *Bubalus bubalis* Urine and Assessment of Its Antimicrobial Activity against Mastitis-Causing Pathogens. **Antibiotics**, [S.l.], v.13, p.1-20, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics13040299>
- LANGONI, H.; SALINA, A.; OLIVEIRA, G. C.; JUNQUEIRA, N. B.; MENOZZI, B. D.; JOAQUIM, S. F. Considerações sobre o tratamento das mastites. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S.l.], v.37, p.1261-1269, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2017001100011>
- LOCATELLI, J.F.P.; NARDI-JÚNIOR, G.; FRANCO, J.F.; CICCONE, C.E. Importância do pré-dipping e pós-dipping no controle da mastite bovina. **Brazilian Journal of Development**, [S.l.], v.9, n.12, p.31100-31107, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv9n12-035>
- MASSOTE, V.P.; ZANATELI, B.M.; ALVES, G.V.; GONÇALVES, E.S.; GUEDES, E. Diagnóstico e controle de mastite bovina: uma revisão de literatura. **Revista Agrovetinária do Sul de Minas**, [S.l.], v.1, n.1, p.41-54, 2019.
- MAITY, S.; AMBATIPUDI, K. Mammary microbial dysbiosis leads to the zoonosis of bovine mastitis: a One-Health perspective. **FEMS microbiology ecology**, [S.l.], v.97, n.1, p.1-17, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1093/femsec/fiaa241>
- MELO, B.A. **Utilização da termografia infravermelha na detecção de mastite subclínica em búfalas mestiças Murrah x Jafarabadi (*Bubalus bubalis* – Linnaeus, 1758)**. 2023. 128 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia, Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.
- MELO, B. A.; SILVA, S. G. M.; SANTOS, M. T.; SILVA, P. C. V.; FRAGA, A. B. Abordagens da mastite em búfalas (*Bubalus bubalis*): uma revisão. In: RODRIGUES, N.J.L. (org.). **Ciência Animal e Veterinária: Inovações e Tendências**. Editora Científica Digital: São Paulo, 2022a. p. 10-27. (Volume 2). DOI: <https://doi.org/10.37885/220408742>
- MELO, B.A.; SILVA, S.G.M.; SANTOS, M.T.; SANTOS, T.M.C.; FRAGA, A. B. Perfil da mastite subclínica e frequência de micro-organismos isolados de búfalas mestiças (*Bubalus bubalis*). **Research, Society and Development**, [S.l.], v.11, n.4, p.1 - 17, 2022b. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27327>
- MESQUITA, A.A.; COSTA, G.M.; ALMEIDA, F.V.M.; DEMEU, F.A.; REIS, E.M.B. Mastite em rebanhos bubalinos e sua suscetibilidade a antimicrobianos. **Pubvet**, [S.l.], v.11, p.1-102, 2016. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v11n1.62-73>
- MORITZ, F.; MORITZ, C.M.F. Resistência aos antimicrobianos em *Staphylococcus* spp. associados à mastite bovina. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, [S.l.], v.3, n.2, p.132-136, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/revcivet.v3i2.34435>
- NARVÁEZ-SEMANADO, J.L.; DAZA-BOLAÑOS, C.A.; VALENCIA-HOYOS, C.E.; HURTADO-GARZÓN, D.T.; ACOSTA-JURADO, D.C. Diagnostic methods of subclinical mastitis in bovine milk: an overview. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, [S.l.], v.75, n.3, p.10077–10088, 2022. DOI: <https://doi.org/10.15446/rfnam.v75n3.100520>
- NASCIMENTO, A.J.S.; NARDI-JUNIOR, G.; OLIVEIRA, P.A.; BARBOSA-FANTIN, B.R.; DANTAS, A. Bubalinocultura no Brasil: principais raças, características e importância ao agronegócio. **Peer Review**, [S.l.], v.5, n.3, p.19-30, 2023. DOI: <https://doi.org/10.53660/193.prw213>
- NAYERI-FASAEI, B.; ASHRAFI TAMAI, I.; JOGHATAEI, S.M. First isolation of *Bacillus licheniformis* from bovine mastitis in Iran. **Archives of Razi Institute**, [S.l.], v.78, n.6, p.1690-1697, 2023. DOI: <https://doi.org/10.32592/ARI.2023.78.6.1690>
- NETO, O.J.A.G.; PONTES, L. S.; PEREIRA, D.R.; COSTA, J. A. Aspectos da cadeia produtiva de búfalos no Brasil: uma revisão. **RECIMA21: Revista Científica Multidisciplinar**, [S.l.], v.4, n.10, p.1-13, 2023. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i10.4188>
- OLIVEIRA, N.P.; BOTELHO, L.F.R.; RABELO, W.O.; PEREIRA, J.B. Influência do pré e pós dipping na qualidade de leite de búfalas murrah. **Revista do COMEIA**, [S.l.], v.1, n.2, p.41-49, 2019.
- PATEL, R.; KUNJADIA, P.; KORINGA, P.; JOSHI, C.; KUNJADIYA, A. Microbiological profiles in clinical and subclinical cases of mastitis in milking Jafarabadi buffalo. **Research in Veterinary Science**, [S.l.], v.125, p.94-99, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.05.012>
- PIZAURO, L.J.L.; SILVA, D.G.; SANTANA, A.M.; CLEMENTE, V. LARA, G.H.B.; LISTONI, F.J.P.; VAZ, A.C.N.; VIDAL-MARTINS, A.M.C.;
- RIBEIRO, M.G.; FAGLIARI, J.J. Prevalência e etiologia da mastite bubalina e contagem de células somáticas no leite, nas estações seca e chuvosa, em um rebanho bubalino do município de Analândia, Estado de São Paulo, Brasil. **Arquivo Brasileiro de**

- Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.l.], v.66, p.1703-1710, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-7259>
- PRADO, R.R.; FREITAS, E.A.; VALADARES-JÚNIOR, E.C.; COSTA, P.C.; SIQUEIRA, M.C.; ROSSI, D.A. *Staphylococcus* spp.: importantes riscos à saúde pública. **Pubvet**, [S.l.], v.9, p.348-399, 2015. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v9n8.363-368>
- PRICHULA, J. ZVOBODA, D.A.; PEREIRA, R.I.; SANTESTEVAN, N.A.; MEDEIROS, A.W.; MOTTA, A.S.; AZEVEDO, P.A.; GIORDANI, A.R.; FRAZZON, A. P.G. Perfil de suscetibilidade aos antimicrobianos e diversidade das espécies de enterococos isolados de leite cru de búfalas no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, [S.l.], v.20, n.2, p.104-109, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2014.056>
- PUERTO, M.; SHEPLEY, E.; CUE, R. I.; WARNER, D.; DUBUC, J.; VASSEUR, E. The hidden cost of disease: I. Impact of the first incidence of mastitis on production and economic indicators of primiparous dairy cows. **Journal of Dairy Science**, [S.l.], v.104, n.7, p.7932–7943, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19584>
- QUADROS, D.G.; ANDRADE, A.P.; SILVA, G.A.V.; KANEMATSU, C.H. Maior nível tecnológico e escala de produção propiciam melhor qualidade do leite e menor ocorrência de mastite bovina. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, [S.l.], v.17, p.1-13, 2019. DOI: <https://doi.org/10.7213/1981-4178.2019.17003>
- RICCI, G.D.; DOMINGUES, P.F. O leite de búfala. **Revista de educação continuada em medicina veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, São Paulo, v.10, n.1, p.14-19, 2012. DOI: <https://doi.org/10.36440/recmvz.v10i1.255>
- SANTIAGO, A. A. **Introdução dos Búfalos no Brasil**. Associação Brasileira de Criadores de Búfalos. 2016. p. 1-13. Disponível em: https://bufalo.com.br/wp-content/uploads/2016/01/historico_bufalos.pdf. Acesso em: 27 mar. 2025.
- SANTOS, C.C.; ACORDA, J.A.; VILLANUEVA, M.A.; CONSTANTE, J.L.; FERNANDEZ-COLORADO, C.P. Relationship of B-mode ultrasonography features of the mammary gland and teat with california mastitis test finding and somatic cell count in dairy buffaloes (*Bubalus bubalis* Linnaeus, 1758) with subclinical mastitis. **Philippine Journal of Veterinary and Animal Sciences**, [S.l.], v.49, n.2, p.49-58, 2023.
- SANTOS, R. L., NASCIMENTO, E. F., EDWARDS, J. F. Sistema reprodutor Feminino. In: SANTOS, R. L.; ALESSI, A. C. (eds.). **Patologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Roca, 2016. p.1280-1283.
- SANTOS, M. V. Como a CCS varia nas vacas com mastite clínica?. **MilkPoint**, 20 set. 2022. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veiga-dos-santos/como-a-ccs-varia-nas-vacas-com-mastite-clinica-231431/?acao=87e245c1-8e92-4a76-b6fd-8c409f20929b>. Acesso em: 31 maio 2024.
- SANTOS-JÚNIOR, D.A.; MATOS, R.A.T.; MELO, D.B.; GARINO-JÚNIOR, F. SIMÕES, S.V.D.; NETO, E.G.M. Etiologia e sensibilidade antimicrobiana in vitro de bactérias isoladas de cabras com mastite no Sertão e Cariri paraibano. **Ciência Animal Brasileira**, [S.l.], v.20, p.1-11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1089-6891v20e-44848>
- SINGHA, S.; KOOP, G.; RAHMAN, M.; CECILIANE, F.; ADDIS, M.F.; HOWLADER, M.R.; HOSSAIN, M.K.; PICCININI, R.; LOCATELLI, C.; PERSSON, Y.; BRONZO, V. Pathogen group-specific risk factors for intramammary infection in water buffalo. **Plos One**, [S.l.], v. 19, n. 4, p. 1-15, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299929>
- SILVA, A.T.F.; MOTA, R. A. **Mastite: perguntas e respostas**. Recife: EDUFURPE, 2019. 58p.
- SILVA, A.T.F.; RIZZO, H. Efeitos da mastite por *Staphylococcus* coagulase negativa sobre a qualidade do leite: uma revisão. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, [S.l.], n.32, 2019.
- SILVA, M.V.M.; NOGUEIRA, J.L. Mastite: controle e profilaxia no rebanho bovino. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.8, n.15, p.1-13, 2010.
- SILVA, S.L.; JUNIOR, G.N. Produção de derivados bubalinos e mercado consumidor. **Tekhne e Logos**, [S.l.], v.5, n.1, p.15-30, 2014.
- SOUZA, S. A.; CARVALHO, T. S.; SANTOS, I. O. S.; PEREIRA, K. A. S.; SILVA, V. B. Mastite em caprinos leiteiros. **Research, Society and Development**, [S.l.], v.12, n.12, p.1-9, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i12.43999>
- TANAKA, S.; KOBAYASHI, T.; SONGJINDA, P.; TATEYAMA, A.; TSUBOUCHI, M.; KIYOHARA, C.; SHIRAKAWA, T.; SONOMOTO, K.; NAKAYAMA, J. Influence of antibiotic exposure in the early postnatal period on the development of intestinal microbiota. **FEMS Immunology & Medical Microbiology**, [S.l.], v.56, n.1, p.80-87, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2009.00553.x>
- ULSENHEIMER, B.C.; CADURI, T.M.; ROSA, S.K.D.; VIERO, L.M.; VIANA, L.R. Perfil bioquímico e de sensibilidade de *Escherichia coli* isoladas de leite mastítico bovino. **Revista Contexto & Saúde**, [S.l.], v. 22, n. 46, p. 1-9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21527/2176-7114.2022.46.10935>
- UNESP. **Tipos de revisão de literatura**. Unesp: Biblioteca prof. Paulo de Carvalho Mattos, Botucatu, 2015. p. 1-9. Disponível em: <https://www.fca.unesp.br/Home/Biblioteca/tipos-de-evisao-de-literatura.pdf>
- VAGHELA-NILESHKUMAR, R.; HAITI, S.; GAWAI, K.; SREEJA, V. Food Borne Pathogens: A Threat To Dairy Industry. **Research & Reviews: Journal of Dairy Science and Technology**, [S.l.], v.4, n.1, p.28-36, 2015. DOI: <https://doi.org/10.37591/rrjodst.v4i1.410>
- VIANNI, M.C.E.; LÁZARO, N.S. Perfil de susceptibilidade a susceptibilidade a antimicrobianos em amostras de cocos Gram-positivos, catalase negativos, isoladas de mastite subclínica bubalina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S.l.], v.23, p.47-51, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2003000200001>
- ZIMERMANN, K.F.; ARAUJO, M.E.M. Mastite bovina: agentes etiológicos e susceptibilidade a antimicrobianos. **Revista Campo Digital**, [S.l.], v. 12, n. 1, 2017.



www.epagri.sc.gov.br



www.youtube.com/epagritv



www.facebook.com/epagri



www.instagram.com/epagri



linkedin.com/company/epagri



<http://publicacoes.epagri.sc.gov.br>



www.x.com/EpagriOficial