

Agropecuária Catarinense



ISSN 0103-0779 (impresa)
ISSN 2525-6076 (on-line)
DOI 10.52945/rac
Vol. 36, nº 1, jan./abr. 2023



SCS380 Inca e SCS381 Coqueiral: cultivares catarinenses de mandioquinha-salsa

Ecofisiologia do pessegueiro:
cultivares e dormência

Melhoramento genético: cultura
do arroz e da soja

Piscicultura: potencial de
espécies de peixes para Santa Catarina

Agropecuária Catarinense

Indexada à Agrobases, CAB International, Diadorim, DOAJ, Latindex, Redib, PKP Index, Agris-FAO,
Portal de Periódicos - Capes e Portal de Periódicos de Livre Acesso - CNEN



Governador do Estado
Jorginho dos Santos Mello

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

Presidente da Epagri
Dirceu Leite

Diretores

Célio Haverroth
Desenvolvimento Institucional

Fabírcia Hoffmann Maria
Administração e Finanças

Gustavo Gimi Santos Claudino
Extensão Rural e Pesca

Reneý Dorow
Ciência, Tecnologia e Inovação



Comitê de Publicações/Publication Committee

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

Conselho Editorial/Editorial Board

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

Colaboraram como revisores técnico-científicos nesta edição

Alberto Höfs
Alcido Elenor Wander
Alexandre Tavares Duarte de Oliveira
Antonia Mirian Nogueira de Moura Guerra
Augusto Carlos Pola
Bruno Corrêa Silva
Caetano Miguel Lemos Serrote
Cláudio Keske
Clevison Luiz Giacobbo
Cristiane de Lima Wesp
Dadzie Carlos João Tarua
Edivânio Rodrigues Araújo
Edson Luiz de Souza
Felipe Bermudez Pereira

Gabriel Berenhauer Leite
Gilberto Nava
Jorge de Matos Casaca
Juliana Bernardi Ogliari
Laerte Reis Terres
Leandro Hahn
Lêlisângela Carvalho da Silva
Leosane Cristina Bosco
Lilian de Pellegrini Elias
Luadir Gasparotto
Lucymeire Souza Morais Lino
Marcelo Couto
Marcelo Silva Pedroso
Monique Souza

Murilo Schramm da Silva
Paula Beatriz Sete
Paulo Henrique Caramori
Rafael Pio
Rafael Ricardo Cantú
Roberth Andres Villazon Montalvan
Roberto Luis Weiler
Robson Marcelo Di Piero
Rogério Luiz Backes
Samuel Alex Coelho Campos
Sergio Augusto Ferreira de Quadros
Silvano Garcia
Stefany Arcari
Sydney Antonio Frehner Kavalco

Lista dos editores de seção

Dr. Alexander de Andrade, Epagri/EEI
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. Glaucia A. Padrão, Epagri/Cepa
Dr. Leonardo Brunetto, UFSC
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. Mariguele, Epagri/EEI
Dr. Leandro Hahn, Epagri/EECd
Dr. Leonardo Araujo, Epagri/EESJ
Dr. Luiz C. P. Martini, UFSC
Dr. Marcio Sonego, 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/EEI
Dr. Rafael R. Sabião, Epagri/Cepaf
Dra. Renata S. Resende, Epagri/EEI
Dr. Rogerio Luiz Backes, UFSC
Dr. Tiago C. Baldissera, Epagri/EEI
Dr. Ubirajara M. da Costa, Udesc
D.Sc. Vinícius Caliarí, Epagri/EEV

Sumário

O moto-contínuo da inovação	5
Edson Silva	
Panorama da produção de sementes de soja em Santa Catarina.....	8
Haroldo Tavares Elias, Mariana Bertoncini Peixoto da Silva e João Guilherme Dal Belo Leite	
Uso da ressincronização precoce como modelo para bovinocultura de corte em pequenas propriedades catarinenses	12
Raissa Alves de Carvalho, Diullay Cássia Venâncio Amaral, Danieli Christmann Alves Rodrigues, Maicon Gaissler Lorena Pinto, Márcio Angelo Titon, Lucio Pereira Rauber	
Padrão de polpa de maçãs ‘SCS443 ISADORA’ após longo período de armazenagem em atmosfera do ar refrigerada	15
Marcus Vinicius Kvitschal, Rafaela Chiesa, Luiz Carlos Argenta, Frederico Denardi e Marcelo Couto	
Avaliação de características físico-químicas de substratos comerciais utilizados na produção de mudas de maracujazeiro-azedo.....	18
Marina Martinello Back, Henrique Belmonte Petry, Gilmar Schafer e Darlan Rodrigo Marchesi	
Desempenho agrônômico de batatas-doces submetidas a doses de fertilizante mineral	21
Jéssica Colombo, André Sordi, Claudia Klein, Joziane Batiston, Cleber Gustavo Lenhardt, Dolvan Biegelmeier e Gustavo Lippert	
INCA e COQUEIRAL: primeiros cultivares catarinenses de mandiocquinha-salsa	25
Eduardo da Costa Nunes, Marcelo Zanella e Carlos Alberto Koerich	
Estimativa da área de cebola por meio de imagens de satélites para os municípios de Ituporanga e Imbuia, SC, Brasil.....	30
Lucas Kreutzfeld, Caio Bustani Andrade e Luiz Carlos Pittol Martini	
Avaliação do potencial das espécies de peixes mais cultivadas na piscicultura continental do estado de Santa Catarina	37
Luiz Fernando de Novaes Vianna	
Desempenho agrônômico de cultivares de arroz irrigado cultivado em diferentes épocas de semeadura em Santa Catarina	44
Jussara Cristina Stinghen, Julio Marcos Catoni e Luis Sangoi	
Respostas de cultivares de bananeiras do subgrupo Prata tratadas com fungicidas sob condições subtropicais..	50
André Boldrin Beltrame, Ramon Felipe Scherer	
Influência das variáveis ambientais na emissão de hastes florais de cebola em clima subtropical em Santa Catarina, Brasil	55
Hamilton Justino Vieira, Francisco Olmar Gervini de Menezes Junior, Everton Blainski e Joelma Miszinski	
Previsão de colheita de maçãs com base na soma térmica	62
Gabriel Berenhauser Leite ¹ , Carlos Eduardo Sales de Araújo ² , Wilian Silva Ricce ³ e Marcelo Couto ⁴	
Coping strategies to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic on agricultural household income in Osun state, Nigeria	67
Kolawole Adelekan Adeloye, Dixon Olutade Torimiro and Damilare Samuel Olufemi	
Agronomic performance in different segregating soybean progenies	73
Gustavo Matheus Lenhardt, Ivan Ricardo Carvalho ¹ , Murilo Vieira Loro, Eduarda Donadel Port, Francine Lautenchleger and Leonardo Cesar Pradebon	
Varição na data de plena floração do pessegueiro em função das temperaturas na endo e ecodormência: um modelo teórico	81
Augusto Carlos Pola, Emilio Della Bruna, Henrique Belmonte Petry e Alexander Luis Moreto	
Phenology and fruit quality of peach cultivars under the subtropical climatic conditions of Cerro Largo, RS, Brazil	87
Helena Konarzewski Posser, Sidinei Zwick Radons, Débora Leitzke Betemps, Bruna da Rosa Dutra and Jorge Gustavo Pinheiro Barbosa	
Etiologia, sintomatologia e controle da roseliniose em fruteiras.....	92
Leonardo Araujo, Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto, Cláudio Ogoshi e Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza	

INDEXAÇÃO: Agrobases (Mapa); Agris (FAO); Diadorim (Ibict); CAB internacional; DOAJ; FSTA; PKP Index; Periódicos da Capes; Revistas de Livre Acesso (CNEN); Redib (Rede Ibero Americana de Inovação e Conhecimento Científico); Latindex (catálogo 2.0), Oasis (Ibict) and La referencia (Rede Federada de Repositórios Institucionais de Publicações Científicas).

AGROPECUÁRIA CATARINENSE é uma publicação da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502, 88034-901 Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, fone: (48) 3665-5000, fax: (48) 3665-5010, site: www.epagri.sc.gov.br.

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

Editor-chefe: Rosana Kokuszka

Editores técnico: Lucia Morais Kinceler
Luiz Augusto M. Peruch
Márcia Cunha Varaschin
Paulo Sergio Tagliari

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

DIAGRAMAÇÃO E ARTE-FINAL: Victor Berretta

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

FOTO DA CAPA: Marcelo Zanella

DOCUMENTAÇÃO: José Carlos Gelsleuster

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

FICHA CATALOGRÁFICA

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

Editada pela Epagri (1991 –)

Trimestral

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

1. Agropecuária – Brasil – SC – Periódicos.

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

CDD 630.5

Editorial

A revista *Agropecuária Catarinense* (RAC) completa 35 anos de existência em 2023. Nesse período a ela nasceu, cresceu, patinou e voltou a se reinventar nos últimos anos. Nascida em 1988 nos tempos de Empasc, a revista passou por vários ciclos. Seções nasceram e morreram, informações importantes foram publicadas (algumas somente na RAC), equipes editoriais foram e vieram... Talvez seja difícil dizer quais mudanças foram as mais importantes na história da revista. Por este motivo, vou falar de uma das mais recentes e seus desdobramentos, a sua publicação on-line.

Alguns esforços de digitalização da revista ocorreram ao longo do tempo. Quando a *Agropecuária Catarinense* completou 20 anos, seu acervo foi digitalizado e disponibilizado em um CD-ROM, sendo distribuído para pesquisadores, técnicos, bibliotecas etc. Logo depois, em 2009, foi disponibilizada na internet em uma plataforma gratuita para publicações de periódicos, mas este formato não permitia a permeabilidade nem a interoperabilidade desejada na Internet. A grande virada vem a partir de 2016, quando passou a ser publicada na sua versão *on-line* pelo sistema *Open Journal Systems* (OJS). Primeiro cresceu timidamente, mas depois foi ganhando relevância. Era preciso conhecer o sistema com profundidade e buscar novos indexadores. No mar da internet tem que aprender a surfar...

Os números mostram a evolução da revista nos últimos anos. Somente em 2022 seus artigos foram acessados por mais de 100 países com cerca de 123 mil downloads dos trabalhos, sem contar as visualizações nos diferentes indexadores; foram conquistados mais indexadores, somando 13 bases, que ajudam a revista a ter mais visibilidade, mas podemos ir bem mais longe... Em tempos de *preprints*, repositórios de dados abertos e chatGPT, a necessidade de continuar aprimorando a revista é fundamental.

Nesta edição, destacamos os novos cultivares de mandioquinha-salsa, os trabalhos com pessegueiro e de melhoramento vegetal. Os cultivares SCS380 INCA e SCS381 COQUEIRAL foram lançados recentemente pela Epagri e apresentam inúmeras vantagens comparados com o cultivar padrão mais plantado no Brasil. Alto potencial produtivo de raízes, boa adaptabilidade e resistência às pragas e às doenças são algumas das características dos novos cultivares. Além da mandioquinha-salsa, também fazem parte dessa edição os artigos com pêssego abordando a sua fisiologia e o desempenho de cultivares. No artigo sobre fisiologia, avaliou-se a relação da floração e as temperaturas na fase de dormência dessa frutífera. No trabalho com cultivares foram caracterizados quatro cultivares quanto aos seus aspectos gerais em uma região de clima subtropical do Rio Grande do Sul. Nos trabalhos de melhoramento vegetal foram destaque as culturas do arroz e da soja. No artigo com cultivares do arroz, determinou-se que o desempenho de cultivares de arroz irrigado foi influenciado pelas épocas de semeadura. No trabalho com soja, avaliou-se o progresso de um programa de melhoramento da soja, avaliando vários parâmetros da planta e seus ganhos no período de 2012 a 2020.

Convidamos você a participar dos 35 anos da revista *Agropecuária Catarinense*! Submeta o seu artigo e faça parte da história da revista!

Revista Agropecuária Catarinense

A ciência não pode parar!

Science cannot stop!



DOC 351 - Normas Técnicas específicas para a Produção Integrada de Cebola (Impresso/*On-line*). 32p.

A Epagri publicou as Normas Técnicas da Cebola (NTE) que abrange todos os processos conduzidos na produção agrícola, desde a implantação da cultura, a adubação, o manejo do solo, a irrigação até a colheita e a pós-colheita dos bulbos. A publicação também aborda o monitoramento de resíduos de agrotóxicos, legislação trabalhista, métodos de embalagem, registros, tudo com base nos conceitos de produção integrada. As normas permitem o controle dos processos produtivos tanto por parte do produtor, quanto da assistência técnica e da certificadora, possibilitando a implantação da rastreabilidade do produto, uma exigência do mercado consumidor nacional.



Livro - Cultivo do morangueiro em sistema semi-hidropônico (Impresso). 316p.

A produção de morangos é uma atividade praticada por pequenos agricultores e se destaca por contribuir para a geração de renda, emprego e fixação dos trabalhadores no meio rural. No Brasil, mais de 98% da produção está concentrada nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Distrito Federal, São Paulo, Espírito Santo e Santa Catarina. Os capítulos deste livro, ricamente ilustrados, abordam o panorama da produção, o melhoramento genético, os cultivares, a fisiologia, a produção de mudas em viveiros e a legislação. Nesta obra estão registrados ainda a tecnologia de produção (ambientes protegidos, bancadas e substratos), os manejos fitotécnico, nutricional e fitossanitário e o custo de produção do cultivo do morangueiro em sistema semi-hidropônico.



BD 165 - Resgatando histórias da culinária de Capinzal (Impresso/*On-line*). 101p.

Esse boletim didático foi idealizado com o objetivo de resgatar receitas e ingredientes típicos da região de Capinzal, através de relatos e preparo de receitas com mulheres que residem nas comunidades rurais do município. Procura valorizar o saber-fazer e resgatar a afetividade das lembranças vividas. Além disso, a publicação busca motivar o cultivo e o consumo de alimentos regionais para autoabastecimento e comercialização do excedente como prática de segurança alimentar e nutricional. O boletim estimula a discussão sobre os velhos hábitos alimentares, a cultura local, o plantio e os cultivos que promoveram o crescimento e o desenvolvimento da região: o milho, o feijão, o trigo, a erva-mate, a bovinocultura, a suinocultura, as aves e todos os alimentos que ainda hoje são a base da agricultura local.

Contato: demc@epagri.sc.gov.br



BD 166 - Mandioca de mesa: tecnologias para o cultivo sob mulching plástico (Impresso/*On-line*). 101p.

A mandioca pode ser considerada um dos principais legados de nossos antepassados às gerações atuais e futuras. É com frequência considerada “o mais brasileiro dos cultivos” e talvez nosso maior exemplo de sucesso na domesticação de uma espécie vegetal. Em Santa Catarina a produção desta lavoura está intimamente associada à agricultura familiar. As pesquisas e as ações de extensão da Epagri propiciaram importantes avanços nas técnicas de produção, de seleção e de indicação de cultivares mais adequados às condições catarinenses. Este boletim didático apresenta a tecnologia do mulching ou cobertura plástica que promove mais sustentabilidade, geração de renda e qualidade de vida aos pequenos agricultores, além de condições de trabalho mais humanizadas à cadeia produtiva.



DOC 355 - Anais 2º Workshop de Ciência e Inovação em Pecuária (*On-line*). 132p.

O Workshop de Ciência e Inovação em Pecuária (WorkPec) é um evento de cunho técnico-científico organizado a cada dois anos. A primeira edição foi realizada em setembro de 2020 e a segunda em 2022. É todo no formato virtual, com a proposta de difundir os avanços no conhecimento em pecuária e levá-los a pesquisadores, extensionistas, produtores, lideranças, acadêmicos e a sociedade, além de gestores de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento rural. Este 2º WorkPec, que registrou 56 manuscritos submetidos, busca consolidar a expressiva contribuição para a difusão de conhecimentos nas áreas de pastagens e forragicultura, produção de bovinos e ovinos de corte e leite, biotecnologia, homeopatia na pecuária, indicação geográfica e outros signos distintivos, apicultura e desenvolvimento sustentável.



BD 164 - Proteções de nascentes (Impresso/*On-line*). 35p.

A proteção de nascentes, também chamada de proteção de fonte, é uma tecnologia ambiental e social de baixo custo utilizada em muitas propriedades rurais para impedir o assoreamento da fonte e a queda de materiais orgânicos no seu interior. São várias alternativas que os extensionistas e pesquisadores criaram, adaptaram e difundem para permitir a abundância de água nas propriedades rurais familiares, com potabilidade e disponibilidade, sem grandes investimentos e com sustentabilidade ambiental. A proteção de fonte mais conhecida é o modelo Caxambu, que foi desenvolvida no final da década de 1980 no município de Caxambu do Sul, Santa Catarina. Esse documento apresenta procedimentos básicos para a instalação dos principais modelos de proteções de fontes utilizados no estado, reconhecidos pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente (Consema) como atividades eventuais e de baixo impacto ambiental.

O moto-contínuo da inovação

Edson Silva¹

Nunca na história da ciência a palavra ‘inovação’ foi tão mencionada como agora. Uma busca rápida no Google mostra mais de 200 milhões de menções ao termo. As abordagens encontradas são múltiplas e chegariam ao limiar do infinito se o nosso recurso não fosse limitado pelo algoritmo.

Na engenharia do conhecimento, as ontologias facilitam a integração dos sistemas e a interação homem-máquina, revolucionando as rotinas em todos os setores, seja no Vale do Silício, seja nas atividades ligadas ao setor primário. Estudos avançados distinguem uma ideia inovadora de outra apenas criativa. Descrevem-se em microdetalhes as atividades e os diferentes tipos de inovação lançados no mercado. A corrida atrás de tecnologias disruptivas, capazes de romper com os modelos vigentes, tornou-se um imperativo que caracteriza a atualidade. Mas o que é inovação e o que esse conceito significa hoje em dia?

Diversos são os requisitos a serem preenchidos para se considerar uma tecnologia efetivamente inovadora: adoção, pertinência, relevância social ou econômica. Ironicamente, não é simples aceitar o modo substancial como algumas inovações aparentemente toscas são capazes de alterar um processo e mudar radicalmente o comportamento das pessoas. Essa dificuldade surge sobretudo por questões culturais, mas também porque ainda é um desafio prever ou dimensionar com precisão o impacto das novas tecnologias em nossas vidas.

Sabemos que a evolução da ciência e das tecnologias não ocorreu por acaso em nenhum período da história, nem mesmo nos momentos mais obscuros da civilização. Até o início do século 16, quando o discurso religioso ainda predominava, sobrava pouco espaço para projetos colaborativos e inovadores.

Durante séculos as religiões e as igrejas forneceram às pessoas um sentido baseado em valores morais. Com o

Iluminismo, boa parte desses dogmas foi suplantada. O princípio de que o conhecimento deveria buscar respostas às questões existentes na vida, mesmo que isso invalidasse o modelo explicativo das religiões, entrou em vigor. O conflito criado pelos enciclopedistas franceses do século 18 colocou cientistas e religiosos em rota de colisão, gerando inúmeros atritos e antagonismos entre o Estado e a Igreja. Tais atritos permanecem vivos e se renovam hoje em dia. Ciência e religião, cada uma a seu modo, exigem lealdade e fé constantes e representam sistemas antagônicos que não abrem mão de exclusividade.

Esse cenário só começou a se alterar com os pensadores desde o fim do Renascimento (Francis Bacon e outros) e as primeiras tentativas de se estabelecer um método baseado na racionalidade; essa transição torna-se mais evidente com René Descartes, no século 16. Mas o culto à ciência ganhou impulso mesmo no início do século 18, quando pensadores e cientistas já tinham acumulado conhecimentos que suplantavam tudo o que até então era considerado como saber válido. Essa visão tornou-se cristalina no século 20 entre pensadores como Karl Popper e seu método científico baseado em Repetição, Casualidade e Controle.

O processo de industrialização ganhou velocidade com o uso das invenções e das novas tecnologias desenvolvidas pela ciência, principalmente na Inglaterra e na Alemanha. A inovação passou a ser vista como um termo associado à ciência e à indústria no século XIX, quando a Revolução Industrial passou a utilizar uma linguagem mais específica para descrever suas “invenções”, particularmente as invenções técnicas.

Hoje, após várias guerras e revoluções, a ciência conta com um arsenal de recursos quase ilimitado de autocontrole, mesmo deixando escapar externalidades negativas. A série de protocolos e ferramentas (*peer evaluation*, comissões de ética, etc.) à nossa disposição

nos permite melhorar continuamente a qualidade dos processos, incluindo os de ensino e pesquisa. Isso não significa que “podemos achar uma inovação todo dia em cada esquina” – como vi numa frase pichada em um muro na cidade de Londres –, ou que seja possível desenvolver inovações como se elas fossem *commodities*.

O fato é que as cobranças nos chegam diariamente no atacado e no varejo e há, em todas as áreas do conhecimento, uma pressão enorme para que as tecnologias tenham aplicação imediata. O curioso é que algumas tecnologias, como a penicilina e a vacina da Pfizer para covid-19 foram praticamente geradas por acaso. Outras tecnologias, como a invenção do Teflon, em 1938, não tiveram uso imediato. O politetrafluoretileno (sigla PTFE), uma substância que resiste ao calor e a ácidos corrosivos, acabou sendo reaproveitado mais tarde nos foguetes enviados ao espaço. Outro exemplo curioso é o telefone com videochamadas, criado em 1964, mas que se tornaria popular somente no final de século 20, com o nome de *smartphone*.

O mundo capitalista é baseado em inovações para o mercado, de preferência numa escala gigantesca. Em 1942, Joseph Schumpeter formulou a teoria da Destruição Criativa, em que propõe que o novo deve ser gerado para substituir o velho, estimulando o consumo, a geração de empregos e a produção de bens materiais, e aportando eficiência aos processos. Nesta perspectiva, uma sugestão óbvia pode, de repente, se transformar numa ideia genial. Inovar, nesta acepção, poderia ser simplesmente a capacidade de estabelecer novas combinações.

Inovação também não é necessariamente o mesmo que tecnologia. Embora para inovar se use a tecnologia, nem toda inovação é tecnológica. Uma atividade muitas vezes não precisa de uma nova tecnologia, mas de uma ideia, uma maneira, um novo método de pro-

¹ Eng.-agr., Dr., Epagri/Deplan, Rod. Admar Gonzaga, 1347, 88034-901, Florianópolis, SC, E-mail: edson@epagri.sc.gov.br.

dução para se tornar inovadora.

Um dos fabricantes de Ajinomoto, certa vez, queria aumentar as vendas. Então, alguém sugeriu: basta aumentar o tamanho dos furos do saleiro em que o produto era servido. Bingo! Conforme Belmiro Castor afirma em 1986, entre as diversas funções da inovação, as principais têm como foco a tecnologia apropriada e visam aprimorar a eficiência econômica, a escala de produção e a densidade de capital e trabalho. Além disso, as inovações atualmente buscam a simplicidade e têm objetivos como reduzir a exploração de recursos, diminuir a agressividade ambiental, aumentar a autonomia e promover a autossuficiência.

Ainda segundo Schumpeter, a inovação deve considerar a gestão dos processos e preencher três condições: a) em um dado período temporal, deve considerar as possibilidades mais distintas ou vantajosas do ponto de vista econômico; b) o acesso limitado a essas possibilidades é relativo, uma vez que essas limitações geralmente estão associadas a qualificações pessoais necessárias ou a fatores externos; c) a situação econômica deve permitir cálculo de custos e planejamento confiável. Só assim a proposta será capaz de comprovar uma situação de equilíbrio econômico. Além disso, a inovação está ligada basicamente a três fatores: a) a criatividade, que é a capacidade de criar algo novo em uma determinada situação ou de encontrar uma nova solução para o problema; b) o valor, que é o ponto central da inovação; c) a geração de valor, que é a razão de existir o processo de inovação.

A gestão da mudança é outra condição fundamental para que a inovação seja considerada, na prática, bem-sucedida. A inovação, neste sentido, só será possível se os clientes aceitarem a novidade e se apropriarem dela, promovendo uma socialização da inovação. *Grosso modo*, isso poderia ser entendido como a “satisfação do cliente”.

Tipos de inovação

Não há fórmulas para quem deseja inovar, mas atualmente existem

ambientes favoráveis à inovação. Estes ecossistemas são denominados de “Hubs de Inovação” e têm como função estimular a interação entre os diferentes agentes para o surgimento de ideias inovadoras.

Embora os *hubs* funcionem de modo virtual, favorecem o contato entre as diferentes instituições (*startups*, investidores, universidades e corporações) ligadas à inovação. Tais ecossistemas funcionam de forma aberta, possuindo inúmeros modelos de transformação e diferentes jornadas de aprendizagem, conforme a área de atuação. Sua proposta é facilitar ao máximo a troca de ideias e experiências, criar um ambiente aberto, inventivo e que permita o surgimento de tecnologias disruptivas e quebras de barreiras. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, no ano de 1995, há quatro tipos de inovação: inovação de produto, inovação de processo, inovação organizacional e inovação de marketing.

De acordo com a Universidade de Rouen, na França, em 2022, e anteriormente Joe Tidd e John Bessant, em 2015, entre outros, é possível sintetizar as inovações na forma que pode ser visualizada na Figura 1.

Inovação de síntese

A inovação de síntese ou disrupti-

va é considerada a mais “arriscada”: é aquela com a relação mais vantajosa de impacto de mercado para dificuldades tecnológicas. Geralmente, traz um novo paradigma ao segmento de mercado, que modifica o modelo de negócios vigente.

Inovação incremental

Ocorre por meio de pequenas melhorias contínuas em produtos ou em linhas de produtos. Geralmente representa pequenos avanços nos benefícios percebidos pelo consumidor e não modifica de forma expressiva a forma como o produto é consumido ou o modelo de negócio.

Inovação radical ou de ruptura

Representa uma mudança drástica na maneira que o produto ou o serviço é consumido. Geralmente traz um novo paradigma ao segmento de mercado, que modifica o modelo de negócios vigente.

É quando se descobre necessidades e inventa-se produtos e serviços que as supram ou que facilitem a vida das pessoas. É disso que trata a inovação de ruptura (*disruptive innovation*), conceito criado por Clayton Christensen, professor da Harvard Business School.



Figura 1. Tipos de inovação técnica e sua relação com o marketing

Inovação arquitetural

É a combinação de tecnologias e habilidades que já existem e que são montadas visando atingir um novo mercado. Objetiva obter ou manter a posição de líder no mercado consumidor e está centrada na criação de novos produtos, recursos ou serviços que se diferenciem de todos os seus concorrentes. Um exemplo são os relógios digitais com diversas tecnologias já existentes. É preciso salientar que todas as concepções são eivadas de marketing do que se inova e, muitas vezes, de proteção da propriedade intelectual.

Todos os tipos de inovação descritos devem estar fortemente ligados ao marketing.

Enquanto a inovação de produto visa alterar os atributos do produto e mudar a forma como ele é percebido pelos consumidores, a inovação de processo se distingue por mudar o modo de produção do produto ou do serviço. Ela não gera necessariamente impacto no produto final, mas produz benefícios no processo de produção, geralmente com aumento de produtividade e redução de custos.

A inovação organizacional ou inovação de modelo de negócio considera mudanças no modelo de negócio. Ela busca alterar a forma como o produto ou serviço é oferecido ao mercado. Não implica necessariamente mudanças no produto ou mesmo no processo de produção, mas na forma como que ele é levado ao mercado.

Partindo das definições do Manual de Oslo de 1990, lançado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), David Doloreux, Giacomo Beccatinni e outros discutem o conceito de inovação regional, em que estariam envolvidos e conectados os diversos atores das diferentes regiões. Apesar de ser um conceito um tanto difuso, atualmente é bastante difundido. A proximidade dos atores numa determinada região cria condições que facilitam a troca de conhecimentos. Essas condições também aceleram os processos de aprendizagem e permitem que os agentes respondam de forma rápida às mudanças que estão

ocorrendo no ambiente competitivo no qual estão inseridos.

A geografia e a existência de instituições auxiliam na interação entre os atores. Entretanto, esses atores sozinhos não são suficientes para sustentar a inovação de forma sistêmica. Uma certa autonomia para elaborar políticas e uma mentalidade arrojada seriam, portanto, as condições necessárias para abrir espaço para a inovação.

A inovação nos Agroecossistemas

Atualmente, a corrida por tecnologias e processos inovadores transformou-se numa verdadeira febre entre jovens empreendedores. Trata-se de um fenômeno típico da modernidade, que está promovendo a competitividade nos mercados de um modo inusitado na história, mas que exige técnica, habilidade e conhecimento sofisticado.

O setor agropecuário é um campo fértil para projetos inovadores. As empresas estaduais de pesquisa agropecuária que existem no Brasil têm um papel importante e colaboram neste processo. São instituições de ciência e tecnologia (ICTs) que possuem estações de pesquisa, laboratórios, infraestrutura e articulação com tomadores de decisões regionais, além de corpo técnico capacitado e inserção nos ecossistemas de inovação.

Outros aspectos favoráveis ao desenvolvimento do meio rural presentes no sul do Brasil são a geografia diversificada e o perfil dos colonizadores dos estados sulistas, que trouxeram para a região culturas e habilidades típicas de sua origem. A produção agrícola, muitas vezes ligada a estas tradições, tem características singulares, pois eles souberam se apropriar de tecnologias pré-industriais e agregaram escala aos processos rudimentares que havia na região. Não obstante, todo este conjunto de atividades e iniciativas apresenta oportunidade e/ou até requer inovações.

Estes fatores, associados de forma inteligente, podem contribuir para o desenvolvimento regional, incorporan-

do novas ferramentas e conectando pessoas que podem agregar valor, riqueza e competitividade aos sistemas produtivos. Esses núcleos, neste aspecto, acabam se formando mesmo que informalmente entre os atores dos processos, e os avanços surgem para facilitar a interação, as pesquisas, a logística e a comercialização.

Comércio, redes de comunicação social, organizações virtuais etc.

Na extensão rural e na pesquisa agropecuária, o ambiente virtual é um espaço ainda subutilizado, considerando-se o seu potencial, mesmo que as tecnologias já estejam sendo usadas em diversas áreas. Mas pode-se dizer que a coleta de dados e informações por meio de georreferenciamento, avaliação de recursos ambientais, emissão de laudos técnicos nas áreas de meteorologia e fitossanidade são rotina atualmente. Sem dúvida, este é um nicho extraordinário para a inovação. O mesmo pode ser dito sobre os produtos típicos de uma região, características culturais ou mesmo os serviços ambientais em prol dos agricultores e da população urbana. Mesmo o metaverso do comércio no meio rural cresce muito, facilitando o contato produtor-consumidor.

Por mais que o cenário seja favorável, nem todo projeto técnico torna-se viável só porque conta com os recursos previstos conforme os cálculos. Por exemplo, o citrato de sildenafila foi desenvolvido para combater doenças coronarianas e casualmente se descobriu outra função. A vacina Pfizer anti-covid era desenvolvida para combater câncer por uma *startup*. O imponderável, no setor agropecuário, é uma constante. O produtor precisa obter os dados, gerar e acessar as informações e utilizá-las ao seu favor. Por isso, a gestão da informação é vital para detectar necessidades e tendências e promover a inovação e o desenvolvimento. Assim, a habilidade de captar, avaliar e transformar dados disponíveis em informação de valor é uma das principais virtudes do gestor que se define como um sujeito inovador.

Panorama da produção de sementes de soja em Santa Catarina



Haroldo Tavares Elias¹, Mariana Bertoncini Peixoto da Silva² e João Guilherme Dal Belo Leite³

Introdução

O Brasil tem elevado sua participação no agronegócio mundial nos últimos anos, com o auxílio do avanço tecnológico, da assistência técnica e do aumento da eficiência produtiva. A exemplo da soja, o país dobrou sua produção nos últimos dez anos, sendo hoje o maior produtor mundial (UNITED STATES, 2023). Vale ressaltar que o investimento em pesquisa e melhoramento genético possibilitou a expansão da área cultivada na região Centro-Oeste (Cerrado brasileiro), com o desenvolvimento de cultivares de soja tropical, adaptada a latitudes mais próximas do Equador.

A semente, por carregar um potencial de produção gerado pelo melhoramento genético, pode ser considerada um insumo determinante para os cultivos, desempenhando também importante papel no aumento da produção agrícola brasileira. A produção de sementes é uma atividade inserida no Sistema Nacional de Sementes e Mudanças, regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento por meio de leis e instruções normativas (BRASIL, 2003, 2020). Os campos de produção de sementes devem ser cadastrados junto ao órgão de fiscalização competente e acompanhados por um responsável técnico que realiza vistorias periódicas (BRASIL, 2005). Além disso, existem instruções normativas que definem padrões mínimos de qualidade de sementes específicos para cada espécie (BRASIL, 2008, 2013).

A produção de sementes é particularmente importante para o estado de Santa Catarina, que se destaca pela qua-

lidade e pela geração de excedentes de produção, exportando sementes, principalmente de soja, para outros estados e países. Nesse contexto, os objetivos deste estudo são caracterizar e analisar a conjuntura e a evolução do mercado sementeiro em Santa Catarina, com ênfase na produção de sementes de soja, que é a cultura de maior relevância econômica.

Mercado de sementes

De acordo com dados da Associação Brasileira de Sementes (2022), o mercado de sementes movimentado, no país, aproximadamente R\$ 21 bilhões por ano. O setor é caracterizado pelo oligopólio da produção de sementes, principalmente de culturas como soja e milho. A relativa concentração de produtores de semente está associada à necessidade de ganhos de escala para compensar os fatores associados:

- os altos custos de investimento no desenvolvimento e lançamento de cultivares;
- o elevado risco associado à obtenção e validação das tecnologias; e
- as dificuldades para proteger cultivares e coletar *royalties* (ELIAS & ELIAS, 2015).

A produção de sementes de qualidade leva em conta vários aspectos, como a pureza física e genética, a sanidade e a qualidade fisiológica. Para tanto, os campos de produção de sementes devem ser registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), além de seguir as legislações pertinentes, a fim de assegurar esses atributos.

Sementes em Santa Catarina

A produção de sementes das diferentes espécies em Santa Catarina, somando as safras de 2020/2021 e de 2021/2021 (BRASIL, 2023), ocupou 146.542 hectares de campos registrados pelo Ministério da Agricultura.

Nesse período, 71% da área total de sementes do estado foi destinada ao cultivo da soja (Figura 1). Além disso, o estado se destaca em outras culturas com áreas significativas, como nas do trigo (15,4%), da aveia (3,9%), do feijão (2,8%) e do arroz (2,5%). Vale ressaltar que, como existem as safras de verão e inverno, algumas culturas não competem entre si por área, como a soja e o trigo, podendo ser produzidas na mesma área nos respectivos períodos de produção.

A produção de sementes de cebola em 2020/2021 foi de 523,7 toneladas; esse valor, porém, inclui a produção de mudas, bulbos e sementes. Há uma particularidade nessa cultura, que é bianual. Sendo assim, ocorrem dois ciclos de produção: o de bulbilhos e o de sementes.

No ano de 2020, a produção de sementes de trigo ocupou aproximadamente 14 mil hectares no estado, totalizando 27,6% da área total (grão + semente). Além disso, foi registrado significativo aumento no estado na área plantada desse cereal na safra de 2021, tanto em sementes quanto em grãos, possivelmente resultado do Projeto de Incentivo ao Plantio de Cereais de Inverno da Secretaria da Agricultura e das Cotações relativamente altas do cereal no início da safra (EPAGRI, 2021).

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Cepa), Rod. Admar Gonzaga, 1486, 88034-001 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5078, e-mail: hteliass@epagri.sc.gov.br.

² Engenheira-agrônoma, Mestranda em Produção Vegetal, Udesc / CAV, Av. Luís de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, 88520-000 Lages, SC, fone: (49) 3289-9100, e-mail: marianabertoncini@gmail.com.

³ Professor, PhD, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Rodovia SC 459 km 02, Fronteira Sul, 89802112 Chapecó, SC, fone: (49) 2049-2600, e-mail: joao.leite@uffs.edu.br.

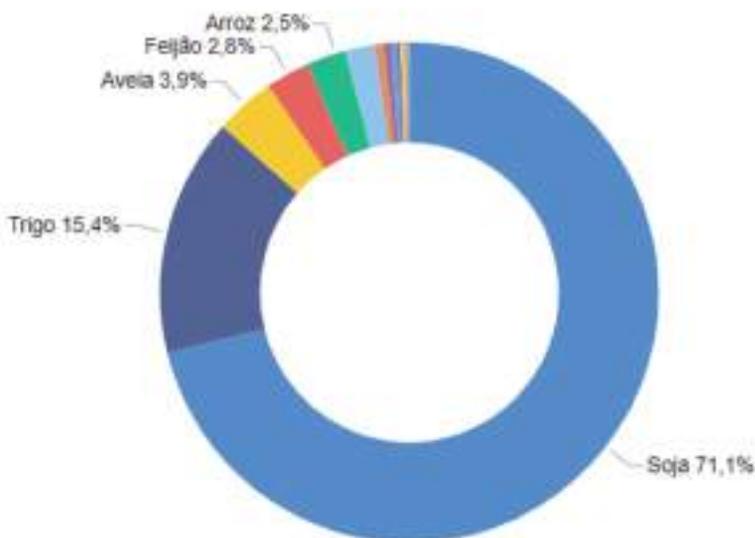


Figura 1. Produção de sementes em Santa Catarina de acordo com a espécie – safras de 2020/2021 e de 2021/2021.

Fonte: Brasil (2023).

Arroz

O estado também se destaca na produção de sementes de arroz. O arroz, embora ocupe apenas 2,5% do total da área cultivada para a produção de sementes, é uma cultura de alta importância para Santa Catarina. Sua implantação ocupa cerca de 419 mil hectares desses campos, o que representa 2,8 vezes a área total de arroz do estado. Assim, além de abastecer o mercado interno, 40% da produção de sementes de arroz é exportada para outros estados ou países (ANDRADE et al., 2021).

A produção de sementes de arroz é coordenada por uma associação que fomenta o uso de sementes certificadas de alta qualidade. Com a contribuição da pesquisa e da extensão pública, Santa Catarina exporta 40% desse tipo de semente para outros estados e países da América Latina. O estado, portanto, tem condições edafoclimáticas favoráveis à produção e à armazenagem de sementes de várias espécies, o que lhe confere vantagens competitivas.

Soja

A soja tem origem no Nordeste da China. Chegou ao Brasil em 1882. Na década de 1970, o Governo Federal promoveu seu cultivo por meio de incentivos fiscais e apoio à pesquisa (BONATO & BONATO, 1987). A realização de eventos biotecnológicos voltados ao manejo de plantas daninhas e pragas, assim

como o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e adaptadas às novas áreas de produção, em especial o Cerrado, resultou no sucesso atual da soja no Brasil.

A área total de produção de sementes de soja em Santa Catarina é relativamente pequena, se comparada, por exemplo, à do Mato Grosso. Na relação área de semente e área de grãos, porém, o estado se destaca, ocupando o quarto lugar com a maior relação de área semente/grão. Aproximadamente 14,3% de toda a área cultivada com esse cereal no estado é destinada à produção de sementes comerciais, certificadas ou de categorias inferiores. Ou seja, dos 700 mil hectares de soja, cerca de 100 mil são destinados à produção de sementes. No Brasil, de 2013 a 2021, sua produção registrou um crescimento de 65%, passando de 4,8 milhões de toneladas para 7,9 milhões de toneladas. Com o crescimento consistente da área cultivada de soja no país, alcançando 40 milhões de hectares na safra de 2021/2022, a expectativa é de que o crescimento da produção de sementes se mantenha para sustentar o avanço da oleaginosa até agora registrado (UNITED STATES, 2023).

No estado, cerca de 73 municípios produzem sementes de soja. Destacam-se os municípios de Campos Novos, Abelardo Luz, Curitibanos e Xanxerê, que, juntos, representam mais da me-

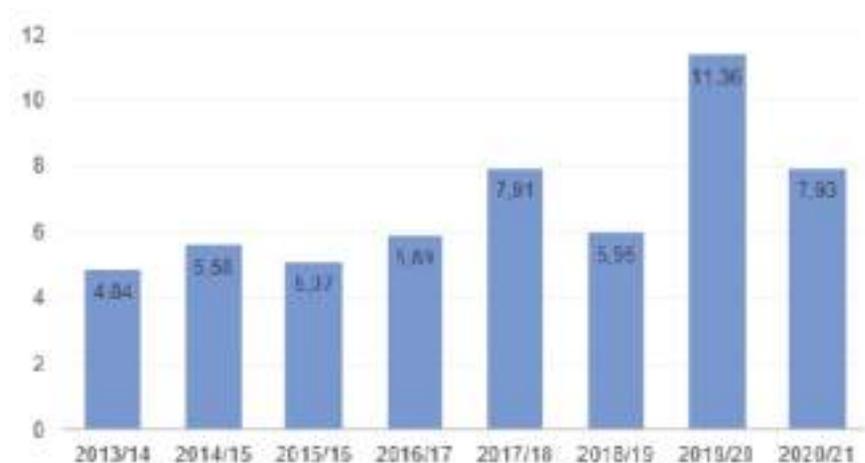


Figura 2. Evolução da produção de sementes de soja no Brasil, em milhões de toneladas. Fonte: Brasil (2023).

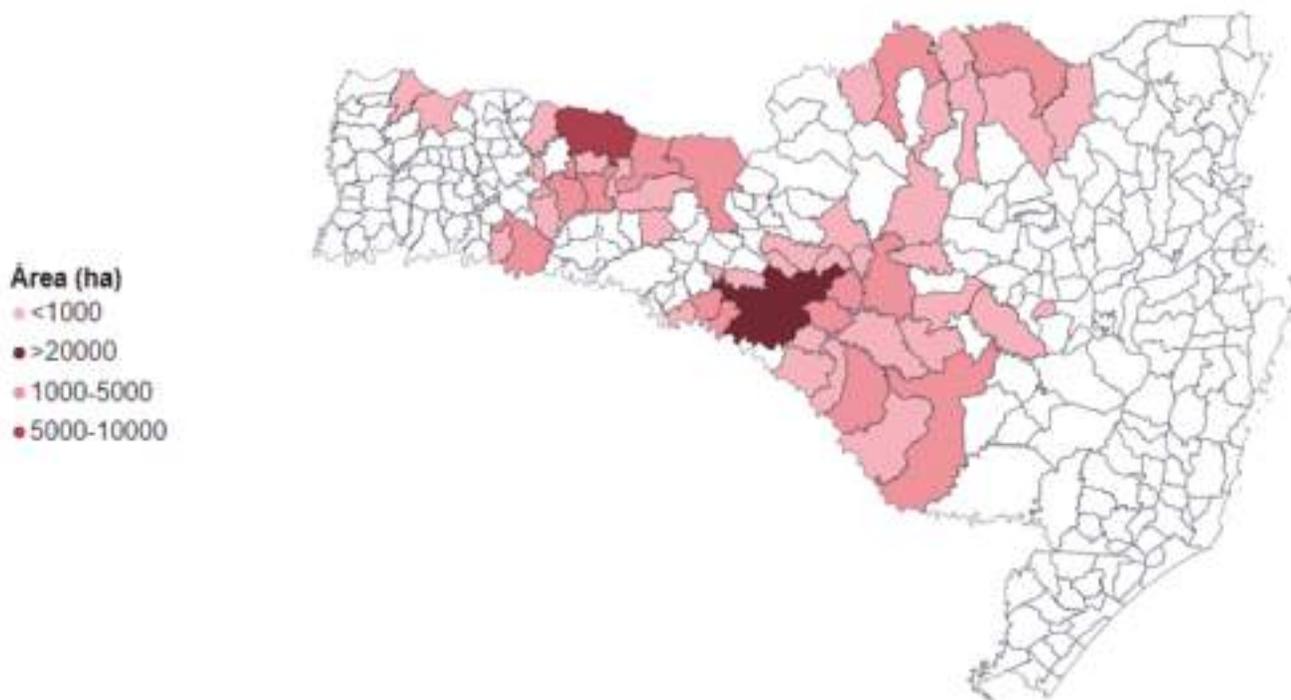


Figura 3. Área de produção de sementes de soja por município de Santa Catarina. Fonte: Brasil (2023).

tade da área cultivada (Figura 3). Relacionam-se a região central Planalto Sul e o Norte catarinense, além da região de Xanxerê, com a produção de sementes, em particular por suas características edafoclimáticas, além da presença de grandes empresas e cooperativas do ramo, inclusive cooperativas de outros estados que se instalaram em Santa Catarina em razão do ambiente favorável à produção de sementes de qualidade. Um exemplo é o selo Vigor+, lançado pela Associação de Produtores de Sementes de Santa Catarina (AproseSC). Esse selo foi desenvolvido para identificar lotes de sementes com alta qualidade fisiológica.

Há dois polos de produção de sementes de soja no estado. No município e região de Campos Novos, onde mais de 50% da área cultivada com soja (37.000 ha) são dedicadas a sementes. Exatamente por serem produzidas em

uma região de clima favorável (temperatura e altitude), as sementes da região apresentam alta quantidade. Outra região que se destaca é a de Xanxerê, principalmente no município de Abelardo Luz, conhecido como a capital nacional da semente, que apresentou área de aproximadamente 14 mil hectares na safra de 2021/2022.

Valor da produção da cadeia de sementes de soja

Em Santa Catarina, o valor da produção agropecuária (VPA) da soja em grão foi, em 2021, de R\$ 6,2 bilhões (EPAGRI, 2022). A área cultivada na safra de 2020/2021 foi de 91.560 hectares, de um total de 699.428 hectares cultivados no estado, com produtividade média de 3.365kg/ha (EPAGRI, 2022). A quantidade de sementes produzidas corresponde a 328.000 toneladas – pro-

dução estimada segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2023) –, com um valor de R\$ 971.700.000,00 e um adicional de bonificação direta aos produtores estimado em R\$ 145.755.000,00.

Também é possível estimar o valor econômico em nível mercadológico da cadeia produtiva do setor de sementes de soja em Santa Catarina. Seu valor final de comercialização levantado pela Epagri em abril de 2022 foi de R\$ 12,86/kg. O faturamento foi calculado sobre uma área de 91.560 hectares e uma produção de 328.000 toneladas, considerando 49% de descarte no beneficiamento, como avaliado por Zago (2016). Ao se observar que as avaliações foram feitas em várias safras e em todas as fases do beneficiamento pré-limpeza (média de 7,4%) e limpeza (média de 4%), os resultados indicaram uma média de descarte de 49%. Considerando

⁴ O programa de bonificação é um diferencial adotado por cooperativas e empresas, que pagam aos multiplicadores cerca de 10% a 20%, algo que em média corresponde a 15% a mais do que na produção de grãos.

⁵ Preços médios de insumos e fatores de produção de Santa Catarina – abril de 2022 (Epagri).

esse conjunto de fatores, o faturamento total estimado foi de R\$ 1,6 bilhão. É necessário ressaltar que a cadeia produtiva agrega, ao longo do ciclo, os valores compreendidos por toda a tecnologia envolvida na produção de sementes, como: taxa tecnológica sobre cultivares paga aos obtentores; *royalties*; assistência técnica; unidade de beneficiamento de sementes (UBS); análises laboratoriais; armazenamento; tratamento de sementes; embalagens especiais; e toda a logística diferenciada empregada na produção desse setor.

Considerações finais

A produção de sementes em Santa Catarina apresenta alguns diferenciais e vantagens competitivas em relação a outros estados. Além disso, a soja ocupa dois terços da área da produção de sementes das diferentes espécies e o setor produtivo dessas sementes em Santa Catarina tem seu sucesso nacionalmente reconhecido, em especial pela qualidade das sementes.

O valor da produção agropecuária gerado pelo setor de sementes, comparado ao da produção de grãos, agrega valores significativos à economia catarinense. Estudos mais aprofundados são necessários para propor ações e políticas públicas de maior valorização desse setor.

Referências

- ABRASEM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Anuário 2019/20**. Brasília, DF: Abrasem, 2022. Disponível em: http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2022/01/ANUARIO_2019_2020.pdf. Acesso em: 15 mar. 2022.
- ANDRADE, A.; MARSCHALEK, R.; NOLDIN, J.A. Breve retrospectiva da orizicultura catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.34, n.1, 5-6, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1118>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- BONATO, E.R.; BONATO, A.L.V. **Asojano Brasil: história e estatística**. Londrina: EmbrapaSoja, 1987. (Embrapa-CNPSo. Documentos, 21).
- BRASIL. Decreto nº 10.586, de 18 de dezembro de 2020. Regulamenta a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 2, 21 dez. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.586-de-18-de-dezembro-de-2020-295257581>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.711.htm. Acesso em: 23 mar. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 9, de 2 de junho de 2005**. Brasília, DF: Mapa, 2005. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_IN09de02.06.05NormasSementes_Atualizadaem02092022.pdf. Acesso em: 23 mar. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 30, de 21 de maio de 2008**. Brasília, DF: Mapa, 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN30de21de2008.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013**. Brasília, DF: Mapa, 2013. Disponível em: www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembro2013.pdf. Acesso em: 23 mar. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **SIGEF – Controle da produção de sementes e mudas** – Indicadores. Mapa, Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://indicadores.agricultura.gov.br/sigefsementes/index.htm>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- ELIAS, L.P.; ELIAS, H.T. A indústria brasileira de sementes: análise da concorrência e inserção nos mercados. *In*: CONGRESSO DA SOBER, 53., 2015, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: Sober, 2015.
- EPAGRI – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Boletim agropecuário**: outubro/2021. Florianópolis: Epagri, 2021. (Documentos, n. 346).
- EPAGRI – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2020-2021**. Florianópolis: Epagri, 2022. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2020_21.pdf. Acesso em: 4 fev. 2022.
- UNITED STATES. United States Department of Agriculture. **Oilseeds: world markets and trade**. Washington, DC: USDA, 2023. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- ZAGO, E.; LABBÉ, L.M.; RODRIGUES, D.B.; TINES, L.V. Descarte nas etapas do beneficiamento de sementes de soja. *In*: MENEGHELLO, G.E.; ALMEIDA, A.S.; VILLELA, F.A.; TUNES, L.V.M. (org.). **Produção técnico-científica em sementes** – volume I. Pelotas: Editora Santa Cruz, 2016. p.75-102.

Uso da resincronização precoce como modelo para bovinocultura de corte em pequenas propriedades catarinenses



Raissa Alves de Carvalho¹, Diullay Cássia Venâncio Amaral¹, Danieli Christmann Alves Rodrigues¹, Maicon Gaissler Lorena Pinto², Márcio Angelo Titon³ e Lucio Pereira Rauber⁴

Resumo – A expansão, o desenvolvimento e o embasamento das cadeias produtivas ligadas à pecuária estabeleceram um novo perfil de produção no Oeste Catarinense. Por conseguinte, os avanços técnicos realizados nessa cadeia resultaram na transformação desta mesorregião em um centro com elevada capacidade produtiva de proteína animal. Atualmente, a bovinocultura de corte está distribuída em diversas propriedades rurais, mas ela ainda não é autossuficiente nesse segmento e depende de avanços tecnológicos como a aplicação de biotecnologias da reprodução. Nesse sentido, a aplicação de inseminações em sequência permite um sistema de manejo intensivo sem o uso de touros, trazendo diversas vantagens comerciais e de manejo ao pequeno produtor rural. A tecnologia chamada de “Ressinc” é apresentada neste informativo técnico.

Termos de indexação: Biotecnologia; Eficiência reprodutiva; Pecuária.

Use of early resynchronization as a model for beef cattle in small properties in Santa Catarina

Abstract – The expansion, development and foundation of production chains linked to livestock, established a new profile of production in western Santa Catarina. Therefore, the technical advances made in this chain resulted in the transformation of this mesoregion into a center with a high production capacity of animal protein. Currently, beef cattle are distributed in several rural properties, but it is not yet self-sufficient in this segment and depends on technological advances such as the application of reproductive biotechnologies. In this sense, the application of inseminations in sequence allows an intensive management system without the use of bulls, bringing several commercial and management advantages to the small farmer. The technology called “Ressync” is presented in this communication.

Index terms: Biotechnology; Reproductive efficiency; Livestock.

Introdução

O Brasil ocupa lugar de destaque mundial na produção e exportação de carne bovina (ABIEC, 2020). No ano de 2021, foram abatidas cerca de 27,54 milhões de cabeças de bovinos e exportadas 1.560.220 toneladas de carne, o que gerou uma receita de, aproximadamente, US\$ 7.966,48 bilhões. Santa Catarina foi responsável por 3% desta produção, totalizando 766,2 mil animais abatidos e ocupou a 14ª posição no ranking nacional, exportando 3,38 mil toneladas, com US\$12,54 milhões em receitas (IBGE, 2021). O Estado vem demonstrando potencial de crescimento na bovinocultura de corte e a mesorregião do Oeste apresenta um importante papel neste avanço, detendo mais de 51% da produção estadual (EPAGRI, 2021). Os avanços técnicos realizados na pecuária resultaram

na transformação desta mesorregião em um centro com elevada capacidade produtiva de proteína animal (DENTZ & ESPÍNDOLA, 2019). A bovinocultura já não é vista como atividade secundária e passou a ser reconhecida pelo seu elevado valor socioeconômico e cultural. A eficiência produtiva depende de uma assistência técnica de qualidade e reprodução eficiente, influenciando diretamente na lucratividade das propriedades e na eficiência do rebanho, uma vez que os animais mais produtivos demandam menos custos e tornam a atividade mais rentável ao produtor. As biotecnologias da reprodução são ferramentas que têm a finalidade de aumentar a eficiência produtiva dos animais, sendo que a inseminação artificial (IA) é a mais antiga e com menor custo. Posteriormente, através da manipulação do ciclo estral, a técnica evoluiu para a insemi-

nação em tempo fixo (IATF), corrigindo falhas na detecção de cios e aumentando o número de animais inseminados. A realização da IATF em sequência, no menor intervalo possível, é uma técnica relativamente nova que recebe o nome de “Ressincronização”. É um sistema de manejo no qual as fêmeas são submetidas a uma ou duas IATF sucedida de outra, podendo posteriormente, ser expostas a touros de repasse ou a uma terceira IATF.

Estação de monta e suas vantagens na pecuária de corte

Os sistemas de produção de gado de corte envolvem cria, recria e engorda e, dentre elas, a cria é a que mais demanda cuidado. Cerca de 70% dos esforços

Recebido em 22/07/22. Aceito para publicação em 07/02/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1521>

¹ Acadêmico(a) do Curso de Medicina Veterinária, IFC-Concórdia, e-mail: raissa.alves22@gmail.com, diullay.amaral@hotmail.com, danielialvesrodrigues@hotmail.com

² Médico veterinário, Dr., Epagri/ Estação Exp. de Lages, Rua João José Goudinho, s/n, 88502-970, Lages, e-mail: maiconpinto@epagri.sc.gov.br

³ Eng.-agr., Epagri/ Escritório municipal de Concórdia, Rua Romano Ancelmo Fontana, n.339, 89700-095, Concórdia, e-mail: marciotiton@epagri.sc.gov.br,

⁴ Médico veterinário, Dr., Instituto Federal Catarinense Campus -Concórdia, Rod.SC 283 km 17, Bairro Fragosos, 89703-720 Concórdia, SC, fone: (49) 3441-4889, e-mail: lucio.rauber@ifc.edu.br

empregados no sistema produtivo recaem na categoria vaca com cria ao pé (MEDEIROS et al., 2013). Por este motivo, os sistemas de produção devem priorizar vacas adaptadas e tamanho na vida adulta compatível com os recursos disponíveis para manter os custos de produção (ROSA et al., 2017). Matrizes com níveis elevados de fertilidade e habilidade materna promovem a sobrevivência e a saúde dos bezerros, podendo estes expressar todo seu potencial genético enquadrados nas características de interesse econômico (MEDEIROS et al., 2013). A reprodução é uma função biológica exigente e requer boa nutrição e saúde. A escassez de alimento, principalmente após o parto e durante a lactação, faz com que as matrizes percam peso e entrem em anestro, atrasando a reprodução e impossibilitando que a fêmea gere uma cria no intervalo de doze meses. Assim, a época mais indicada para a parição e o início da nova estação reprodutiva – seja por meio da monta natural, seja pela aplicação de biotécnicas – coincide com o período de primavera e verão, quando é observada maior qualidade e disponibilidade de forragem (ROSA et al., 2017).

Neste contexto, a estação de monta, embora seja simples, é uma técnica de manejo que pode elevar a viabilidade das progênes e, conseqüentemente, boas taxas de fertilidade das matrizes, desde que organizada de forma estratégica. O manejo reprodutivo mais simples é aquele em que o reprodutor convive com as fêmeas e os nascimentos são distribuídos ao longo do ano, dificultando o manejo das crias e matrizes. Logo, introduzir a estação de monta na propriedade passa a ser uma opção favorável devido às vantagens que esta técnica de manejo apresenta. Dentre as vantagens está a programação da oferta de pastagens, proporcionando nutrição adequada e, por conseguinte, desmama de bezerros com peso corporal ideal (CASTRO et al., 2018), além de concentrar os nascimentos e todos os manejos do rebanho de forma geral, facilitando desde os cuidados com os bezerros ao nascimento até as vacinações, a desmama, a castração, a vermifugação, além da formação de lotes mais homogêneos para comercialização (ROSA et al., 2017). Desta forma, aos poucos, o produtor passa a conhecer melhor as ma-

trizes e os reprodutores do plantel com a adoção das rotinas de avaliação pré e pós estação de monta. Com a análise destes dados, podem ser tomadas decisões quanto ao descarte de animais inférteis, uma vez que se tem a facilidade de identificar problemas reprodutivos, qualidade dos bezerros e habilidade materna, tornando possível o melhoramento e a seleção para fertilidade no rebanho (MEDEIROS et al., 2013).

Inseminação artificial como aliada do produtor

O congelamento de sêmen proporcionou a disseminação da técnica de IA e a comercialização de sêmen. Esta técnica é entendida como a deposição mecânica de sêmen no trato reprodutor feminino por meios artificiais em instrumentos adequados e o melhoramento zootécnico, sanitário e econômico estão dentro das vantagens de sua aplicação. É de referir que a escolha do manejo a ser adotado em cada propriedade envolve diversos fatores, tais como a estruturação, a disponibilidade e os custos com mão de obra, incluindo alimentos, medicamentos, vacinas, valor comercial dos animais de reposição e descarte, além das previsões e tendências do mercado em relação a cria, recria e engorda (BARUSELLI et al., 2018). Em âmbito nacional, a IA é amplamente difundida, sendo uma biotécnica eficiente e barata, que pode acelerar os ganhos genéticos dos rebanhos, a padronização de lotes, o controle de doenças sexualmente transmissíveis, além de diminuir os custos de reposição e manutenção de touros. Considerando os fatos supracitados, ela também permite a introdução da genética de outros reprodutores de forma segura nas propriedades, sem contar que uma única colheita de sêmen pode ser utilizada para inseminar centenas de fêmeas, aproveitando ao máximo o potencial de touros considerados geneticamente superiores. Entretanto, em bovinos de corte a observação de cio é uma das limitações na adoção da IA, pela dificuldade do manejo em separar as vacas aptas para inseminação, principalmente em grandes rebanhos.

Com o conhecimento sobre a fisiologia do ciclo estral foram desenvolvidos protocolos de sincronização de cio, onde através da aplicação de fármacos,

foi definido um momento ideal para inseminação artificial em um horário preestabelecido, denominado de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). Esta técnica permite inseminar um número maior de fêmeas em um menor tempo, facilitando o emprego da IA. A observação de cio é dispensada e a mão de obra para esta função economizada. A IATF permite planejar e concentrar os nascimentos, além de reduzir o intervalo entre os partos (BARUSELLI et al., 2018), tornando-se uma ferramenta imprescindível para melhorar o manejo reprodutivo.

Utilização da ressincronização precoce como ferramenta de otimização da estação reprodutiva

Durante a estação de monta, a velocidade com que as vacas emprenham é muito importante para a lucratividade da propriedade. Quanto mais fêmeas emprenharem no início da estação reprodutiva, melhor e, neste contexto, estratégias como a ressincronização devem ser implantadas. Esta técnica envolve a aplicação de sucessivos protocolos de IATF visando reduzir o intervalo entre as inseminações e a quantidade de touros na fazenda, aumentando o número de fêmeas prenhes por IA e encurtando a estação de monta. A ressincronização pode ser classificada como tradicional, precoce e superprecoce, iniciando com 30, 22 ou 14 dias, respectivamente, após a primeira IATF como demonstrado na Figura 1.

Ao contrário da tradicional, as ressincronizações precoce e superprecoce iniciam o segundo protocolo antes mesmo do diagnóstico gestacional, que só é feito no dia da remoção do implante de progesterona, garantindo o intervalo entre inseminações de 32 dias na precoce e até 24 dias na superprecoce. Exemplificando o modelo precoce, que é o mais empregado, realiza-se o primeiro protocolo iniciando no D0 com a colocação do dispositivo intravaginal com 1g de progesterona (P4) associado a 2,0mg de benzoato de estradiol (BE); no oitavo dia (D8) é retirado o implante de P4 e aplicado 0,5mg de cipionato de estradiol (ECP), 500µg de D-cloprostenol

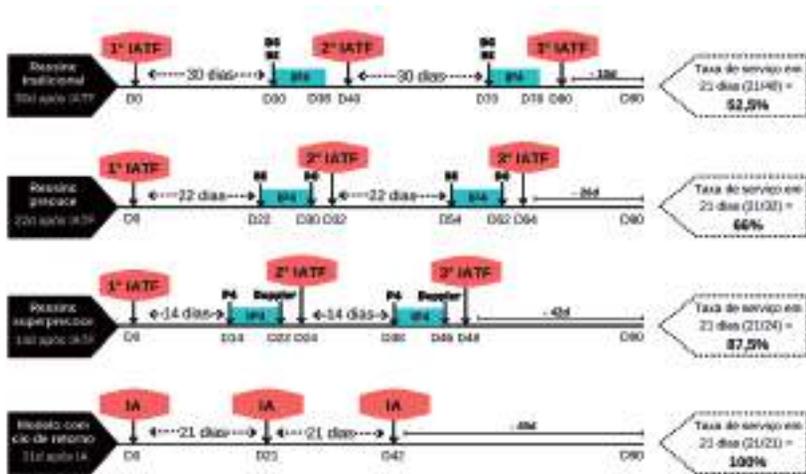


Figura 1. Representação esquemática dos diferentes protocolos de ressincronização em fêmeas de corte, considerando estação de monta de 90 dias
 Figure 1. Schematic representation of the different resynchronization protocols in beef females, considering a 90-day breeding season

IATF = Inseminação artificial em tempo fixo; DG = diagnóstico gestacional por ultrassonografia transretal; DOPPLER = diagnóstico gestacional por Ultrassonografia com Doppler colorido (pela vascularização do corpo lúteo); BE = benzoato de estradiol; IP4 = implante de progesterona; P4 = progesterona injetável.

Fonte: autoria própria baseada em BARUSELLI et al. 2018

IATF = timed artificial insemination; DG = gestational diagnosis by transrectal ultrasound; DOPPLER = gestational diagnosis by color Doppler ultrasound (due to the vascularization of the corpus luteum); BE = estradiol benzoate; IP4 = progesterone implant; P4 = injectable progesterone.

Source: own authorship based on BARUSELLI et al. 2018

sódico e, opcionalmente, entre 250 e 400UI de gonadotrofina coriônica equina (eCG) e no D10 é realizada a IATF. No D30 passam pelo diagnóstico de gestação e as fêmeas vazias iniciaram um novo protocolo (D30 - Dispositivo intravaginal de 1g de P4 + 1,0mg de BE). No D38, estes animais continuam o protocolo recebendo 0,3mg ECP + 500µg de D-Cloprostenol sódico e uma segunda IA é realizada no D40. Desta forma, utiliza-se a ultrassonografia convencional e os erros dos diagnósticos gestacionais são minimizados. Em contrapartida, quando se utiliza um total de duas ou três inseminações, a estação reprodutiva fica mais longa, aumentando o intervalo entre as inseminações e os nascimentos. A ideia é que sejam trabalhados protocolos cada vez mais intensivos e com o uso da ultrassonografia com *doppler* colorido. Com este equipamento é possível realizar a avaliação da vascularização do corpo lúteo no período em que ocorre o reconhecimento materno da gestação, identificando a gestação antes mesmo da formação dos envoltórios fetais, visualizados no diagnóstico convencional de gestação. No entanto, este é um

equipamento mais caro e dependente de mão de obra treinada. O protocolo estipulado vai depender do profissional que está aplicando a técnica, dos manejos da propriedade e de todas as variantes do rebanho com o qual está sendo trabalhado (BARUSELLI et al., 2018).

Considerações finais

A ressincronização mostra-se como uma excelente ferramenta para promover a intensificação do manejo reprodutivo e incrementar a produtividade das fazendas. Vale ressaltar que, para o bom manejo do rebanho e a obtenção de resultados satisfatórios, as instalações adequadas são imprescindíveis, além de um conjunto de fatores, como o planejamento prévio quanto a custos de produção, oferta de alimento, vacinações, manejos preventivos e custeio de profissionais aptos para auxiliar nas atividades. As biotecnologias não fazem milagre, mas vêm se desenvolvendo a cada dia, buscando a máxima eficiência em benefício de todos os envolvidos na cadeia produtiva.

Referências

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras De Carne. **Beff Report: Perfil da pecuária no Brasil 2020**. 2020. 49p. Disponível em: <http://http://abiec.com.br/publicacoes/beff-report-2020/>. Acesso em: 13 jun. 2022.

BARUSELLI, P.S.; FERREIRA, R.M.; SÁ FILHO, M.F.; BÓ, G.A. Review: using artificial insemination v. natural service in beef herds. **Animal**, v.12, p.45-52, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.1017/s175173111800054x>.

CASTRO, F.C.; FERNANDS, H.; VERDE LEAL, C.L. Sistemas de manejo para maximização da eficiência reprodutiva em bovinos de corte nos trópicos. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v.25, n.1, p.41-61, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.35172/rvz.2018.v25.226>.

DENTZ, E.V. ESPÍNDOLA, C.J. Dinâmica produtiva da pecuária na Mesoregião Oeste Catarinense: Especialização e diversificação da produção no período de 2000 a 2017. **Geosul**, Florianópolis, v.34, n.71 - Dossiê Agronegócios no Brasil, p.175-196, Abril. 2019. Doi: <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n71p175>

EPAGRI. **Números da agropecuária catarinense - 2021**. Florianópolis, SC, 2021.62p. (Epagri. Documentos, 340). Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Numeros_Agropecuaria_Catarinense_mai_2021_site.pdf. Acesso em: 10 jun. 2022.

IBGE. **Indicadores IBGE: Estatística da Produção Pecuária**. Brasil, 2021. 50p. Indicadores IBGE. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_202102caderno.pdf. Acesso em: 10 jun. 2022.

MEDEIROS, S.R.; MARINO, C.T.; ALBERTINI, T.Z. Nutrição no sistema de cria: produzindo um bezerro ideal, p.75-97. In: **Encontro de Criadores da Scot Consultoria**. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2013. 232p. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/45582/como-produzir-um-bezerro-por-vaca-por-ano.htm>. Acesso em: 10 jun. 2022

ROSA, A. do N.F.; NOGUEIRA, E.; JÚNIOR, P.P.C. **Estação de Monta em Rebanhos de Gado de Corte**. Embrapa gado de corte: Campo Grande, 2017. (Comunicado técnico, 134). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161736/1/Estacao-de-monta-em-rebanhos.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022

Padrão de polpa de maçãs 'SCS443 ISADORA' após longo período de armazenagem em atmosfera do ar refrigerada



Marcus Vinicius Kvitschal¹, Rafaela Chiesa², Luiz Carlos Argenta³, Frederico Denardi⁴ e Marcelo Couto⁵

Resumo – Este estudo teve como objetivo avaliar parâmetros físico-químicos na polpa de maçãs 'SCS443 Isadora' armazenadas em câmara de frio comum (AA) por longo período de tempo. As frutas foram colhidas em 25/03/2020, tratadas com 1-Metilciclopropeno (1-MCP), embaladas em caixas de 18kg por 575 dias em AA. As maçãs foram avaliadas (aos 575 dias em AA e aos 575 dias em AA + 7 dias de prateleira) quanto à firmeza de polpa, acidez total titulável, teor de sólidos solúveis totais e porcentagem de frutos com podridões. Os dados experimentais obtidos foram comparados aos dados históricos médios de 6 anos de maçãs 'SCS443 Isadora' recém-colhidas. Mesmo após 575 dias armazenadas, as maçãs 'Isadora' não apresentaram qualquer diminuição na firmeza de polpa. Já na acidez total titulável, houve redução significativa nas médias, independente da condição experimental aplicada às frutas em pós-colheita. Os teores de sólidos solúveis totais não apresentaram variação significativa, e o índice de podridões foi inferior a 5%, mesmo após 1,6 anos de armazenagem das frutas em AA. O cultivar de macieira 'SCS443 Isadora' apresenta alto potencial de armazenagem das suas maçãs sob atmosfera refrigerada ($1 \pm 1^\circ\text{C}$).

Termos para indexação: *Malus domestica* Borkh.; Pós-colheita; Qualidade de frutas; Alto potencial de armazenagem.

Flesh pattern of apples 'SCS443 ISADORA' after long storage period in common cold atmosphere

Abstract – This study aimed to evaluate the physico-chemical parameter of flesh patterns of 'SCS443 Isadora' apples common cold storage (AA) for long period of time. Fruits were picked in 03/25/2020, treated with 1-Methylcyclopropene (1-MCP), packed in boxes for 18kg for 575 days in AA. The apples were evaluated (after 575 days in AA and 575 days in AA + 7 days of shelf-life) flesh firmness, titratable acidity, total soluble solids (SST) and percentage of fruit rots. The experimental data was compared with the average of 6 years of historical data of 'SCS443 Isadora' apples freshly picked. Even after 575 days the 'Isadora' apples had no firmness decrease on flesh fruits. The titratable acidity had a significant reduction in the averages, independent of the experimental condition applied in post-harvest fruits. The total soluble solids (SST) did not showed significant variation, and the fruit rots symptoms was less than 5%, even after 1,6 years of storage in AA ($1 \pm 1^\circ\text{C}$). The 'SCS443 Isadora' apple variety has high storability of its apple fruits.

Index terms: *Malus domestica* Borkh.; Post-harvest; Fruit quality; High storability.

A qualidade das maçãs (*Malus domestica* Borkh.) em pós-colheita é um assunto que vem ganhando espaço entre os produtores, tendo em vista a necessidade de abastecimento no mercado interno durante a entressafra e o aumento da busca por frutas de qualidade (KLUGE et al., 2002).

A utilização de temperaturas de refrigeração é a principal forma de conservação disponível para ampliar a vida pós-colheita de produtos hortícolas. A diminuição das temperaturas para abaixo da temperatura ambiente auxilia na conservação dos tecidos, favorecendo

uma redução da taxa do metabolismo primário e da atividade metabólica como um todo, havendo um retardamento na entrada da senescência (CASTAÑEDA et al., 2014). No entanto, cada cultivar de maçã possui um metabolismo diferente. Algumas maçãs conseguem adiar o processo de senescência, enquanto outras têm durabilidade de 1 a 10 meses em câmara fria convencional (KLUGE et al., 2002). O objetivo deste estudo foi avaliar os parâmetros físico-químicos na polpa de maçãs 'SCS443 Isadora' armazenadas em câmara de frio comum (AA) por longo período de tempo.

As maçãs 'SCS443 Isadora' utilizadas no estudo foram colhidas no dia 25/03/2020 em plantas de macieira com nove anos de idade, porta-enxerto M.9, conduzidas sob sistema de líder central e densidade de plantio de 2.500 plantas ha⁻¹.

Os frutos foram colhidos maduros, mediante observação de indicadores de maturação: cor marrom das sementes, cor de fundo da epiderme em mudança para tons amarelados e degradação do amido na polpa superior a 6,0, conforme escala iodo-amido (ARGENTA, 2006).

Recebido em 11/07/2022. Aceito para publicação em 01/12/2022.

¹ Eng-agrônomo, D.Sc., Pesquisador na Epagri, Estação Experimental de Caçador. Rua Abílio Franco, 1500, Bairro Bom Sucesso, CEP 89501-032, Caçador, SC, Brasil. E-mail: marcusvinicius@epagri.sc.gov.br

² Bacharel em Biotecnologia Industrial, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Videira-SC, E-mail: rafaelachiesa@hotmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9454-6730>

³ Eng-agrônomo, Pesquisador na Epagri, Estação Experimental de Caçador. E-mail: argenta@epagri.sc.gov.br

⁴ Eng-agrônomo, Mestre, Pesquisador aposentado EPAGRI/ Estação Experimental de Caçador Melhoria Genética de Macieira Rua Abílio Franco 1500, Bairro Bom Sucesso Cep 89.501-032, Caçador, SC, Brasil. E-mail: denardi.frederico@gmail.com <http://orcid.org/0000-0002-6672-4293>

⁵ Eng-agrônomo, D.Sc., Pesquisador na Epagri, Estação Experimental de Caçador. E-mail: marcelocouto@epagri.sc.gov.br

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1524>

Logo após a colheita, os frutos foram tratados com 1-Metilciclopropeno (1-MCP) por período de 8 horas, embalados em sacos plásticos próprios para armazenagem de maçãs, acondicionados em caixas plásticas de 18kg e armazenados em câmara fria a 1,0°C ($\pm 1,0^\circ\text{C}$), sob regime de atmosfera do ar (AA) sem sistema complementar de umidificação do ambiente. Dois lotes de frutas foram analisados após 575 dias (1 ano, 6 meses e 26 dias) de armazenagem, sendo um lote (256 maçãs) avaliado logo após a retirada da câmara fria e outro lote (275 maçãs) avaliado após 7 dias em temperatura ambiente (período de prateleira). Cada lote de frutas foi estratificado, aleatoriamente, em grupos de 5 frutas cada, totalizando 52 e 55 repetições, respectivamente. Foram avaliadas as seguintes variáveis: firmeza de polpa (Lb), acidez total titulável (% ácido málico) e teor de sólidos solúveis totais – SST ($^\circ\text{Brix}$). Também foram contadas as frutas com sintomas de podridões superficiais e podridão carpelar, sendo quantificada a porcentagem de frutas podres em cada lote de maçãs. Os dados foram submetidos à análise descritiva, e as médias foram plotadas em gráfico de colunas com indicação de desvio-padrão. Para efeito comparativo, as médias de firmeza, acidez e SST, tanto para as frutas recém-retiradas da câmara fria quanto para as frutas submetidas

ao período de 7 dias de prateleira, foram comparadas ao padrão típico das maçãs ‘SCS443 Isadora’ no ponto de colheita para consumo, definido a partir de dados históricos de 6 anos consecutivos de análises laboratoriais físico-químicas dessas frutas realizadas utilizando-se a mesma metodologia e os mesmos equipamentos adotados neste estudo.

Em comparação ao padrão típico das maçãs ‘SCS443 Isadora’ no ponto de colheita para consumo (19,54Lb), não se observou qualquer redução da firmeza de polpa após os 575 dias de armazenagem (Figura 1A), tanto para as frutas recém-retiradas da câmara fria (20,65Lb) quanto para aquelas frutas submetidas a 7 dias adicionais em temperatura ambiente (período de prateleira) (21,83Lb). Embora as avaliações de outros parâmetros relacionados à textura de polpa das frutas não tenham sido objeto deste estudo, pela complexidade instrumental para sua quantificação analítica, observou-se que as maçãs ‘Isadora’ se mantiveram crocantes e suculentas, mesmo após esse longo período de armazenagem. Tais evidências indicam que as maçãs ‘Isadora’ possuem amplo potencial de armazenagem por longos períodos de tempo, uma vez que alguns estudos reportam que maçãs de diversos cultivares geralmente apresentam perda acentuada de firmeza de polpa à medida que se prolonga o tempo de

armazenagem em câmara fria (IWANAMI et al., 2005; OROSZ-TÓTH & KINCSES, 2019). Segundo Nissen et al. (2018), a firmeza de polpa é um parâmetro de grande importância para a crocância e para a qualidade da mordida em maçãs. Portanto, estudos adicionais de natureza enzimática ou de morfologia celular podem ser requeridos para elucidar os fatores relacionados a essa manutenção da firmeza de polpa das maçãs ‘SCS443 Isadora’, mesmo após tão longo período de armazenagem.

Por sua vez, na acidez total titulável da polpa das maçãs, que na colheita foi de 0,295% ($\pm 0,042\%$), se verificou uma queda acentuada após o período prolongado de armazenagem das frutas (Figura 1B), indiferente se a análise foi realizada logo após a retirada das maçãs do ambiente de câmara fria (0,157% $\pm 0,014\%$) ou após o período de 7 dias sob temperatura ambiente (0,173% $\pm 0,015\%$). Segundo Kluge et al. (2002) essa perda de acidez já era esperada, uma vez que esse padrão de resposta fisiológica não é raro no período de pós-colheita em maçãs de diversos cultivares. No entanto, como as maçãs ‘Isadora’ já possuem acidez titulável baixa e, portanto, um equilíbrio de sabor tipicamente doce (DENARDI et al., 2022), sugere-se que essa redução na acidez das frutas não afete a percepção do consumidor quanto à qualidade sensorial.

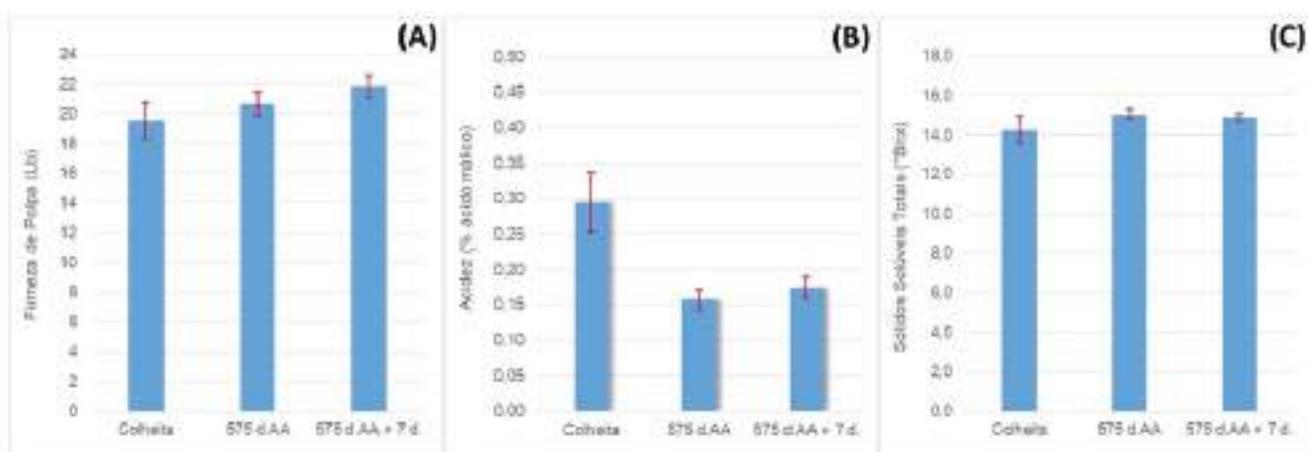


Figura 1. Firmeza de polpa (A), acidez total titulável (B) e teor de sólidos solúveis totais (C) de maçãs do cultivar SCS443 Isadora, previamente tratadas com 1-MCP, após 575 dias (1 ano, 6 meses e 26 dias) de armazenagem em câmara fria sob regime de Atmosfera do Ar (frio comum)

Figure 1. Flesh firmness (A), titratable acidity (B) and total soluble solids (c) of ‘SCS443 Isadora’ apples previously treated with 1-MCP, after 575 days (1 year, 6 months and 26 days) in common cold storage

No que refere ao teor de sólidos solúveis totais das maçãs, se observou que não houve variação significativa, indiferente da condição de armazenagem avaliada. Tanto em frutas recém-colhidas, quanto em frutas armazenadas, observaram-se valores superiores a 14°Brix (Figura 1C), ou seja, as frutas mantiveram o sabor doce, mesmo sob armazenagem por longos períodos em câmara fria.

Outro aspecto importante verificado nas maçãs 'SCS443 Isadora' foi a baixa incidência de podridões, mesmo após período de armazenagem superior a 1,5 anos, cujos valores foram de 4,30% no lote de frutas recém-retiradas da câmara fria, e 5,09% no lote de frutas submetido aos 7 dias adicionais em temperatura ambiente (período de prateleira). Esses baixos percentuais de podridões observados nas frutas sob as condições experimentais em pós-colheita aplicadas neste estudo também são indicativo do alto potencial de armazenagem sob atmosfera refrigerada a $1 \pm 1^\circ\text{C}$ dessas maçãs, uma vez que valores percentuais mais elevados são geralmente observados em frutas armazenadas de outros cultivares, mesmo sob condições de armazenagem por menor período. Argenta et al. (2015) reportam que perdas por podridões podem chegar até 10% para o cultivar Gala e até 15% para o cultivar Fuji.

Todas as variáveis avaliadas neste estudo possibilitaram verificar o alto potencial de conservação das maçãs 'SCS443 Isadora', uma vez que, mesmo em condições de tão longo período de armazenamento sob atmosfera refrigerada ($1 \pm 1^\circ\text{C}$), se observou a manutenção da firmeza de polpa, bem como de baixos percentuais de podridões em pós-colheita. Além disso, mesmo tendo havido redução da acidez, o teor de sólidos solúveis totais permaneceu estável, mantendo o seu padrão típico de sabor doce das maçãs (DENARDI et al., 2022).

Mas, complementarmente, sugere-se que sejam realizados estudos sensoriais adicionais com maçãs 'SCS443 Isadora' armazenadas em condições semelhantes às deste trabalho, a fim de verificar a percepção dos consumidores quanto à estabilidade da crocância, suculência e sabor da polpa das suas maçãs, indicadores estes que não foram, por hora, mensurados.

Referências

ARGENTA, L.C.; VIEIRA, M.J.; SOUZA, F.; PEREIRA, W.S.P.; EDAGI, F.K.; Diagnóstico da qualidade de maçãs no mercado varejista brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.1, p.48-63, 2015.

ARGENTA, L.C. Fisiologia Pós-Colheita: Maturação, colheita e armazenagem dos frutos.

In: **A Cultura da Macieira**, 1.ed., Florianópolis: Epagri, p.691-732, 2006.

CASTAÑEDA, L.M. F.; BENDER, R.J.; SILVA, S.J.N.; PEREIRA, C. Avaliação pós-colheita de maçãs cv. Fuji revestidas com solução filmogênica de quitosana. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.20, ns. 1/2, p.108 – 117, 2014.

DENARDI, F.; HAWERROTH, M.C.; KVITSCHAL, M.V. Avaliação sensorial de maçãs SCS443 Isadora: nova cultivar da Epagri de longa conservação. **Jornal da Agapomi**, v.332, p.6-7, 2022.

IWANAMI, H.; MORIYA, S.; KOTODA, N.; TAKAHASHI, S.; ABE, K. Influence of mealiness on the firmness of apple after harvest. **HotScience**, p.2091-2095, 2005.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2.ed., Campinas: Emopi Editora, p.214, 2002.

NISSEN, R.; BOUND, S.; ADHIKARI, R.; COVER, I. **Factors affecting postharvest management of apples**: a guide to optimising quality. Tasmania: National Library of Australia Cataloguing-in-Publication entry, 2018, 124p.

OROSZ-TÓTH, M.; KINCSES, S. The examination of flesh firmness in different apple varieties. **Acta Agraria Debreceniensis**, Debrecen, v.2, p.103–107. 2019.

Avaliação de características físico-químicas de substratos comerciais utilizados na produção de mudas de maracujazeiro-azedo



Marina Martinello Back¹, Darlan Rodrigo Marchesi², Gilmar Schafer³ e Henrique Belmonte Petry⁴

Resumo – A produção de mudas de qualidade de maracujazeiro-azedo pode ser influenciada pelas características físico-químicas dos substratos utilizados. Objetivou-se avaliar as características físico-químicas de oito substratos comerciais e a influência no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-azedo em ambiente de cultivo protegido. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso com oito substratos comerciais, quatro repetições e seis mudas em vaso por parcela. Avaliaram-se altura das plantas, número de folhas, diâmetro do caule, massa seca da raiz e da parte aérea, pH e condutividade elétrica (CE) após 150 dias da semeadura. Para a maioria das variáveis físicas e químicas avaliadas, os substratos apresentaram indicativos ideais conforme as necessidades do sistema de cultivo. Os substratos TF F11, TF F e MP foram os que proporcionaram maior desenvolvimento às mudas devido à maior capacidade de retenção de água, maior acidez (entre 5 e 5,5) e densidade entre 230 e 340kg m⁻³.

Termos de indexação: *Passiflora edulis* Sims; Desenvolvimento vegetativo; Características físico-químicas.

Evaluation of physicochemical characteristics of commercial substrates used to produce sour passion fruit seedlings

Abstract – Production of quality sour passion fruit seedlings can be influenced by the physicochemical characteristics of the substrates used. This study evaluates the physicochemical characteristics of eight commercial substrates and their impact on the development of passion fruit seedlings in a protected cultivation environment. Experimental cultivation was conducted in a randomized block design with eight commercial substrates, four replications, and six potted seedlings per plot. Plant height, number of leaves, stem diameter, root and shoot dry mass, pH, and electrical conductivity (EC) were evaluated 150 days after sowing. The substrates showed ideal parameters according to the needs of the cultivation system for most physical and chemical variables evaluated. TF F11, TF F, and MP substrates provided the highest seedling development due to their greater water retention capacity, higher acidity (between 5 and 5.5), and density between 230 and 340kg m⁻³.

Index terms: *Passiflora edulis* Sims.; Vegetative development; Physical-chemical characteristics.

No manejo do viveiro, a escolha de um substrato comercial adequado é fundamental para garantir a produção de mudas de qualidade (PETRY et al., 2022). Essa decisão deve considerar características físicas e químicas, composição e ausência de pragas, patógenos e sementes de plantas daninhas (DE BOODT & VERDONCK, 1972).

Muitos viveiristas de maracujazeiro-azedo até pouco tempo utilizavam solo na composição dos substratos. Entretanto, devido às discussões sobre o impacto ambiental causado pela extração de solo e ao fato de este não apresentar características físico-químicas ideais para uso em recipientes, buscam-se materiais alternativos (FERMINO, 2014).

Embora a literatura científica apresente indicações de características físicas

e químicas ideais para a maioria das culturas (FERMINO, 2014; KÄMPF, 2005), existem poucos trabalhos específicos sobre o maracujazeiro-azedo. Assim, a falta de informação para fundamentar a escolha ou a formulação de um substrato próprio se torna um entrave para a cadeia produtiva dessa cultura.

Os substratos comerciais representam uma alternativa para viveiristas, pois são produtos formulados com diferentes componentes que, juntos, apresentam características físicas e químicas que propiciam à planta expressar seu máximo potencial genético (KÄMPF, 2000). Eles devem obedecer às normas estabelecidas em 2016 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimentos, as quais visam à padronização de informações neces-

sárias nos rótulos das embalagens (MAPA, 2022). Dessa forma, os substratos comerciais proporcionam maior qualidade e segurança ao produtor.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas de diferentes substratos comerciais e sua influência no crescimento de mudas de maracujazeiro-azedo em ambiente protegido.

Foram avaliados oito substratos comerciais: CS, MP, TM, TF F11, TF H, TF M, TF F e TF CN. São produtos recomendados tanto para a produção de mudas de maracujazeiro-azedo quanto para uso em culturas, como do tabaco, do morangueiro, das florestais, das hortaliças e das ornamentais. Em laboratório, realizou-se a análise física (densidade seca (DS) e úmida em kg m⁻³, umidade atual, porosidade total

Recebido em 27/12/2022. Aceito para publicação em 22/03/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1589>

¹ Engenheira-agrônoma, Dra., Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ufrgs), Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, e-mail: backmarina@gmail.com.

² Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri / Gerência Estadual de Extensão Rural e Pesca, e-mail: darlan@epagri.sc.gov.br.

³ Engenheiro-agrônomo, Dr., Faculdade de Agronomia, Ufrgs, Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, e-mail: schaffer@ufrgs.br.

⁴ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Estação Experimental de Urussanga, Rodovia SC 108, km 353, 1563, Bairro Estação, Urussanga, SC, e-mail: henriquepetry@epagri.sc.gov.br.

(PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água tampante (AT) e água remanescente (AR) em % e química (pH em água e condutividade elétrica (CE) em $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$).

Foram produzidas mudas de maracujazeiro-azedo em sacos de polietileno com as dimensões de $10 \times 20\text{cm}$ ($1,1\text{ L}$), preenchidos com os diferentes substratos comerciais, em ambiente protegido ($28^{\circ}31'57.10''\text{S}$; $49^{\circ}18'55.02''\text{O}$), com tela antiafídeo nas laterais e cobertura plástica conforme descrito por Petry et al. (2022). A irrigação foi feita manualmente, mantendo a capacidade de recipiente constante. Foram realizadas duas adubações nitrogenadas direto no substrato, aos 90 e 120 dias após a emergência das plantas, na dose de 50 ml por planta, na solução de 5g L^{-1} de ureia. Aos 150 dias da emergência das plantas, foram avaliados altura (cm), diâmetro do caule (mm) a 1cm de altura, número de folhas e massa seca da raiz e da parte aérea (g), por meio da secagem em estufa a 65°C , até apresentarem massa constante. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições e 15 plantas por parcela, sendo úteis as seis centrais. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Analisando os dados fornecidos pelos fabricantes dos substratos, verificou-se que os produtos, em sua maioria, estavam em conformidade com a instrução normativa em vigor (Tabela 1). A IN nº 5, de 10 de março de 2016, estabelece a obrigatoriedade de os rótulos dos substratos comerciais apresentarem: CE em $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH em água, densidade seca em kg m^{-3} e CRA em % (MAPA, 2022). Dessa forma, apenas o substrato MP estava em desacordo com a IN por não apresentar as informações sobre pH e CE. Comparando os dados fornecidos pelos fabricantes e os analisados em laboratório, alguns demonstraram valores destoantes, o que levanta a dúvida sobre qual metodologia foi utilizada pelos fabricantes, já que a realizada em laboratório está de acordo com a IN.

A densidade seca dos substratos, determinada em laboratório, variou de $110,29$ (CS) a $377,24\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (TF CN). Segundo Kämpf (2005), a densidade seca recomendada, para altura de recipiente

Tabela 1. Descrição dos substratos comerciais conforme dados fornecidos pelos fabricantes na embalagem do produto (F) e resultados das análises (A) das mesmas características *Table 1. Description of commercial substrates according to data provided by the manufacturers on the product packaging (F) and the results of analyzes (A) of the same characteristic*

Substrato	Composição (conforme descrito no rótulo)	Densidade (kg m^{-3})		CRA (%)		CE (mS cm^{-1})		pH em água	
		F	A	F	A	F	A	F	A
CS	Turfa de Sphagnum, vermiculita, calcário e casca de arroz carbonizada	130	110	350	55,4	0,4	0,09	5,5	5,5
MP	Casca de pinus, vermiculita, corretivo de acidez e micronutrientes	360 a 400	228	60	48,2	-	0,85	-	4,7
TM	Vermiculita expandida, casca de pinus/eucalipto, fibra de coco e fibra de papel recuperada	285	333	150	48,2	0,7	0,43	6,5	6,5
TF F11	Base de turfa, fertilizantes mineral e calcário calcítico (3,8%).	340	338	70	61,6	$0,9 \pm 0,3$	1,33	5,5 a 6	5,2
TF H	Base de turfa fibrosa, casca de arroz carbonizada, calcário calcítico e fertilizante mineral	250	252	50	44,4	$0,6 \pm 0,3$	0,87	6,5	6,5
TF M	Base de turfa, casca de arroz carbonizada, calcário calcítico e fertilizante mineral	200 a 250	244	40	35,4	$0,9 \pm 0,3$	1,15	5,5 a 6	5,9
TF F	Base de turfa, calcário calcítico e fertilizante mineral	250 a 300	270	50	46,1	$1,0 \pm 0,3$	1,49	5,5	5,5
TF CN	Base de turfa, calcário calcítico e fertilizante mineral	350 a 400	377	50	46,9	$0,9 \pm 0,3$	1,19	5,5 a 6	5,9

de 20 cm , é de 300 a 500kg m^{-3} . Assim, apenas os substratos TM, TF F11 e CN estão de acordo com essa recomendação. A capacidade de retenção de água (CRA) apresenta uma faixa ideal de 40% a 50% (FERMINO, 2014). Para essas características, os substratos comerciais, de modo geral, apresentaram capacidades próximas da faixa ideal, com algumas exceções. Segundo Kämpf (2005), os valores considerados ideais de pH em água de substratos, para a maioria das plantas, situam-se na faixa de 5,2 a 5,5. Assim, os substratos comerciais TF F11 (5,2), TF F (5,5) e CS (5,5) estão dentro da faixa ideal. Já o intervalo ideal de CE para a maioria das culturas, com o método 1:5, é entre $0,26$ e $0,60\text{mS cm}^{-1}$. Apenas o substrato TM ($0,43\text{mS cm}^{-1}$) apresentou CE dentro do ideal (Tabela 1).

A composição física dos substratos avaliados em relação à referência de substrato ideal, conforme a literatura, foi apresentada na Figura 1. A porosidade total ideal para substratos hortícolas é de 85% (DE BOODT & VERDONCK, 1972). Conforme essas indicações, apenas TF CN apresentou valor abaixo (72,59%) e MP (91,61%) e CS (93,82%) exibiram valores superiores. A porosidade é composta por espaço de aeração (ideal 30%), água facilmente disponível (ideal 25%), água tampante (ideal 5%) e água remanescente (ideal 25%) (DE BOODT & VERDONCK, 1972; FERMINO, 2014). Para essas características, os substratos comerciais, de modo geral, apresentaram valores próximos dos ideais, com algumas exceções. Assim, entende-se

que os produtos podem ser indicados para as mais diversas finalidades.

Os substratos influenciaram de formas distintas o desenvolvimento das mudas de maracujazeiro-azedo (Tabela 2). Quanto à altura das plantas, alguns substratos se destacaram, tais como: TF 11 (86,64cm), TF F (75,75cm) e MP (74,79cm). O diâmetro do caule variou de 3,35mm (TF H) a 6,12mm (TF F); o número de folhas, de 10,62 (TF H) a 15,25 (TF F); e a massa seca da parte aérea, de 4,44g (TM) a 8,45g (TF F). Para a massa seca da raiz, os substratos obtiveram semelhança, com exceção do TF H, que apresentou menor valor (0,54g).

Considera-se uma muda de maracujazeiro-azedo padrão e adequada para o plantio a campo aquela que apresentar altura acima de 80cm, com adequado conteúdo de folhas e sistema radicular que proporcione maior probabilidade de sobrevivência no campo (PETRY et al., 2008; SÔNEGO et al., 2017). Dessa forma, entre os substratos comerciais testados nas condições experimentais deste estudo, destacam-se: TF F11, TF F e MP.

Conclui-se que, para a maioria das variáveis físicas e químicas avaliadas, os produtos apresentaram valores dentro dos parâmetros recomendados pela literatura. Os substratos TF F11, TF F e MP foram os que proporcionaram maior desenvolvimento às mudas de maracujazeiro-azedo, podendo ser utilizados para esse sistema de cultivo. Entre as

Tabela 2. Altura (cm), diâmetro (mm), número de folhas, massa seca da raiz e parte aérea (g) das mudas de maracujazeiro-azedo submetidas a diferentes substratos comerciais após 150 dias da semeadura

Table 2. Height (cm), diameter (mm), number of leaves, root dry mass and shoot (g) of sour passion fruit seedlings submitted to different commercial substrates after 150 days after sowing

	Altura (cm)*	Diâmetro (mm)	Nº folhas	Massa seca raiz (g)	Massa seca aérea (g)
CS	62,67 b	4,61 c	13,12 b	2,19 a	6,23 b
MP	74,79 a	5,19 b	13,92 ab	2,56 a	8,45 a
TM	50,85 c	4,31 c	12,12 c	1,80 ab	4,44 c
TF F11	86,64 a	4,99 b	14,12 ab	2,02 a	7,16 a
TF H	47,00 c	3,35 d	10,62 d	0,54 c	2,48 d
TF M	59,58 b	4,16 c	12,46 bc	2,16 a	5,14 bc
TF F	75,75 a	6,12 a	15,25 a	1,68 b	7,08 a
TF CN	70,44 b	4,58 c	12,25 b	1,91 ab	6,51 b
CV (%)	16,75	17,59	9,12	18,87	12,23

* Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

* Equal letters do not differ from each other by Tukey's test at 5% significance.

principais características dos substratos, destacam-se: adaptação melhor da cultura a substratos mais ácidos entre 5 e 5,5, densidade entre 230 e 340kg m⁻³ e alta capacidade de retenção de água.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc).

Referências

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulturae*, n.26, p.36-44, 1972.

FERMINO, M.H. **Substratos: composição, caracterização e método de análise.** Guaíba: Agrolivros, 2014, 112p.

KÄMPF, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais.** Guaíba: Agropecuária, 2005. 256p.

MAPA. **Instrução normativa nº 5, de 10 de março de 2016.** Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-5-de-10-3-16-remineralizadores-e-substratos-para-plantas.pdf> > Acesso em: outubro de 2022.

SÔNEGO, M.; BRANCHER, A.; PERUCH, L.A.M.; PETRY, H.B. Efeito do tamanho da muda de plantio sobre a produção do maracujá-azedo em clima subtropical. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTURA DO MARACUJAZEIRO/SEMINÁRIO SUL-BRASILEIRO SOBRE MARACUJAZEIRO, 2017, Arroio do Silva, SC. *Anais [...]*, Urussanga, Epagri, 2017. 92p.

PETRY, C. (Coord.). **Plantas ornamentais: aspectos para a produção.** Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008. 2a ed, 202p.

PETRY, H.B.; SILVA, D.A.; BERTOLINI, E.; MORITZ, D.R.; MEES, A.; BONFIM JÚNIOR, M.F. Manejo da virose do endurecimento dos frutos do maracujazeiro-azedo em Santa Catarina. *Agropecuária Catarinense*, v.35, n.3, p.18-21, 2022. Doi: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1561>

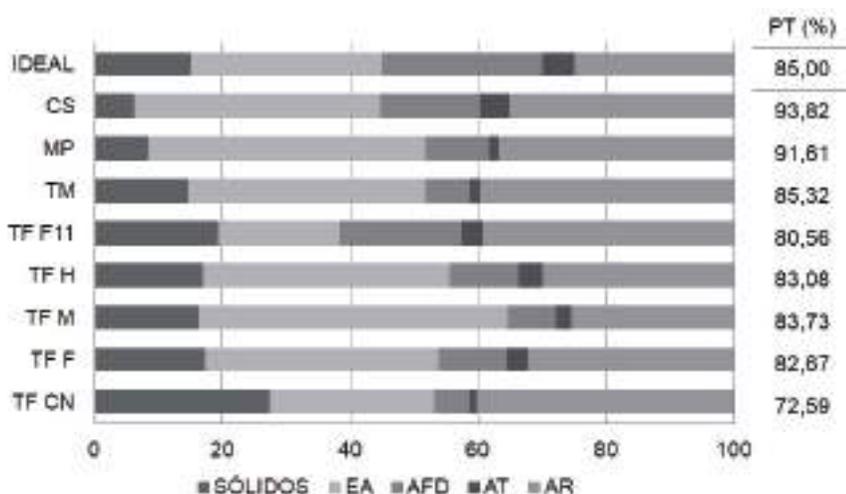


Figura 1. Características físicas dos substratos comerciais: composição (sólidos, espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT) e água remanescente (AR) e porosidade total (PT), com a referência de substrato ideal (FERMINO, 2014)

Figure 1. Physical characteristics of commercial substrates: composition (solids, aeration space (AS), readily available water (RAW), buffering water (BW) and remaining water (RW)) and total porosity (TP) with substrate reference ideal (FERMINO, 2014)

Desempenho agrônômico de batatas-doces submetidas a doses de fertilizante mineral



Jéssica Colombo¹, André Sordi², Claudia Klein³, Joziane Batiston⁴, Cleber Gustavo Lenhardt⁵, Dolvan Biegelmeier⁵ e Gustavo Lippert⁵

Resumo – A cultura da batata-doce é responsiva à adubação do solo, incrementando a produtividade e a qualidade das raízes tuberosas. O objetivo foi avaliar as características agrônômicas de cultivares de batata-doce submetidas a doses de fertilizante mineral. O trabalho foi conduzido por meio de delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 5×2 e três repetições. Os tratamentos foram doses de fertilizante mineral (50%, 100%, 150%, 200% e 250% da dose recomendada) e dois cultivares (Amélia e Beauregard). As variáveis analisadas foram: produtividade, teor de sólidos solúveis totais (grau brix), massa seca, teor e exportação de NPK e taxa de desfrute. O cultivar Amélia mostrou-se superior para teor de sólidos solúveis, massa seca e exportação de nutrientes, e o cultivar Beauregard se destacou na produção de matéria verde e teor de potássio. Os cultivares apresentam elevada taxa de desfrute.

Termos de indexação: Taxa de exportação; *Ipomoea batatas*; Produtividade.

Agronomic performance of sweet potatoes subjected to mineral fertilizer doses

Abstract – Sweet potato crop is responsive to soil fertilization, increasing their productivity and quality. This study evaluates the agronomic characteristics of sweet potato cultivars subjected to doses of mineral fertilizer. Two cultivars (Amélia and Beauregard), distributed in randomized blocks using a 5×2 factorial scheme, were subjected to mineral fertilizer treatments (50%, 100%, 150%, 200% and 250% of the recommended dose), with three replications. Productivity, total soluble solids content (brix grade), dry mass, NPK content and exports and offtake rate were the variables analyzed. The cultivar Amélia produced better soluble solids content, dry mass and nutrient export, whereas the cultivar Beauregard had higher green matter and potassium content. Both cultivars showed a high rate of acceptance.

Index terms: Export tax; *Ipomoea batatas*; Productivity.

O cultivo de batata-doce (*Ipomoea batatas*) pode representar renda extra à pequena propriedade rural, principal realidade na região Oeste de Santa Catarina, em especial com o aproveitamento de áreas inaptas ao cultivo de grãos. A batata-doce tornou-se um tema de pesquisa em alta nos últimos anos devido às suas propriedades nutricionais e funcionais (ALAM, 2021).

Além da falta de especialização da mão de obra, existem dificuldades de orientações técnicas sobre tratamentos culturais, adubação, cultivares adaptadas, manejos fitossanitários e, sobretudo, pesquisas aplicadas à região em questão.

A cultura de batata-doce é considerada rústica, os produtores costumam

cultivá-la em solos pobres em nutrientes e sem adubação. No entanto, ela tem potencial para ser uma grande extratora de nutrientes, principalmente potássio, variando conforme a aptidão genética de cada cultivar (FERNANDES et al., 2011).

Conforme Figueiredo (2019), a maioria das hortaliças tuberosas exigem nutrientes em maior quantidade, em especial o potássio. Entretanto, a aplicação de doses elevadas pode prejudicar o desenvolvimento das plantas, todavia, o uso do adubo mineral é comum pelos produtores nas culturas de grãos e, portanto, passível de utilização na cultura da batata-doce. O que cabe averiguar é o quanto a cultura é responsiva quando se utilizam doses crescentes de fer-

tilizante. A hipótese formulada é que poder-se-á utilizar doses crescentes de adubo mineral sem prejuízo ao desempenho agrônômico da cultura.

Tendo em vista a importância da cultura e a disponibilidade de fertilizante mineral nas propriedades do Oeste catarinense, o objetivo deste trabalho foi avaliar características agrônômicas de cultivares de batata-doce submetidas a doses de fertilizante mineral.

O experimento foi realizado na Fazenda Escola da Agronomia em São José do Cedro/SC, na safra 2019/2020. Segundo a classificação de Köppen, o clima é Cfa. O solo é classificado como Cambissolo Háplico Distrófico. O experimento foi implantado em área de plantio convencional, manejado com

Recebido em 11/03/2022. Aceito para publicação em 21/03/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1442>

¹ Engenheira-agrônoma, Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), Campus de São José do Cedro, SC. Linha Esquina Derrubada, s/n, 89930-000, São José do Cedro, SC, fone: (49) 3643-6000, e-mail: je_colombo@outlook.com.

² Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Unoesc, São José do Cedro, SC, e-mail: andresordi@yahoo.com.br.

³ Engenheira-agrônoma, Dra., Unoesc, São José do Cedro, SC, e-mail: claudia.klein@unoesc.edu.br.

⁴ Zootecnista, M.Sc., Unoesc, São José do Cedro, SC, e-mail: joziane.battiston@unoesc.edu.br.

⁵ Engenheiro-agrônomo, Unoesc, Campus São José do Cedro, São José do Cedro, SC, e-mail: cleberlenhardt@gmail.com, dolvan_big@hotmail.com, gugasmo2011@hotmail.com.

encanteirador. Para a implantação, foram coletadas 16 subamostras de solo, na camada 0-20cm, que revelou teor de argila de 52%; pH_{H₂O} = 6,3; SMP = 6,5; P = 4,96mg dm⁻³; K = 210mg dm⁻³; MO = 2,98%; Ca = 9,65cmolc dm⁻³; Mg = 4,24cmolc dm⁻³; CTC = 16,86cmolc dm⁻³; saturação de bases (V%) = 85,44%. Seguiu-se a recomendação de adubação conforme manual de calagem e adubação para os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SBCS, 2016).

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em sistema fatorial 5 × 2, com cinco doses fertilizantes e duas cultivares de batata-doce com três repetições, totalizando 30 unidades experimentais, em área total de 210m².

Os cultivares avaliados foram cv. Amélia (produtividade de 32mg ha⁻¹) e Beaugard (produtividade de 30mg ha⁻¹). As doses de fertilizante mineral foram 50%, 100%, 150%, 200% e 250% da dose recomendada (SBCS, 2016). A dose padrão (100%) de N, P₂O₅ e K₂O corresponde a 40kg, 80kg e 80kg ha⁻¹. A partir dessa dose foram estimadas as demais. A aplicação foi efetuada com fontes simples de cloreto de potássio (60% K₂O), superfosfato triplo (41% P₂O₅) e ureia (45%N).

O plantio foi realizado em outubro de 2019 por transplante de mudas, espaçamento de 1 × 0,43m, quatro fileiras por parcela, total de 16 plantas, sendo úteis as quatro plantas centrais. A colheita ocorreu 150 dias após o plantio.

Foram avaliados: sólidos solúveis totais (grau brix), teor de potássio (K), fósforo (P), nitrogênio (N), teor de massa seca (MS), produtividade de matéria verde (MV), produtividade de matéria seca (MS), taxa de exportação e de desfrute de K₂O, P₂O₅ e N. A taxa de exportação de NPK foi obtida pela produtividade final da cultura e seus teores nutricionais em porcentagem, sendo expressos valores em kg ha⁻¹. O balanço de nutrientes e taxa de desfrute foi determinado pela metodologia do Instituto Intergovernamental de Nutrição de Plantas (CUNHA et al., 2018).

As variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O teor de sólidos solúveis totais (° Brix) foi superior no cultivar Amé-

lia (Tabela 1). A quantidade de açúcar poderá determinar o mercado final das raízes tuberosas, se os teores forem elevados, poder-se-á ser utilizada para extração de amido, fabricação de etanol, entre outros. O teor de massa seca foi maior no cultivar Amélia, indicando que há menor quantidade de água em sua composição, o que confere uma textura diferenciada.

Quanto à produtividade de massa verde (Tabela 1), o cv. Beaugard se destacou em relação ao cv. Amélia, mas ambas atingiram produções superiores a 30 mg ha⁻¹, que são indicadas pelos detentores. Segundo Silva et al. (2008), quando a batata-doce é cultivada em solo com maiores níveis de fertilidade, a resposta à adubação será menor, visto que o solo já terá disponível nutriente para a cultura. O cv. Amélia respondeu positivamente ao aumento de doses de

fertilizante, enquanto o cv. Beaugard não apresentou o mesmo comportamento.

Para os teores de N, P e K (Tabela 2), houve diferença significativa para K e N, mas não para P. A absorção de nutrientes acompanha o acúmulo de massa de matéria seca (SILVA et al., 2008) e o K colabora para melhor qualidade da batata-doce (FILGUEIRA, 2012), já o P tem pouca resposta, pois as raízes da batata têm capacidade de se associar a fungos micorrízicos, aumentando a absorção desse nutriente (SILVA et al., 2008).

Na taxa de exportação, houve diferença na exportação de K₂O, P₂O₅ e N (Tabela 3). De modo geral, o cv. Amélia se mostrou superior ao cv. Beaugard, a destacar que as maiores doses no cultivar Amélia apresentaram maior exportação, o que não se repete para o cultivar Beaugard. Echer et al. (2009)

Tabela 1. Teor de sólidos solúveis totais (grau brix), teor de massa seca (%) e produtividade de matéria verde (kg ha⁻¹) de cultivares de batata-doce submetidas a diferentes doses de fertilizante mineral. São José do Cedro/SC, 2021

Table 1. Total soluble solids content (brix degree), dry mass content (%) and green matter productivity (kg ha⁻¹) of sweet potato cultivars submitted to different doses of mineral fertilizer. São José do Cedro/SC, 2021

Cultivar	Doses (% da recomendação)				
	50	100	150	200	250
----- Teor de sólidos solúveis (grau brix) -----					
Amélia	13,0 aA	10,66 aB	10,66 aB	10,66 aB	10,66 aB
Beaugard	8,0 bA	7,33 bA	8,0 bA	8,0 bA	9,0 bA
CV: 8,76%					
----- Teor de massa seca (%) -----					
Amélia	30,67 a	28,00 a	31,33 a	29,67 a	30,67 a
Beaugard	17,67 b	18,00 b	19,00 b	20,00 b	18,00 b
CV: 8,76%					
----- Produtividade de MV (Kg ha ⁻¹) -----					
Amélia	36333 aC	63297 bB	63642 aB	68976 bAB	76143 aA
Beaugard	36176 aD	84271 aA	57412 aC	77714 aA	67595 bB
CV: 5,89%					

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Means followed by the same uppercase letter in the row and lowercase in the column do not differ significantly ($p \leq 0.05$) by Tukey's test.

Tabela 2. Teor de potássio, fósforo e nitrogênio de cultivares de batata-doce submetidas a diferentes doses de fertilizante mineral. São José do Cedro/SC, 2021

Table 2. Potassium, phosphorus and nitrogen content of sweet potato cultivars submitted to different doses of mineral fertilizer. São José do Cedro/SC, 2021

Cultivar	Doses (% da recomendação)				
	50	100	150	200	250
----- Teor de potássio (%) -----					
Amélia	2,1 bA	1,9 bA	1,9 bA	2,0 bA	1,6 bB
Beauregard	2,3 aC	2,4 aBC	2,6 aB	2,4 aBC	2,9 aA
CV: 5,24%					
----- Teor de fósforo (%) ^{ns} -----					
Amélia	0,33	0,30	0,33	0,33	0,30
Beauregard	0,30	0,36	0,33	0,30	0,36
CV: 16,35%					
----- Teor de nitrogênio (%) -----					
Amélia	0,67 bB	0,67 bB	0,80 bAB	0,86 aA	0,80 bAB
Beauregard	1,06 aA	0,87 aB	1,10 aA	0,80 aB	0,93 aAB
CV: 9,01%					

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Means followed by the same uppercase letter in the row and lowercase in the column do not differ significantly ($p \leq 0.05$) by Tukey's test.

Tabela 3. Exportação de K_2O , P_2O_5 e nitrogênio de cultivares de batata-doce submetidas a diferentes doses de fertilizante mineral. São José do Cedro/SC, 2021

Table 3. Export of K_2O , P_2O_5 and Nitrogen from sweet potato cultivars submitted to different doses of mineral fertilizer. São José do Cedro/SC, 2021

Cultivar	Doses (% da recomendação)				
	50	100	150	200	250
----- Exportação de K_2O (Kg ha ⁻¹) -----					
Amélia	283 aC	412 aB	461 aAB	487 aA	435 aAB
Beauregard	176 bC	437 aA	333 bB	443 aA	430 aA
CV: 7,06 %					
----- Exportação de P_2O_5 (Kg ha ⁻¹) -----					
Amélia	87,33 aC	123,66 aB	155,00 aAB	162,66 aA	170,00 aA
Beauregard	42,67 bB	119,00 aA	89,00 bA	109,33 bA	104,66 bA
CV: 11,9 %					
----- Exportação de nitrogênio (Kg ha ⁻¹) -----					
Amélia	74,66 aC	119,66 aB	157,00 aAB	172,00 aB	183,00 aA
Beauregard	69,33 aB	128,66 aA	123,33 bA	121,66 bA	110,33 bAB
CV: 13,18%					

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Means followed by the same uppercase letter in the row and lowercase in the column do not differ significantly ($p \leq 0.05$) by Tukey's test.

registraram exportação de 129kg ha⁻¹ N, 84kg ha⁻¹ K e 11,4kg ha⁻¹ P na cultura da batata-doce. Fernandes et al. (2011) observaram alta exportação, 88kg ha⁻¹ N, 220kg ha⁻¹ K e 15kg ha⁻¹ P.

O desfrute de N, P, K (Tabela 4) apresentou diferenças estatísticas, com variações de 61,66% a 207,33% para N, 215% a 708% para K e 52% a 217,33% para P, independentemente do cultivar. Lenhardt et al. (2019) observaram altas taxas de desfrute para os cultivares Amélia e Beauregard (1100% a 1381,97%), demonstrando alta taxa de aproveitamento e de exportação. Os resultados deste estudo evidenciam maiores taxa de desfrute nas doses de fertilizante mineral de 50% e 100% da recomendação em ambos os cultivares. Isso indica que, com o passar dos ciclos produtivos, poderá ocorrer esgotamento do solo. Desse modo, é importante a adubação a cada plantio, utilizando-se minimamente a dose preconizada no manual de calagem e adubação.

O cultivar Beauregard se destacou para o teor de potássio e produtividade de massa verde. Já para o teor de fósforo, não houve diferença. Quanto à exportação de nutrientes e ao teor de sólidos solúveis, a cv. Amélia se sobressaiu.

O maior desfrute dos nutrientes N, P e K ocorreu nas dosagens menores. Assim, recomenda-se monitoramento das áreas produtivas para futuramente não haver escassez de nutrientes no solo devido à exportação e ao desfrute.

Referências

ALAM, M.K. A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. **Trends in Food Science & Technology**, v.115, p. 512-529, 2021.

CUNHA, J.F.; FRANCISCO, E.A.B.; PROCHNOW, L.I. Balanço de Nutrientes na Agricultura Brasileira no Período de 2013 a 2016. **Informações Agrônomicas**. Piracicaba, n.162, p.01-14, 2018.

ECHER, F.R.; DOMINATO, J.C.; CRESTE, J.E.; SANTOS, D.H. Fertilização de cobertura com boro e potássio na nutrição e produtividade da batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.2, p.171-175, 2009.

Tabela 4. Taxa de desfrute de nitrogênio, potássio e fósforo de cultivares de batata-doce submetidas a diferentes doses de fertilizante mineral. São José do Cedro/SC, 2021

Table 4. Nitrogen, potassium and phosphorus uptake rate of sweet potato cultivars submitted to different doses of mineral fertilizer. São José do Cedro/SC, 2021

Cultivar	Doses (% da recomendação)				
	50	100	150	200	250
----- Taxa de desfrute de nitrogênio (%) -----					
Amélia	207,33 aA	166,33 aAB	145,33 aBC	119,66 aBC	101,67 aC
Beauregard	192,33 bA	179,00 aA	114,00 aB	84,33 bBC	61,66 bC
CV: 14,38%					
----- Taxa de desfrute de potássio (%) -----					
Amélia	708,00 aA	515,33 aB	384,66 aC	304,33 aD	217,67 aE
Beauregard	440,33 bB	547,33 aA	278,00 bC	277,33 aC	215,00 aC
CV: 6,87%					
----- Taxa de desfrute de fósforo (%) -----					
Amélia	217,33 aA	154,33 aB	129,33 aBC	101,66 aDC	85,00 aD
Beauregard	106,33 bB	148,66 aA	74,33 bBC	68,67 bC	52,00 bC
CV: 13,08%					

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Means followed by the same uppercase letter in the row and lowercase in the column do not differ significantly ($p \leq 0.05$) by Tukey's test.

FIGUEIREDO, R.T. **Manejo da adubação potássica na cultura da batata-doce**. 2019. 107f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2019.

FERNANDES, M.A.; SORATTO, P.R.; SILVA, L.B. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: I-macronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p.2039-2056, 2011.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de oleicultura agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2012. 418p.

SILVA, J.B.C.; LOPES, C.A.; MAGALHÃES, J.S. Batata doce (*Ipomea batatas*) **Embrapa hortaliças**, 2008. Disponível em: [https://](https://www.embrapa.br/hortaliças/como-plantar-batata-doce)

www.embrapa.br/hortaliças/como-plantar-batata-doce. Acesso em: 08 set. 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11.ed. Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC, 2016. 375p.

LENHARDT, C.G.; BIEGELMEIER, D.; LIPPERT, G.; SORDI, A. Características agrônômicas de cultivares de batata doce no oeste de Santa Catarina submetidas a doses crescentes de potássio. SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E SEMINÁRIO INTEGRADO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. 2019. **Anais [...]** Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/siepe/article/view/21506>. Acesso em: 15 fev. 2021.

INCA e COQUEIRAL: primeiros cultivares catarinenses de mandioquinha-salsa



Eduardo da Costa Nunes, Marcelo Zanella e Carlos Alberto Koerich

Resumo – Os cultivares de mandioquinha-salsa SCS380 INCA (RNC nº 49967) e SCS381 COQUEIRAL (RNC nº 49968) foram obtidos a partir da identificação, seleção e posterior clonagem de plantas que demonstraram comportamento agrônomico e atributos produtivos diferenciados em áreas de produção comercial no município de Angelina, provavelmente originadas da germinação *in loco* de sementes botânicas, oriundas de cruzamentos populacionais naturais espontâneos. Estes materiais genéticos estão sendo avaliados e caracterizados de forma participativa, envolvendo produtores rurais e agentes de pesquisa e extensão rural, desde 2014 (INCA) e 2017 (COQUEIRAL). De maneira geral, ambos apresentam como principais vantagens, quando comparados em relação ao material genético mais cultivado no Brasil (cv. Senador Amaral), o alto potencial produtivo de raízes (mantendo boas características comerciais, como formato cilíndrico, coloração amarela, aroma e sabor característico), boa adaptabilidade e resistência a pragas e doenças, plantas mais vigorosas e grande capacidade de produção de mudas. As raízes de ambos os cultivares podem ser usadas para consumo fresco *in natura*, sendo que o cv. INCA, apresenta grande potencial para processamento agroindustrial. São indicados para cultivo nas regiões recomendadas pelo zoneamento agroclimático de Santa Catarina sob cultivo convencional. O cv. COQUEIRAL tem-se mostrado adaptado ao cultivo em Sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH), com bons resultados e tem sido cultivado em áreas de menor altitude e com temperaturas mais elevadas que em condições de cultivo normalmente recomendadas.

Termos para indexação: *Avaliação participativa; Arracacia xanthorrhiza* Bancroft; Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH).

INCA and COQUEIRAL: first Santa Catarina cultivars of arracacha

Abstract – The “arracacha” cultivars SCS380 INCA (RNC nº 49967) and SCS381 COQUEIRAL (RNC nº 49968) were obtained from the identification, selection and subsequent cloning of plants that demonstrated agronomic performance and differentiated productive attributes in commercial production areas of the municipality of Angelina, probably originated from the *in loco* germination of botanical seeds, from natural spontaneous population crosses. These genetic materials have been evaluated and characterized in a participatory research since 2014 (INCA) and 2017 (COQUEIRAL). In general, both have the main advantages over the genetic material most cultivated in the Brazil (cv. Senador Amaral), highlighting the high productive potential of the roots (maintaining good commercial characteristics, such as cylindrical shape, yellow color, characteristic aroma and flavour), good adaptability and resistance to pests and diseases, more vigorous plants and great seedling production capacity. The roots of both can be used for fresh consumption *in natura*, and the cv. INCA has great potential for agro-industrial processing. They are indicated for cultivation in the regions recommended by the agroclimatic zoning of Santa Catarina under conventional cultivation. The cv. COQUEIRAL has been shown to be adapted to cultivation in Vegetable Direct Tillage System (“SPDH”) with good results being cultivated in areas of lower altitude and with higher temperatures than in the normal recommended cultivation conditions.

Index terms: *Participatory evaluation; Arracacia xanthorrhiza* Bancroft; *Vegetable Direct Tillage System* (“SPDH”).

Introdução

A mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) é também conhecida no Brasil como batata-salsa e batata-baroa e em outros países latino-americanos e caribenhos como arracacha, aipo peruano e apio. É uma espécie originária da América do Sul, mais precisamente da região andina, numa área compreendida entre Colômbia,

Equador, Peru e Bolívia (SEMINÁRIO, 2004). Provavelmente, trata-se de uma das plantas andinas, que produzem raízes tuberosas mais antigas e mais cultivadas no período pré-incaico e cuja domesticação provavelmente ocorreu anteriormente às da batata e do milho (MORILLO et al., 2020). Portanto, nesta região encontra-se a maior diversidade genética desta espécie, além de outros recursos genéticos de importância ali-

mentícia e econômica (e.g., tubérculos e raízes tuberosas) que são, em muitos casos, as principais fontes energéticas e nutritivas de baixo custo de produção, contribuindo imensamente para subsistência de agricultores familiares (SCOTT et al., 2000).

É uma espécie perene, no entanto, após sua domesticação, vem sendo cultivada como anual, uma vez que seu cultivo comercial objetiva a colheita de

Recebido em 23/08/2022. Aceito para publicação em 19/12/2022.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1542>

¹ Eng.-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Urussanga, Rod. SC 108, Km 353, Bairro Estação, 88840-000 Urussanga, SC, e-mail: eduardon@epagri.sc.gov.br.

² Eng.-agrônomo, Epagri/Gerência Regional de Florianópolis, e-mail: marcelozanella@epagri.sc.gov.br.

³ Extensionista rural, Técnico agrícola, Epagri/Escritório municipal de Angelina, e-mail: carloskoerich@epagri.sc.gov.br.

raízes para consumo e comercialização (ATENCIO SOLANO et al., 2019; QUI-LAPANTA et al., 2018). O cultivo desta espécie assume importância comercial em alguns países, como o Brasil e a Colômbia, por estar relacionado ao seu potencial de uso na alta gastronomia. Por outro lado, assume papel importantíssimo também como cultivo relacionado à segurança alimentar e à subsistência de algumas comunidades específicas, como na Bolívia, Peru entre outros países (MORILLO et al., 2020).

As raízes de mandioquinha-salsa possuem potencial de uso diversificado. Podem ser consumidas frescas (i.e., *in natura*) isoladamente após cozimento e/ou na composição de diversos pratos tradicionais e/ou de alta gastronomia, agregando textura, sabor e cor. Não obstante possui enorme potencial de processamento e/ou transformação agroindustrial, ainda pouco estudado e desenvolvido (e.g., alimentos prontos resfriados/congelados, *baby foods*, *chips*, liofilizados, etc.). Em termos nutricionais, fornece calorias, fibras e minerais, como, cálcio, fósforo, magnésio e ferro (MARIN et al., 2011).

Cultiva-se mandioquinha-salsa desde a Venezuela até a Bolívia. No entanto, a maior área de plantio está no Brasil (área plantada de 8.168ha) e o país é o maior produtor mundial desta espécie, com produção de 109.217 toneladas. Destaca-se ainda a Colômbia como segundo maior produtor (8.037ha plantados e produção de 74.586 toneladas), seguida por Equador e Peru. Há registros de produção em menor escala no noroeste da Argentina e na Costa Rica, Porto Rico, República Dominicana e Haiti (MORILLO et al., 2020; ARNICA et al., 2021). Trata-se de uma cultura peculiarmente associada a pequenos produtores rurais e à agricultura familiar predominantemente. Neste sentido, o estado de Santa Catarina, por suas características geográficas e ambientais naturalmente diversificadas, associadas a aspectos culturais que historicamente contribuíram para formatar sua estrutura fundiária, caracterizada pela predominância de um modelo de agricultura familiar de pequenas propriedades, adequa-se ao cultivo de mandioquinha-salsa em determinadas regiões com condições edafoclimáticas específicas.

A cultura da mandioquinha-salsa possui potencial de constituir-se em

ótima alternativa para pequenos e médios produtores, especialmente dentro dos conceitos de agricultura familiar, com potencial de tornar-se um importante ativo da bioeconomia e desenvolvimento local, seja pela comercialização direta de suas raízes frescas (i.e., *in natura*), seja pela criação de novos produtos a partir de sua biomassa e/ou como insumo de alto valor agregado para determinados mercados de consumo específicos. Além disso, também é importante para a agricultura familiar em razão da considerável demanda por mão de obra, principalmente nas fases de plantio e colheita (MADEIRA et al., 2021). Adicionalmente, é uma planta bastante rústica, com baixa utilização de insumos e reduzido custo de produção. Sendo assim, assume grande importância socioeconômica nas regiões onde seu cultivo é predominante. Atinge elevadas cotações e a oscilação de preços é relativamente pequena durante o ano, quando comparada a outras olerícolas, minimizando o risco de insucesso. O mercado é amplo nas regiões onde o consumo de mandioquinha-salsa é comum, devido ao pequeno volume comercializado com a produção abaixo da demanda, principalmente quando a produção é próxima a cidades com grande densidade populacional. É o caso das regiões Sudeste e Sul, onde a cultura é extremamente compensatória (MADEIRA et al., 2021).

Sabe-se que, em relação ao melhoramento genético da espécie, poucos avanços têm sido obtidos no Brasil. Segundo Madeira et al. (2021), observa-se no campo que a mandioquinha-salsa se restringe a poucos cultivares. A baixa variabilidade genética é decorrente da falta de genótipos desenvolvidos localmente e do reduzido número de clones introduzidos no país. Essa uniformidade genética traz riscos com relação a pragas e doenças e limita a expansão do cultivo a regiões que apresentam condições climáticas diferentes das tradicionais.

Por outro lado, sabe-se que para que o cultivo de determinada espécie seja viabilizado comercialmente, há a necessidade de seleção e oferta sistemática de novos materiais genéticos (i.e., variedades, cultivares, clones). Desta forma, os cultivares apresentarão grande potencial para elevar suas produtividades, pois esses genótipos serão naturalmente mais adaptados às condições edafo-

climáticas de cada local e/ou por apresentarem maior resiliência às condições de estresses bióticos e/ou abióticos.

Adicionalmente, entende-se que para que determinado genótipo tenha maior possibilidade de ser efetivamente adotado pelos produtores é fundamental que este participe efetivamente do processo de seleção. Este processo denomina-se “avaliação participativa” e traz como ferramentas fundamentais: a inclusão sistemática dos conhecimentos, a habilidade, as experiências e as preferências dos agricultores locais (SENA, 2006). Trata-se, portanto, não somente de uma consultoria ocasional entre técnicos (e.g. pesquisadores, extensionistas) e produtores durante pesquisa avaliativa, mas faz com que os três elos se tornem parceiros, com uma comunicação mais próxima e efetiva na troca de informações e conhecimentos mútuos. Associados a esta premissa, tem-se também como objetivos básicos deste tipo de processo a identificação de eventuais demandas, os gargalos tecnológicos, os problemas enfrentados pelos agricultores e o desenvolvimento de tecnologias para resolvê-los. Desta forma, o trabalho deverá ter enfoque interdisciplinar e complementar a ações de pesquisa agrícola clássica da temática proposta (PETERSEN, 1994).

De acordo com as premissas acima elencadas que norteiam as ações desenvolvidas dentro dos projetos integrados, apresenta-se como resultados iniciais o registro e a indicação dos cultivares SCS380 INCA e SCS381 COQUEIRAL. Esses genótipos foram selecionados, clonados e avaliados sob condições de solo e clima, sendo potencialmente adequados ao cultivo desta espécie em Santa Catarina.

Origem dos cultivares

‘SCS380 INCA’ e ‘SCS381 COQUEIRAL’ (i.e., Registro Nacional de Cultivares - RNC n° 49967 e RNC n° 49968, respectivamente) foram identificados, selecionados e posteriormente clonados de populações de plantas de áreas de produção comercial a partir de plantas que demonstraram comportamento agrônomico e atributos produtivos diferenciados, provavelmente originadas da germinação de sementes botânicas oriundas de cruzamentos naturais espontâneos, uma vez que nas condi-

ções ambientais das áreas de cultivo é comum ocorrer o florescimento e a formação de frutos em diferentes cultivares comerciais naturalmente. A seleção do cultivar INCA (Figura 1) ocorreu na comunidade de “Rio de Dentro”, e a do cultivar COQUEIRAL (Figura 2) na comunidade de “Coqueiral”, ambas no município de Angelina em Santa Catarina. Após a seleção, estas plantas foram multiplicadas vegetativamente (clonadas) por agricultores familiares das respectivas comunidades, sob orientação e supervisão de técnicos da Epagri. Estes materiais genéticos vêm sendo avaliados e caracterizados de forma participativa, por técnicos da Epagri e produtores rurais, desde os anos de 2014 (INCA) e 2017 (COQUEIRAL), quanto a parâmetros agrônômicos (e.g., produção/produktividade, resistência às principais pragas (pulgões) e doenças (podridão de Erwinia) e qualitativos das raízes, como o sabor, a coloração da polpa e capacidade de cozimento).

Principais vantagens competitivas e caracterização geral dos novos cultivares

SCS380 INCA

O cv. INCA, desde o início das avaliações, sempre se destacou como um

material genético com excelentes características agrônômicas, atingindo altas produtividades e com qualidade de raízes, tanto para comercialização *in natura* quanto para processamento na indústria alimentícia.

Entre as principais vantagens observadas em relação ao material genético mais cultivado no país – o cv. Senador Amaral (i.e., produtividade média obtida nas avaliações realizadas não superior a 18t/ha), destacam-se: alto potencial produtivo de raízes (Tabela 1), boa adaptabilidade e resistência a pragas e doenças, planta vigorosa que mantém boas características comerciais das raízes, como formato cilíndrico, coloração amarela, aroma e sabor característico, que pode ser usada tanto para consumo fresco *in natura* quanto para processos agroindustriais (e.g., tipo *chips*, pratos resfriados/congelados, etc.), demonstrando inclusive grande potencial. Além disso, produz grande quantidade de mudas por planta. Na Tabela 1, estão sumarizadas as principais características em termos quantitativos, qualitativos e descritores morfológicos do cultivar “INCA”.

SCS381 COQUEIRAL

O cv. COQUEIRAL sempre se destacou pelo grande potencial produtivo, bem como por outras características

agrônômicas de interesse descritas abaixo.

Dentre as vantagens observadas em relação à variedade mais cultivada no país (cv. Senador Amaral, mencionada acima), destaca-se pelo maior potencial produtivo de raízes (Tabela 1), excelente adaptabilidade e rusticidade às variações climáticas, tendo inclusive demonstrado em avaliações preliminares mais recentes que pode se adaptar a condições de cultivo em locais de menor altitude (≈ 300 metros) e temperaturas mais elevadas. Além disso, possui adequada resistência às principais pragas e doenças, maior vigor vegetativo e maior taxa de multiplicação (i.e., maior quantidade de mudas (perfilhos) produzidas por planta), mantendo todas as características desejadas de raízes, como: formato cilíndrico, coloração amarela, aroma e sabor característico da cultura. Um aspecto importante a destacar-se é sua excelente capacidade de adaptação ao sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH, Figura 3). Na Tabela 1 estão sumarizadas as principais características em termos quantitativos, qualitativos e descritores morfológicos do cultivar “COQUEIRAL”.

Perspectivas

Os primeiros cultivares catarinenses de mandioca-salsa, SCS380 INCA e



Figura 1. Fotos do cultivar de mandioca-salsa SCS380 INCA. Campos de produção (A); plantas após o arranquio (B) e raízes frescas (*in natura*) para comercialização após processamento (C)

Fotos (A, B e C): Marcelo Zanella e Carlos A. Koerich

Figure 1. Photos of the arracacha cultivar SCS380 INCA. Production fields (A); plants after pulling out (B) and fresh roots (*in natura*) for marketing after processing (C)

Photos (A, B e C): Marcelo Zanella and Carlos A. Koerich

SCS381 COQUEIRAL possuem potencial para substituir, com vantagens, os cultivares tradicionalmente cultivados nas áreas produtoras do Estado. Uma vez que possuem maior potencial produtivo, apresentam excelente adaptação ao clima e aos solos das regiões produtoras, boa resistência às principais pragas e doenças e podem se adaptar a cultivos menos impactantes ao ambiente e aos trabalhadores (i.e., cultivo orgânico,

plântio direto). Além disso, em avaliações mais recentes (dados não publicados, referentes a safra 2021/2022), os cultivares têm se mostrado adaptados a regiões de cultivo do Estado onde a mandiocquinha-salsa ainda não é explorada economicamente. Possuem, portanto, potencial para ser usados a fim de ampliar a área de cultivo e consequentemente possibilitar maior oferta de produto, atendendo a uma demanda

crecente de raízes do mercado consumidor que se amplia ano após ano. Especificamente, o cultivar SCS380 INCA pode também criar novas oportunidades de negócios, pois tem demonstrado adaptar-se a processos agroindustriais, podendo gerar diferentes produtos com maior valor agregado a partir da sua biomassa. Por outro lado, o cultivar SCS381 COQUEIRAL tem se mostrado bastante adaptado e produtivo em locais de me-



Figura 2. Fotos do cultivar de mandiocquinha-salsa SCS381 COQUEIRAL. Campo de produção (A); planta após o arranquio (B) e raízes frescas (*in natura*) para comercialização após processamento (C)

Fotos (A, B e C): Marcelo Zanella and Carlos A. Koerich

Figure 2. Photos of the arracacha cultivar SCS381 COQUEIRAL. Production fields (A); plants after pulling out (B) and fresh roots (*in natura*) for marketing after processing (C)

Photos (A, B e C): Marcelo Zanella and Carlos A. Koerich

Tabela 1. Principais características quantitativas, qualitativas e descritores morfológicos dos cultivares de mandiocquinha-salsa SCS380 INCA e SCS381 COQUEIRAL

Table 1. Main features quantitative, qualitative and descriptors morphologicals of arracacha cultivars SCS380 INCA and SCS381 COQUEIRAL

Características/Descritores	SCS380 INCA ¹	SCS381 COQUEIRAL ²
Arquitetura da planta	Ereta	Ereta
Porte da planta	Média-alta	Média-alta
Números de propágulos por planta	20 a 40	15 a 30
Coloração da base do pecíolo	Vermelho intenso	Branca
Coloração do pecíolo	Vermelho	Vermelho (vinho)
Cerosidade do pecíolo	Presente	Presente
Cor da inserção do folíolo no pecíolo	Verde	Verde
Coloração da folha	Verde	Verde
Coloração da nervura da folha	Verde	Verde
Coloração externa da raiz	Amarela	Amarela intensa
Coloração interna de raiz	Amarela	Amarela intensa
Comprimento médio de raízes	15 a 25cm	15 a 25cm
Formato das raízes	Retilíneo, cônico-cilíndrico, alongado	Retilíneo, cônico-cilíndrico, alongado
Número de raízes comerciais por planta	6 a 15	8 a 15
Início da colheita	8 meses	9 meses
Produtividade média potencial	≥ 30t/ha	≥ 40t/ha
Resistência a pragas e doenças	Média	Forte
Adaptabilidade as variações climáticas	Boa	Excelente
Potencial de uso das raízes	<i>In natura</i> e indústria	Frescas <i>in natura</i>

¹Dados médios de seis safras de avaliação (safra 2014/15 a 2020/21). ²Dados médios de quatro safras de avaliação (safra 2017/18 a 2020/21).

¹Average data from six evaluation harvests (2014/15 to 2020/21 harvests). ²Average data from four evaluation harvests (2017/18 to 2020/21 harvests).



Figura 3. Plantio de mandioquinha-salsa cultivada em sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH)

Foto: Marcelo Zanella

Figure 3. Planting of arracacha cultivated in a vegetable direct tillage system (SPDH)

Photo: Marcelo Zanella

nor altitude e clima mais quente, áreas até então consideradas marginais ao cultivo de mandioquinha-salsa.

Aquisição e disponibilidade de material de propagação/plantio

Mudas e/ou perfilhos para propagação dos cultivares de mandioquinha-salsa “INCA” e “COQUEIRAL”, bem como outras informações sobre estes materiais genéticos, poderão ser solicitados à Epagri – Gerência Regional de Florianópolis, Escritório municipal de Angelina e/ou Estação Experimental de Urussanga, através do contato institucional dos autores.

Agradecimentos

Aos extensionistas e pesquisadores da Epagri das diferentes regiões de Santa Catarina que atuam na divulgação e nas ações de validação dos materiais genéticos de mandioquinha-salsa: Ivan Tormen (Extensionista – G.R. de Chapecó); Edson Osvaldo Correa (Extensionista – Mafra, G.R. de Canoinhas); Daniel Rogério Schmitt (Extensionista – G.R. de Agrônômica); Gerson Henrique Wamser

(M.Sc. Pesquisador – E.E. de Ituporanga).

E, por fim, de forma muito especial, aos agricultores parceiros da Epagri, presentes no processo desde a identificação, seleção e multiplicação inicial dos clones dos cultivares, senhores Lori Marian Kreuzsch e Neri Scharf, do município de Angelina (SC).

Referências

ATENCIO SOLANO, L.M.; GARNICA MONTAÑA, J.P.; VARGAS BERDUGO, A.M.; VILLAMIL CARVAJAL, J.E.; CAÑAR SERNA, D.Y. **Manual técnico para la producción de colinos de arracacha bajo condiciones agroecológicas del municipio de Cajamarca, Tolima**. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Mosquera, Colombia. 2019. 116p. Doi: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual-19>

GARNICA-MONTAÑA, J.P.; VILLAMIL-CARVAJAL, J.E.; VARGAS-BERDUGO, A.M.Y.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, O.J. **Modelo productivo para la producción de la primera variedad de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) Agrosavia La 22 adaptada a la región natural Andina de Colombia**. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Mosquera, Colombia. 2021. 127p. Doi: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7404500>.

via.nbook.7404500.

MADEIRA, N.R.; DE CARVALHO, A.F.; DA SILVA, G.O.; BOTREL, N.; BORTOLETTO, A.C. **Mandioquinha-salsa: *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021. 51p. (Sistema de produção, 1).

MARÍN, D.A.; ALCOCCER, M. R.; SALAZAR, N.A.; BERNAL, J.F. Calidad de la harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) a partir del método de secado por conducción. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**, v.2, n.1, p.23-28, 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3901948>.

MORILLO, E.; MADEIRA, N.R.; JAIMEZ, R. Arracacha. In: GEOFFRIAU, E.; SIMON, P.W. (Eds.). **Carrots and Related Apiaceae Crops**. 2ª ed. Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International, 2020. p.245-253. Doi: <https://doi.org/10.1079/9781789240955.0000>

PETERSEN, R.G. **Agriculture field experiments: designs and analysis**. New York, 1994. p.318-352.

QUILAPANTA, R.; DÁVILA, M.; VÁSQUEZ, C.; FRUTOS, V. Morfotipos de *Arracacia xanthorrhiza* Bancr. (Zanahoria blanca) de Ecuador, como fuente de variabilidad del germoplasma. **Scientia Agropecuaria**, v.9, n.2, 2018. p.281-286. Disponível em: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagropp>.

SCOTT, G.J.; ROSEGRANT, M.Y.; RINGLER, C. **Raíces y tubérculos para el Siglo 21 tendencias, proyecciones y opciones de política**. Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IFPRI) (Ed.). Washington, EE.UU. 2000. 72p. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/6388627.pdf>

SEMINARIO, J. (ed.). **Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación**. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú, 2004. 376 p. (Serie Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003), 6).

SENA, M.R. **Melhoramento Participativo na cultura do feijoeiro**. 2006. 57f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – UFLA, Lavras, MG. 2006.

Estimativa da área de cebola por meio de imagens de satélites para os municípios de Ituporanga e Imbuia, SC, Brasil



Lucas Kreutzfeld¹, Caio Bustani Andrade² e Luiz Carlos Pittol Martini³

Resumo – Este estudo utilizou imagens Landsat 8-OLI e Sentinel 2A/2B-MSI para estimar a área destinada à produção de cebola em dois municípios do estado de Santa Catarina (Ituporanga e Imbuia) durante a safra 2020/2021. Uma vez que as lavouras de cebola na região de estudo ocupam pequenas áreas com cerca de 2 hectares, os usos das terras foram identificados usando a interpretação visual de composições coloridas multitemporais geradas pela combinação de bandas espectrais do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas. As imagens de satélite mostraram que a cebola cobriu 3.136 hectares em Ituporanga e 934 hectares em Imbuia na safra 2020/2021. Em ambos os municípios avaliados, as estimativas obtidas a partir de imagens de satélite foram menores do que as estimativas obtidas por levantamentos indiretos baseados em declarações das partes locais envolvidas na atividade ou na quantidade comercializada de insumos. O estudo mostrou que as imagens Landsat 8-OLI e Sentinel 2A/2B-MSI são adequadas para identificar e estimar áreas cultivadas com cebola na região produtora de Santa Catarina. Dessa forma, as imagens de satélite podem auxiliar os levantamentos estatísticos convencionais utilizados pelos organismos oficiais responsáveis pelas estatísticas agrícolas.

Termos para indexação: *Allium cepa*; Mapeamento agrícola; Imagens orbitais; Cultivos anuais.

Onion area estimation using satellite images for the municipalities of Ituporanga and Imbuia, SC, Brazil

Abstract - This study used Landsat 8-OLI and Sentinel 2A/2B-MSI images to estimate the land area used for onion production in two municipalities of the State of Santa Catarina (Ituporanga and Imbuia) during the 2020/2021 crop year. Since onion crop in the study region occupy small-cultivated areas of about 2 hectares, the land-uses were identified using visual interpretation of multi-temporal color compositions created by combining spectral bands of red, near infrared, and short-wave infrared. Satellite images showed that the onion covered 3,136 hectares in Ituporanga and 934 hectares in Imbuia during 2020/2021 crop year. In both municipalities assessed, the area occupied with onion crops estimated by satellite imagery was smaller than the areas obtained by indirect surveys based on stakeholder statements or data from traded agricultural inputs. The study showed that Landsat 8-OLI and Sentinel 2A/2B-MSI images are suitable to estimate area used for onion production in Santa Catarina State. Therefore, satellite imagery can support conventional surveys carried out by the official bureau responsible for agricultural statistics.

Index terms: *Allium cepa*; Agricultural mapping; Orbital images; Annual crops.

Introdução

No Brasil, a estimativa das áreas cultivadas e da produção agrícola em todas as unidades federativas está sob responsabilidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com o apoio de outros organismos federais e estaduais que também coletam dados agropecuários. Em Santa Catarina (SC), o Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola, da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri/Cepa), tem a fun-

ção de levantar e tratar estatisticamente os dados agropecuários no território estadual. Os métodos empregados nas estimativas realizadas tanto pelo IBGE como pela Epagri/Cepa são similares e baseiam-se em dados declaratórios obtidos em escala microrregional por consultores com experiência profissional na área agrícola, os quais coletam os dados a partir de seus contatos em cooperativas, agroindústrias, fornecedores de insumos e grandes produtores.

Em etapa posterior, os dados são submetidos a rotinas para verificação

de valores espúrios e para avaliação contextual das informações geradas (IBGE, 2018). Essas rotinas de avaliação da qualidade dos dados contribuem para o aumento da precisão das estimativas, mas deve-se destacar que as áreas cultivadas e as respectivas produções agrícolas não são efetivamente medidas durante os levantamentos convencionais realizados pelos organismos de coleta de dados agropecuários. Dessa forma, a ausência de dados quantitativos medidos diretamente nas regiões produtoras pode causar divergências de

Recebido em 08/04/2022. Aceito para publicação em 22/11/2022.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1458>

¹ Eng.-agrônomo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, e-mail: lucaskrtz@outlook.com.

² Eng.-agrônomo, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, e-mail: caio.bustani@posgrad.ufsc.br.

³ Eng.-agrônomo, Dr., professor do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, e-mail: luiz.martini@ufsc.br.

distribuição das áreas cultivadas ou da produção física ao longo de certa região produtora, bem como subestimar ou superestimar indicadores de safra, tais como área colhida, produtividade e uso de insumos agrícolas. Para Mingoti et al. (2014), as divergências em estatísticas agrícolas e a presença de valores discrepantes nas séries históricas dificultam a análise espaço-temporal de variáveis como área de produção efetiva, uso de áreas com limitações legais, modais de transporte, necessidades de armazenamento e potencial de expansão agrícola. Além disso, para esses autores as estatísticas agrícolas mais precisas permitem estabelecer cenários de evolução territorial da agropecuária regional.

Como complementação ao método declaratório tradicional, atualmente o sensoriamento remoto orbital pode ser empregado para estimativas de áreas cultivadas em diferentes escalas, pois estão disponíveis variados sistemas de aquisição de imagens orbitais com diferentes resoluções espaciais e temporais aplicáveis ao monitoramento de áreas cultivadas e agricultura de precisão, como é o caso da plataforma Sentinel-2A/2B (SEGARRA et al., 2020). Mais de 20 anos atrás, quando a oferta de informações georreferenciadas era muito menor do que atualmente, Pino (1999) já alertava para a necessidade de uma metodologia que incluísse dados mais objetivos nas estatísticas agrícolas. Um pouco mais tarde, Rizzi & Rudorff (2005) encontraram diferenças significativas entre os dados do IBGE e os resultados obtidos por sensoriamento remoto orbital na estimativa da área de soja no Rio Grande do Sul. Da mesma forma, Eberhardt et al. (2011) também encontraram diferenças significativas em estudo com cana-de-açúcar em Porto Xavier (RS). Em Santa Catarina, a Epagri vem utilizando imagens orbitais para o mapeamento de algumas culturas, como arroz irrigado na safra de 2018/19 e maçã na safra 2021 (EPAGRI, 2021). Outro exemplo vem da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), que firmou uma parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e divulgou em 2021 o mapeamento das áreas de soja em quatro estados brasileiros (CONAB, 2021). Esse mapeamento foi produzido a partir de técnicas de

sensoriamento remoto agrícola e auxiliará no acompanhamento futuro das áreas cultivadas com esse grão.

Como as organizações públicas ainda direcionam seus levantamentos por satélite para os cultivos de maior extensão (EPAGRI, 2021; CONAB, 2021), existe carência de estudos para espécies com menor área ocupada, como é o caso da cebola. No Brasil, estimativas oficiais mostram que os maiores estados produtores dessa cultura são Santa Catarina, Bahia e Minas Gerais. Santa Catarina é o maior produtor nacional, sendo responsável por cerca de 28% da produção na safra 2020/21 (IBGE, 2021). A produção de cebola no Estado é concentrada na região do Alto Vale do Itajaí, com os municípios de Ituporanga, Alfredo Wagner, Imbuia e Aurora, contribuindo para o total nacional com cerca de 250 mil toneladas (17%), produção obtida em aproximadamente 10 mil hectares (21% da área nacional ocupada com cebola). Considerando todas as áreas produtoras, a produção catarinense foi de 420.287 toneladas na safra 2020/21, com uma área plantada de 16.787 hectares (IBGE, 2021). No entanto, a Epagri/Cepa informou que a área cultivada com cebola em Santa Catarina nessa safra foi de 17.432 hectares e a produção de 389.941 toneladas (INFOAGRO, 2022). Portanto, entre o IBGE e a Epagri/Cepa existe uma diferença na estimativa da área plantada e na produção total ao redor de 4% e de 8%, respectivamente, revelando discrepância entre as fontes de dados declaratórios utilizados nos dois levantamentos. Uma vez que os dados do IBGE são consolidados a partir de consultas à Epagri/Cepa, as diferenças das duas fontes indicam subjetividade nas estatísticas e demonstram a necessidade de métodos que proporcionem métricas mais robustas para quantificação de áreas cultivadas e da produção agrícola.

Este trabalho teve como objetivo investigar o impacto do método de levantamento utilizado no cálculo das áreas destinadas à cultura da cebola nos principais municípios produtores de SC, bem como avaliar o potencial do uso de imagens de sensoriamento remoto orbital para identificação de lavouras de pequenas extensões localizadas em propriedades agrícolas com predominância de agricultura familiar.

Materiais e métodos

A área de estudo situa-se nos municípios catarinenses de Ituporanga e Imbuia (Figura 1). Realizou-se o mapeamento das áreas desses municípios cultivadas com cebola por meio da interpretação visual de imagens orbitais adquiridas durante a safra 2020/21, obtidas pelos sensores *Multispectral Instrument (MSI)* a bordo dos satélites gêmeos Sentinel 2A e Sentinel 2B e pelo sensor *Operational Land Imager (OLI)* a bordo do satélite Landsat 8. Estas plataformas apresentam a melhor combinação de resolução espacial e temporal de imagens dentre os satélites de distribuição livre.

As imagens Sentinel 2A/2B-MSI foram obtidas no portal *Copernicus Open Access Hub* (ESA, 2021) e as imagens Landsat 8-OLI no portal *Earth Explorer* (USGS, 2021). Optou-se pelo uso de imagens com correção atmosférica e dados de reflectância de superfície (nível 2 de correção, tanto para Sentinel como Landsat). Foram selecionadas as imagens com menor cobertura de nuvens sobre os municípios mapeados, assegurando-se pelo menos uma imagem por mês entre 8 de junho de 2020 e 9 de janeiro de 2021, período que abrange todo o ciclo da cebola na região de estudo. No total, foram consideradas sete passagens do Landsat 8 e dezessete passagens dos satélites Sentinel 2A/2B. As bandas espectrais nas faixas do vermelho (RED), infravermelho próximo (NIR) e infravermelho de onda curta (SWIR) mostraram-se mais adequadas para os objetivos do trabalho. Elas correspondem às bandas 4, 8 e 11 do Sentinel 2A/2B (bandas 4 e 8 com resolução espacial de 10 metros e banda 11 com resolução de 20 metros), e às bandas 4, 5 e 6 de 30 metros de resolução espacial do Landsat 8 (Tabela 1). Para interpretação visual, foram empregadas as composições coloridas RGB falsa-cor 8-11-4 para Sentinel 2A/2B e 5-6-4 para Landsat 8.

As áreas de cultivo de cebola foram identificadas com base no padrão de resposta espectral e na evolução temporal das mudanças de cobertura no solo ao longo da safra 2020/2021. A interpretação visual usada neste trabalho utilizou metodologia proposta

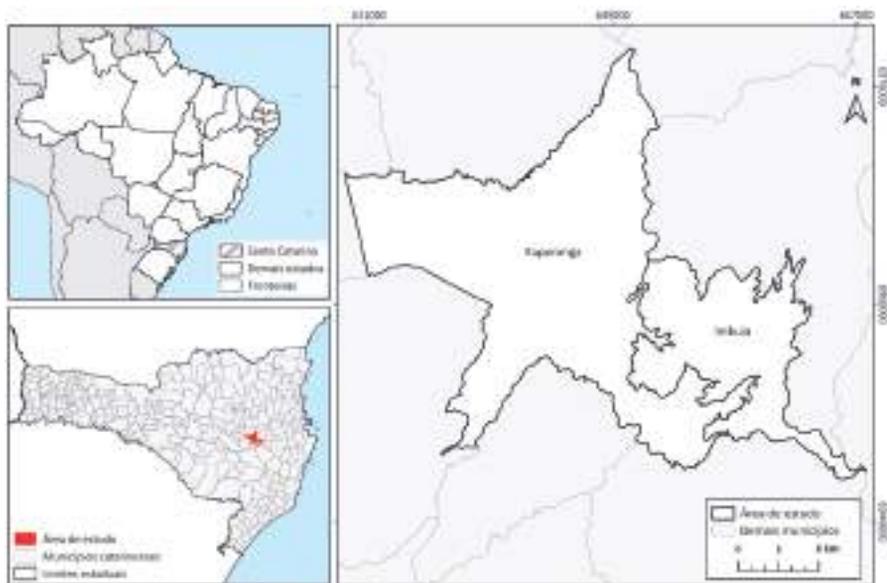


Figura 1. Localização geográfica e limites da área de estudo utilizada para mapeamento da cebola em dois municípios de Santa Catarina - Limites municipais obtidos em IBGE (2021b)
Fonte: Autor (2022)

Figure 1. Geographical localization and boundaries of the study area used for onion mapping in two municipalities of Santa Catarina state (Brazil) - Boundaries of municipalities obtained from IBGE (2021b)
Source: Author (2022)

Tabela 1. Parâmetros básicos das imagens de sensoriamento remoto utilizadas no mapeamento da cebola nos municípios de Ituporanga e Imbuia (SC) na safra 2020/21

Table 1. Basic parameters of remote sensing images used for onion mapping in the municipalities of Ituporanga and Imbuia (SC) during the 2020/21 crop year

Satélite	Sensor	Órbita-ponto	Data	Cobertura de nuvens (%)	Bandas espectrais
Sentinel 2A/2B	MSI	22JFQ	09/01/2021	15,7	RED (4), NIR (8), SWIR (11)
			30/12/2020	1,2	
			30/11/2020	24,9	
			20/11/2020	28,9	
			21/10/2020	9,9	
			05/11/2020	53,3	
			11/10/2020	8,8	
			06/10/2020	40,3	
			01/10/2020	2,9	
			26/09/2020	2,6	
			11/09/2020	2,3	
			22/08/2020	0,0	
			02/08/2020	19,4	
			23/07/2020	23,4	
			13/07/2020	40,0	
Landsat 8	OLI	220/79	30/11/2020	67,9	RED (4), NIR (5), SWIR (6)
			13/10/2020	51,4	
			11/09/2020	11,6	
			26/08/2020	13,0	
			10/08/2020	11,7	
			09/07/2020	41,5	
			23/06/2020	23,3	

Fonte: ESA (2021); USGS (2021)

por Panizza & Fonseca (2011), que recomendam um processo sequencial em três etapas: (1) *leitura intuitiva das imagens*, que consistiu na identificação de regiões de interesse nas imagens por simples exclusão de classes de usos das terras impróprias ao cultivo de cebola (por exemplo, áreas florestadas, corpos hídricos, áreas urbanas etc.); (2) *fotodeterminação*, quando foi realizado o agrupamento das regiões obtidas na etapa anterior com base nas chances de presença/ausência do alvo de interesse (no estudo, áreas com cultivo de cebola), definido por indução/dedução; e (3) *fotointerpretação*, na qual foram criadas correlações entre os elementos determinados na imagem e elaboradas hipóteses interpretativas. Para as três etapas de interpretação foram registrados e analisados parâmetros como forma, tamanho, tonalidade (cor, brilho e sombreamento), posição do objeto na paisagem, textura e arranjo espacial das áreas de cultivo, levando-se em consideração a evolução temporal destas características ao longo do ciclo de cultivo.

Uma vez identificadas as lavouras com cebola, realizou-se a vetorização manual para cálculo das áreas totais por município. Os resultados foram comparados com as estimativas oficiais obtidas nos levantamentos do IBGE (2021a) e Epagri/Cepa (INFOAGRO, 2022). Dados vetoriais do sistema SICAR (2022) para cada município mostraram quantos e quais foram os imóveis com produção de cebola na safra analisada neste estudo. O tratamento e o processamento dos dados foram realizados com o Sistema de Informações Geográficas QGIS 3.18, utilizando o sistema de coordenadas planas, projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), e o sistema geodésico de referência SIRGAS 2000, no Fuso 22 do Hemisfério Sul.

Resultados e discussão

A área total cultivada na safra 2020/21 foi de 4.070 hectares, dos quais 934 hectares (23%) localizavam-se em Imbuia e 3.136 hectares (77%) em Ituporanga (Figura 2). Estes resultados são cerca de 50% e 24% menores do que as áreas estimadas pela Epagri/Cepa para os municípios de Ituporanga

e Imbuia, com 1.900 hectares e 4.150 hectares, respectivamente (INFOAGRO, 2022). Em relação às estimativas do IBGE (2021a), os resultados são cerca de 48% e 17% menores, respectivamente. A área total foi cerca de 33% menor que os 6.050 hectares estimados pela Epagri/Cepa e 27% menor que os 5.600 hectares estimados pelo IBGE (Tabela 2). Discrepâncias entre as áreas ocupadas por culturas agrícolas obtidas por mapeamento a partir de imagens orbitais e por levantamento tradicional também foram encontradas no estudo de Rizzi & Rudorff (2005), no qual a área total de soja no Rio Grande do Sul foi cerca de 11% menor do que a estimada pelo IBGE. Os autores mostraram ainda que as diferenças em escala municipal foram superiores à média estadual de 11%, o que sugere a atribuição das áreas de um município para outros adjacentes quando se utiliza o método tradicional de levantamento. Para o estado do Paraná, a área total dedicada ao cultivo de soja na safra 2016/17 mapeada por sensoriamento remoto foi 20% menor do que a estimada pelo IBGE (PALUDO et al., 2020). Resultados discrepantes entre os dois métodos de levantamento também foram obtidos por Dalla Betta et al. (2022). Ao realizar o mapeamento da área de soja por sensoriamento remoto orbital em dois municípios catarinenses, os autores obtiveram uma área 23% superior aos dados oficiais para a safra 2012/2013 e 6% superior na safra 2020/2021. Discrepâncias similares também ocorreram em outras culturas. Por exemplo, o mapeamento do arroz conduzido pela Epagri em Santa Catarina (EPAGRI, 2021) mostrou haver 5.500 hectares (4%) a mais do que nas estimativas tradicionais.

Resultados discrepantes são esperados quando se confrontam estimativas de áreas cultivadas obtidas por metodologias distintas. Deve-se observar que os métodos comumente empregados nos levantamentos tradicionais baseiam-se em fontes secundárias de dados, como consultas a extensionistas rurais locais, financiamentos agrícolas e volume de insumos comercializados (IBGE, 2018). Para alguns cultivos, essas fontes de dados constituem uma amostragem enviesada, uma vez que muitos agricultores prescindem de financiamento bancário,

utilizam insumos próprios ou os adquirem em outras regiões. Essas limitações são ainda mais marcantes em alguns tipos de lavouras com agricultura familiar, como é o caso da cebola. Além disso, as variações ano a ano no tamanho das lavouras podem não ser devidamente contabilizadas pelos extensionistas rurais, uma vez que eles geralmente não dispõem de métodos quantitativos para atualização das áreas cultivadas. O sensoriamento remoto, por sua vez, tem o potencial de quantificar e atualizar regularmente as áreas cultivadas. Nesse aspecto, levantamentos baseados em imagens de satélites podem ser considerados como um tipo de censo e, desde que os métodos sejam devidamente calibrados, esses levantamentos podem ser atualizados periodicamente para obtenção de dados mais realistas.

Alguns estudos mostraram a viabilidade do uso de imagens de satélite com média resolução espacial para mapear cultivos que ocupam extensões contínuas na ordem de várias dezenas de hectares, como a cana-de-açúcar (CECHIM JÚNIOR et al., 2017) e soja (MERCANTE et al., 2012). Para esses casos, o emprego de técnicas de classificação não supervisionada ou semisupervisionada produzem resultados satisfatórios (JUN-

GES et al., 2013). Contudo, os resultados obtidos por métodos semiautomaticamente para cultivos de pequena extensão (poucos hectares) nem sempre são adequados e podem gerar estimativas equivocadas das áreas cultivadas, principalmente devido às limitações quanto à resolução espacial e espectral das imagens disponíveis.

Alguns métodos combinam imagens de satélite com outras variáveis para gerar mapeamentos mais exatos (TENCATEN, 2015), mas a interpretação visual ainda permanece como uma técnica básica para cultivos como a cebola, que em Santa Catarina ocupa pequenas áreas descontínuas, entremeadas com outros usos das terras e em diferentes exposições do relevo. Em tais condições, a interpretação visual pode ser melhorada por meio da análise multitemporal das imagens de satélite disponíveis, as quais permitem acompanhar a evolução da ocupação do solo ao longo de uma ou mais safras. Aqui a disponibilidade de imagens ao longo do ciclo é crucial e a resolução temporal dos sistemas sensores é a principal limitação.

Para a região delimitada neste estudo, a Figura 3 mostra o padrão típico de resposta espectral da cultura da cebola obtido por meio de imagens Sen-

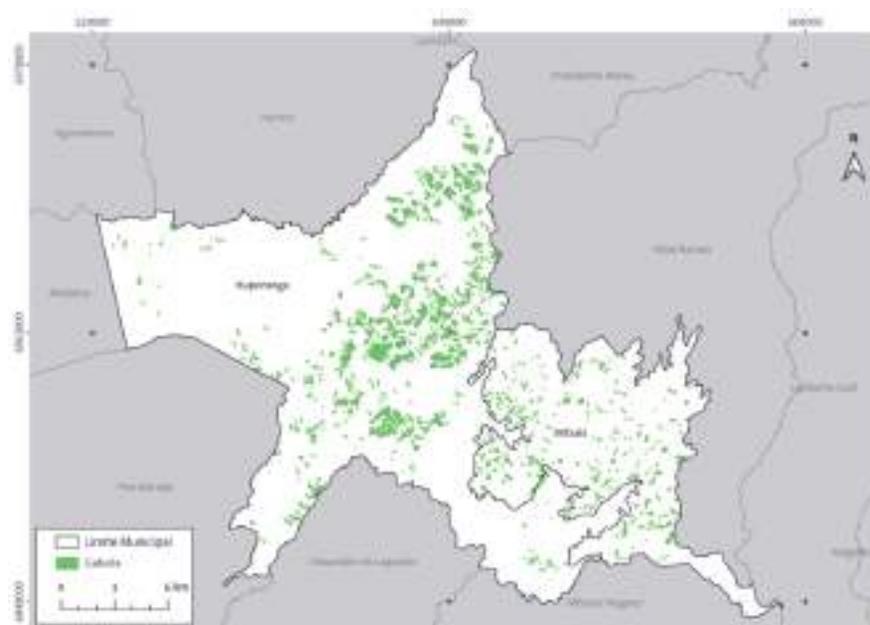


Figura 2. Mapa das áreas de cebola na safra 2020/21 nos municípios de Ituporanga e Imbuia (SC)

Fonte: Autor (2022)

Figure 2. Map of onion areas during the 2020/21 crop year in the municipalities of Ituporanga and Imbuia (Santa Catarina State, Brazil)

Source: Author (2022)

Tabela 2. Comparativo das áreas de cebola mapeadas por satélite com as estimativas do Epagri/CEPA e IBGE para os municípios de Ituporanga e Imbuia, Santa Catarina, Brasil
 Table 2. Comparison of satellite-mapped onion areas with EPAGRI/CEPA and IBGE estimates for the municipalities of Ituporanga and Imbuia, Santa Catarina State, Brazil

Município	Área (hectares)			Diferença (%)	
	Mapeada	EPAGRI/CEPA	IBGE	EPAGRI/CEPA	IBGE
Ituporanga	3.136	4.150	3.800	24	17
Imbuia	934	1.900	1.800	50	48
Total	4.070	6.050	5.600	33	27

Fonte: Infoagro (2022); IBGE (2021)

tinel 2A/2B-MSI adquiridas para certos períodos fenológicos. No início do ciclo (Figura 3a), predomina a resposta de solo até meados do mês de setembro. A partir desse mês, a resposta da cultura começa a se sobressair àquela do solo

descoberto (Figura 3b). As imagens do mês de outubro foram as mais adequadas para o mapeamento da maioria das áreas, uma vez que foi a época de maior biomassa e predominância da resposta da cultura nas imagens (Figura 3c). Em

novembro, quando se inicia a colheita, já se observa novamente a predominância da resposta do solo, visto que a cebola não passa por um processo de senescência. Sendo colhida verde, há uma abrupta perda de biomassa vegetal e, conseqüentemente, a resposta espectral volta a ter predominância do solo descoberto (Figura 3d).

Embora tenha sido identificado um padrão bem definido de evolução da cebola no terreno, não houve homogeneidade entre as áreas mapeadas, seja durante o período de máximo vigor vegetativo, seja no período com predominância de solo descoberto. As diferenças podem estar associadas às datas de plantio, aos ciclos dos diferentes cultivos e aos sistemas de cultivo e distintos

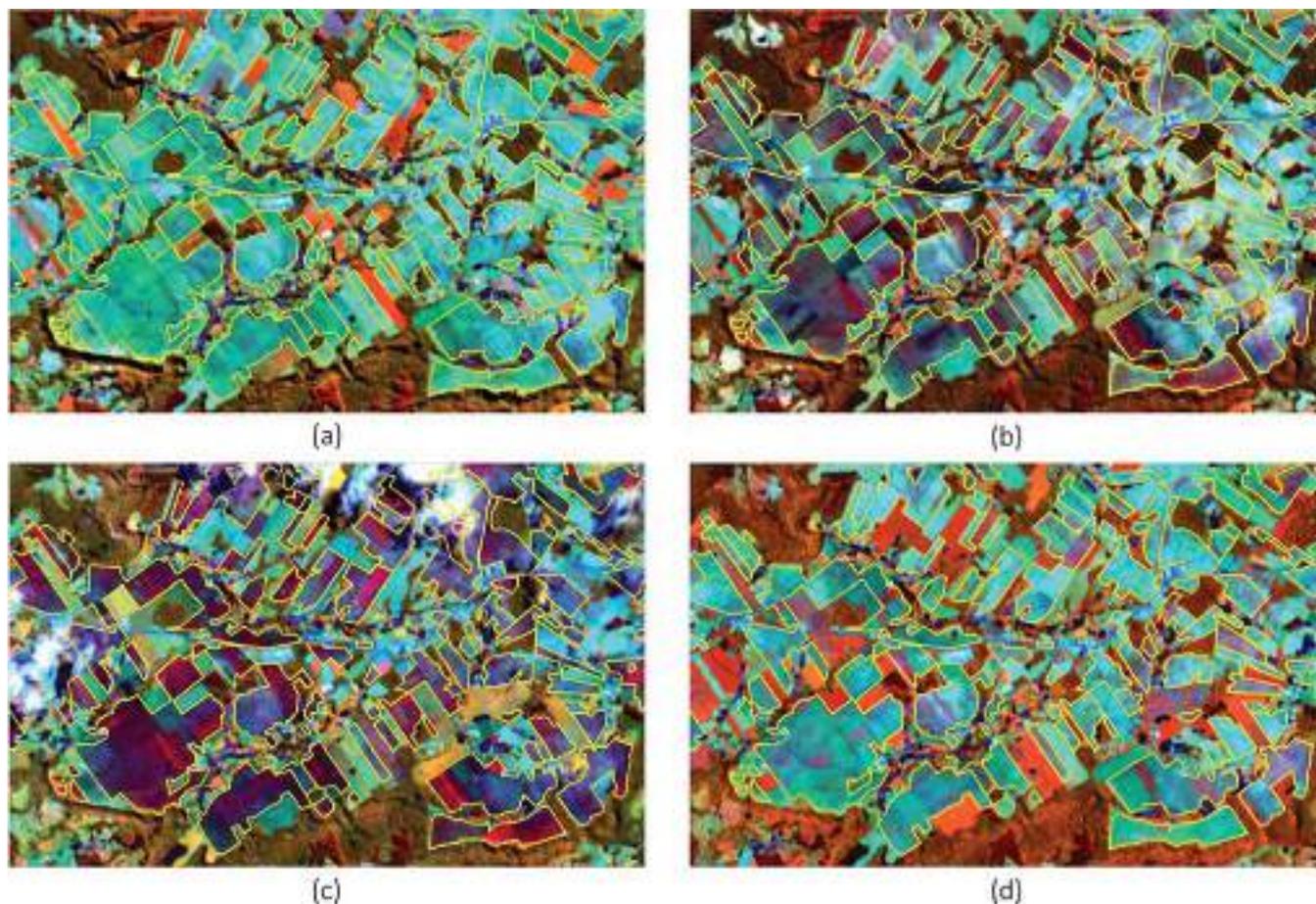


Figura 3. Composições coloridas RGB geradas pelas bandas 8, 11 e 4 do satélite Sentinel-MSI 2A/2B adquiridas em: (a) 22/08/2020; (b) 26/09/2020; (c) 06/10/2020; e (d) 30/11/2020. As áreas em destaque foram identificadas como lavouras de cebola por meio da interpretação visual

Fonte: Autor (2022).

Figure 3. RGB color composites generated by bands 8, 11, and 4 of the Sentinel-MSI 2A/2B satellite acquired in: (a) 22/08/2020; (b) 26/09/2020; (c) 06/10/2020; and (d) 30/11/2020. Highlighted areas were identified as onion crops by visual interpretation Source: Author (2022)

manejos adotados pelos agricultores (EPAGRI, 2013). Além disso, a presença de nuvens nas imagens, principalmente naquelas obtidas em outubro e novembro, foi uma das principais limitações para a interpretação visual das áreas com cebola.

Apesar das limitações relativas à tecnologia da cebola e quanto à qualidade das imagens disponíveis, a interpretação visual mostrou ser uma técnica integradora que permite ao intérprete reunir, de maneira sistemática, informações contextuais, como forma, tamanho, padrão, cor, textura e conectividade das áreas de cultivo. Ao possibilitar a criação de correlações entre os elementos da paisagem, essas informações contextuais flexibilizam a tomada de decisão a respeito do uso do solo em cada porção da imagem (PANIZZA & FONSECA, 2011). Como desvantagem, a interpretação visual é dependente do juízo do intérprete e o processo de classificação pode falhar devido à subjetividade das decisões. Nesse aspecto, diferentes intérpretes tendem a mapear de forma distinta a mesma região de estudo. Além disso, o mapeamento por interpretação visual está limitado a regiões restritas de cultivo, pois é um processo oneroso em tempo e requer pessoal habilitado para a tarefa.

Algumas desvantagens da interpretação visual podem ser superadas pela classificação automática das imagens de satélite. Este é um campo ativo de estudo em sensoriamento remoto e diversos algoritmos vêm sendo desenvolvidos e testados nos últimos anos, principalmente aqueles baseados em inteligência artificial (redes neurais e aprendizado de máquina, por exemplo). Contudo, como destacaram Yang et al. (2015), não existe um algoritmo de classificação específico com desempenho favorável em todas as situações reais. Enquanto diferentes algoritmos possuem acurácias distintas na classificação de um mesmo cultivo, um certo algoritmo específico pode apresentar acurácias muito diferentes quando aplicado

à classificação de variados cultivos. De certa forma, a subjetividade humana na interpretação visual é substituída pela subjetividade na escolha do algoritmo adequado.

Como complementação, neste trabalho realizou-se a interseção das áreas de cebola mapeadas por meio das imagens de sensoriamento remoto com o Cadastro Ambiental Rural (CAR). Como resultado, foram identificados 924 imóveis em Ituporanga e 504 imóveis em Imbuia com esse cultivo. Desses imóveis, apenas 19 em Ituporanga e 6 em Imbuia têm mais de 4 módulos fiscais, que é o limite estipulado pela legislação para enquadramento como agricultura familiar (BRASIL, 2006). Portanto, esse resultado comprova a predominância da produção da cebola por agricultores familiares relatada por Boeing (2002). Como o arrendamento de terras para a produção de cebola é uma prática comum, mesmo naqueles imóveis com área que extrapolam o limite da legislação pode haver produção caracterizada como agricultura familiar. Em comparação, o censo agropecuário de 2017 (IBGE, 2019) contabilizou 615 estabelecimentos agropecuários produtores de cebola em Ituporanga e 424 em Imbuia, sendo que apenas 31 e 23, respectivamente, foram registrados como sendo estabelecimentos não familiares. Dessa forma, existe também uma discrepância significativa entre os dados censitários do IBGE e os resultados obtidos pelo mapeamento efetuado neste trabalho. Comparando-se os dados de 2017 do IBGE e os resultados deste trabalho, ocorreram variações positivas de aproximadamente 50% para Ituporanga e 19% para Imbuia no número de imóveis com cebola. Essas variações são muito elevadas para serem atribuídas a flutuações temporais de áreas cultivadas, principalmente devido ao fato dessas flutuações terem ocorrido com uma defasagem de apenas cinco anos.

Finalmente, deve-se destacar que o estágio atual do sensoriamento remoto não prescinde de informações

de campo para validação de resultados baseados na classificação de imagens, seja pelo método de interpretação visual, seja pela classificação automatizada. Por questões operacionais, este estudo não utilizou levantamentos de campo para avaliação da acurácia do mapeamento. Portanto, os resultados aqui apresentados devem ser considerados preliminares e sujeitos a erros na atribuição dos tipos de usos das terras. Apesar dessa limitação, os resultados apontam para melhoria das estimativas das áreas cultivadas quando se utilizam imagens de satélite, uma vez que permitem avaliar a distribuição espacial dos cultivos e quantificar suas áreas de forma mais objetiva do que os levantamentos declaratórios tradicionais. Além disso, apresentam custo relativo reduzido quando comparados com uma operação censitária.

Conclusões

– Quando estimada por meio de imagens dos satélites Sentinel 2A/2B–MSI e Landsat 8–OLI para a safra 2020/21, a área cultivada com cebola nos municípios de Ituporanga e Imbuia foi 33% menor do que a estimada pela Epagri/Cepa e 27% menor do que a estimada pelo IBGE para a mesma safra.

– Foram identificados 1.428 imóveis rurais com cultivo de cebola nos municípios de Ituporanga e Imbuia, dos quais 1.403 possuem área dentro dos limites para classificação como agricultura familiar.

– A variação nas épocas de plantio, as diferenças entre sistemas de cultivo, a pequena extensão das lavouras e a baixa disponibilidade de imagens em algumas épocas do ano devido à cobertura de nuvens foram as principais limitações encontradas durante o mapeamento da cebola por meio dos satélites Sentinel 2A/2B–MSI e Landsat 8–OLI.

– A ampliação do número de safras avaliadas, o aumento na disponibilidade temporal de produtos de sensoriamento remoto e a coleta de dados auxiliares

de campo podem proporcionar maior acurácia na identificação das áreas cultivadas com cebola em regime de agricultura familiar.

Agradecimentos

Os autores expressam seu agradecimento aos revisores anônimos pelas contribuições para a melhoria da qualidade do manuscrito original.

Referências

BOEING, G. **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense**. Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 2002. 80 p.

BRASIL. **Lei Nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da política nacional da agricultura familiar e empreendimentos familiares rurais. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11326.htm. Acesso em: 13 fev. 2022.

CECHIM JUNIOR, C.; JOHANN, J.A.; ANTUNES, J.F.G. Mapping of sugarcane crop area in the Paraná State using Landsat/TM/OLI and IRS/LISS-3 images. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.6, p.427-432, 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF: Conab. v.9, safra 2021/22, n.1 primeiro levantamento, outubro 2021.

DALLA BETTA, M.M.; TRABQUINI, K.; ELIAS, H.T.; SILVA, M.S. da. Mapeamento da soja por meio de imagens Landsat e Sentinel-2 nos municípios de Lages e Capão Alto em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.5, n.2, p.68-73, 2022.

EBERHARDT, I.D.R.; RIZZI, R.; RISSO, J.; FERNANDES, S.L.; BERNARDY, R. Mapeamento da área de cana-de-açúcar em Porto Xavier por meio de imagens Landsat. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba. **Anais [...]** Curitiba, 2011. p. 0299.

EPAGRI. **Sistema de produção para a cebola**. 4a. Rev. Florianópolis, SC, 2013. 106p. (Epagri. Sistemas de Produção, 46).

EPAGRI. **Epagri avança para o final do mapeamento da maçã no Estado de Santa Catarina através de imagens de satélite**. 2021. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php/2021/07/07/epagri-avanca-para-o-final-do-mapeamento-da-maca-no-estado-de-santa-catarina-atraves-de-imagens-de-satelite/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

ESA. The European Space Agency. **Sentinel Online**. Disponível em: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/home>. Acesso em: 10 out. 2021.

IBGE. **Pesquisas Agropecuárias**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2018. 111p. (Relatórios Metodológicos).

IBGE. **Censo Agropecuário: resultados definitivos 2017**. Rio de Janeiro, v.8, p.1-105, 2019.

IBGE. **Banco de Dados Agregados**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. 2021a.

IBGE. **Malha Municipal Digital da Divisão Político-Administrativa Brasileira**. 2021b.

INFOAGRO. **Sistema Integrado de Informações Agropecuárias**. 2022. Disponível em: <https://www.infoagro.sc.gov.br/index.php/safra/producao-vegetal>. Acesso em: 20 jan. 2022.

JUNGES, A.H.; FONTANA, D.C.; PINTO, D.G. Identification of croplands of winter cereals in Rio Grande do Sul State, Brazil, through unsupervised classification of normalized difference vegetation index images. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.4, p.883-895, 2013.

MERCANTE, E.; de LIMA, L.E.P.; JUSTINA, D.D.D.; URIBE-OPAZO, M.A.; LAMPARELLI, R.A.C. Detection of soybean planted areas through orbital images based on culture spectral dynamics. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.32, n.5, p.920-931, 2012.

MINGOTI, R.; HOLLER, W.A.; SPADOTTO, C.A.; LOPES, V.A.V.; BRASCO, M.A. **Metodo-**

logia de análise crítica de dados estatísticos históricos sobre produção agropecuária. Campinas, SP, Embrapa Gestão Territorial, 2014. 25 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 4).

PALUDO, A.; BECKER, W.R.; RICHETTI, J.; SILVA, L.C. de A.; JOHANN, J.A. Mapping summer soybean and corn with remote sensing on Google Earth Engine cloud computing in Parana state - Brazil. **International Journal of Digital Earth**, v.13, n.12, p.1624-1636, 2020.

PANIZZA, A. de C.; FONSECA, F.P. Técnicas de interpretação visual de imagens. **Geosp – Espaço e Tempo**, n. 30, p. 30-43, 2011.

PINO, F.A. Estatísticas agrícolas para o século XXI. **Agricultura em São Paulo**, v. 46, n. 2, p.71-105, 1999.

RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. T. Estimativa da área de soja no Rio Grande do Sul por meio de imagens Landsat. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.57, n.3, p.226-234, 2005.

SEGARRA, J.; BUCHAILLOT, M.L.; ARAUS, J.L.; KEFAUVER, S.C. Remote sensing for precision agriculture: Sentinel-2 improved features and applications. **Agronomy**, v.10, n.641, 2020.

SICAR. **Sistema de Cadastro Ambiental Rural v3.0.0**. Disponível em: <https://www.car.gov.br/#/>. Acesso em: 19 fev. 2022.

TEN CATEN, A.; SAFANELLI, J.L.; RUIZ, L.F.C. Mapeamento multitemporal da cobertura da terra, por meio de árvore de decisão, na bacia hidrográfica do rio Marombas, SC. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.6, p.1198-1209, 2015.

USGS. United States Geological Survey. **The Earth Explorer (EE) user interface**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 10 out. 2021.

YANG, B.; CAO, C.; XING, Y.; LI, X. Automatic classification of remote sensing images using multiple classifier systems. **Mathematical Problems in Engineering**, v.2015, ID 954086, 10p., 2015.

Avaliação do potencial das espécies de peixes mais cultivadas na piscicultura continental do estado de Santa Catarina



Luiz Fernando de Novaes Vianna¹

Resumo – A piscicultura continental no Brasil vem crescendo como atividade produtora de proteína animal. O estado de Santa Catarina vem contribuindo para esse crescimento, com destaque para a tilápia nilótica com 77% da produção, as carpas e trutas representam juntas 17% da produção estadual. As espécies nativas ainda são pouco representativas (6%), mas pesquisas para avaliar o potencial produtivo de algumas, como o jundiá e o lambari, estão em andamento. O território de Santa Catarina apresenta características edafoclimáticas e fisiográficas distintas, responsáveis por uma heterogeneidade ambiental perceptível através das diversas paisagens e ecossistemas. Conhecer o potencial ambiental de cada paisagem e/ou ecossistema favorece o planejamento da piscicultura tanto na escolha da espécie mais bem adaptada a uma determinada região, quanto na escolha do melhor local de cultivo para uma determinada espécie. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial para a piscicultura continental da tilápia nilótica, das carpas, da truta, do jundiá e do lambari. Por meio de técnicas de análise espacial em Sistemas de Informações Geográficas, demonstramos que o potencial em Santa Catarina varia de acordo com as espécies e as regiões, em função, principalmente, da variação das condições de temperatura e relevo.

Termos para indexação: Aquicultura; Tilápia; Carpas; Truta; Lambari; Jundiá.

Potential evaluation of the main continental aquaculture fish species in Santa Catarina state

Abstract – The continental fish farming in Brazil has been growing in the last years and the state of Santa Catarina has been contributing significantly to this growth. The nilotic variety of tilapia (77%) and the carps and trout, that together represent 17% of the state production, are the main species. The native species are not very representative (6%), however researches to evaluate the productive potential of some, like the silver catfish and yellowtail tetra, are in progress. The Santa Catarina territory have distinct edaphoclimatic and physiographic characteristics, responsible for an environmental heterogeneity noticeable through the various landscapes and ecosystems. Knowing the environmental potential of each landscape and/or ecosystem favors the planning of fish farming, both in the choice of the species adapted to a particular region, and in the choice of the best place to grow a particular species. The objective of this work was to evaluate the potential for continental fish farming of the species nilotic tilapia, carp, trout, silver catfish and yellowtail tetra. Through spatial analysis techniques in Geographic Information Systems, we demonstrated that the potential in Santa Catarina varies according to the species and regions, mainly because of the variation in temperature and relief conditions.

Index terms: Aquaculture; Tilapia; Carps; Trout; Silver Catfish; Yellowtail tetra.

Introdução

A piscicultura catarinense tem algumas características que a distinguem de outros estados do Brasil. Em sua maioria ela se desenvolve em pequenas propriedades rurais, com média de 2 hectares de lâmina de água por propriedade e mão de obra familiar. Silva et al. (2017) afirmam que existem dois tipos de piscicultores continentais, os amadores e os comerciais. Enquanto os amadores investiram na piscicultura como alternativa complementar, sem representatividade significativa em ter-

mos de aumento de produtividade na última década, as tecnologias adotadas pelos produtores comerciais foram responsáveis pelo crescimento da produtividade, que passou de 4,8t ha⁻¹ em 2005 para 7,4t ha⁻¹ em 2015. Contudo, apesar do cenário otimista de crescimento e do destaque produtivo, a piscicultura continental necessita estar inserida numa perspectiva sustentável de produção a longo prazo.

A FAO vem destacando a importância em se adotar uma abordagem ecológica para a aquicultura (BRUGÉRE et al., 2018), com ênfase no planejamento espacial e na integração com as demais

atividades internas e externas ao setor aquícola. Um dos instrumentos indicados para isso é a avaliação de potencial em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) que, através da integração de dados de natureza ambiental, logística, socioeconômica e legal, permite gerar mapas indicativos das diversas condições de cultivo para cada espécie de peixe.

O território do estado de Santa Catarina apresenta características edafoclimáticas e fisiográficas distintas, responsáveis por uma heterogeneidade ambiental perceptível através das diversas paisagens e ecossistemas (SAN-

Recebido em 25/10/2022. Aceito para publicação em 06/02/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1569>

¹ Biólogo, Dr., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri / Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina - Ciram, Rodovia Admar Gonzaga, 1347 – Itacorubi, Florianópolis, SC – Brasil – CEP 88034-901, E-mail: vianna@epagri.sc.gov.br.

TA CATARINA, 2016). Essa diversidade paisagística e ecossistêmica influencia no potencial produtivo das espécies de peixe utilizadas na piscicultura. Conhecer o potencial ambiental de cada paisagem e/ou ecossistema favorece o planejamento da piscicultura tanto na escolha da espécie mais bem adaptada a uma determinada região, quanto na escolha do melhor local de cultivo para uma determinada espécie (BRUGÉRE et al., 2018).

Através da avaliação de potencial em SIG é possível identificar, por exemplo, as regiões com temperatura ótima de crescimento para cada espécie, as áreas protegidas por lei, os terrenos com declividade e posição topográfica ideais para cada tipo de reservatório de cultivo, as condições de cobertura do solo no entorno dos projetos aquícolas e o acesso aos recursos hídricos.

O objetivo desse projeto foi avaliar o potencial do território de Santa Catarina para a piscicultura continental da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), das carpas comum (*Cyprinus carpio*), prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), cabeça grande (*Hypophthalmichthys nobilis*), capim (*Ctenopharyngodon idella*), da truta (*Oncorhynchus mykiss*), do jundiá (*Rhamdia quelen*) e do lambari (*Astianax* sp.). Especificamente objetivou-se: (i) identificar, selecionar e definir os fatores e critérios necessários à avaliação de potencial para cada espécie e/ou grupos de espécies; (ii) gerar e implementar os modelos conceituais de potencial para cada espécie e/ou grupos de espécies no SIG; (iii) gerar e validar os mapas de potencial para cada espécie e/ou grupos de espécies.

Material e métodos

Tanto as espécies quanto os fatores e critérios necessários à avaliação de potencial de cada uma foram definidos por especialistas. Os critérios aplicados na avaliação do potencial para o cultivo de tilápia, carpas, truta, jundiá e lambari e suas fontes bibliográficas estão detalhados na Tabela 1. A classificação e a ponderação dos critérios basearam-se na revisão bibliográfica e na experiência dos especialistas.

O critério fisiográfico declividade foi calculado a partir do modelo digital de elevação do Alos (ASF DAAC, 2015) utili-

zando o módulo *Spatial Analyst do ArcGis Pro*, v. 2.1. As classes de declividade e seus pesos foram definidos com base nos critérios de aptidão agrícola (UBERTI et al., 1991) e de engenharia de viveiros para aquicultura (ZACARKIM, 2018).

O critério fisiográfico 'posição topográfica' foi calculado a partir do modelo digital de elevação do Alos (ASF DAAC, 2015) utilizando o módulo *Spatial Analyst do ArcGis Pro*, v. 2.1. As classes de posição topográfica e seus pesos foram definidos com base nos trabalhos de Jenness et al. (2007) e Tagil & Jenness (2008).

O critério de proximidade dos recursos hídricos foi calculado através da ferramenta de distância euclidiana do ArcGis Pro. 2.1. A base utilizada foi o mapa hidrográfico de Santa Catarina, 1:10.000, da SDS/Engemap (2012). As classes de distância e seus pesos foram definidos pelos especialistas com base na legislação ambiental e na revisão bibliográfica.

O critério climático temperatura do ar foi utilizado em substituição à temperatura da água, que não possui dados climatológicos passíveis de uso para análise espacial em SIG para o estado de Santa Catarina. Climatologicamente existe uma correlação direta entre a temperatura do ar e a temperatura da água, tanto em sistemas lóticos como em sistemas lênticos continentais. Em regiões onde não há congelamento sazonal da água, como é o caso de Santa Catarina, as temperaturas médias mensais do ar e da água em um mesmo local são muito próximas, com diferenças que variam entre 0,8°C e 1°C (WEBB & NOBILIS, 1997; WEBB, et al., 2003).

A geração dos mapas de potencial em SIG seguiram as técnicas tradicionais de geoprocessamento e análise espacial que vêm sendo aplicadas para aquicultura em todo o mundo (AGUILAR-MANJARREZ & ROSS, 1995; NATH et al., 2000; VIANNA et al., 2002; MC. LEOD et al., 2002; HOSSAIN et al., 2007; BAKELAAR et al., 2008; ABDULLAH, 2008; HOSSAIN et al. 2009; AGUILAR-MANJARREZ et al., 2010; ROSS et al., 2013; FAO, 2015; VIANNA & FILHO, 2018; GIMPEL et al., 2018). A partir dos fatores e critérios foram gerados mapas de potencial, classificando-se os mapas climáticos, fisiográfico e hidrológico,

considerando os valores ótimos de cada fator para cada espécie ou grupo de espécies. A classificação foi feita por intermédio da padronização dos critérios para uma escala entre 0 e 1, onde 0 (0%) representa a pior condição aquícola e 1 (100%) a melhor, de cada critério (Tabela 1).

Os mapas de potencial de cada fator foram integrados no SIG através de álgebra de mapas, aplicando-se a média simples entre os fatores, o produto ou atribuindo-se pesos para cada fator em relação ao potencial produtivo de cada espécie ou grupo de espécies, utilizando-se a técnica do processo analítico hierárquico – AHP (SAATY, 1987).

Para avaliar o potencial climático das espécies de peixes cultivadas em Santa Catarina, foram utilizados os dados das temperaturas médias das mínimas, médias e média das máximas do ar para os meses de fevereiro (mês mais quente) e julho (mês mais frio), além da temperatura média anual. Os mapas de temperatura foram gerados utilizando o módulo *Spatial Analyst do ArcGis Pro*, v. 2.1, a partir do modelo digital de elevação do Alos (ASF DAAC, 2015), aplicando-se as equações de regressão para estimativa das temperaturas geradas por Massignam & Pandolfo (2006). Também foi adotado o critério climático do número médio de geadas anuais, calculado da mesma forma que as temperaturas, mas com base nas equações definidas por Massignam & Dittrich (1998). O número de geadas anuais restringe o potencial produtivo dos peixes tropicais. As classes de temperatura, número médio de geadas e seus respectivos pesos foram definidos em função das exigências fisiológicas de cada espécie de peixe e estão detalhados na Tabela 1. Definidos os critérios e pesos de cada classe, os mapas foram integrados através de média simples.

As áreas com declividade superior a 100% e os topos de morro são de preservação permanente – APP (BRASIL, 2012). Desta forma, o potencial fisiográfico foi considerado nulo nas áreas com declividade superior a 45% e nas áreas com índices topográficos superiores a 2 desvios-padrão (Tabela 1). O potencial hídrico foi calculado considerando que quanto mais próximo dos recursos hídricos, melhor é o acesso à água. Para pis-

Tabela 1. Critérios utilizados na avaliação do potencial para o cultivo de tilápia, carpa, truta, jundiá e lambari em Santa Catarina
 Table 1. Criteria used in potential evaluation for tilapia, carp, trout, silver catfish, and yellowtail tetra culture in Santa Catarina

Fator	Tipo	Classificação/ponderação	Espécie	Fonte
Declividade	Critério fisiográfico	Considerar as APPs ≤8% - Ideal (1) 8% - 20% - Aceitável (0,5) 20% - 45% - Limitante (0,2) >45% - Inadequado (0)	Todas	UBERTI et al., 1991; ZACARKIM, 2018
Posição Topográfica	Critério fisiográfico	Considerar as APPs <-3DP – Limitante (0,2) -3 - -2DP – Aceitável (0,8) -2 - 1DP – Ideal (1) 1 – 2DP - Aceitável (0,8) >2DP – Inadequado (0)	Todas	JENNESS et al., 2007; TAGIL & JENNESS, 2008; Especialistas
Proximidade do recurso hídrico	Critério hídrico	Considerar as APPs < 100m de um curso d'água – Ideal (1) 100m – 200m – Aceitável (0,8) 200m – 300m – Aceitável (0,5) >300m – Limitante (0,2)	Todas	SDS/ENGEMAP, 2012; Especialistas
Temperatura média anual	Critério climático	Acima de 38°C – Inadequado (0) 32 a 38°C – Limitante (0,2) 30 a 32°C – Aceitável (0,7) 26 a 30°C – Ideal (1) 20 a 26°C – Aceitável (0,7) 16 a 20°C – Limitante (0,4) 12 a 16°C – Limitante (0,2) Abaixo de 12°C – Inadequado (0)	Tilápia	EPAGRI, 2018; KUBITZA, 2011
Temperatura média anual	Critério climático	Acima de 32°C – Inadequado (0) 30 a 32°C – Limitante (0,2) 28 a 30°C – Aceitável (0,7) 24 a 28°C – Ideal (1) 20 a 24°C – Aceitável (0,7) 8 a 20°C – Limitante (0,2) Abaixo de 8°C – Inadequado (0)	Carpas	MAKINOUCI, 1980; CASTAGNOLLI, 1986; GRAEFF & PRUNER, 1999; FERREIRA, et al., 2009
Temperatura média anual	Critério climático	Acima de 22°C – Inadequado (0) 20 a 22°C – Limitante (0,2) 17 a 20°C – Aceitável (0,7) 15 a 17°C – Ideal (1) 10 a 15°C – Aceitável (0,7) 0 a 10°C – Limitante (0,2) Abaixo de 0°C – Inadequado (0)	Truta	BLANCO CACHAFEIRO, 1995; TABATA & PORTZ, 2004; TABATA, 2006
Temperatura média do mês mais quente	Critério climático	Acima de 22°C – Inadequado (0) 20 a 22°C – Limitante (0,2) 17 a 20°C – Aceitável (0,7) 15 a 17°C – Ideal (1,0) 10 a 15°C – Aceitável (0,5) 0 a 10°C – Limitante (0,2) Abaixo de 0°C – Inadequado (0)	Truta	BLANCO CACHAFEIRO, 1995; TABATA & PORTZ, 2004
Temperatura média anual	Critério climático	Acima de 30°C – Inadequado (0) 28 a 30°C – Aceitável (0,7) 24 a 28°C – Ideal (1) 14 a 24°C – Aceitável (0,7) 10 a 14°C – Limitante (0,2) Abaixo de 10°C – Inadequado (0)	Jundiá	AMARAL et al., 2008; AMARAL, 2012; CHIPPARI-GOMES et al., 1999; GOMES et al., 2000
Temperatura média anual	Critério climático	Acima de 32°C – Inadequado (0) 28 a 32°C – Aceitável (0,7) 24 a 28°C – Ideal (1) 14 a 24°C – Aceitável (0,7) 8 a 14°C – Limitante (0,2) Abaixo de 8°C – Inadequado (0)	Lambari	COTAN et al., 2006; GARUTTI & BRITSKI, 2000
Número médio de geadas anuais	Critério climático	<2 – Ideal (1) 3-5 – Aceitável (0,8) 6-10 – Limitante (0,5) 11-20 – Limitante (0,2) >20 – Inadequado (0)	Tilápia e Carpas	MASSIGNAM & DITTRICH, 1998; Especialistas

cicultura é permitido o uso das APP em propriedades menores que 15 módulos fiscais (BRASIL, 2012). O cálculo do potencial hídrico e fisiográfico também levou em conta que há limitações técnicas e econômicas para a construção dos viveiros em função da declividade (UBERTI et al., 1991; ZACARKIM, 2018). Após a atribuição dos pesos às classes de cada critério, os mapas foram integrados através de uma média simples.

Para o cálculo do mapa final de potencial aquícola de cada espécie, foi feita uma multiplicação entre o mapa de potencial hídrico e fisiográfico e o mapa de potencial climático.

A vantagem da avaliação de potencial é que o seu produto é um mapa com uma escala percentual que sintetiza uma análise integrada de diversos fatores e critérios ponderados para representar os ótimos de produção aquícola. O potencial aquícola em Santa Catarina pode ser avaliado em duas escalas. A primeira é dada pelo potencial climático, representado em escala estadual pela temperatura e pelo número médio de geadas anuais. A segunda escala é representada pelo potencial climático combinado com o potencial fisiográfico e hídrico, dependentes da declividade, da posição topográfica e da distância dos rios.

Enquanto o potencial climático pode variar entre as espécies em função das diferentes necessidades fisiológicas, o potencial hídrico e fisiográfico pode ser considerado o mesmo para todas as espécies. Isso ocorre porque os sistemas de cultivos são semelhantes em termos de necessidade de acesso à água e de dependência das condições de relevo (e solo) para construção dos reservatórios.

Por ser medido em porcentagem, o potencial representa o quanto cada local do território atende aos critérios ideais para cada espécie. Em termos ecológicos, as espécies podem se desenvolver naturalmente bem em ambientes com potencial variado, mas em termos produtivos locais com potencial inferior a 30% podem representar maiores riscos ao desempenho zootécnico. Os resultados detalhados dessa avaliação de potencial podem ser acessados através do serviço de mapas disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/mapapotencialaquic/>

Resultados e discussão

Tilápia

O potencial máximo possível para produção de tilápia em Santa Catarina é de 85% (Figura 1), o que significa que o estado não apresenta condições climáticas que atendam ao ótimo produtivo, principalmente em relação à temperatura média anual. Por estar na Região Sul do país e possuir mais de 50% do seu território situado acima de 600m do nível do mar, Santa Catarina é considerado o estado mais frio do Brasil. Outro indicador relacionado à temperatura que influencia na produção da tilápia é o número médio de geadas anuais. A produção reduz drasticamente nas regiões onde o número médio de geadas anuais é superior a 10 (Figura 1, potencial<30%) e, onde ocorrem mais de 20 geadas anuais, a produção quase inexiste (Figura 1, potencial=0).

As melhores condições climáticas para o cultivo da tilápia (Figura 1, potencial>70%) estão no litoral norte e no Vale do rio Uruguai, no Extremo Oeste do Estado. Apesar disso, percebe-se que os municípios que mais produziram em 2019 apresentam potencial acima de 30%. Isso corrobora com as pesquisas que demonstram a versatilidade e a rusticidade da tilápia como uma alternativa

para cultivo em condições não ideais.

A tilápia nilótica tem relevância na produção aquícola, pois é a terceira espécie mais produzida no mundo, representando 8,8% da produção mundial em 2018 (FAO, 2020). Em Santa Catarina, segundo o Mapa interativo da produção de peixes (CEPA/EPAGRI, 2022), em 2019 a produção de tilápia correspondeu a 78,98% do total de peixes cultivados. Dentre os municípios com maior produção naquele ano, destacaram-se Armazém (2.057t), Massaranduba (1.775t), Rio Fortuna (1.641t), Petrolândia (1.416t), União do Oeste (1405t) e Joinville (1.268t) (Figura 1).

Carpas

As melhores condições para o cultivo das carpas, (Figura 2, potencial>70%) estão no litoral norte e numa pequena área no vale do rio Uruguai, no Extremo Oeste do Estado. Apesar disso, percebe-se que os municípios que mais produziram em 2019 apresentam potencial climático acima de 30%.

As regiões onde o potencial é inferior a 10% não devem ser recomendadas para o cultivo comercial, devido aos riscos de baixa produtividade em função das baixas temperaturas médias anuais e da ocorrência de um número anual de geadas superior a 20.

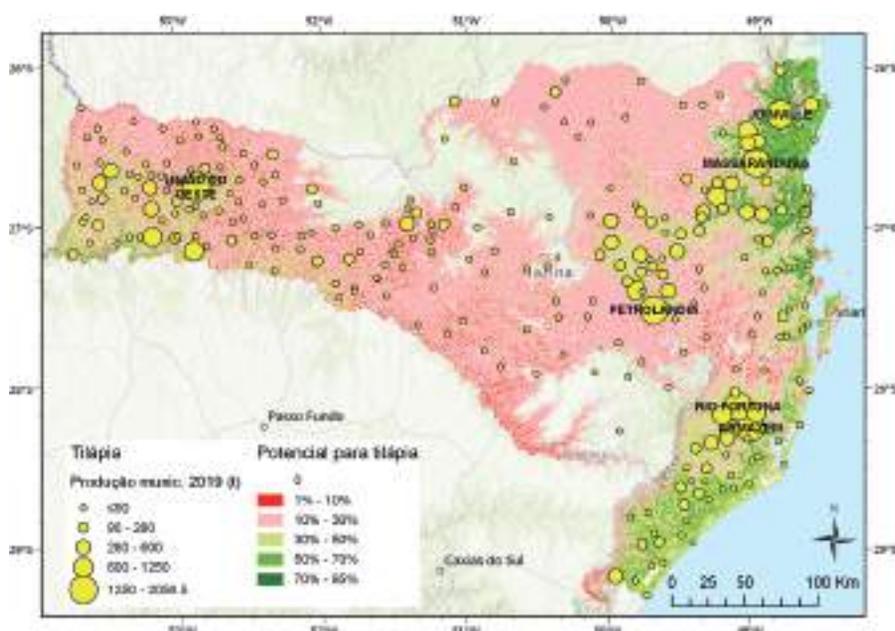


Figura 1. Potencial para o cultivo da tilápia e produção municipal em 2019 em Santa Catarina
Figure 1. Potential for tilapia cultivation and municipal production in 2019 in Santa Catarina

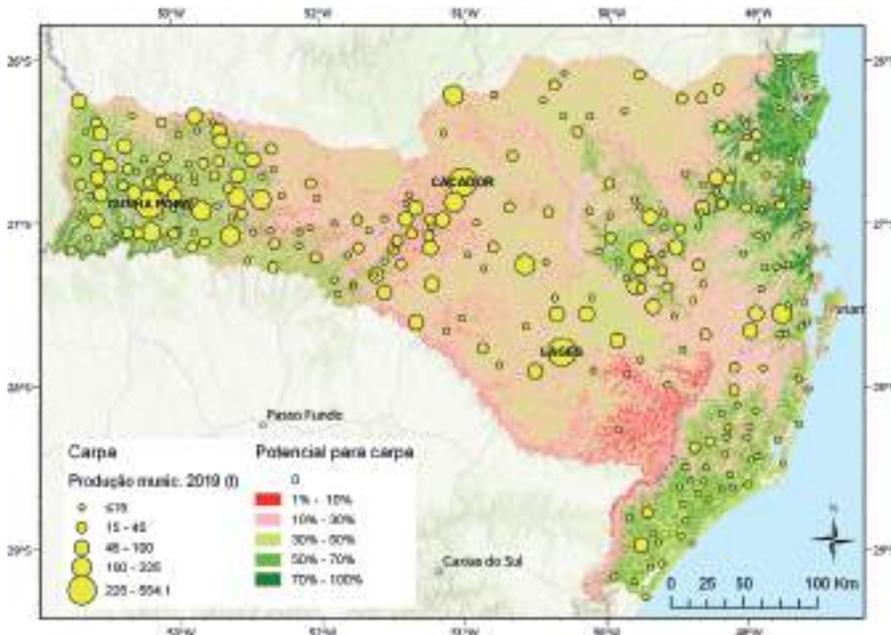


Figura 2. Potencial para o cultivo das carpas e produção municipal em 2019 em Santa Catarina
 Figure 2. Potential for carps cultivation and municipal production in 2019 in Santa Catarina

Segundo a FAO (2020), em 2018 as carpas representavam 34,1% da produção mundial de peixes, com destaque para a carpa capim (10,5%), a carpa prateada (8,8%) e a carpa comum (7,7%). Em Santa Catarina, segundo o Mapa interativo da produção de peixes (CEPA/EPAGRI, 2022), em 2019 a produção de carpas correspondeu a 16,69% do total de peixes cultivados, com destaque para a carpa comum (7,64%). Os municípios com maior produção de carpas foram Cunha Porã (554t), Lages (380t) e Caçador (229t) (Figura 2).

Truta

O potencial climático e fisiográfico para o cultivo da truta está detalhado na Figura 3. As regiões onde o potencial é inferior a 10% não devem ser recomendadas para o cultivo comercial, devido aos riscos de baixa produtividade em função das temperaturas médias anuais acima de 20°C e das dificuldades de implantação dos cultivos em relação ao terreno e ao acesso às fontes de água. As melhores condições climáticas para o cultivo da truta (acima de 70%) estão no Planalto Serrano e no Planalto Norte. Apesar disso, percebeu-se que em 2019 também houve produção em locais com potencial entre 30% e 50%.

Em 2018 a truta arco-íris representava 1,6% da produção mundial de peixes (FAO, 2020). Em Santa Catarina, segundo os dados do Mapa interativo da produção de peixes (CEPA/EPAGRI, 2022) em 2019 a produção de trutas correspondeu a 0,77% do total de peixes cultivados. Os municípios com maior produção de trutas foram Bocaina do Sul (99t) e Paineira (75t) (Figura 3).

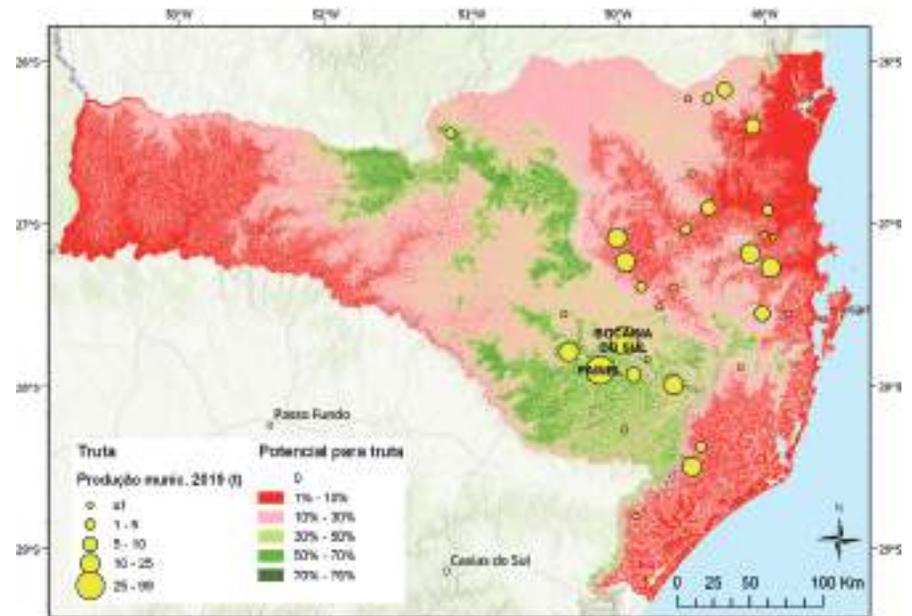


Figura 3. Potencial para o cultivo da truta e produção municipal em 2019 em Santa Catarina
 Figure 3. Potential for trout cultivation and municipal production in 2019 in Santa Catarina

Jundiá e lambari

O potencial para cultivo do jundiá e do lambari é semelhante (Figura 4). Isto ocorre porque os dois peixes, além de serem nativos, se desenvolvem idealmente em temperaturas entre 24°C e 28°C. Ambos apresentam uma resposta produtiva semelhante em relação à temperatura, exceto nos extremos, onde o lambari é mais tolerante cerca de 2°C acima e abaixo das temperaturas máximas e mínimas toleráveis para o jundiá (Tabela 1).

Excluindo-se as áreas onde ocorrem mais de 20 geadas anuais, o potencial para o cultivo do jundiá e do lambari em Santa Catarina é superior a 30% na maior parte dos vales e encostas com declividade inferior a 8% (Figura 4).

O jundiá apresenta duas vantagens aquícolas, uma econômica e outra ecológica. A econômica está ligada ao fato de o rendimento do filé do jundiá ser superior ao rendimento do filé de tilápia, a principal espécie de água doce produzida no sul do Brasil (MELO et al., 2002; SOUZA & MARANHÃO, 2008). A vantagem ecológica é que o jundiá é uma espécie nativa, diferentemente das tilápias, carpas e trutas (ESQUIVEL, 2005; FRACALOSI et al., 2004; ZANIBONI FILHO, 2004).

Por ser um peixe nativo de Santa Catarina e apresentar um ciclo de vida

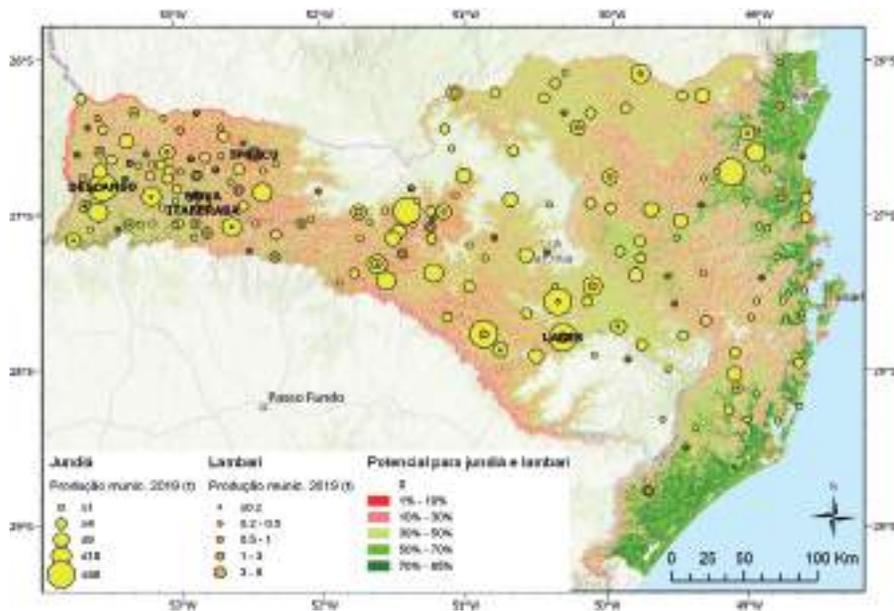


Figura 4. Potencial para o cultivo do jundiá e do lambari e produção municipal em 2019 em Santa Catarina

Figure 4. Potential for silver catfish and yellowtail tetra cultivation and municipal production in 2019 in Santa Catarina

curto, o lambari também desempenha um papel ecológico importante, alimentando-se de plâncton e pequenos organismos aquáticos, como larvas de mosquito e reproduzindo-se em grande quantidade, servindo de alimento para espécies maiores (GARUTTI & BRITSKI, 2000). Na aquicultura é comercializado para alimentação, ornamentação e para ser utilizado como isca viva para pesca esportiva.

Conclusões

- Os fatores e critérios adotados neste estudo de avaliação de potencial mostraram-se satisfatórios de acordo com os especialistas em piscicultura.
- O estado de Santa Catarina não apresenta 100% de potencial para todas as espécies.
- As áreas que concentram a maior taxa de produção das cinco espécies avaliadas apresentaram potencial superior a 30%.

Referências

ABDULLAH, A.Y. The Use of Geographic Information System (GIS) for the Evaluation of Land Based Fresh Water Fish Farming Potentials in Nigeria. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GIS/SPATIAL ANALYSIS IN FISHERY*

AND AQUATIC SCIENCES, 4, Rio de Janeiro. **Proceedings**[...]. Rio de Janeiro, 2008. p.26.

AGUILAR-MANJARREZ, J.; ROSS, L.G. Geographical information system (GIS) environmental models for aquaculture development in Sinaloa state, Mexico. **Aquaculture International**, v.3, p.103–115, 1995.

AGUILAR-MANJARREZ, J.; KAPETSKY, J.; SOTO, D. **The potential of spatial planning tools to support the ecosystem approach to aquaculture**. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Rome, 2010.

AMARAL, H. JR.; ALMEIDA, D.R.; SILVA, F.Q.; GARCIA, S. Performance of jundiá (*Rhamdia quelen*), in different cultivation systems for the north coast zone of Santa Catarina, Brazil. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.9, p. 01-08, 2008.

AMARAL, H. JR. O cultivo do Jundiá (*Rhamdia quelen*) em Santa Catarina. *In: WORKSHOP SOBRE O CULTIVO DO JUNDIÁ*, 5, 2012. **Anais** [...]. Passo Fundo RS, 2012.

ASF DAAC 2015, ALOS PALSAR Radiometric Terrain Corrected low res; Includes Material © JAXA/METI 2007. DOI: <https://doi.org/10.5067/JBYK3J6HFSVF>

BAKELAAR, C.N.; GEILING, W.D.; KRALL, G.; CRESSEY, S. Developing a GIS-based decision support tool for identifying potential freshwater aquaculture sites. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GIS/SPATIAL ANALYSIS IN FISHERY AND AQUATIC SCIENCES*, 4, Rio de Janeiro. **Proceedings**[...]. Rio de Janeiro, 2008. p.117.

BLANCO CACHAFEIRO, M.C. **La Trucha - Cría Industrial**. 2a ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 503p, 1995.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o novo código florestal brasileiro. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm. Acesso em: 25 out. 2022

BRUGÉRE, C.; AGUILAR-MANJARREZ, J.; BEVERIDGE, M. C. M.; SOTO, D. The ecosystem approach to aquaculture 10 years on - a critical review and consideration of its future role in blue growth. **Reviews in Aquaculture**, p.1–22, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1111/raq.12242>

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura nos trópicos**. São Paulo: Manole. 152p, 1986.

CEPA/EPAGRI. **Mapa interativo da produção de peixes**. Disponível em: <https://www.infoagro.sc.gov.br/index.php/safra/producao-animal-2>. Acesso em: 25 out. 2022.

CHIPPARI-GOMES, A.R.; GOMES, L.C.; BALDISSEROTTO, B. Lethal temperature for silver catfish, *Rhamdia quelen*, fingerlings. **J. Appl. Aquac.**, v.9, p.11-21, 1999.

COTAN, J.L.V.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D.; DONZELE, J.L.; RIBEIRO, F.B.; SERAFINI, M.A. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambú. **Brazilian Journal of Animal Science**, v.35, n.3, p.634-640, 2006.

EPAGRI. Importância do manejo alimentar na criação de tilápia. Folder técnico. 2018. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/Cedap/Folder/34-Piscicultura-tilapia-gestao-nutricao.pdf. Acesso em: 18 agosto 2021.

ESQUIVEL, B.M. **Produção de Jundiá (*Rhamdia quelen*) em áreas de entorno do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro em Paulo Lopes-SC**. 2005. 102f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FAO. **Aquaculture zoning, site selection and area management under the ecosystem approach to aquaculture**. 75p, 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/4c777b3a-6afc-4475-bfc2-a51646471b0d/>. Acesso em: 15 janeiro 2017.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action**. Rome: 244p. 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229en>. Acesso em: 12 novembro 2021.

Ferreira, P.M.F.; Barbosa, J.M.; Santos, E.L.; Lima, M.R.; Cabral, J.A.L. Efeito da temperatura sobre a taxa metabólica da carpa-comum *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). **Rev. Bras. Eng. Pesca**, v.4, n.2, p.1-10, 2009.

- FRACALOSSO, D.M.; MEYER, G.; MAZZOTI, F.; WEINGARTNER, M.; ZANIBONI, E.F.; Criação do jundiá, *Rhamdia quelen*, e dourado, *Salminus brasiliensis* em viveiros de terra na região Sul do Brasil. **Acta Sci.**, Maringá, v.26, n.3, p.43-49, 2004.
- GARUTTI, V.; BRITSKI, H.A. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. **Comun. Mus. Ciênc. Tecnol.** v.13, p.65-88, 2000.
- GIMPEL, A.; STELZENMÜLLER, V.; TÖPSCH, S.; GALPARSORO, I.; GUBBINS, M.; MILLER, D.; WATRET, R.A. GIS-based tool for an integrated assessment of spatial planning trade-offs with aquaculture. **Science of The Total Environment**, v.267, p.1644-1655, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.133>
- GRAEFF, A.; PRUNER, E.N. Efeito da densidade de estocagem na produtividade final de carpas, *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (var. *specularis*) na fase de engorda período-inverno. **Ciênc. Agrotec.** v.23, n.4, p.958-967, 1999.
- GOMES, L.C.; GOLOMBIESKI, J.I.; GOMES, A.R.C.; BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.179-185, 2000.
- HOSSAIN, M.S.; CHOWDHURY, S.R.; DAS, N.G.; RAHAMAN, M.M. Multi-criteria evaluation approach to GIS-based land-suitability classification for tilapia farming in Bangladesh. **Aquaculture International**, v.15, n.6, p.425-443, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10499-007-9109-y>
- HOSSAIN, M.S.; CHOWDHURY, S.R.; DAS, N.G.; SHARIFUZZAMAN, S.M.; SULTANA, A. Integration of GIS and multicriteria decision analysis for urban aquaculture development in Bangladesh. **Landscape and Urban Planning**, v.90, p.119-133, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.10.020>
- JENNESS, J.; REA, S.U.A.; TIN, F. **Some Thoughts on Analyzing Topographic Habitat Characteristics Surface Area**. Jenness Enterprises, AZ, USA, 2007. 26p.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiá: Aqua Supre Com. Suprim. Aquicultura. 316p, 2011.
- MAKINOUCI, S. Criação de carpa em água parada. **Inf. Agrop.**, v.6, n.67, p.30-47, 1980.
- MASSIGNAM, A.M.; DITTRICH, R.C. Estimativa do número médio e da probabilidade mensal da ocorrência de geadas para o estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria. v.6, n.2, p.213-220, 1998.
- MASSIGNAM, A.M.; PANDOLFO, C. **Estimativa das médias das temperaturas máximas, médias e mínimas do ar decendiais e anuais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri. 2006. (Documentos, 224).
- MC. LEOD, I.; PANTUS, F.; PRESTON, N. The use of a geographical information system for land-based aquaculture planning. **Aquaculture Research**, v.33, n.4, p.241-250, 2002. Doi: <https://doi.org/10.1046/j.1355-557x.2001.00667.x>
- MELO, J.F.B.; RADÜNZ NETO, J.; SILVA, J.H.S. DA.; TROMBETTA, C.G. Desenvolvimento e composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.481-490, 2002. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000200023>
- NATH, S.S.; BOLTE, J.P.; ROSS, L.G.; AGUILAR-MANJARREZ, J. Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture. **Aquacultural Engineering**, v.23, p.233-278, 2000. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(00\)00051-0](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(00)00051-0)
- ROSS, L. G.; TELFER, T. C.; FALCONER, L.; SOTO, D.; AGUILAR-MANJARREZ, J. Site selection and carrying capacities for inland and coastal aquaculture. **FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 21**, 2013.
- SAATY, R.W. The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. **Math Model.**, v.9, p.61-76, 1987.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Estatística e Cartografia. **Atlas Geográfico de Santa Catarina: Diversidade da Natureza – Fascículo 2**. Santa Catarina. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Estatística e Cartografia; Isa de Oliveira Rocha (Org.) – 2.ed. – Florianópolis: Ed. da UDESC, 2016.
- SILVA, B.C.; GIUSTINA, E.G.D.; MARCHIORI, N.C.; MASSAGO, H.; SILVA, F.M. **Desempenho produtivo da piscicultura catarinense em 2015**. Florianópolis, SC: Epagri, 17p, 2017.
- SDS/ENGEMAP. Base Hidrográfica 1:10.000, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS/Engemap. Método: Restituição Aerofotogramétrica – 2012.
- SOUZA, M.L. DE; MARANHÃO, T.C.F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, (*Oreochromis niloticus*), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.23, p. 897-901, 2008. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v23i0.2643>
- TABATA, Y.A.; PORTZ, L. Truticultura nos trópicos. In: José Eurico Possebon Cyrino; Elisabeth Crisciolo Urbinati; Débora Machado Fracalossi; Newton Castagnolli. (Org.). **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. Jaboticabal, SP: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, p.309-342, 2004.
- TABATA, Y.A. **Criação de truta arco-íris**. 2006. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Truta/Index.htm. Acesso em: 12 novembro 2021
- TAGIL, S.; JENNESS, J. GIS-Based Automated Landform Classification and Topographic, Landcover and Geologic Attributes of Landforms Around the Yazoren Polje, Turkey. **Journal of Applied Sciences**, v.8, n.6, p.910-921, 2008.
- UBERTI, A.A.A.; BACIC, I.L.Z.; PANICHI, J. de A.V.; LAUS NETO, J.A.L.; MOSER, J.M.; PUNDEK, M.; CARRIAO, S.L. **Metodologia para classificação da aptidão de uso das terras do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Empasc; Acaresc. 19p., 1991. (Empasc. Documentos, 119)
- VIANNA, L.F. DE N.; SCOTT, P.C.; MATHIAS, M.A. DE C. Diagnóstico da Cadeia Aqüícola para o Desenvolvimento da Atividade no Estado do Rio de Janeiro. **Panorama da Aquicultura**, v.12, n.71, p.14-25, 2002.
- VIANNA, L.F. DE N.; FILHO, J.B. Spatial analysis for site selection in marine aquaculture: An ecosystem approach applied to Baía Sul, Santa Catarina, Brazil. **Aquaculture**, v.489, p.162-174, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.12.039>
- WEBB, B.W.; NOBILIS, F. Long-term perspective on the nature of the air-water temperature relationship: A case study. **Hydrological Processes**, v.11, p.137-47, 1997.
- WEBB, B.W.; CLACK P.D.; WALLING, D.E. Water-air temperature relationships in a Devon River system and the role of flow. **Hydrological Processes**, v.17, n.15, p.3069-3084, 2003.
- ZACARKIM, C.E. Construções de reservatórios para piscicultura comercial – Parte II. **Aquaculture Brasil**, 2018. Disponível em: <https://www.aquaculturebrasil.com/artigo/95/construcoes-de-viveiros-para-piscicultura-comercial-parte-ii>. Acesso em: 08 jun. 2021.
- ZANIBONI FILHO, E. Piscicultura das espécies nativas de água doce. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.R.; BELTRAME, E. (Eds) **Aquicultura: experiências brasileiras**. 1. ed. Santa Catarina: Multitarefa, p.337-368, 2004.

Desempenho agrônômico de cultivares de arroz irrigado cultivado em diferentes épocas de semeadura em Santa Catarina



Jussara Cristina Stinghen¹, Julio Marcos Catoni² e Luis Sangoi³

Resumo – Maiores rentabilidade e sustentabilidade dos sistemas de produção de arroz irrigado podem ser obtidas associando diversas tecnologias e práticas de manejo, dentre as quais se destaca a época de semeadura. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes épocas de semeadura sobre o desempenho agrônômico de cultivares de arroz irrigado recomendados para o estado de Santa Catarina. O experimento foi conduzido no município de Rio dos Cedros durante duas safras agrícolas. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, dispostos em parcelas subdivididas. Foram testadas quatro épocas de semeadura na parcela principal: 10/09, 25/09, 10/10 e 25/10. Nas subparcelas foram avaliadas cinco cultivares de arroz irrigado: Epagri 109, SCS BRS Tio Taka, SCS116 Satoru, SCS121 CL e SCS122 Miura. Foram realizadas determinações referentes ao desempenho agrônômico dos cultivares. Os resultados obtidos nas duas safras avaliadas demonstraram que os cultivares apresentam comportamento diferenciado de acordo com a época de semeadura, o que pode ser relacionado com as condições climáticas ocorridas durante o desenvolvimento das plantas.

Termos para indexação: *Oryza sativa* L.; Semeadura antecipada; Produtividade.

Agronomic performance of irrigated rice cultivars grown at different sowing dates in Santa Catarina

Abstract – Greater profitability and sustainability of irrigated rice production systems can be achieved by associating different technologies and management practices, such as the choice of the sowing time. The aim of this study was to evaluate the effects of different sowing times on the agronomic performance of irrigated rice cultivars recommended for the State of Santa Catarina. The experiment was set in the municipality of Rio dos Cedros during two growing seasons. The experimental design was randomized blocks, arranged in split plots. Four sowing dates were tested in the main plot: 09/10, 09/25, 10/10 and 10/25. In the subplots, five irrigated rice cultivars were evaluated: Epagri 109, SCS BRS Tio Taka, SCS116 Satoru, SCS121 CL and SCS122 Miura. Determinations regarding the agronomic performance of the cultivars were carried out. The results obtained in the two evaluated seasons showed that the cultivars present different behavior according to the sowing time, which can be related to the climatic conditions that occurred during the plants development.

Index terms: *Oryza sativa* L.; Early seeding; Yield.

Introdução

A cultura do arroz irrigado no estado de Santa Catarina destaca-se pela sua importância social e econômica. A grande maioria das propriedades apresenta em média 25 hectares, tendo como proprietários pequenos e médios agricultores que utilizam predominantemente mão de obra familiar (ANDRADE et al., 2021).

Muitos orizicultores catarinenses têm realizado a implantação da cultura em diferentes épocas de semeadura pela necessidade de escalonamento das atividades de preparo do solo, adubação, manejo fitossanitário e colheita, devido à escassez de mão de obra e à

variação na disponibilidade hídrica. Com a utilização desta prática, os produtores têm observado variações no rendimento de grãos dos cultivares na mesma safra. Cada cultivar se comporta de modo específico, dependendo da época de plantio. A oscilação da produtividade evidencia que os cultivares respondem de forma distinta às diferentes épocas de semeadura e que esta variável influencia significativamente o rendimento de grãos.

A época de semeadura do arroz é uma das mais importantes práticas de manejo quando se buscam maiores rendimentos com menor custo de investimento. Essa prática tem por objetivo permitir a coincidência do período mais

responsivo da planta à radiação solar com a época de ocorrência de maior disponibilidade desta variável climática numa determinada região (FREITAS et al., 2008).

De acordo com o Zoneamento Agrícola de Risco Climático no Estado de Santa Catarina elaborado para a cultura de arroz irrigado, ano-safra 2022/2023, é possível realizar a semeadura da cultura a partir de 21 de julho, estendendo-se esse período até final de dezembro (BASTOS FILHO, 2022). A amplitude existente no período de semeadura permite que os estágios vegetativo e reprodutivo da cultura sejam expostos a uma ampla variabilidade climática, podendo comprometer o seu desempenho agro-

Recebido em 23/05/2022. Aceito para publicação em 04/10/2022.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1491>

¹ Eng.-agrônoma, Dra., UDESC/CAV, Av. Luís de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, 88520-000, Lages, SC, e-mail: jcastinghen@hotmail.com.

² Eng.-agrônomo, Farmer Up Pesquisa e Consultoria Agrônômica, 88702-540, Tubarão, SC, e-mail: farmerupconsultoria@gmail.com.

³ Eng.-agrônomo, Professor, Dr., UDESC/CAV, e-mail: luis.sangoi@udesc.br.

nômico.

Na literatura são escassos os registros de estudos que demonstrem os efeitos da época de semeadura sobre o desempenho agrônomico dos cultivares de arroz irrigado recomendados para o cultivo no estado de Santa Catarina. Segundo Stürmer (2018), estudos detalhados para identificar a melhor época de semeadura da cultura do arroz irrigado são de grande importância, pois possibilitam aumentar os ganhos em relação à produtividade da lavoura. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes épocas de semeadura sobre o desempenho agrônomico de cultivares de arroz irrigado recomendados para o cultivo no estado de Santa Catarina.

Material e métodos

O experimento foi conduzido numa propriedade rural localizada no município de Rio dos Cedros (26°42'25" S e 49°15'41" O), Santa Catarina, pertencente a mesorregião do Baixo Vale do Itajaí, nas safras 2018/2019 e 2019/2020.

Os ensaios foram conduzidos no sistema de cultivo pré-germinado e o delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos no arranjo de parcelas subdivididas. Foram alocadas na parcela principal quatro épocas de semeadura: 10/09, 25/09, 10/10 e 25/10. Nas sub-parcelas foram avaliadas cinco cultivares de arroz irrigado: Epagri 109, SCS BRS Tio Taka, SCS 116 Satoru, SCS 121 CL e SCS 122 Miura, com quatro repetições por tratamento. Os cultivares foram distribuídos aleatoriamente dentro de cada época. A densidade de semeadura foi de 120kg ha⁻¹ de sementes.

Para a determinação do número de panículas m² contaram-se o número de panículas numa área de 0,25m², a altura de planta, o comprimento da panícula e os demais componentes de rendimento foram determinados utilizando 15 plantas por subparcela. A determinação do índice de colheita foi adaptada de Fageria (2007) e o cálculo do índice de colheita foi feito a partir da fórmula:

Índice de Colheita = (M.S grãos cheios/ M.S total) *100. Para a determinação da produtividade colheu-se uma área de 2m² delimitada por um retângulo com 2m x 1m disposto aleatoriamente nas subparcelas. No momento da colheita se retiraram aleatoriamente 15 panículas em cada subparcela para a determinação do número de grãos por panícula, número de grãos estéreis por panícula e massa de mil grãos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott utilizando o software estatístico Assisat®, ao nível de significância de 5%.

Resultados e discussão

Na safra 2018/19, as maiores médias de altura de planta foram observadas nas semeaduras realizadas no mês de setembro (Tabela 1), sendo de 65,7cm na semeadura realizada em 10/09 e de 69,5cm na semeadura de 25/09. Na safra 2019/20, as maiores médias foram obtidas nas semeaduras realizadas no mês de outubro, 68,0cm na semeadura

de 10/10 e 73,3cm na de 25/10.

As maiores médias de altura de planta podem ser relacionadas ao maior crescimento das plantas possivelmente pela maior temperatura média do ar ocorrida da semeadura até o início do florescimento da cultura. Na cultura do arroz temperaturas mais altas proporcionam maior soma térmica, o que favorece a expansão e o alongamento celular, resultando em maior altura de planta (MARTINS et al., 2016).

A capacidade produtiva da planta de arroz depende da sua eficiência fotossintética e da rapidez com que os fotossintatos são canalizados para as espiguetas da panícula (FERRAZ, 1987). A eficiência do transporte de fotoassimilados para o grão pode ser expressa pela relação massa seca (MS) dos grãos produzidos pela MS total da planta. Esta relação é chamada de índice de colheita (PARANHOS et al., 2008). A maior média de índice de colheita (50) foi obtida na semeadura de 25/10 (Tabela 2). Estudos conduzidos por Menezes et al. (2012) demonstraram que o índice de colheita máximo para arroz irrigado oscila entre 50 e 55. Acima destes valores aumenta

Tabela 1. Altura de planta (cm) de cinco cultivares de arroz irrigado cultivadas em duas safras de cultivo em Santa Catarina, Brasil

Table 1. Plant height (cm) of five irrigated rice cultivars grown in two growing seasons in Santa Catarina, Brazil

Safrade cultivo	Épocade semeadura			
	10/09	25/09	10/10	25/10
2018/2019	65,7 aB	69,5 aA	66,7 aB	62,6 bC
2019/2020	57,7 bD	64,0 bC	68,0 aB	73,3 aA
CV (%)	3,90			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: coeficiente de variação.

Tabela 2. Índice de colheita (IC) de cinco cultivares de arroz irrigado cultivados em quatro épocas de semeadura em Santa Catarina, Brasil

Table 2. Harvest index (CI) of five irrigated rice cultivars grown in four sowing dates in Santa Catarina, Brazil

Épocade semeadura	IC
10/09	44 c
25/09	48 b
10/10	49 b
25/10	50 a
CV (%)	5,00

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: coeficiente de variação.

Means followed by the same letter in the column do not differ significantly ($p \leq 0.05$) by Scott-Knott's test. CV: coefficient of variation

significativamente a probabilidade de acamamento, por conta do baixo investimento da planta no desenvolvimento de estruturas de sustentação.

Para as variáveis comprimento da panícula, número de panículas por m², número de grãos por panícula, número de grãos cheios por panícula, esterilidade de espiguetas, peso de mil grãos e produtividade, o fator com maior valor de F foi a safra de cultivo. Sendo que para a maioria das variáveis avaliadas (Tabela 3), com exceção da esterilidade de espiguetas, as maiores médias foram obtidas na safra 2019/20.

O comprimento médio da panícula foi 23,5cm na safra 2018/2019 e 25,2cm na safra 2019/20. Segundo Streck et al. (2007), o maior comprimento de panícula pode proporcionar a obtenção de um maior número de espiguetas férteis e elevar o índice de colheita, o que pode ter contribuído para a maior produtividade observada na safra 2019/20.

O número de panículas por m² na safra 2018/19 foi de 578 e 710 na safra 2019/20. Esta variável é um dos principais componentes de rendimento da cultura do arroz, e é determinada principalmente pelas condições climáticas ocorridas no subperíodo emergência-florescimento e pela capacidade de perfilhamento da cultura, no caso de menores densidades de plantas. Segundo a SOSBAI (2018), a capacidade de perfilhamento da cultura faz com que o arroz tenha resposta elástica à densidade de plantas, podendo compensar baixas densidades pela maior emissão de perfilhos, originando consequentemente mais panículas por m². Além disso, segundo Steinmetz & Meireles (1999), os dois fatores ambientais mais importantes para a cultura do arroz são a temperatura e a radiação solar, que possivelmente foram mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura na safra 2019/20, contribuindo para a maior média de panículas por m².

O número de grãos por panícula é determinado durante o período de cerca de 10 dias após ter atingido o número máximo de perfilhos. O que define o número de grãos por panícula são as ramificações na ráquis e a fertilidade das

Tabela 3. Comprimento da panícula (CP), número de panículas por m² (PM), número de grãos por panícula (GP), número de grãos cheios por panícula (GC), esterilidade de espiguetas (EE), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PRD)

Table 3. Panicle length (CP), number of panicles per m² (PM), number of grains per panicle (GP), number of full grains per panicle (GC), spikelet sterility (EE), thousand grain weight (PMG) and productivity (PRD)

Safra de cultivo	CP (cm)	PM (n°)	GP (n°)	GC (n°)	EE (%)	PMG (g)	PRD (Kg ha ⁻¹)
2018/2019	23,5 b	578 b	92 b	72 b	22,2 a	28,6 b	9.790 b
2019/2020	25,2 a	710 a	107 a	88 a	17,3 b	32,5 a	10.726 a
CV (%)	5,37	9,08	8,36	9,73	18,58	5,34	6,82

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: coeficiente de variação.

Means followed by the same letter in the column do not differ significantly ($p \leq 0.05$) by Scott-Knott's test. CV: coefficient of variation

espiguetas. No presente estudo a maior média (107) foi obtida na safra 2019/20. Além do genótipo, as condições ambientais que ocorrem da diferenciação do primórdio floral até a fecundação, como temperatura e radiação solar, têm influência significativa sobre o número de grãos por panícula.

O número de grãos cheios por panícula é resultante do número de grãos por panícula descontando a esterilidade de espiguetas. Ele indica as cariopses que passaram pelo processo de enchimento e se transformaram em grãos. A maior média para essa variável foi observada na safra 2019/20, com 88 grãos cheios por panícula.

A esterilidade de espiguetas foi maior (22,2%) na safra 2018/19, demonstrando que as condições ambientais ocorridas nesta safra favoreceram a maior ocorrência de espiguetas estéreis, pois, de acordo com Souza et al. (2017), as temperaturas máximas registradas no período compreendido entre a microsporogênese e a floração estão diretamente ligadas à esterilidade de espiguetas, fatores esses que podem ser apontados como de maior importância no presente estudo.

As maiores médias de peso de mil grãos (32,5g) e de produtividade (10.726Kg ha⁻¹) foram observadas na safra 2019/20. Segundo Souza et al. (2019), o peso de mil grãos é afetado principalmente pelos seguintes fatores: característica do cultivar, ataque de pragas como o percevejo dos grãos e por

variações da temperatura (efeitos de calor ou frio extremos) durante o enchimento de grãos.

Para as variáveis número de grãos por panícula, peso de mil grãos, esterilidade de espiguetas e produtividade, além do fator de efeito principal, é importante destacar o segundo fator com maior valor de F, que no caso destas variáveis foi a interação entre a safra de cultivo e a época de semeadura.

Na safra 2018/19 as maiores médias de grãos por panícula (Tabela 4) foram observadas nas semeaduras realizadas no mês de setembro, 96,8 na semeadura de 10/09 e 98,1 na de 25/09. As temperaturas registradas entre as épocas de semeadura nesta fase do ciclo da cultura, com médias diárias durante o subperíodo perfilhamento-florescimento de 23°C, 24°C, 24,6°C e 25°C, respectivamente, à época de semeadura de 10/09, 25/09, 10/10 e 25/10. Nas semeaduras realizadas em 10/10 e 25/10, o aumento da temperatura média diária ocorreu pelo aumento na temperatura máxima diária que ultrapassou os 31°C. Isto pode ter contribuído para um menor número de grãos por panícula, considerando que as temperaturas ótimas para esse período são de 25 a 30°C (COUNCE et al., 2000). A ocorrência de estresses por temperaturas acima dos 30°C pode ter comprometido o desenvolvimento das espiguetas que originam os grãos por panícula.

Na safra 2019/20, as maiores médias de grãos por panícula foram de

Tabela 4. Número de grãos por panícula (n°), peso de mil grãos (g), esterilidade de espiguetas (%) e produtividade (Kg ha⁻¹) em Santa Catarina, Brasil
 Table 4. Number of grains per panicle (n°), weight of a thousand grains (g), spikelet sterility (%) and productivity (Kg ha⁻¹) in Santa Catarina, Brazil

N° grãos por panícula	Safr de cultivo	Época de semeadura			
		10/09	25/09	10/10	25/10
		2018/2019	96,8 aA*	98,1 bA	86,3 bB	88,9 bB
2019/2020	87,7 bC*	114,6 aA	117,8 aA	109,1 aB	
CV (%)		8,36			
Peso de mil grãos	Safr de cultivo	Época de semeadura			
		10/09	25/09	10/10	25/10
		2018/2019	28,8 bA*	28,8 bA	29,1 bA	27,7 bB
2019/2020	33,2 aA*	33,5 aA	31,1 aB	32,1 aB	
CV (%)		5,34			
Esterilidade de espiguetas	Safr de cultivo	Época de semeadura			
		10/09	25/09	10/10	25/10
		2018/2019	25,0 aA*	22,0 aB	22,9 aB	18,9 aC
2019/2020	14,2 bB*	17,6 bA	18,7 bA	18,5 aA	
CV (%)		18,58			
Produtividade	Safr de cultivo	Época de semeadura			
		10/09	25/09	10/10	25/10
		2018/2019	9.948 bB*	9.716 bB	8.580 bC	10.914 aA
2019/2020	10.421 aA*	10.676 aA	10.894 aA	10.913 aA	
CV (%)		6,82			

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: coeficiente de variação.
 Means followed by the same letter in the column do not differ significantly ($p \leq 0.05$) by Scott-Knott's test. CV: coefficient of variation

117,8 na semeadura de 10/10 e de 114,6 na de 25/09 e da mesma forma, os maiores valores foram observados onde as condições de temperatura do ar durante o subperíodo perfilhamento-florescimento foram inferiores aos 25°C.

O peso de mil grãos, na safra 2018/19, variou de 27,7g a 29,1g, sendo que não houve diferença estatística significativa entre as semeaduras realizadas no mês de setembro e em 10/10. Enquanto, na safra 2019/20, os valores variaram de 31,1g a 33,5g, sendo que houve apenas diferença entre as semeaduras de setembro e outubro, não diferindo as datas de semeadura realizadas no mesmo mês. Zanon et al. (2018) demonstraram em suas pesquisas com arroz irrigado que o peso de grãos está relacionado com a taxa de enchimento de grãos, a qual, por sua vez, está diretamente relacionada com a temperatura do ar.

Para a esterilidade de espiguetas, na safra 2018/19, a maior média (25,0%) foi verificada na semeadura realizada em 10/09 e a menor esterilidade (18,9%) na semeadura de 25/10. As temperaturas máximas registradas no período compreendido entre a microsporogênese e a floração estão diretamente ligadas à esterilidade de espiguetas (SOUZA et al., 2017). Estas fases foram consideradas por Brito et al. (2017) e Souza et al. (2019) como as mais sensíveis do arroz irrigado, principalmente as temperaturas elevadas. Portanto, a maior esterilidade de espiguetas observada neste estudo pode estar associada às altas temperaturas que ocorreram nesse período de desenvolvimento das plantas, pois de acordo com COUNCE et al. (2000), a temperatura ideal para esse período é de 30-33°C.

Ao analisar os dados climáticos ocorridos na região de condução dos ensaios, verificou-se que a partir de 11/12/2018 as temperaturas máximas do ar alcançaram valores superiores a 35°C, sendo que no período de 12/12 a 31/01/2019 foram registradas temperaturas máximas diárias próximas ou acima de 35°C durante a maior parte do período entre a microsporogênese e a floração. Os cultivares semeados

em 10/09, 25/09 e 10/10 floresceram dentro do período de 20/12 a 30/01, coincidindo as fases de maior sensibilidade ao estresse provocadas por altas temperaturas com as máximas temperaturas ocorridas no período. Estes resultados estão de acordo com o que foi descrito por Girardi (2012), segundo o qual a ocorrência de altas temperaturas diurnas (superiores a 35°C) pode causar esterilidade das espiguetas.

Os cultivares semeados em 25/10 iniciaram o florescimento em 02/02/2019, período em que foram registradas temperaturas máximas de 34°C. Nesta época de semeadura predominaram temperaturas máximas abaixo dos 30°C durante a maior parte do período de florescimento e enchimento de grãos. Isto contribuiu para os menores valores de esterilidade de espiguetas obtidas na última época de semeadura.

Na safra 2019/20 a menor média (14,2%) de esterilidade de espiguetas foi verificada na semeadura de 10/09, aumentando nas demais épocas de semeadura. Nas semeaduras de 10/10 e 25/10, o fator que mais contribuiu para os maiores percentuais de esterilidade de espiguetas foi a ocorrência frequente de temperaturas superiores a 33°C, chegando ao extremo de 38°C, durante o período compreendido entre a microsporogênese e a floração. Segundo Guimarães et al. (2002), temperaturas diurnas superiores a 35°C também podem causar esterilidade das espiguetas, sendo que o estágio mais sensível do arroz a altas temperaturas é a floração. O segundo período mais sensível é a pré-floração, que inicia cerca de nove dias antes da emissão das panículas.

Quando se avaliam as condições climáticas ocorridas durante o período de florescimento para a semeadura de 10/09, verifica-se que não ocorreram longos períodos com temperatura acima ou abaixo das consideradas ótimas para a cultura no período, o que justifica os menores valores de esterilidade verificados nessa época de semeadura.

No caso da produtividade, o fator com maior valor de F (71,72) foi a safra de cultivo, seguido pelo fator época de semeadura (F= 19,37) e cultivar (F=

11,49). Houve apenas efeito significativo das interações safra de cultivo com época de semeadura (F= 20,38), e época de semeadura com cultivar (F= 2,91). Na safra 2018/19, a maior média de produtividade (10.914Kg ha⁻¹) foi obtida na semeadura realizada em 25/10, seguida pelas semeaduras realizadas em setembro, 9.948Kg ha⁻¹ e 9.716Kg ha⁻¹, respectivamente a 10/09 e 25/09. Na safra 2019/20 não houve diferença estatística significativa entre as épocas de semeadura, sendo que a média de produtividade entre as épocas variou de 10.421 a 10.913Kg ha⁻¹. Os cultivares que apresentaram as maiores médias de produtividade foram o SCS122 Miura (10.785Kg ha⁻¹) e o SCS116 Satoru (10.597Kg ha⁻¹).

Para as variáveis índice de colheita, comprimento da panícula, número de panículas por m² e número de grãos cheios por panícula, além do fator de efeito principal, é importante destacar o segundo fator com maior valor de F, que no caso destas variáveis foi o cultivar, ou seja, o efeito do genótipo também tem importância na determinação destes componentes.

O índice de colheita é composto pela divisão da massa seca (MS) de grãos produzidos pela MS da parte aérea total da planta e indica como foi feita a alocação dos fotoassimilados na planta, demonstrando a sua eficiência em concen-

trar os fotossintatos produzidos na produção de grãos. De acordo com a Tabela 5, os cultivares SCS122 Miura e SCS116 Satoru apresentaram os maiores índices de colheita, 51 e 49, demonstrando serem mais eficientes na conversão de fotossintatos em grãos.

Para a variável comprimento da panícula apenas, os cultivares Epagri 109 e SCS BRS Tio Taka não diferiram estatisticamente entre si, apresentando panículas com 24,3 e 23,9cm, respectivamente. O maior comprimento de panícula, 25,6cm, foi apresentado pelo cultivar SCS122 Miura, seguido pelo 'SCS121 CL' com 24,8cm, e o menor comprimento, 23,1cm pelo 'SCS116' Satoru.

Além da influência do fator ambiental, é importante destacar o efeito do genótipo na determinação do número de panículas por m², pois os cultivares se diferenciaram entre si nesse componente de rendimento. Neste sentido, os cultivares Epagri 109 e SCS BRS Tio Taka se diferenciaram estatisticamente dos demais cultivares e apresentaram as maiores médias de panículas por m², 678 e 704, respectivamente. A menor média, 580 panículas m², foi apresentada pelo 'SCS121 CL'. Segundo a SOSBAI (2018), a capacidade de perfilhamento e o número panículas por m² dependem de vários fatores. Entre eles destaca-se a característica genética da cultivar, jus-

Tabela 5. Índice de colheita (IC), comprimento da panícula (CP), número de panículas por m² (PM) e número de grãos cheios por panícula (GC) em Santa Catarina, Brasil
Table 5. Harvest index (CI), panicle length (CP), number of panicles per m² (PM) and number of full grains per panicle (GC) in Santa Catarina, Brazil

Cultivar	IC	CP (cm)	PM (n°)	GC (n°)
Epagri 109	46 c*	24,3 c*	678 a*	75 b*
SCS BRS Tio Taka	46 c	23,9 c	704 a	70 c
SCS 116 Satoru	50 a	23,1 d	612 c	84 a
SCS 121 CL	47 b	24,8 b	580 d	84 a
SCS 122 Miura	51 a	25,6 a	645 b	87 a
CV (%)	5,00	5,37	9,08	9,73

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. CV: coeficiente de variação.

Means followed by the same letter in the column do not differ significantly ($p \leq 0.05$) by Scott-Knott's test. CV: coefficient of variation

tificando a grande variação observada entre os genótipos quando consideradas as médias dos cultivares em todas as épocas de semeadura.

Quanto ao número de grãos cheios por panícula, os cultivares SCS116 Satoru, SCS121 CL e SCS122 Miura não diferiram estatisticamente entre si, apresentando as maiores médias para essa variável, e o 'SCS BRS Tio Taka' apresentou a menor média, seguida pela Epagri 109.

Os resultados obtidos nas duas safras avaliadas demonstraram que os cultivares apresentam comportamento diferenciado com relação à produtividade de acordo com a época de semeadura e a safra de cultivo, o que pode ser relacionado com as condições climáticas ocorridas durante o desenvolvimento das plantas, principalmente a ocorrência de temperaturas elevadas em períodos críticos, como o florescimento.

Conclusões

- A semeadura realizada em 25/10 proporcionou a obtenção do maior rendimento médio de grãos nas duas safras avaliadas;

- Os cultivares SCS116 Satoru e SCS122 Miura foram os mais produtivos.

Referências

ANDRADE, A.; MARSCHALEK, R.; NOLDIN, J.A. Breve retrospectiva da orizicultura catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.34, n.1, p.5-6, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1118/1012>.

BASTOS FILHO, G.S. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático – ZARC para a cultura do arroz irrigado subtropical no estado de Santa Catarina, ano-safra 2022/2023**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e Secretaria de Política Agrícola. Portaria nº 246, de 29 de junho de 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/portarias/safra-vigente/santa-catarina/word/PORTN246ARROZIRRIGADOSUBTROPICALSC.pdf>.

BRITO, G.G. de; MOURA, D.S.; MORAES, I.L.; ARMESTO, R. da S.; FAGUNDES, P.R.R.; CAM-

POS, A.D.; PORTO, F.G. da S.; PEREIRA, M.R.; DEUNER, S. **Temperaturas Supra ótimas sobre o Arroz Irrigado**: Efeitos sobre a Fotosíntese e Esterilidade de Espiguetas. Pelotas, RS: Embrapa, 2017. 7p.

COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, p.436-443, 2000. Doi: <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.402436x>.

FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B.; CUTRIM, V.A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p.1029-1034, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/PFCwtJC6Z44H4BpHfqCVVVN/?format=pdf>.

FERRAZ, E.C. Ecofisiologia do arroz. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 249p.

FREITAS, T.F.S.; SILVA, P.R.F. da; MARIOT, C.H.P.; MENEZES, V.G.; ANGHINONI, I.; BREDEMEIER, C.; VIEIRA, V.M. Produtividade de arroz irrigado e eficiência da adubação nitrogenada influenciadas pela época da semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.1, p.2397-2405, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000600018>.

GIRARDI, D. **Bases morfológicas, fisiológicas e ecológicas para as diferenças de produtividade registradas em duas regiões produtoras de arroz irrigado do estado de Santa Catarina**. 2012. 66f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2012.

GUIMARÃES, I.F.G.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A. Métodos de superação de dormência para determinar o potencial germinativo de sementes de arroz. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.5, n.1, p.77-88, 2000.

MARTINS, M.B.; TELÓ, G.M.; SCHREIBER, F.; ALVES, Y.S.; ANDRES, A. Efeito da densidade de semeadura do arroz irrigado nos componentes de rendimento e na germinação de sementes. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 6., 2016, Pelotas. **Anais[...] Pelotas**, 2016. p.186-188.

MENEZES, B.R.S.; LUIZ B. MOREIRA, L.B.; PEREIRA, M.B.; LOPES, H.M.; COSTA, E.M.; CURTI, A.T.M. Características morfoagronômicas de dois genótipos arroz vermelho em

cultivo inundado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, n.3, p.394-401, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v7i3a1288>.

PARANHOS, J.T.; MARCHEZAN, E.; DUTRA, L.M.C. Rendimento de grãos, índice de colheita e componentes de rendimento de três cultivares de arroz irrigado. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.21, n.2, p.169-177, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84781991000200002>.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. Farroupilha, RS: SOSBAI: 2018. 209p.

SOUZA, N.M. de; MARSCHALEK, R.; SANGOI, L.; WEBER, F.S. Spikelet sterility in rice genotypes affected by temperature at microsporogenesis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.21, n.12, p.817-821, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n12p817-821>.

SOUZA, N.M. de. Efeito de altas temperaturas na antese sobre a massa de 1.000 grãos em genótipos de arroz. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL CIÊNCIA, SAÚDE E TERRITÓRIO, 5., 2019, Lages. **Anais[...] Lages**, 2019. p.928-933.

STEINMETZ, S.; MEIRELES, E.J.L. Clima. In: Vieira, N.R. de A. **A cultura do arroz no Brasil**, Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. Cap.3, p.58-87.

STRECK, N.A.; MICHELON, S.; TELLES ROSA, H.T.; WALTER, L.C.; BOSCO, L.C.; PAULA, G.M. de; CAMERA, C.; SAMBORANHA, F.K.; MARCOLIN, E.; LOPES, S.J. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função de época de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.323-329, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000200005>.

STÜRMER, F.W. **Tolerância a baixas temperaturas durante o estabelecimento e microsporogênese em genótipos de arroz irrigado**. 2018. 107f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2018.

ZANON, A.J.; FONTANA, V.; RIBAS, G.G.; RIBEIRO, B.S.M.R., ULGUIM, A.R., SELAU, F.C.; OGOSHI, C. Taxa de acúmulo de matéria seca e duração do período de enchimento de grãos em arroz irrigado. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.2, p.510-521. 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17320>.

Respostas de cultivares de bananeiras do subgrupo Prata tratadas com fungicidas sob condições subtropicais



André Boldrin Beltrame¹, Ramon Felipe Scherer¹

Resumo – As sigatokas negra e amarela, causadas respectivamente pelos fungos *Mycosphaerella fijiensis* e *M. musicola*, são importantes doenças da bananeira. Além de necrose nas folhas, essas doenças reduzem a produção e a qualidade dos frutos. As principais estratégias para controlar essas doenças são o plantio de cultivares resistentes, o uso de métodos culturais e a aplicação de fungicidas. Este trabalho teve como objetivo comparar características agronômicas de três cultivares de bananeiras subgrupo Prata, com ou sem aplicação fungicida, durante os três primeiros ciclos de produção. Para isso, bananeiras dos cultivares SCS451 Catarina, SCS453 Noninha e SCS454 Carvoeira foram estabelecidas em duas áreas distantes 450m, espaçadas em 3m x 3m. As plantas foram cultivadas conforme as recomendações técnicas da cultura, mas apenas em uma área foi realizado o controle do complexo de sigatoka com a aplicação de fungicidas (triazóis e estrobirulinas). O experimento foi conduzido em blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas foram compostas por 15 plantas. Foram avaliados a altura, o número de folhas funcionais e de pencas, o diâmetro de frutos, a massa fresca de cacho e o ciclo reprodutivo. Os dados foram submetidos a Anova e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott (5%). Verificou-se que plantas tratadas com fungicidas tiveram maior número de folhas no momento da emissão dos cachos e da colheita, bem como maior diâmetro de frutos e maior ciclo reprodutivo.

Termos para indexação: *Musa* spp.; Sigatoka; Aviso bioclimático.

Response of Pomme subgroup of banana cultivars treated with fungicide under subtropical conditions

Abstract – Black and yellow sigatoka, caused respectively by fungi *Mycosphaerella fijiensis* and *M. musicola*, are important diseases of banana. Besides necrosis on leaves, these diseases decrease the yield and fruit quality. The main control strategies of these diseases are genetic resistance, cultural methods, fungicides spray. Thus, the objectives of this study were to compare agronomic characteristics of three banana cultivars of Pomme subgroup, sprayed or not with fungicide during the first three cropping cycles. In this way, banana plants of SCS451 Catarina, SCS453 Noninha and SCS454 Carvoeira cultivars were planted in two areas 450m, spaced at 3,0m x 3,0m. The plants were cultivated according to the technical recommendations for the crop, but in just one area sigatoka disease complex were controlled with fungicide (triazole and strobilurin). The experiment was designed in randomized block design with four replications. Each parcel was composed by 15 plants. Plant height, number of functional leaves and hands, finger diameter, bunch weight and reproductive cycle were evaluated. The data were submitted to Anova and the means compared by the Scott-Knott test (5%). Plants sprayed with fungicide had higher number of leaves at flowering and harvest, as well as higher finger diameter and higher reproductive cycle.

Index terms: *Musa* spp.; Sigatoka; Forecasting system.

Introdução

A bananeira (*Musa* spp., família Musaceae) é originária do sudoeste asiático e do oeste do Pacífico e cultivada sob diversas condições ambientais (FERREIRA et al., 2016).

O Brasil é um dos maiores produtores de banana no mundo (FAOSTAT, 2022) e Santa Catarina está entre os principais estados brasileiros produtores desta fruta. A cultura conta com aproximadamente 3 mil produtores ru-

rais catarinenses, que produzem mais de 743 mil toneladas de fruto (EPAGRI/CEPA, 2017).

Diversas doenças podem causar severos danos em bananeiras. Entre essas doenças estão a sigatoka negra e a sigatoka amarela, causadas respectivamente pelos fungos *Mycosphaerella fijiensis* (anamorfo: *Pseudocercospora fijiensis*) e *M. musicola* (anamorfo: *P. musae*) (OROZCO-SANTOS et al., 2013). Os patógenos causam necrose nas folhas da bananeira, alterações fisiológicas e bio-

químicas nas plantas e reduções da produção e da qualidade dos frutos (CHILLET et al., 2013; NOMURA et al., 2015; RODRÍGUEZ-GAVIRIA & CAYÓN, 2008).

Como são doenças de difícil controle, recomenda-se que devem ser combinadas medidas culturais, genéticas e químicas para aumentar o nível de controle (OROZCO-SANTOS et al., 2013). Dependendo das condições climáticas e do cultivar plantado, o controle satisfatório do mal de sigatoka é obtido apenas com a aplicação de fungicidas. Os triazóis e

Recebido em 25/04/2022. Aceito para publicação em 16/09/2022.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1464>

¹ Eng.-agronomo, Dr., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) – Estação Experimental de Itajaí (EEI), Rodovia Antônio Heil, 6800, Itajaí, SC, CEP 88318-112. E-mail: andrebeldtrame@epagri.sc.gov.br; ramonscherer@epagri.sc.gov.br

as estrobilurinas são muito usados e podem apresentar efeito semelhante no controle da sigatoka negra (GUZMAN; ROMERO, 1997; VICENTE, 2006). Para melhor eficiência de controle dessas doenças, foram desenvolvidos diversos sistemas de previsão que permitem a redução do número de aplicações de agrotóxicos, bem como reduzir os custos de produção, impactos ambientais e o surgimento de variantes dos fitopatógenos resistentes a fungicida (GANRY et al., 2012; OROZCO-SANTOS et al., 2013). No estado de Santa Catarina, um sistema de alerta fitossanitário foi adaptado e implantado pela Epagri (HINZ et al., 2006), reduzindo o do número de aplicação de agrotóxicos nos bananais catarinenses em até 50% (SÔNEGO et al., 2013).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi comparar as respostas agrônômicas nos três primeiros ciclos de produção dos cultivares SCS451 Catarina (Prata Catarina), SCS453 Noninha e SCS454 Carvoeira, pertencentes ao subgrupo Prata, com ou sem a aplicação de fungicidas, conforme o aviso bioclimático.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Itajaí da Empresa de Pesquisa Agropecuária Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri/EEI), localizada na mesorregião do Vale do Itajaí do estado de Santa Catarina. O clima na Epagri/EEI é subtropical úmido (Cfa na classificação de Köppen), com temperatura média de 20,2°C e precipitação média anual 1.596mm. Plantas de bananeiras dos cultivares SCS451 Catarina, SCS453 Noninha e SCS454 Carvoeira foram micropropagadas e aclimatizadas conforme Scherer et al. (2019) e plantadas em duas áreas distantes 450m uma da outra. O espaçamento utilizado foi de 3,0m x 3,0m. As calagens e as adubações foram baseadas em análises de amostras de solos coletadas em cada área antes da implementação do bananal, seguindo as recomendações do Manual de Adubação do Rio Grande

do Sul e Santa Catarina (CQFS RS/SC, 2016). O manejo cultural foi realizado de acordo com as recomendações técnicas da cultura para o estado de Santa Catarina (LIVRAMENTO & NEGREIROS, 2017). Os cultivares SCS453 Noninha e SCS454 Carvoeira, recentemente registrados pela Epagri, foram selecionados em bananais de Santa Catarina. Eles são mutações espontâneas derivadas do cultivar Prata-Anã e apresentam porte mais baixo e maior produtividade, respectivamente.

Durante os três primeiros ciclos de produção das bananeiras foi realizado semanalmente o monitoramento da sigatoka em 10 plantas selecionadas, que receberam a aplicação de fungicidas. Foram avaliadas as folhas 2, 3 e 4 a partir da folha vela, pelo método de aviso bioclimático. Foram avaliados os tipos de lesões (Estágios de 1 a 6 de acordo com Ganry et al., 2012) e a quantidade de lesões (mais ou menos 50 lesões em cada tipo) nas folhas. A soma bruta foi obtida através do somatório do produto do coeficiente de severidade adotado para cada tipo, quantidade de lesão e folhas (OROZCO-SANTOS et al., 2013). Foram realizadas aplicações de fungicidas em apenas uma das áreas, quando a soma bruta do monitoramento atingiu pelo menos 800 pontos. As caldas, preparadas de acordo com as recomendações dos fabricantes, foram compostas por água, óleo mineral (3:1), fungicida (0,4L produto comercial ha⁻¹) e adjuvante. Os princípios ativos de fungicidas utilizados foram propiconazol e difenoconazol (G1 segundo o Frac); azoxistrobina (grupo C3 segundo o Frac); e uma mistura comercial composta por azoxistrobina + difenoconazol. As aplicações foram realizadas com canhão bananeiro e volume de calda de 40L ha⁻¹.

Em cada ciclo de produção foram avaliadas variáveis no momento da emissão da inflorescência e no momento da colheita. No momento da emissão da inflorescência foram avaliados a altura (m) e o número de folhas funcionais (mais que 50% verde); e no momento da colheita foram avaliados a massa fresca do cacho (kg), o número de fo-

lhas funcionais, o número de pencas e o diâmetro do fruto (mm) central da segunda penca. Também foi calculado o intervalo de tempo entre a emissão da inflorescência e a colheita do cacho (ciclo reprodutivo).

O experimento foi conduzido em blocos casualizados. Cada tratamento foi composto por quatro repetições constituídas por 15 plantas, considerando como úteis as três plantas centrais das parcelas. Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk, para a normalidade dos erros e ao teste de Bartlett, para a homogeneidade de variância e a análise de variância (Anova). Em seguida, as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott (5%). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R versão 4.1.0, em associação com os pacotes ExpDes.pt e ScottKnott.

Resultados e discussão

No período avaliado, de 19 de janeiro de 2017 a 28 de maio de 2020, foram realizadas 20 aplicações de fungicidas, ou seja, em média uma aplicação a cada dois meses (Figura 1).

As avaliações realizadas no período do florescimento indicam que, no primeiro ciclo, as plantas dos cultivares SCS451 Catarina e SCS454 Carvoeira tratadas com fungicidas apresentaram altura superior à das plantas não tratadas (Tabela 1). Por outro lado, plantas do cultivar SCS453 Noninha sob os dois tratamentos não se diferenciaram. A não diferenciação da altura dentro de cada cultivar também ocorreu para todos os três cultivares no segundo e no terceiro ciclo. Nomura et al. (2015) também registraram que plantas do cultivar Grande Naine não sofreram redução na altura quando afetadas pela sigatoka negra. Quando se comparou o tamanho das plantas entre cultivares, como esperado, o cultivar SCS453 Noninha foi menor que os demais avaliados (Tabela 1).

Plantas dos cultivares SCS451 Catarina e SCS454 Carvoeira tratadas com fungicidas apresentaram maior número de folhas funcionais no florescimento que as plantas não tratadas em todos

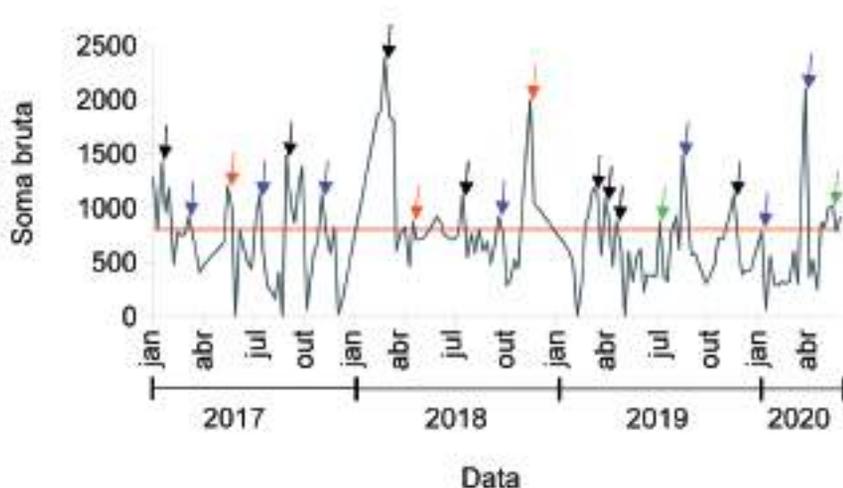


Figura 1. Evolução semanal do estágio de evolução de Sigatoka em bananeiras. Setas indicam as datas que foram realizadas aplicações de fungicidas. Setas pretas = propiconazol; setas azuis = difenoconazol; setas laranjas = azoxistrobina; setas verdes = azoxistrobina + difenoconazol. Linha horizontal alaranjada indica soma bruta = 800 pontos

Tabela 1. Altura de planta e número de folhas funcionais no florescimento de bananeiras pertencentes ao subgrupo Prata, tratadas com fungicidas (propiconazol, difenoconazol, azoxistrobina, ou azoxistrobina + difenoconazol), conforme o aviso bioclimático por três ciclos de produção

Table 1. Plant height and functional leaves at flowering from banana Pomme subgroup, sprayed with fungicide (propiconazole, difenoconazole, azoxistrobin or azoxistrobin + difenoconazole), according to bioclimatic forecasting system during three cropping cycles

Tratamentos	Altura (m)*			Número de folhas no florescimento*		
	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo
SCS451 Catarina – CF	2,67 a	3,08 a	3,32 a	13,4 a	11,5 b	14,0 a
SCS451 Catarina – SF	2,54 b	3,06 a	3,30 a	10,0 b	9,6 c	9,5 b
SCS454 Carvoeira – CF	2,74 a	2,93 a	3,29 a	13,5 a	11,9 b	13,9 a
SCS454 Carvoeira – SF	2,62 b	3,04 a	3,34 a	11,4 b	10,0 c	11,0 b
SCS453 Noninha - CF	1,84 c	2,14 b	2,47 b	13,9 a	15,4 a	15,9 a
SCS453 Noninha – SF	1,92 c	2,11 b	2,31 b	12,6 a	10,6 c	10,7 b

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

* Means followed by the same letter in the column did not differ statistically by the Scott-Knott test at 5% probability

os ciclos de produção. As plantas do cultivar SCS453 Noninha que receberam aplicações de fungicidas apresentaram maior número de folhas funcionais no florescimento que as plantas não tratadas no segundo e no terceiro ciclos de produção (Tabela 1).

As análises realizadas no momento da colheita indicam que as plantas não tratadas com fungicidas, de todos os cultivares, apresentaram menor número de folhas funcionais (Tabela 2). Semelhante ao constatado em outros trabalhos (NOMURA et al., 2015; VELEZ

& ZAPATA, 2005), as bananeiras tratadas com fungicidas para o controle de sigatoka negra retiveram maior número de folhas tanto no florescimento quanto na colheita.

Observaram-se pequenas diferenças na massa de cacho e no número de pencas por cacho (Tabela 2). Plantas dos cultivares SCS454 Carvoeira e SCS453 Noninha, não tratadas com fungicidas, apresentaram menor massa de cacho no primeiro e terceiro ciclos, respectivamente. Os cultivares SCS451 Catarina e SCS453 Noninha, não tratados com fungicidas, apresentaram maiores números de pencas no terceiro e primeiro ciclo de produção, respectivamente. Chillet et al. (2014) verificaram que a sigatoka amarela pode reduzir a massa de frutos de banana. Nesse mesmo sentido, Ramsey et al. (1990) constataram que houve redução na massa do cacho bananeira ‘Willians’, mas não afetou o número de pencas. Islam et al. (2018), por sua vez, não encontraram diferença na massa de cacho de bananeiras do cultivar Mehersagar (AAA) tratadas com fungicidas em relação às plantas não tratadas. Finalmente, bananeiras ‘Grand Naine’ com diferentes severidades de sigatoka amarela produziram frutos com massa e diâmetro semelhantes (CHILLET et al., 2013).

O número de dias entre o florescimento e a colheita do cacho foi menor nas plantas não tratadas com fungicidas (Tabela 3). Essa redução do ciclo pode ter ocorrido pela maturação precoce de frutos que ocorre em plantas de banana com alta severidade de Sigatoka (CHILLET et al., 2013). Porém, as plantas tratadas com fungicidas não apresentaram diferenças significativas entre o plantio e o primeiro florescimento e entre a colheita e o florescimento do ciclo seguinte (ciclo vegetativo) em relação às plantas não tratadas com agrotóxicos (dados não apresentados). O ciclo total entre o plantio e a colheita no ciclo 1 e número de dias entre duas colheitas consecutivas para o segundo e o terceiro ciclos também não foi alterado pela aplicação de fungicida (dados não apresentados).

Plantas dos cultivares SCS451 Catarina, nos três ciclos de produção, SCS454

Tabela 2. Número de folhas funcionais na colheita, peso de cacho e número de pencas de bananeiras pertencentes ao subgrupo Prata, tratadas com fungicidas (propiconazol, difenoconazol, azoxistrobina ou azoxistrobina + difenoconazol), conforme o aviso bioclimático por três ciclos de produção

Table 2. Functional leaves at harvest, bunch weight and number of hands from banana Pomme subgroup, sprayed with fungicide (propiconazole, difenoconazole, azoxistrobin, or azoxistrobin + difenoconazole), according to bioclimatic forecasting system during three cropping cycles

Tratamentos CF (com fungicida) SF (sem fungicida)	Número de folhas na colheita*			Massa de cacho (kg)*			Número de pencas*		
	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo
SCS451 Catarina – CF	5,2 a	5,0 a	5,1 a	16,4 b	15,0 ^{ns}	20,5 a	7,7 b	8,1 b	8,9 b
SCS451 Catarina – SF	0,6 c	0,7 b	1,0 c	15,0 b	17,3	19,3 a	7,9 b	8,6 b	9,6 a
SCS454 Carvoeira – CF	5,6 a	5,3 a	5,8 a	19,0 a	15,5	18,4 a	8,0 b	8,0 b	9,0 b
SCS454 Carvoeira – SF	1,6 c	1,3 b	0,8 c	14,6 b	17,3	17,4 a	8,0 b	8,3 b	9,2 b
SCS453 Noninha - CF	2,5 b	3,7 a	3,2 b	10,9 c	14,4	16,2 a	8,0 b	9,3 a	10,1 a
SCS453 Noninha – SF	0,0 c	0,1 b	0,0 c	11,5 c	12,3	9,9 b	9,5 a	9,5 a	10,1 a

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ns = não significativo

* Means followed by the same letter in the column did not differ statistically by the Scott-Knott test at 5% probability. ns = not significant

Carvoeira, no primeiro ciclo de produção e SCS 453 Noninha, no primeiro e no terceiro ciclos de produção, cultivadas sem a aplicação de fungicidas, apresentaram menor diâmetro médio de fruto central da segunda penca (Tabela 3). Segundo observações de Jiménez & Brioso (2018) e Velez & Zapata (2005), a sigatoka pode causar redução do diâmetro de frutos de banana.

Verificou-se que nos três ciclos de produção, o diâmetro médio dos frutos centrais da segunda penca (34,5mm) das plantas tratadas foi superior, com diferença significativa pelo teste de Scott-Knott (5%), em relação ao diâmetro médio dos frutos centrais de segunda penca (32,6mm) das plantas não tratadas. De acordo com as normas de classificação do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura e Produção Integrada de Frutas, os diâmetros médios de frutos de plantas que receberam fungicidas e de plantas, cujas doenças não foram controladas, foram classificados nas categorias “Extra” e “I”, respectivamente (PBMH;PIF, 2006).

Os resultados obtidos nesse trabalho indicam que os três cultivares de bananeiras pertencentes ao subgrupo Prata, que receberam aplicação de fungicidas com base no aviso bioclimático para o controle de sigatoka, apresen-

taram maior número de folhas funcionais na época da emissão do cacho e da colheita e maior ciclo reprodutivo (sem alongar o ciclo total). Esses fatores provavelmente contribuíram para o maior diâmetro de frutos produzidos pelas plantas que foram tratadas com fungicidas.

Conclusões

Nas condições do Vale do Itajaí, plantas dos cultivares SCS451 Catarina, SCS453 Noninha e SCS454 Carvoeira tratadas com de fungicidas apresentaram maior diâmetro de frutos, maior nú-

Tabela 3. Diâmetro de fruto e dias entre florescimento e colheita de bananeiras pertencentes ao subgrupo Prata, tratadas com fungicidas (propiconazol, difenoconazol, azoxistrobina ou azoxistrobina + difenoconazol), conforme o aviso bioclimático por três ciclos de produção

Table 3. Finger diameter and days from flower to harvest from the Pomme subgroup, sprayed with fungicide (propiconazole, difenoconazole, azoxistrobin, or azoxistrobin + difenoconazole), according to bioclimatic forecasting system during three cropping cycles

Tratamentos CF (com fungicida) SF (sem fungicida)	Dias entre florescimento e colheita*			Diâmetro do fruto (mm)*		
	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	3º ciclo
SCS451 Catarina – CF	117 a	136 b	141 b	35,1 a	35,1 a	33,9 a
SCS451 Catarina – SF	131 b	115 c	114 d	33,5 b	33,9 b	31,4 b
SCS454 Carvoeira – CF	110 a	139 b	134 c	37,0 a	36,4 a	34,5 a
SCS454 Carvoeira – SF	126 b	121 c	117 d	33,5 b	36,2 a	33,1 a
SCS453 Noninha - CF	123 b	161 a	168 a	32,9 b	36,7 b	31,9 b
SCS453 Noninha – SF	121 b	116 c	114 d	30,7 c	32,8 b	28,4 c

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

* Means followed by the same letter in the column did not differ statistically by the Scott-Knott test at 5% probability

mero de folhas funcionais na época de emissão da inflorescência e na colheita em relação às plantas não tratadas.

Plantas que não receberam aplicação de fungicidas apresentaram menor ciclo reprodutivo.

Agradecimentos

À Fundação de Apoio à Pesquisa Científica de Santa Catarina (Fapesc) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para realização desse trabalho.

Referências

CHILLET, M.; CASTELAN, F.P.; ABADIE, C.; HUBERT, O.; CHILIN-CHARLES, Y.; BELLAIRE, L.L. Effect of different levels of Sigatoka disease severity on banana pulp colour and early ripening. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v.36, p.48-53, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1080/07060661.2013.870931>.

CHILLET, M.; CASTELAN, F.P.; ABADIE, C.; HUBERT, O.; BELLAIRE, L.L. Necrotic leaf removal, a key component of integrated management of *Mycosphaerella* leaf spot diseases to improve the quality of banana: the case of Sigatoka disease. **Fruits**, v.68, p.271-277, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1051/fruits/2013073>.

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. 376 p.

EPAGRI/CEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2016-2017**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2017. 200p.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 27 jan. 2022.

FERREIRA, C.F.; SILVA, S.O.; AMORIM, E.P.; SANTOS-SEREJO, J.A. **O agronegócio da banana**. 1.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 832p.

GANRY, J.; FOURÉ, E.; BELLAIRE, L.L.; LESCOT T. An integrated approach to control the blackleaf streak disease (blsd) of bananas, while reducing fungicide use and environmental impact. In: DHARUMADURAI, D.; THAJUDDIN, N.; PANNEERSELVAM, A. (Org.). **Fungicides for plant and animal diseases**. Rijeka: InTech, p.193-226, 2012.

GUZMAN, M.; ROMERO, C.R.A. Comparación de los fungicidas azoxistrobina, propiconazole y difeconazole en el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano (*Musa* AAA). **Corbana**, v.22, p.49-59, 1997.

HINZ, R.H.; LICHTENBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; SCHMITT, M.T.; DESCHAMPS, F.C.; SALVADOR, J.; NEGREIROS, R.J.Z.; VITALIS, V. Situação atual da produção integrada de banana em Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 6., 2006, Joinville. **Anais[...]** Joinville, 2006. p. 65-69.

ISLAM, M.N.; AKTER, N.; KARIM, M.M.; RAHMAN, M.A.; KHATUN, F. Efficacy of different fungicides in controlling sigatoka disease of banana. **Bangladesh Journal of Plant Pathology**, v.34, p.59-62, 2018. Disponível em: https://bps.net.bd/wp-content/uploads/2021/01/Vol.34_11.pdf. Acesso em: 28 jan. 2022.

JIMÉNEZ, J.L.S.; BRIOSO, P.S.T. Surgery or surgical defoliation in 'Grand Naine' banana in the control of black Sigatoka in the state of Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.40, e-144, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1590/0100-29452018144>.

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

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>.

OROZCO-SANTOS, M.; GARCÍA-MARISCAL,

K.; MANZO-SÁNCHEZ, G.; GUSMÁN-GONZÁLEZ, S.; MARTÍNES-BOLAÑOS, L.; BELTRÁN-GARCÍA, M.; GARRIDO-RAMIREZ, E.; TORRES-AMEZCUA, J.A.; CANTO-CANCHÉ, B. **La Sigatoka negra y su manejo integrado en banano**. 1.ed. TECOMÁN: INIFAP, 2013. 152p.

PBMH & PIF - Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura e Produção Integrada de Frutas. **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. 4p. (Documento, 29).

RAMSEY, M.D.; DANIELLS, J.W.; ANDERSON, V.J. Effects of Sigatoka leaf spot (*Mycosphaerella musicola* Leach) on fruit yields, field ripening and greenlife of bananas in North Queensland. **Scientia Horticulturae**, v.41, p.305-313, 1990. Doi: [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(90\)90111-Q](https://doi.org/10.1016/0304-4238(90)90111-Q).

RODRÍGUEZ-GAVIRIA, P.A.; CAYÓN, G. Efecto de *Mycosphaerella fijiensis* sobre la fisiología de la hoja de banano. **Agronomía Colombiana**, v.26, p.256-265, 2008. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/13504/14193>. Acesso em: 27 jan. 2022.

SCHERER, R.F.; ANDRADE, A.; BELTRAME, A.B.; GUMARÃES, G.G.F.; KLABUNDE, G.H.F.; MARA; L.A.C.; PERUCH, L.A.M.; HARO, M.M.; SÔNEGO, M.; NEGREIROS, R.Z. **Produção de mudas de bananeira no Brasil: alta qualidade genética e fitossanitária**. Florianópolis: Epagri, 2019. 40p. (Epagri. Boletim técnico, 187).

SÔNEGO, M.; PERUCH, L.A.M.; HINZ, R.H. A warning system as a tool to control *Mycosphaerella* leaf spots in small banana farms in the south of Brazil. **Acta Horticulturae**, n.986, p.139-144, 2013. Doi: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.986.13>.

VELEZ, J.H.E.; ZAPATA, J.C. Fulvic acid applications for management of diseases caused by *Mycosphaerella* spp. **Infomusa**, v.14, p.15-17, 2005.

VICENTE, L.P. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra en bananos: estado actual y perspectivas. **Fitosanidad**, v.10, p.55-72, 2006.

Influência das variáveis ambientais na emissão de hastes florais de cebola em clima subtropical em Santa Catarina, Brasil



Hamilton Justino Vieira¹, Francisco Olmar Gervini de Menezes Junior², Everton Blainski³ e Joelma Miszinski⁴

Resumo – O objetivo deste trabalho foi estudar as relações entre datas de semeadura, transplante e maturação e as variáveis ambientais fotoperíodo, unidades de frio e disponibilidade térmica na emissão das hastes florais. Utilizou-se seis épocas de semeaduras em quatro anos da variedade Bola Precoce nas coordenadas Lat. -27°25'08" Long. -49°38',47" e Alt. 475m. Existe forte indicativo que plântulas de Bola Precoce submetidas à fotoperíodos acima de 12 horas nas fases iniciais de crescimento podem ser induzidas ao florescimento se as condições de temperaturas também forem indutoras. Quanto maior o número de dias de exposição das plântulas ao fotoperíodo acima de 12 horas, e temperaturas menores que 13°C, maior será a porcentagem de emissão de hastes florais. Para evitar a emissão de hastes florais, as semeaduras devem ser efetuadas com fotoperíodo abaixo de 12 horas, ou seja, após 24 de abril para a região subtropical de Ituporanga, SC.

Termos para indexação: *Allium cepa*; Empasc 352 – Bola Precoce; Épocas de semeaduras; Fotoperíodo; Floração.

Influence of environmental variables on the emission of onion floral stems in subtropical climate of Santa Catarina, Brazil

Abstract – The objective of this work was to study the relationships between sowing dates, transplantation, maturation and the environmental variables photoperiod, cold units and thermal availability in the emission of flower stems. Six sowing seasons in four years of the Bola Precoce variety were studied at Lat. -27°25'08" Long. -49°38'47" and Alt. 475m. There is a strong indication that Early Ball seedlings submitted to the photoperiods above 12 hours in the early stages of growth can be induced to flowering if the temperature conditions are also inductive. The greater the number of days of exposure of the seedlings to the photoperiod above 12 hours, and temperatures below 13°C, the greater the percentage of flower stem emission. To avoid the emission of flower stems, sowing should be done with a photoperiod below 12 hours, that is, after April 24 for the subtropical conditions of the Ituporanga region, SC.

Index terms: *Allium cepa*; Empasc 352 – Bola Precoce; Sowing times; Photoperiod; Flowering.

Introdução

A emissão de hastes florais na cebola é indesejável, pois provoca perda da produção de bulbos comerciais, resultando em queda na produção. Semeaduras muito precoces, além de propiciar o florescimento das plantas, reduzem a produtividade, aumentam o ciclo de cultivo e, em consequência, os custos de produção (RESENDE et al., 2007; EPAGRI, 2013; MENEZES JÚNIOR et al., 2016).

A indução do florescimento da cebola, pelo fotoperíodo e temperatura ocorre com a produção de aminoácidos indutores nas folhas jovens da planta.

Os aminoácidos então se deslocam, via floema, para os meristemas que darão origem aos primórdios florais da planta (LEE et al., 2013). O estágio fisiológico do meristema parece ser importante e, pelo menos, várias espécies de plantas, sensíveis ao fotoperíodo, devem passar por certa quantidade de crescimento antes de poder responder à indução fotoperiódica (BUTT, 1968). Conforme Khokhar (2014), estudos em bulbos e mudas mostraram que, dependendo do genótipo, o início do processo começa após uma fase juvenil, quando a planta tem um número mínimo de quatro folhas, demonstrando que a indução ao florescimento inicia na fase jovem da

planta. Plantas de maior porte requerem menor tempo de exposição a baixas temperaturas para a iniciação floral (OLIVEIRA et al., 2016).

Estando as plantas em determinado estágio de desenvolvimento e em condições de vernalização e fotoperíodo adequado, ocorre então a indução do florescimento (RESENDE et al., 2007). Muitos autores relatam o florescimento da cebola em semeaduras antecipadas (BOSEKENG & COETZER, 2013; LISBÃO et al., 1985; LANCASTER et al., 1996).

Este trabalho teve como objetivo verificar as relações entre o fotoperíodo, as temperaturas, as unidades de frio, as épocas de semeaduras e a emissão de

Recebido em 19/10/2020. Aceito para publicação em 02/12/2022.

¹ Eng.-agronômo, PhD. Epagri/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina – CIRAM, C.P.502, 88 Florianópolis, SC, fone: (048) 36655006, e-mail: vieira@epagri.sc.gov.br

² Eng.-agronômo, Dr. Epagri/Estação Experimental de Ituporanga, Est. Estrada Geral 453, Bairro Lageado, 88400-000, Ituporanga, SC, fone: (47) 35338844, e-mail: franciscomenezes@epagri.sc.gov.br

³ Eng.-agronômo, Dr. Epagri/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina – CIRAM, e-mail: evertonblainski@epagri.sc.gov.br

⁴ Analista de Sistemas, BSc. Epagri/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina – CIRAM, e-mail: joelma@epagri.sc.gov.br

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1063>

hastes florais para a recomendação de épocas de semeaduras visando evitar possíveis perdas na produção pelo florescimento prematuro.

Material e métodos

As observações foram feitas na Estação Experimental da Epagri em Ituporanga nas coordenadas Lat. -27°25'08" Long. -49°38'47" e Alt. 475m com classificação climática de Koeppen "Clima subtropical úmido (Cfa)". O solo foi caracterizado como Cambissolo Háplico de textura média (EMBRAPA, 2018). Foram estabelecidas 10 épocas de semeaduras semanais de 15/03 a 17/05. Os transplantes foram efetuados quando as plântulas atingiam um diâmetro aproximado de 0,5cm e a colheita quando 70% das plantas atingiam o ponto de colheita (70% das folhas amareladas ou secas). O experimento foi repetido nos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013. Utilizou-se o sistema de produção semeadura/transplante de mudas tendo por base o cultivar Empasc 352-Bola Precoce e os referenciais tecnológicos propostos por EPAGRI 2013).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, correspondentes a cada data de semeadura e ano de cultivo. As parcelas experimentais na semeadura foram formadas por sete linhas de 3,0m de comprimento, espaçadas 0,40m, com área total de 8,4m² e área útil de 4,0m². As mudas foram transplantadas, uma semana após o último manejo de poda, para parcelas experimentais de 9,6m² e área útil de 6,9m², no espaçamento 0,40 x 0,10m, equivalente a uma densidade populacional de 250 mil plantas ha⁻¹. Para as avaliações do número de folhas, diâmetro dos bulbos e número de hastes, foram utilizadas 70 plantas para cada época de semeadura.

Por ser a cebola uma espécie sensível ao fotoperíodo, sendo considerada uma planta de dias longos para a bulbificação, no estudo em questão foi utilizado o valor de fotoperíodo de 12 horas e tomada como referência às datas de 24/04 e 24/08. O cálculo do fotoperíodo e da insolação máxima teórica ou comprimento do dia foi feito com programa computacional institucional com base em cálculos, utilizando-se as variá-

veis efemérides astronômicas extraídas do Anuário Astronômico do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG,1988)

As horas de frio foram calculadas contabilizando-se as horas abaixo de 13°C por serem temperaturas que induzem o florescimento (LIMA & OLIVEIRA, 2020). Para as Unidades de frio utilizou-se o método Carolina do Norte modificado (EBERT et al., 1986), conforme a equação:

$$UF = -0,0115x^2 + 0,1742x + 0,2507$$

Onde: "UF" são as unidades de frio da hora considerada e "x" é a temperatura do ar horária.

Os Graus-dias foram calculados conforme metodologia proposta por Ometto (1981), tendo como temperatura basal 15°C, acima da qual a cultura tem seu crescimento maximizado.

Os dados meteorológicos foram coletados em estação meteorológica automática com tele transmissão próxima do experimento, com superfície do solo gramado em um raio de 10 metros perpendicular à rede de estações de monitoramento da Epagri.

Resultados e discussão

Na Figura 1 pode-se observar a evolução do fotoperíodo e a insolação má-

xima teórica para o período de cultivo da cebola para a região de Ituporanga, SC. Enquanto a insolação máxima teórica representa a possibilidade teórica de incidência da radiação solar direta, o fotoperíodo representa a duração diária da radiação solar global incidente, ou seja, radiação solar direta mais a radiação solar difusa.

A relação entre elas pode ser representada pelo polinômio $Y = 1,008x + 0,7279$; $R^2 = 0,9993$ e indica uma diferença diária de aproximadamente de 40 minutos entre si para um mesmo dia e 30 dias para um mesmo valor de insolação máxima teórica e fotoperíodo. Estas duas variáveis são em muitas abordagens ecofisiológicas confundidas. Astronomicamente o crepúsculo matutino começa pela manhã quando o sol está numa altura de -18° até este aparecer na linha do horizonte. O crepúsculo vespertino termina ao final do dia quando o sol está 18 graus abaixo da linha do horizonte (-18°). Esta luminosidade pode sensibilizar vários processos fisiológicos em plantas e animais. O período entre o início do crepúsculo no início do dia até o final do crepúsculo depois do ocaso do sol é denominado fotoperíodo.

As épocas de semeaduras semanais foram equidistantes. A data de trans-

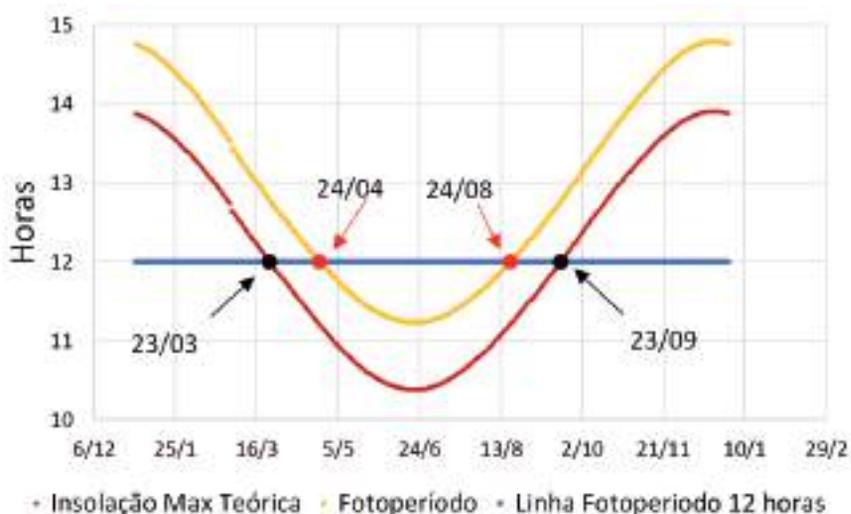


Figura 1. Variação dos valores diários do fotoperíodo e insolação máxima teórica em horas entre 06 de março e 31/12 para Ituporanga, SC. Os pontos vermelhos indicam o fotoperíodo de 12 horas e os pretos a insolação máxima teórica

Figure 1. Variation of daily values of the photoperiod and maximum theoretical sunshine in hours between March 6 and December 31 for Ituporanga, SC. The red dots indicate the 12-hour photoperiod and the black dots indicate the maximum theoretical sunshine

Tabela 1. Datas de semeadura, número de dias com fotoperíodo acima de 12 horas na fase semeadura-transplante, datas de transplante, número de dias entre semeadura ao transplante, número de folhas, diâmetro do bulbo, hastes florais e percentagem de plantas com hastes florais por parcela da cebola para Ituporanga, SC

Table 1. Sowing dates, number of days with photoperiod over 12 hours in the sowing-transplant phase, transplant dates, number of days between sowing to transplant, number of leaves, bulb diameter, flower stems and percentage of plants with stems per plot for onion in Ituporanga, SC

Data Semeadura	Dias Fotoperíodo (> 12 horas)	Data Transp.	Sem-Transp. (Dias)	Nº Folhas	Diametro Bulbo (cm)	Hastes Florais	Percentual
2010							
12/abr	12	22/jun	71	4	6	0	0
19/abr	5	23/jun	65	4	6	0	0
26/abr	-2	07/jul	72	4	7	0	0
2011							
15/mar	40	12/mai	58	6	7	31	44
22/mar	33	13/mai	52	5	7	45	64
29/mar	26	17/mai	49	5	6	34	49
05/abr	19	01/jun	57	5	6	1	1
12/abr	12	13/jun	62	5	7	1	1
19/abr	5	17/jun	59	5	7	0	0
2012							
15/mar	40	22/mai	68	5	7	3	4
23/mar	32	22/mai	60	5	7	8	11
29/mar	26	29/mai	61	5	7	5	7
04/abr	20	05/jun	62	5	6	4	6
12/abr	12	06/jun	55	4	6	3	4
19/abr	5	14/jun	56	5	6	4	6
2013							
15/mar	40	06/mai	52	5	9	64	91
22/mar	33	13/mai	52	5	7	44	63
27/mar	28	16/mai	50	4	9	41	59
05/abr	19	24/mai	49	4	5	42	60
12/abr	12	05/jun	54	5	6	23	33
19/abr	5	13/jun	55	5	6	0	0

plante, o número de folhas e diâmetro dos bulbos foram semelhantes para todas as épocas de semeadura e anos, conforme preconizado pela Epagri nos sistemas tradicionais de cultivo (EPAGRI, 2000). Para inferir a possível influência de uma das variáveis ambientais na indução do florescimento, foi determinado o número de dias em que as plântulas se desenvolveram em fotoperíodo acima de 12 horas. A postergação das semeaduras provoca uma diminuição da emissão das hastes florais (Tabela 1). Paralelamente, verifica-se uma diminuição dos dias com fotoperíodo de 12 horas para cada época à medida que se avança nas datas de semeadura ou transplante. Para as semeaduras iniciais, as plântulas se desenvolveram com até 40 dias em fotoperíodo acima de 12 horas. Após 24/04, o número de dias acima de fotoperíodo de 12 horas é nulo e as plantas semeadas após esta data não apresentam emissão de hastes florais. Com base nos dados apresentados pode-se afirmar que existe forte indicativo que plântulas de Bola Precoce submetidas a fotoperíodos acima de 12 horas nas fases iniciais de crescimento podem ser induzidas ao florescimento (Tabela 1). Estes resultados estão em consonância com os de Lancaster et al.

(1996). O autor verificou que entre as variedades estudadas somente emitiram hastes florais aquelas com fotoperíodos acima de 13,75 horas e acúmulo de graus-dias acima de 600GD. Conclui-se que para a indução das plântulas ao florescimento, as plantas devem ser submetidas a fotoperíodos acima de sua exigência genética para floração e a um somatório de graus-dias suficiente para o desenvolvimento das plântulas. Segundo Oliveira (2014), a formação de bulbos está relacionada com a interação entre a temperatura e o fotoperíodo.

Os transplantes efetuados em maio e início de junho propiciaram às plantas a emissão das hastes florais (Figura 2). Estas datas de transplantes correspondem às semeaduras efetuadas em março e abril, meses com fotoperíodo acima de 12 horas. A partir de meados de junho a emissão das hastes foi significativamente diminuída com os valores próximos de zero. Transplantes de julho e agosto também não apresentaram emissões de hastes florais significativas. É importante salientar que os meses de junho, julho e agosto são normalmente os de temperaturas mais baixas entre os demais meses inverniais. Segundo Alves & Manuzzi (2018), no estado de Santa Catarina ocorrem de 3 a 6 ondas de frio

por ano, sendo o mês de junho o mês com maior número de ondas de frio e julho o mês com ondas de frio mais extensas. Temperaturas entre 9 e 13°C são indicadas pelos autores como sendo a faixa mais efetivas para indução ao florescimento (BREWSTER, 1982; CURRAH & PROCTOR, 1990; OLIVEIRA, 2014). A formação de bulbos está relacionada com a interação entre o estágio de desenvolvimento das plantas, a temperatura e o fotoperíodo, assim como também com fatores genéticos que propiciam o processo de indução ao florescimento. Para a região de Ituporanga, com clima subtropical, estes fatores apresentam grande variação temporal e oscilação interanual, interferindo sobremaneira nas respostas das plantas conforme os resultados observados. Conforme Lee (2013), quando as plantas são expostas a fatores ambientais indutores dos processos de florescimento, as folhas das plantas são sensibilizadas, produzindo e promovendo a translocação pelo floema de substâncias (Proteínas) que irão alcançar os meristemas apicais. Isso proporciona a transformação química e morfológica destes tecidos, ocorrendo então a emissão das hastes florais. Para que ocorra esta indução é necessário que as plantas permaneçam um intervalo de tempo suficiente para que o processo de indução se complete. Em síntese, é necessária a presença da planta em estágio suscetível, fotoperíodo adequado, temperatura propícia e tempo de exposição da planta. Para Leite et al. (2010), as plantas de cebola para florescerem precisam estar fisiologicamente aptas e serem expostas a períodos prolongados de frio para induzir a iniciação floral. Para Lima et al. (2014), de modo geral, a ocorrência de temperaturas entre cinco e 13°C, por pelo menos 30 dias, provoca florescimento.

Plantas de cebola possuem uma fase juvenil sensível para florescimento bem definida, que termina quando elas atingem determinada idade fisiológica, indicada por certa massa de parte aérea ou número de folhas. Baseados nestas premissas, as plântulas do cultivar de

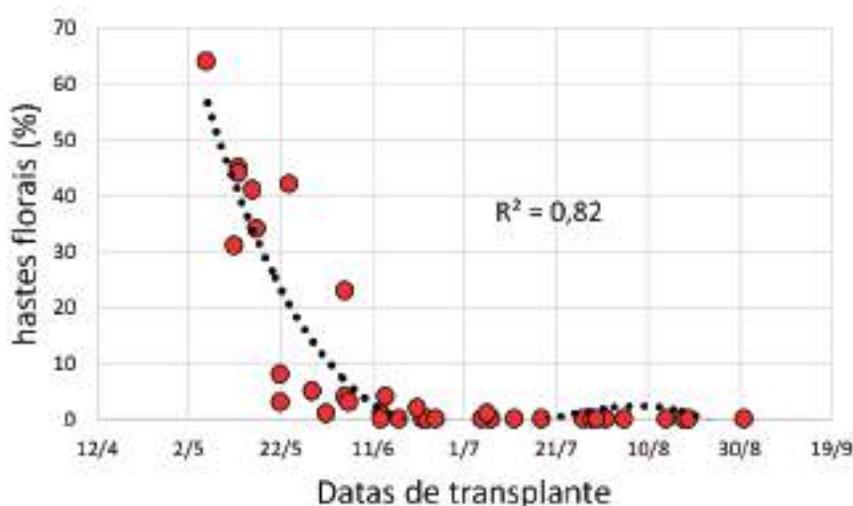


Figura 2. Relação entre as datas de transplante e a porcentagem do número de hastes florais emitidas pelo cultivar Empasc 352 – Bola Precoce em dez épocas de semeadura e quatro anos de observação em Ituporanga, SC

Figure 2. Relationship between transplant dates and the percentage of the number of flower stems emitted by the cultivar Empasc 352 - Bola Precoce in ten sowing times and four years of observation in Ituporanga, SC

Empasc 352 – Bola Precoce submetidas às condições ambientais entre 15 de março até aproximadamente início de junho tiveram o estímulo necessário para o florescimento, ou seja, estágio de desenvolvimento, período vegetativo em dias com fotoperíodo acima de 12 horas e temperaturas abaixo de 13°C. As plantas que não foram expostas às condições ambientais deste período não sofreram o estímulo ou, ainda, em períodos posteriores, tiveram o estímulo suprimido por altas temperaturas. É mais plausível, no entanto, que a primeira hipótese seja a mais acertada, pois todas elas permaneceram sob as mesmas condições ambientais até final de novembro, quando atingiram a maturação.

Quanto mais precoces foram as semeaduras e ou transplantes, maior o número de dias com fotoperíodo acima de 12 horas e maior foi o percentual de emissão de hastes florais (Figuras 3a e 3b). Verificou-se também que nos anos 2011 e 2013 houve significativa emissão de hastes florais, ao contrário do ano 2012, onde a percentagem de emissão foi abaixo de 10%.

Para evidenciar a possível influência das temperaturas indutivas ao florescimento e diferenças entre os anos são apresentadas na Tabela 3 as unidades de frio para os meses de desenvolvimento das plantas. Nos anos de 2011 e 2013 ocorreu maior número de unidades de frio, 1.132 e 954, respectivamente, tendo o ano 2012 os menores valores, 781. Este menor acúmulo anual de unidades de frio em 2012 pode ser atribuído aos meses de maio, agosto e setembro, que têm apenas 86, 64 e 86 unidades de frio, respectivamente. Isto explicaria a menor emissão de hastes florais nesse ano de 2012. As unidades de frio em maio podem indicar um processo mais eficiente na indução floral para os anos de 2010, 2011 e 2013 que neste mês apresentaram unidades de frio de 161, 149, 150 contra 86 para o ano de 2012.

Por outro lado, as temperaturas mais elevadas devem ter revertido a indução

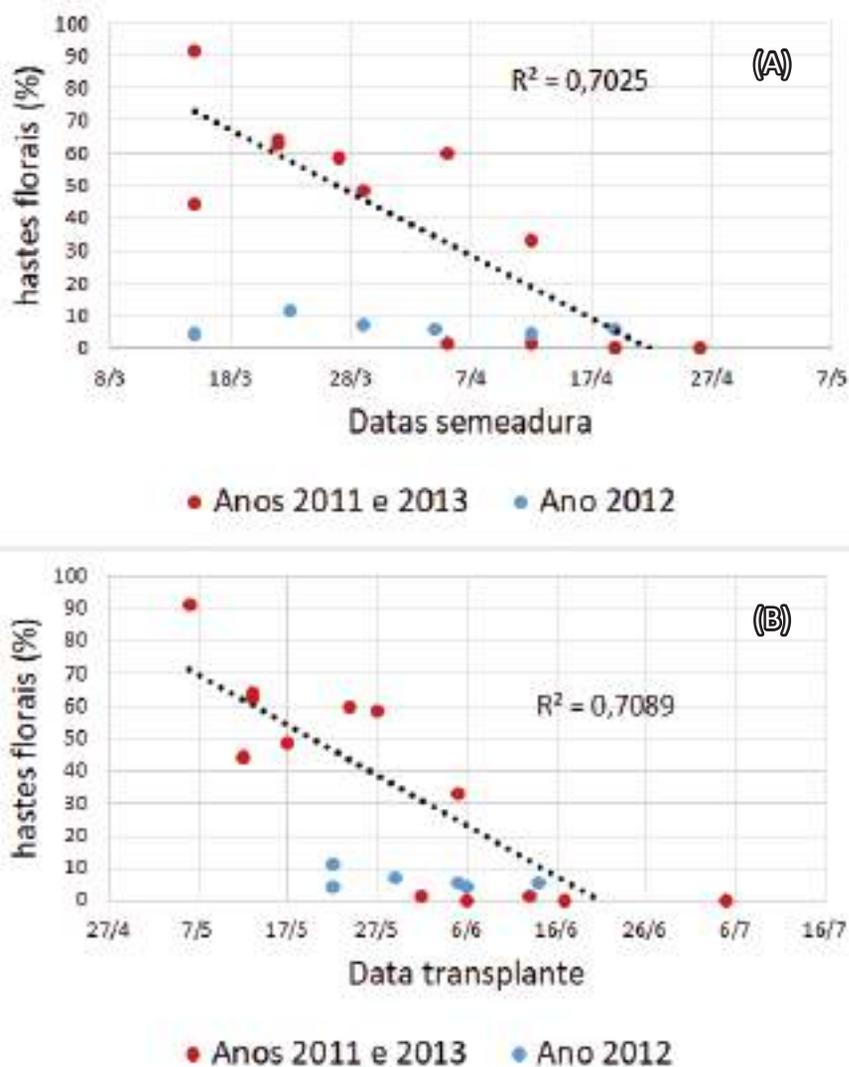


Figura 3 (a) e (b). Percentagem de emissão de hastes florais pelo cultivar Empasc 352 – Bola Precoce relacionado aos dias com fotoperíodo acima de 12 horas em seis épocas de semeadura nos anos de 2011, 2012 e 2013, em Ituporanga, SC (a) datas de semeadura e (b) datas de transplante

Figure 3 (a) and (b). Percentage of flower stems emission by cultivar Empasc 352 - Bola Precoce related to days with photoperiod over 12 hours in six sowing seasons in the years 2011, 2012 and 2013, in Ituporanga, SC (a) sowing dates and (b) transplant dates

Tabela 2. Soma mensal de unidades de frio para os anos 2010, 2011, 2012 e 2013 para Ituporanga, Santa Catarina

Table 2. Monthly sum of Cold Units for the years 2010, 2011, 2012 and 2013 for Ituporanga, Santa Catarina

Unidades de frio Anos	Meses							Total Ano
	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	Out	
2010	1	161	274	286	255	31	0	1008
2011	3	149	362	278	253	174	6	1220
2012	43	86	314	387	64	86	0	979
2013	7	151	369	393	118	150	0	1187
Media	13	137	330	336	173	110	2	1098

ao florescimento das gemas apicais da cebola neste ano de 2012.

As fases semeadura-transplante foram semelhantes (Tabela 3). Considerando-se a fase transplante-maturação, pode-se verificar que a disponibilidade térmica para o ano 2012 foi visivelmente maior do que para os anos 2011 e 2013. O ano de 2012 apresentou-se com maior disponibilidade térmica com 649GD para 2011 e 2013 foram de 565 e 564GD respectivamente, significando temperaturas mais elevadas. As temperaturas mais elevadas podem ter revertido a indução ao florescimento das gemas apicais da cebola neste ano. Contudo não podemos neste caso inferir se ocorreu falta de indução ao processo de florescimento no período de fotoperíodo acima de 12 horas ou uma inibição deste processo durante o período transplante-maturação. É importante considerar que as três primeiras épocas de semeadura tiveram mais disponibilidade térmica que as demais. Com o avanço das épocas de semeaduras, as curvas representativas do acúmulo de graus-dias (Figura 4) apresentam menor inclinação, demonstrando maior duração da fase e uma menor disponibilidade de energia, coincidindo, naturalmente, com os meses de inverno. As plântulas das três primeiras épocas desenvolveram-se com fotoperíodo acima de 12 horas para atingir o ponto de transplante. Pode-se supor que as plântulas devem atingir um determinado estágio de desenvolvimento para se tornarem suscetíveis e receberem o estímulo floral. Conforme Khokhar (2014), estudos em bulbos e mudas mostraram que, dependendo do genótipo, o início do processo começa após uma fase juvenil, quando a planta tem um número mínimo de quatro folhas, demonstrando que a indução ao florescimento inicia na fase jovem da planta.

Quanto maior o número de dias de exposição das plântulas ao fotoperíodo acima de 12 horas, maior será ou foi a porcentagem de emissão de hastes florais pelas plantas. Para evitar a emissão de hastes florais, as semeaduras devem

Tabela 3. Somatório e média de Graus-dias (GD) para as épocas de semeadura nos anos 2010, 2011, 2012 e 2013 para a variedade Empasc 352 – Bola Precoce em Ituporanga, SC. (S-T Semeadura ao transplante, T-C Transplante à colheita e S-C Semeadura à colheita)
Table 3. Sum and average of Degrees-days (GD) for the sowing seasons for the years 2010, 2011, 2012 and 2013 for the Empasc 352 - Bola Precoce variety in Ituporanga, SC. (S-T Seeding to transplant, T-C Seeding to harvest and S-C Seeding to harvest)

Anos	Épocas	Graus-dias			Média dos Graus-dias		
		GD S-T	GD T-C	GD S-C	M GD S-T	M GD T-C	M GD S-C
2011	1	280	361	641	4,8	2,0	2,7
	2	244	356	600	4,7	2,0	2,6
	3	198	376	573	4,0	2,1	2,5
	4	188	368	557	3,3	2,2	2,5
	5	167	364	531	2,7	2,3	2,4
	6	129	360	489	2,2	2,4	2,3
	Média	201	364	565	4	2	2,5
2012	1	292	487	779	4,3	2,9	3,3
	2	242	520	762	4,0	3,0	3,3
	3	231	501	732	3,8	3,0	3,2
	4	206	494	700	3,3	3,1	3,2
	5	158	451	609	2,9	2,9	2,9
	6	125	427	552	2,2	3,0	2,8
	Média	209	480	689	3	3	3
2013	1	228	394	622	4,4	2,0	2,5
	2	213	380	594	4,1	1,9	2,4
	3	197	391	588	3,9	2,0	2,4
	4	158	418	576	3,2	2,3	2,5
	5	141	402	543	2,6	2,4	2,4
	6	136	387	523	2,5	2,5	2,5
	Média	179	395	574	3	2	2

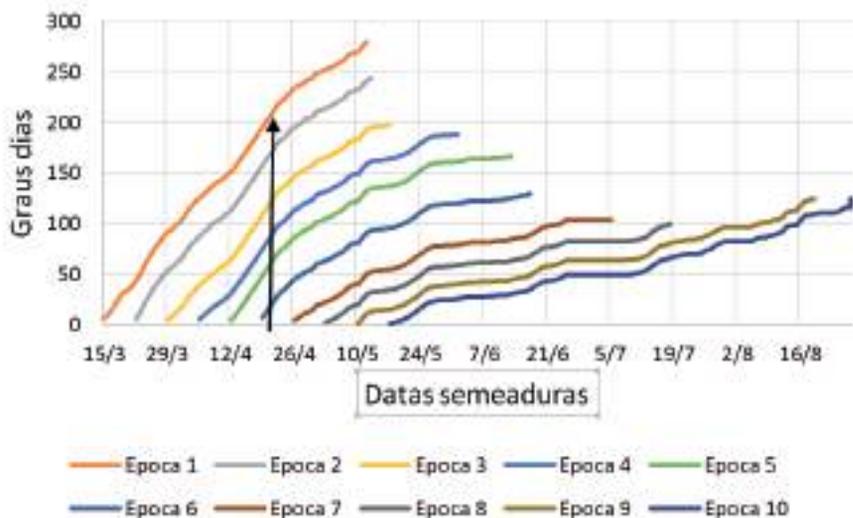


Figura 4. Graus dias acumulados entre a semeadura e o transplante no ano de 2011 do cultivar Bola Precoce. A seta indica a data de 24/04 com fotoperíodo de 12 horas
Figure 4. Degree days accumulated between sowing and transplanting in the year 2011 of the cultivar Bola Precoce. The arrow indicates the date of 4/24 with a 12-hour photoperiod

ser efetuadas com fotoperíodo abaixo de 12 horas, ou seja, após 24 de abril. Esta afirmativa pode ser corroborada pelos resultados de Bosekeng (2014), onde a postergação das sementes diminuiu a emissão de hastes florais.

Conclusões

- As plantas de cebola só são sensibilizadas para a floração se forem expostas, nas fases iniciais de desenvolvimento, a fotoperíodos acima de 12 horas, mesmo que neste período ocorram temperaturas nas faixas indutoras.

- Quanto maior o número de dias de exposição das plântulas ao fotoperíodo acima de 12 horas, maior será a percentagem de emissão de hastes florais pelas plantas.

- A indução ao florescimento ocorrido nas fases iniciais de desenvolvimento das plântulas pode ter sido revertida pelas condições ambientais posteriores.

- Para evitar a emissão de hastes florais, as sementes devem ser efetuadas com fotoperíodo abaixo de 12 horas, ou seja, após 24 de abril para as condições ambientais da região de Ituporanga, SC.

Referências

ALVES, M.P.; MINUZZI R.B. Climatologia das ondas de frio inverniais em Santa Catarina – Brasil. **Revista de Geografia** v.35, n.13, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229410/30010>. Acesso em: 20 set. 2020.

BOSEKENG, G.; COETZER, G.M. Response of Onion (*Allium cepa* L.) to sowing dates. **African Journal of Agricultural Research**. v.8, n.22, p.2757-2764, 2013 DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.7035>

BREWSTER, J.L. Growth, dry matter partition and radiation interception in an overwintered bulb onion crop. **Annual Botany**, v.49, p.609-617, 1982. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/42756782?seq=1>. Acesso em: 20 set. 2020.

BUTT, A.M. **Vegetative growth, morphogenesis and carbohydrate content of the onion plant as a function of light and temperature under field- and controlled condition**. **Meded.** 1968, 211 f. Tese (Doutorado em Fisiologia). Landbouwhogeschool Wageningen. n. 08201-429. 1968. Disponível em: <https://edepot.wur.nl/192238>. Acesso em: 28 ago. 2020.

CURRAH, L.; PROCTOR, F.J. Onions in the tropical regions. **Bulletin** n.35. Natural Resources Institute, ODA, U.K. 1990. **Open Access Library Journal**, v.1, n.7, 2014. Disponível em: [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1706688](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1706688). Acesso em: 12 jul. 2020

EBERT, A.; PETRI, J.L.; BENDER, R.J.; BRAGA, H.J. First experiences with chill units models in southern Brazil. **Acta Horticulturae**, Hague, v.184, p.89-96, 1986. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1986.184.8>

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl., 356p., Brasília, DF. 2018. ISBN 978-85-7035-800-4. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 20 jul. 2020

EPAGRI. Sistema de produção para a cebola - In: **Sistemas de Produção** n.46, 106p. Santa Catarina. Florianópolis. 2013.

IAG- Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. **Anuário Astronômico**, Ed. IAG-USP: São Paulo. 276p. 1988.

KHOKHAR, K. Flowering and Seed Development in Onion. A Review. **Open Access Library Journal**, v.1, p.1-13, 2014. DOI: <https://doi.org/0.4236/oalib.1101049>.

LANCASTER, J.E.; TRIGGS, C.M.; DE RUITER, J.M.; GANDAR, P.W. Bulbing in Onions: Photoperiod and Temperature Requirements and Prediction of Bulb Size and Maturity. **Annals of Botany**, v.78, n.4, p.423-430, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0138>,

LEE, R.; BALDWIN, S.; KENEL, F.; MCCALLUM, J.; MACKNIGHT, R. **Nature Communications**, p.9, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1038/ncomms3884>.

LEITE, D.L.; OLIVEIRA, V.R.; SANTOS, C.A.F.; COSTA, N.D. Influência do fotoperíodo e temperatura na bulbificação de cultivares de cebola. **Revista Campo e Negócios**, n.56, p.57-59, 2010. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR20101747563> Acesso em: 15 ago. 2020.

LIMA, C.E.P.; OLIVEIRA, V.R. **Árvore do Conhecimento: Cebola – Relações com o clima**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cebola/arvore/CONT000gn0j7gdw02wx5ok0li-q1mqinl7xu5.html#:~:text=De%20modo%20geral%20a%20ocorr%C3%Aancia,que%20cultivares%20de%20clima%20temperado>. Acesso em: 10 out. 2020.

LISBÃO, R. S.; FORNASIER, J. B.; TOSHIOIGUE IGUE, T.; CURY, A. P. Avaliação de cultivares de cebola em diferentes épocas de semeadura em Monte Alegre do Sul. **Bragantia**, Campinas, v.44, n.1, p.441-450, 1985. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051985000100041>.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; WANSER, G.H; ALVES, D.P. 2016. Produtividade de cultivares de cebola no Alto Vale do Itajaí - SC em função de datas de semeadura In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLICULTURA, 54, 2016. **Anais[...]**. Recife (CD ROM).

OLIVEIRA, V.R.; MAROUELLI, W.A.; MADEIRA, N.R. Influência de fatores climáticos na produção de cebola. **Embrapa Hortaliças – Nosso Alho**, Brasília, DF, n.19, 24p., 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/991130>, Acesso em: 12 ago. 2020.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo; Ceres. p.390-398, 1981.

RESENDE, G.M.; CHAGAS, S.J.R.; PEREIRA, L.V. Características produtivas de cultivares de cebola no Sul de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.722-725, outubro-dezembro 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362003000400031>

Previsão de colheita de maçãs com base na soma térmica



Gabriel Berenhauer Leite¹, Carlos Eduardo Sales de Araújo², Wilian Silva Ricce³ e Marcelo Couto⁴

Resumo – O acúmulo de temperatura em graus-dia é um índice muito empregado para a determinação do ciclo de várias culturas e permite a estimativa do período de colheita. O objetivo do trabalho foi calcular a soma térmica dos cultivares de macieira entre a floração e a colheita para prever a data colheita em clima Cfb. As somas térmicas em graus-dias foram calculadas a partir das temperaturas máxima, mínima e média diárias, usando-se um valor de temperatura basal superior (TBS) de 35°C e valores de temperatura basal inferior (TBI) de 4,5°C. Nove cultivares, sobre dois porta-enxertos, M9 e M26, foram analisados. Os cultivares foram agrupados em classes de soma térmica e para cada classe simularam-se sete diferentes cenários, representando os decêndios de início da floração. Para a previsão da data de colheita foram gerados 28 mapas considerando quatro classes de somas térmicas: 1.750 GD (cultivares Imperatriz, Lis Gala e Monalisa), 1.850 GD (Condessa), 2.350 GD (Castel Gala e Daiane), 2.700 GD (Fuji Suprema e Baronesa). Os porta-enxertos não influenciaram na necessidade de soma térmica dos cultivares. As necessidades de soma térmicas dos cultivares, da floração à colheita, foram condizentes com a sequência de colheita observada, sendo o tamanho do ciclo determinado pelo número de graus-dias acumulados. A soma térmica dos cultivares pode ser utilizada para a previsão da data de maturação/colheita da macieira.

Termos para indexação: *Malus domestica*; Graus-dia; Fenologia.

Prediction of apple harvest date based on thermal sum

Abstract – The accumulation of temperature in degree-days is an index widely used to determine the cycle of several cultures and allows the estimation of the harvest period. Degree days were calculated from the maximum, minimum and average daily temperatures, using an upper basal temperature value of 35°C and a lower basal temperature value of 4.5°C. Nine cultivars on two rootstocks were analyzed. The cultivars were grouped into thermal sum classes and for each class seven different scenarios were simulated, representing the ten-day periods of flowering onset. To predict the harvest date, 28 maps were generated considering four classes of thermal sums: 1.750 GD (Imperatriz, Lis Gala and Monalisa cultivars), 1.850 GD (Countess), 2.350 GD (Castel Gala and Daiane), 2.700 GD (Fuji Suprema and Baronesa). The rootstocks did not influence the need for thermal sum of the cultivars. The need for thermal sums of the cultivars, from flowering to harvest, were consistent with the observed harvest sequence, with the length of the cycle being determined by the number of degree-days accumulated. The thermal sum of the cultivars can be used to predict the ripening/harvest date of the apple tree

Index terms: *Malus domestica*; Degree-days; Phenological phases.

Introdução

A colheita é um momento-chave na produção da maçã, em que todo o esforço despendido durante o ciclo pode ser perdido. O conhecimento com antecedência do período em que ocorrerá a colheita é importante para o planejamento das atividades, contratação e alocação de mão de obra, podendo levar a uma redução do custo destas atividades. Do mesmo modo, os processos de aquisição, conservação, classificação e embalagem da fruta devem ser plane-

jados anteriormente para evitar problemas no momento da colheita. Modelos de previsão dos estágios fenológicos em fruteiras de clima temperado podem auxiliar no planejamento dessas atividades ao longo do ciclo de produção, como acontece com pêssegos e nectarinas (DAY et al., 2008).

A variabilidade do ciclo da macieira, em dias, torna as previsões da data de colheita, usando o número médio de dias para a colheita, imprecisas em muitos anos (PERRY et al., 1987). Diante disso, o acúmulo de temperatura em

graus-dia é um índice muito empregado para a determinação do ciclo de várias culturas (RICCE et al., 2013) e permite a estimativa do período de colheita. A duração do ciclo de desenvolvimento do fruto é regulada principalmente pela temperatura entre a floração e o amadurecimento, de acordo com a resposta de cada cultivar à temperatura (MARRA et al., 2002; DAY et al., 2008).

O uso do acúmulo de graus-dia se baseia na relação entre desenvolvimento vegetal e temperatura, subsistindo uma temperatura base abaixo da qual a

Submetido em 01/07/2022. Aceito para publicação em 26/12/2022.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1515>

¹ Eng.-agr., Dr., Epagri/Ciram, Rod. Admar Gonzaga, 1347, 88034-901, Florianópolis, SC, E-mail: gabriel@epagri.sc.gov.br. ORCID: 0000-0002-7479-7409

² Oceanógrafo, Dr., Epagri/Ciram, Florianópolis, SC, E-mail: kadu_araujo@epagri.sc.gov.br. ORCID: 0000-0002-6377-8536

³ Eng.-agr., Dr., E-mail: wilianricce@gmail.com

⁴ Eng.-agr., Dr., Epagri/Estação Experimental de Caçador (EECd), E-mail: marcelocouto@epagri.sc.gov.br. ORCID: 0000-0002-8359-3256

planta possui desenvolvimento baixo ou nulo. A evolução das fases fenológicas depende da acumulação das somas térmicas e o tempo entre uma fase e outra está diretamente relacionado com as temperaturas ocorridas nesse período (PETRI et al., 2012). Segundo Lucchesi et al. (1977), durante o ciclo de uma cultura a somatória dos graus-dia é praticamente constante. Assim, mesmo sendo cultivada em regiões climaticamente diferentes, a cultura requer quantidade semelhante de soma térmica para completar o seu ciclo de frutificação (do florescimento à maturação), desde que não existam fatores limitantes naturais do desenvolvimento, tais como deficiências de água, nutrição, pragas e moléstias. Deste modo, a quantificação da necessidade térmica para cada mudança de estado fenológico pode ser uma boa ferramenta para estimar o tamanho do ciclo da cultura em regiões climaticamente diferentes.

O objetivo desse trabalho foi determinar a necessidade de soma térmica da floração para a maturação das maçãs e desenvolver método de previsão de início da colheita das diferentes cultivares estudadas.

Material e métodos

Utilizando os dados de temperatura do ar máxima, média e mínima diárias da estação meteorológica de Caçador, Santa Catarina, Brasil (26°46' S; 51°00' W; altitude 920m), foram calculados os graus-dia empregando-se o método de cálculo proposto por Ometto (1981) para as somas térmicas. Para os cálculos utilizou-se um valor de temperatura basal superior (TBS) de 35°C e valores de temperatura basal inferior (TBI) de 4,5°C (PUTTI et al., 2006).

As somas térmicas diárias foram computadas por fase fenológica (1. C3 – Início de brotação; 2. Início de brotação – Início floração; 3. Início floração – Floração plena; 4. Floração plena – Fim floração; 5. Fim floração – Início maturação; 6. Início maturação – Fim maturação) para nove cultivares (Baronesa,

Fuji Suprema, Fred Hough, Condessa, Imperatriz, Lisgala, Castel Gala, Daiane e Monalisa) enxertados sobre dois porta-enxertos (M-9 e M-26). Os seis primeiros cultivares citados tiveram 14 anos de dados fenológicos, enquanto Castel Gala e Daiane, 7 anos, e Monalisa apenas cinco anos. Os anos analisados foram usados como repetições. A previsão da data de colheita foi realizada apenas para os seis cultivares que apresentavam o mesmo número de anos de dados fenológicos.

Para verificar a influência dos dois porta-enxertos (M9 e M26) foram realizados testes estatísticos tanto para a variável soma térmica quanto para a variável dias entre fases fenológicas. Inicialmente realizou-se um teste-F (FOX, 1980) para verificar a igualdade da variância entre o conjunto de dados dos dois porta-enxertos. A partir do resultado do teste F realizou-se um teste T tradicional (mesma variância) ou um teste T de Welch (diferentes variâncias) para verificar a igualdade de médias entre os conjuntos de dados (RICE, 2006) dos diferentes porta-enxertos. No passo seguinte, realizou-se uma análise de variância Anova bidirecional (MILLER JR, 1997) para verificar os efeitos isolados dos cultivares de maçã e dos porta-enxertos e também determinar uma possível influência da interação entre esses dois fatores nos resultados.

Para a previsão da data de colheita, a partir da necessidade de soma térmica observada para os cultivares analisados e da data de plena floração, foi utilizada a base climática de temperatura ERA5-land (disponível na plataforma Copernicus da União Europeia) para o cálculo dos graus-dia (GD) e da soma térmica acumulada. Adotou-se o período de 1991 até abril de 2021 para se calcular a climatologia das datas médias de colheita, de forma a se incluir as safras de 1991 até 2020.

Para cada classe de soma térmica simularam-se sete diferentes cenários, representando os decêndios (D) de início da floração dos pomares, sendo: Cenário 1, floração D23 – 11 a 20/08;

Cenário 2, floração D24 – 21 a 31/08; Cenário 3, floração D25 – 01 a 10/09; Cenário 4, D26 – 11 a 20/09; Cenário 5, D27 – 21 a 30/09; Cenário 6, D28 – 01 a 10/10; e Cenário 7, D29 - de 11 a 20/10. A referência da data de início das somas térmicas foi o meio dos decêndios.

Para a previsão da data de colheita foram gerados mapas considerando quatro classes de somas térmicas: 1.750 GD (cultivares Imperatriz, Lis Gala e Monalisa) (Figura 3), 1.850 GD (Condessa) (Figura 4), 2.350 GD (Castel Gala e Daiane) (Figura 5), 2.700 GD (Fuji Suprema e Baronesa) (Figura 6).

Para cada classe de soma térmica simularam-se sete diferentes cenários, representando os decêndios de início da floração dos pomares, começando no segundo decêndio de agosto e indo até o segundo decêndio de outubro. A referência da data de início das somas térmicas foi o meio dos decêndios. Dessa forma foram gerados 28 mapas, cada um representando uma data provável de colheita de um cultivar específico de maçã e para um determinado cenário (decêndio) de início da floração.

Resultados e discussão

Nas Figuras 1 e 2 são mostrados o ciclo da macieira em números de dias e em graus-dias, para cada estágio fenológico, da brotação ao início da maturação. De modo geral, os dados representam a sequência de colheita dos cultivares observados a campo, na região de Caçador, sendo 'Baronesa', com um ciclo médio de 197 dias, o cultivar com colheita mais tardia, no mês de abril, seguido de 'Fuji', com ciclo de 179 dias, no mês de março. 'Monalisa' e 'Lisgala' apresentaram o mesmo ciclo em dias (129). A maturação de 'Monalisa' ocorreu uma semana antes de 'Lisgala', sendo seguido pela colheita do cultivar Daiane (154 dias), em torno de 20 a 30 dias após o cultivar Gala. 'Condessa', apesar de ser a primeira dessas variedades a ser colhida, em meados de janeiro, apresentou um ciclo de desenvolvimento de 145 dias, maior do que 'Mo-

nalisa' e 'Gala'. Isso pode ser explicado pela data antecipada de brotação e floração, fazendo com que a precocidade de colheita se dê pelo adiantamento do ciclo em relação às outras variedades e não por apresentar um ciclo mais curto.

A necessidade de soma térmica para completar o ciclo da macieira foi coerente com o tamanho do ciclo em dias e a época de colheita de cada cultivar, exceto 'Condessa' que, apesar de ter seu ciclo em dias maior e a necessidade térmica similar a 'Monalisa', 'Lisgala' e 'Imperatriz', apresenta colheita antecipada em relação aos outros cultivares devido à antecipação da brotação e ao consequente avanço do ciclo em relação aos outros. Segundo Denardi & Camilo (1998), em Caçador, SC, a brotação do cultivar Condessa ocorre aproximadamente um mês antes de 'Daiane', apesar de apresentarem necessidades térmicas semelhantes. Essa diferença pode ser relacionada à menor necessidade de frio de 'Condessa', com a consequente antecipação da brotação/floração.

A estimacão da duração do ciclo da macieira e a predição da data de início da maturação ou colheita no sul do Brasil, a partir do início da brotação, podem ser prejudicadas por alguns fatores que modificam a resposta da planta. São exemplos a quantidade de frio ocorrida no inverno e a temperatura após a saída da endodormência (PUTTI et al., 2006). De modo geral, o aumento da quantidade de frio no inverno é acompanhado da redução da necessidade de soma térmica para o início da brotação e floração (JACKSON, 2005). Couvilon & Erez (1985) observaram, para plantas de pera do cultivar Kieffer, uma redução significativa da necessidade de horas de calor, de 5 mil horas quando nenhuma unidade de frio excedeu suas exigências para a saída da dormência, para apenas 400 horas de calor, quando foram fornecidas 2.400 UF além do exigido pelo cultivar.

Além disso, a prática de indução artificial da brotação, que pode variar conforme o tipo de produto, a dosagem e a época de aplicação, dificulta mais ainda a estimativa da necessidade de soma térmica entre o final da dormência e a

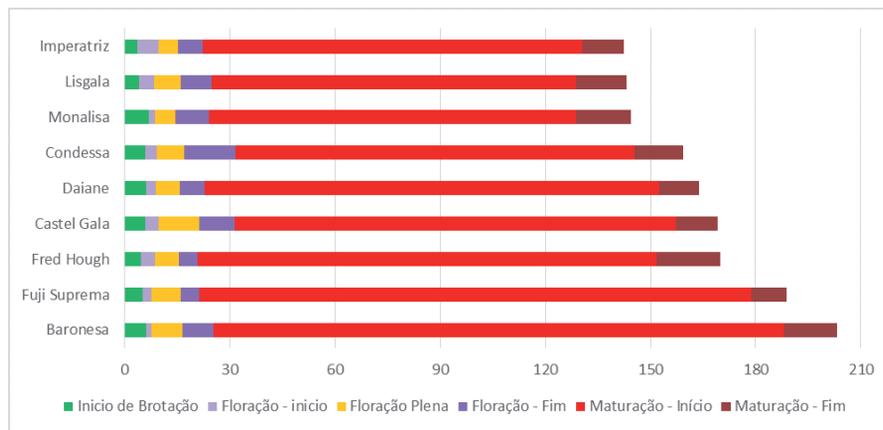


Figura 1. Número de dias entre as fases fenológicas C3- início brotação; Início da brotação – início floração; Início floração – floração plena; Floração plena – final de floração; Final de floração – início maturação e Início maturação – final maturação
 Figure 1. Number of days between the phenological phases C3- beginning budburst; Beginning of budding – beginning of flowering; Beginning of flowering – full flowering; Full flowering – late flowering; End of flowering – beginning of maturation and Beginning of maturation – final of maturation

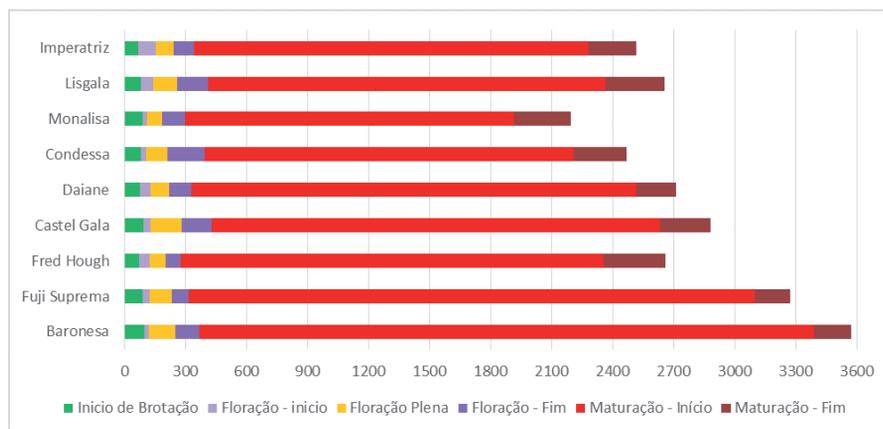


Figura 2. Soma térmica (GDH°) entre as fases fenológicas C3- início brotação; Início da brotação – início floração; Início floração – floração plena; Floração plena – final de floração; Final de floração – início maturação e Início maturação – final maturação
 Figure 2. Thermal sum (GDH°) between the phenological phases C3- beginning budburst; Beginning of budding – beginning of flowering; Beginning of flowering – full flowering; Full flowering – late flowering; End of flowering – beginning of maturation and Beginning of maturation – final of maturation

brotação/floração. No Brasil esta prática é comumente utilizada, com dosagens e épocas de aplicação variando de ano a ano, dependendo da quantidade de frio ocorrida (PETRI et al., 2011). Segundo Francescato et al. (2015), a partir do tratamento de quebra de dormência, gemas de esporões necessitam de menor acúmulo térmico para brotar, principalmente esporões de 'Gala', e gemas terminais de brindilas necessitam de maior acúmulo térmico do que gemas de esporões para dar início ao florescimento.

Em razão dessas peculiaridades locais, utilizou-se apenas a fase entre plena floração e início da maturação para definir a previsão da maturação, pois desse modo são eliminadas as influências cruzadas desses outros fatores.

Diferentemente do que foi observado na videira (TECCHIO et al., 2013), os porta-enxertos (M9 e M26) não influenciaram as variáveis somas térmicas e duração do ciclo em dias em nenhum dos cultivares de maçã testados.

A duração do ciclo entre a floração e o início da maturação foi compatível

com a sequência das datas de colheita dos cultivares, sendo 'Baronesa' a mais tardia (Tabela 1). 'Condessa', apesar de amadurecer em torno de 20 dias antes de 'Imperatriz' e 'Lisgala', apresentou um ciclo maior do que as duas. Isso se deve à antecipação da brotação e floração, com o consequente adiantamento no ciclo.

Os mapas das datas prováveis para a colheita da maçã são visualizados em diferentes cores que representam os decêndios de colheita para cada região. No canto inferior esquerdo da imagem existe uma legenda que relaciona uma cor para cada decêndio, assim como o total da soma térmica do cultivar e o cenário com a data de floração utilizado com referência para o início da soma térmica.

Conclusão

- As necessidades de soma térmica dos cultivares, da floração à colheita, foram condizentes com a sequência de colheita observada, sendo o tamanho do ciclo determinado pelo número de graus-dias acumulados;
- A soma térmica dos cultivares pode ser utilizada para a previsão da data de maturação/colheita da macieira.

Referências

BLANPIED, G.D.; SILSBY, K.J. **Predicting harvest date windows for apples.** Cornell Cooperative Extension, 1992. (Information Bulletin, 221)

COUVILLON, G.A.; EREZ, A. Influence of prolonged exposure to chilling temperatures on bud break and heat requirement for bloom of several fruit species. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.10, n.1, p.47-50, 1985.

DAY, K.; LOPEZ, G.; DEJONG, T. Using growing degree hours accumulated thirty days after bloom to predict peach and nectarine harvest date. **Acta Horticulturae**, v.803, p.163-166, 2008

DENARDI, F.; CAMILO, A.P. Daiane: nova cultivar de macieira para colheita em março. **Agropecuária Catarinense**, v. 11, n. 3, p. 6-11, 1998.

FOX, K.A. **Intermediate Economic Statistics.** New York: John Wiley & Sons. 2 ed., p.290-310, 1980.

FRANCESCATTO, P.; PETRI, J.L.; RACSKO, J.; COUTO, M.; SILVA, A.L. Avaliação fenológica das diferentes estruturas de frutificação das macieiras 'GALA' E 'FUJI' na região de caçador-SC. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.37, n.4, p. 913-923, 2015

JACKSON, J.E. **Biology of apples and pears.** Cambridge University Press. 488 p., 2005.

LUCCHESI, A.A.; MONTENEGRO, H.W.S.; VILLA NOVA, N.A.; FLORENCIO, A.C. Estimativa de graus-dia acumulados no ciclo de frutificação de cultivares de abacateiros (*Persea americana*, Miller). **An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz**, n. 34, 1977. **Doi: <https://doi.org/10.1590/S0071-12761977000100022>**

Tabela 1. Comprimento do ciclo em dias e soma térmica (GDH) entre os estádios fenológicos Plena floração e Início da maturação
Table 1. Cycle length in days and thermal sum (GDH) between the phenological stages Full Flowering and Beginning of Maturation

Tratamentos	Número de dias	Soma térmica
Lisgala	113 a	1783 a
Imperatriz	115 a	1781 a
Condessa	130 b	1848 a
Fred Hough	136 c	2166 b
Fuji Suprema	163 d	2617 c
Baronesa	172 e	2730 d

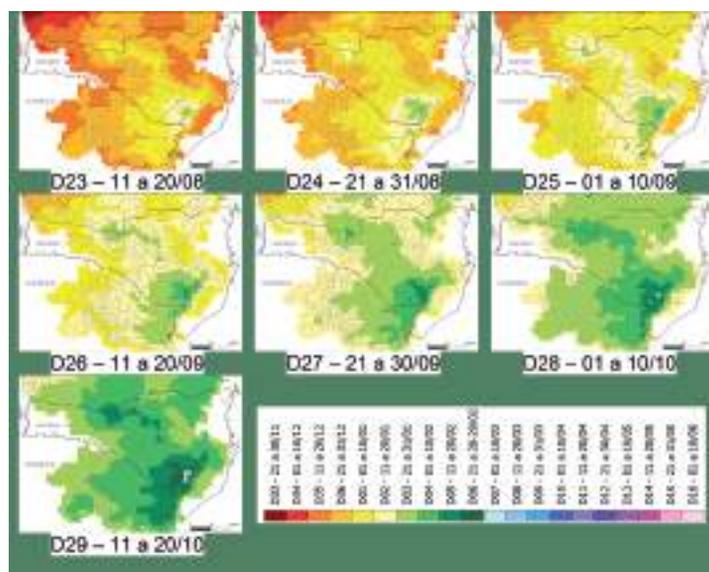


Figura 3. Variedades de 1.750 GD (Imperatriz, Lis Gala e Monalisa). Previsões de início de colheita baseados nas épocas de início de floração, por decêndio
Figure 3. Cultivars of 1.750 GD (Imperatriz, Lis Gala and Monalisa). Prediction of harvest start based on flowering start times, by ten-days period

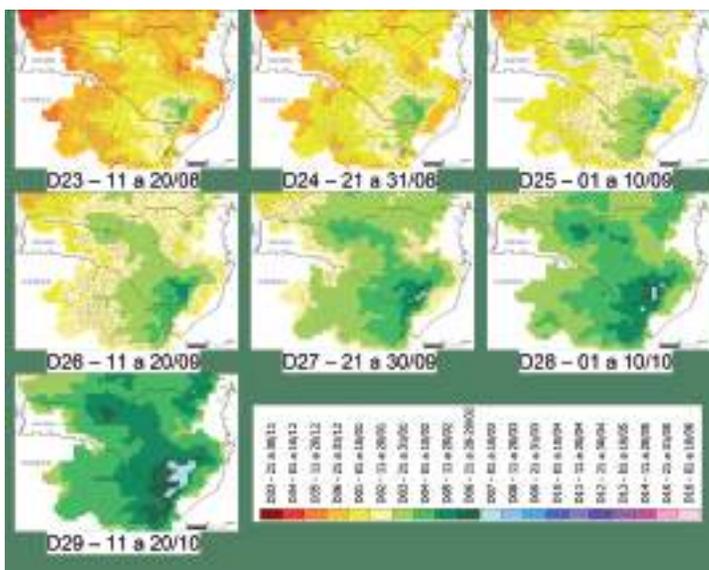


Figura 4. Variedades de 1.850 GD (Condessa). Previsões de início de colheita baseados nas épocas de início de floração, por decêndio
Figure 4. Cultivars of 1.850 GD (Condessa). Prediction of harvest start based on flowering start times, by ten-days period

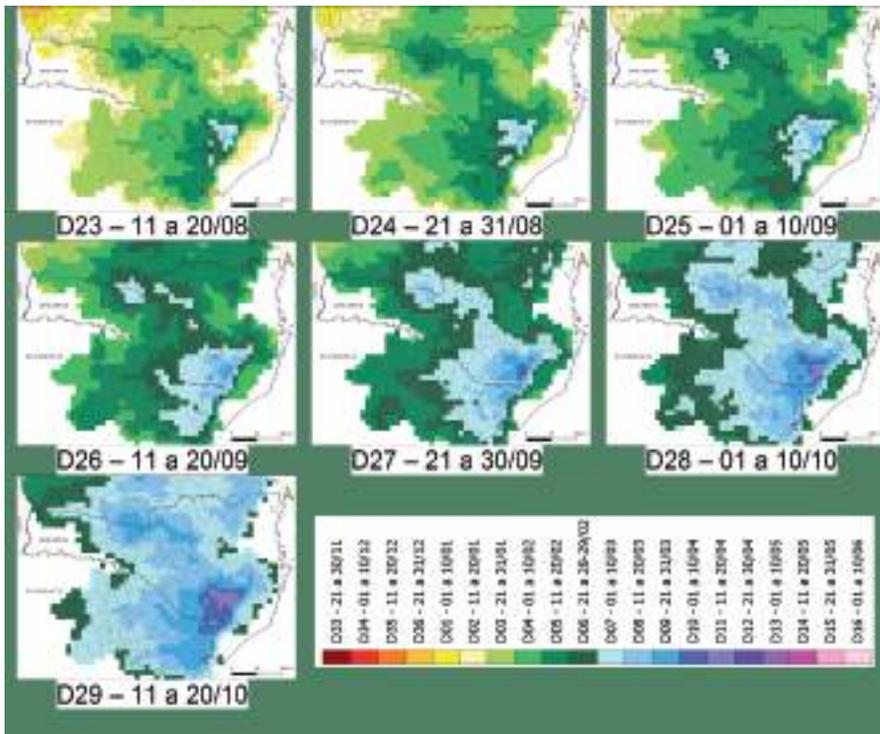


Figura 5. Variedades de 2.350 GD (Castel Gala e Daiane). Previsões de início de colheita baseados nas épocas de início de floração, por decêndio
 Figure 5. Cultivars of 2.350 GD (Castel Gala and Daiane). Prediction of harvest start based on flowering start times, by ten-days period

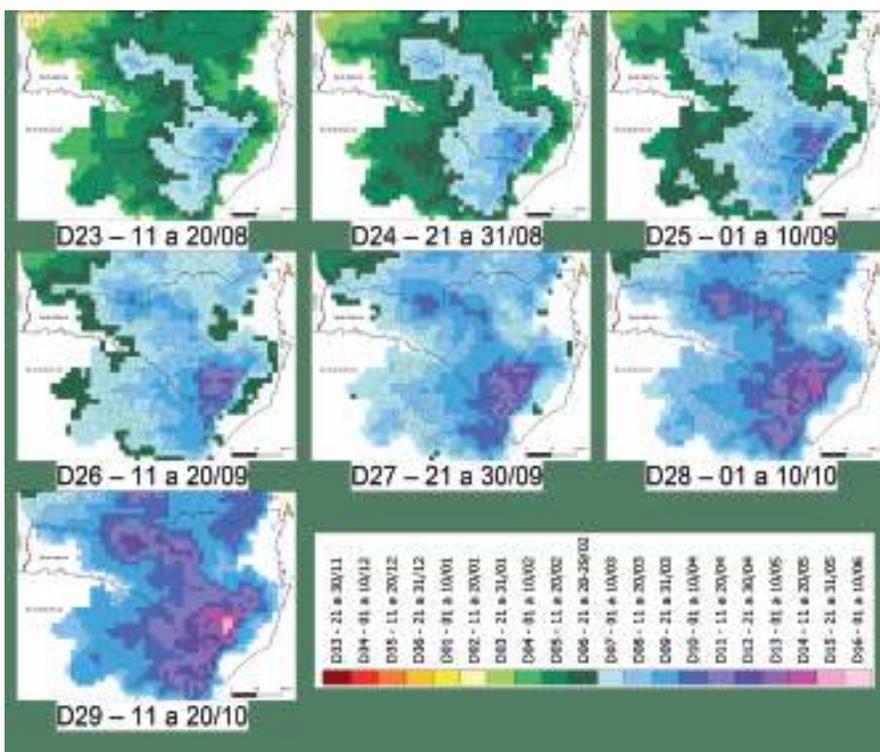


Figura 6. Variedades de 2.700 GD (Fuji Suprema e Baronessa). Previsões de início de colheita baseados nas épocas de início de floração, por decêndio
 Figure 6. Cultivars of 2.700 GD (Fuji Suprema and Baronessa). Prediction of harvest start based on flowering start times, by ten-days period

MARRA, F.P.; INGLESE, P.; DEJONG, T.M.; JOHNSON, R.S. Thermal time requirement and harvest time forecast for peach cultivars with different fruit development periods. *Acta Horticulturae*, v.592, p.523-529, 2002

MILLER JR, R.G. **Beyond ANOVA: basics of applied statistics**. CRC press., 1997.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 440p. 1981.

PERRY, K.B.; BLANKENSHIP, S.M.; UNRATH, C.R. Predicting harvest date of 'delicious' and 'golden delicious' apples using heat unit accumulations. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.39, p.81-88, 1987.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; COUTO, M.; FRANCESCATTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.33, p.48-56, 2011.

PETRI, J.L.; HAWERROTH, F.J.; LEITE, G.B.; COUTO, M.; FRANCESCATTO, P. Apple phenology in subtropical climate conditions. In: ZHANG, X. (Ed.). **Phenology and climate change**. Rijeka (Croácia): InTech, p.195-216. 2012.

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

PUTTI, G.L.; PETRI, J.L.; MENDEZ, M.H.; LEITE, G.B. Necessidades térmicas para indução da brotação de diferentes cultivares de macieira. *Agropecuária Catarinense*, v.19, n.2, p.71-74, 2006.

RICCE, W.S.; CARAMORI, P.H.; ROBERTO, S.R. Potencial climático para a produção de uvas em sistema de dupla poda anual no Estado do Paraná. *Bragantia*, v.72, n.4, p.408-415, 2013.

RICE, J.A. **Mathematical Statistics and Data Analysis**. 3rd ed., Duxbury Advanced. 2006.

TECCHIO, M.A.; MOURA, M.F.; PAIOLI-PIRES, E.J.; TERRA, M.M. Efeito do porta-enxerto e da época de poda na duração das fases fenológicas e no acúmulo de graus-dia pela videira 'niágara rosada'. *Rev. Bras. Frutic.*, v.35, n.4, p.1073-1080, 2013.

Coping strategies to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic on agricultural household income in Osun state, Nigeria



Kolawole Adelekan Adeloje¹, Dixon Olutade Torimiro¹ and Damilare Samuel Olufemi¹

Abstract - Agricultural households with low socio-economic status in emerging nations face the hardships of generating income, including rural Nigeria. Moreover, the emergence of the COVID-19 pandemic posed a grave risk to these households' finances. Therefore, this study investigates coping strategies to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic on agricultural households' income. Data were collected from 150 heads of agricultural households via multistage sampling. Interviews were scheduled and analyzed using the appropriate statistics. Findings showed that 57.3% of respondents were male. The most practiced coping strategies during the pandemic included, in descending order, expenditure rationing ($\bar{x} = 2.63$), job diversification ($\bar{x} = 2.40$), reduced hired labor ($\bar{x} = 2.36$), and household food rationing ($\bar{x} = 2.28$), among others. We found a substantial relation between household size ($r = 0.075$, $p = 0.003$), annual income ($r = 0.033$, $p = 0.004$), and coping strategies ($p \leq 0.005$). We conclude that the pandemic negatively affected the income of agricultural households. The study recommends formulating necessary, effective, and urgent policies such as adequate a social welfare net, provision of relief materials, and improvements in food assistance and revenue-producing prospects for affected households to lessen the negative effect of the pandemic on the income of this population.

Index terms: Family farming; Farming families; Surviving tactics; Revenue; COVID-19

Estratégias de enfrentamento para mitigar o efeito da pandemia de COVID-19 na renda familiar agrícola no estado de Osun, Nigéria

Resumo - A renda de famílias agrícolas com baixo status socioeconômico é uma tarefa em nações emergentes, incluindo as áreas rurais da Nigéria. Além disso, a entrada da pandemia de COVID-19 representou um grave risco para a economia das famílias. Este estudo, portanto, investiga as estratégias de enfrentamento na mitigação do efeito da pandemia de COVID-19 na renda das famílias agricultoras. Os dados para o artigo foram coletados a partir de 150 famílias agricultoras, por meio do método de amostragem multi-estágio, com o uso de entrevista agendada e analisada por meio de estatística. Os resultados mostraram que 57.3 por cento dos entrevistados eram do sexo masculino. As estratégias de enfrentamento amplamente praticadas durante a pandemia foram por ordem decrescente racionamento de gastos ($\bar{x} = 2,63$), diversificação de empregos ($\bar{x} = 2,40$), redução de mão de obra contratada ($\bar{x} = 2,36$), racionamento de alimentação domiciliar ($\bar{x} = 2,28$), entre outras. Há relação substancial entre tamanho do domicílio ($r = 0,075$, $p = 0,003$), renda anual ($r = 0,033$, $p = 0,004$) e estratégias de enfrentamento praticadas em $p \leq 0,005$. Concluiu-se que a pandemia teve grande efeito na renda das famílias de agricultores. O estudo recomenda a formulação de políticas necessárias, eficazes e urgentes, como rede de assistência social adequada, fornecimento de materiais de alívio, juntamente com melhorias na assistência alimentar e perspectivas de geração de receita para as famílias afetadas, a fim de amortecer o efeito negativo da pandemia em sua renda.

Termos para indexação: Agricultura familiar; Famílias agricultoras; Táticas de sobrevivência; Receitas; COVID-19

Introduction

Several pandemics have hit the world: the Great Plague of London, 1665 – the First Cholera Pandemic, 1817 – the Third Plague Pandemic, 1855 – the Fiji Measles Pandemic, 1875 – the Russian Flu, 1889 – the Spanish Flu, 1918 – the Asian flu, 1957 – the HIV/AIDS epidemic, 1981 – the SARS outbreak, 2003 (HISTORY, 2021) – and the Corona virus (COVID-19) pandemic, with its origin in Wuhan, China, in 2019

(JONES et al., 2008; LOVELACE, 2020; JAMISON et al., 2020).

COVID-19 pandemic has impacted everything and everyone around the world, some more than others. Estimates expect Africa to be one of the most harshly infected continents by COVID-19 due to its poverty rate, poor access to excellent health care, inadequate medical staff, and poor technology (WALKER et al., 2020). It has caused many families to make significant changes to their day-to-day

activities due to financial restrictions and other effects stemming from the pandemic. The COVID-19 pandemic and non-pharmaceutical measures to curtail its spread, such as lockdowns, travelling restrictions, social distancing, and face masks, among others, have negatively affected people and families.

Different households greatly affected by the pandemic have, to some extent, adopted different strategies to cope with this crisis (FULLANA et al., 2020, KOOS et al., 2020), its associate

lockdown, and how life has changed since then. However, some coping strategies, such as selling agricultural/non-agricultural assets and reducing food consumption (KOOS et al., 2020) seem insufficient to meet households' food and other needs. Generalizing coping strategies in such an emergency is hard since effective strategies for one part of the country might not be effective in another. This study specifically defines the agricultural household heads' characteristics, identifies their economic activities, examines how COVID-19 pandemic has affected agricultural households' income, and investigates the coping strategies they employed to mitigate the effects of the pandemic on household income in the assessed area. We postulated the absence of any substantial relation between household heads' characteristics and their coping strategies. This study can provide an enhanced overview of the increase in agricultural household size and the apt reactions to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic. The outcomes might contribute to formulating definite policies for poor agricultural households.

Materials and methods

This study was conducted in Osun state, in Southwestern Nigeria. The state is located within the forest region in Southwestern Nigeria and its capital, in Osogbo. It covers an area of about 14,875km² and had an estimated population of 3,705,589 in 2016 (NIGERIA, 2018). The state has 30 Local Government Areas (LGAs).

The studied area is divided into six administrative zones: Ede, Osogbo, Iwo, Ikirun, Ife, and Ilesha. A Multi-stage sampling was adopted. This purposive sampling technique was used first to select the most rural/agricultural LGAs among the six administrative zones; totaling 6 LGAs. During the second stage, a proportionate sampling was employed to select 10% of all communities in each selected LGAs; i.e., two southern LGA communities in Ede; three, from the Olorunda LGA in Osogbo; four, from the Iwo LGA in Iwo; five, from the Oriade LGA, in Ilesha;

one, from the Ifedayo LGA, in Ikirun; and three, from the north-Ife LGA in Ife, totaling 18 communities. During the third stage, proportionate sampling was used to select respondents from each community, totaling 150 individuals. Before surveying them, informed consent was obtained from all participants. We introduced prospective participants to our goals before including them in the study. Those who agreed with our aims participated voluntarily. A pre-tested interview schedule was used to elicit data between July 8 and 25 2022, analyzed via SPSS - 2020 Edition.

Coping strategies to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic on agricultural households' income was measured by asking respondents to rate the strategies they had been using into very often (3), often (2), rarely (1), and never (0). The lowest possible score was 0, whereas the highest, 36. The effect of the pandemic on household income was measured by asking respondents to rate a list of possible effects on household income (derived from the literature) into no effect (0), little effect (1), moderate effect (2), and serious effect (3), as per Adeloye et al. (2020). The lowest achievable score was 0, whereas the highest, 48.

Results and discussion

Characteristics of household heads

Table 1 shows that respondents' average age was 49.09±10.95 years, implying that they were middle aged but economically active and productive. Table 1 also shows that most of heads of households were male (57.3%), suggesting that agricultural family heads in farming areas are mostly men. This corroborates the findings in Omotoso et al. (2018), which found that males constitute most agricultural heads of households in Ogun state, Nigeria. Moreover, the Table shows that most of respondents (72.0%) had at least primary school education. This agrees with Obaniyi (2020) and Ayinde et al. (2016), who asserted that most respondents were literate due to a considerable attainment rate of either primary or secondary school

education. Household size averaged 5±1.83 persons. This finding mirrored that in Omotoso et al. (2018), who reported that household size in rural Nigerian communities averaged seven persons in 2017. This finding shows that rural households were no longer as large as they used to be in the 1960s and 1970s, when this population needed large household sizes for farm labor. Table 1 also shows that many (58.0%) individuals are involved in farming as their primary occupation and earned a mean annual income of ₦80,126±80,041.50 (conversion rate: US\$1=₦410). This corroborated the findings in Nwaobiala & Ogbonna (2014), who reported that most land workers are low-income earners.

The Economic Activities of Heads of Agricultural Households

On-farm activities

Table 2 shows that most (74%) heads of households worked as arable crop farmers, 58% of respondents produced tree crops; 57.3%, livestock; and 17.3%, fishery. This result implies that some respondents engaged in more than one on-farm activity and that arable crop production predominated. This suggests that respondents will likely engage in more on-farm activities during the pandemic since most may be unable to engage in other type of activities due to restrictions and lockdowns. Results also support the finding in OECD (2009) and Omonona et al. (2015), who reported that farming is the main occupation in rural Nigerian communities.

Off-farm activities

Table 2 show that 27.3% heads of households were wage laborers, 62% worked in agro-processing; 88.7%, in agro-marketing; and 32.7%, in input supply. This suggests that most respondents engaged in agro-marketing, meaning they mainly sell their crops and animal products on the market. At the same time, a considerable number worked in agro-processing. Therefore, this finding shows that marketing agricultural products constitutes respondents' main off-farm activities.

Table 1. Characteristics of the heads of agricultural households in 2 Osun State, Nigeria, 2021
Tabela 1. Características dos chefes de famílias agricultoras no estado de Osun, Nigeria, 2021

Variables	Frequency	%	Mean	Std.
Age (year)			49.09	10.95
≤40	42	28.0		
>40	108	72.0		
Sex				
Male	86	57.3		
Female	64	42.7		
Educational attainment				
No formal education	27	18.0		
Primary	19	12.7		
Secondary	68	45.3		
Tertiary	36	24.0		
*Primary occupation				
Farming	87	58.0		
Petty trading	27	18.0		
Craftsmanship	19	12.7		
Civil service	13	8.7		
Household size			5.0	1.83
<3	16	10.7		
4-6	125	83.3		
>6	9	6.0		
Monthly income (₦)			80,126.67	80,041.50
≤50,000	89	59.3		
50,001-150,000	42	28.0		
>150,000	12	12.7		

Source: Field survey, 2021

Table 2. Economic activities of heads of agricultural households in Osun State, Nigeria, 2021
Tabela 2. Atividades econômicas dos chefes de família agricultora no estado de Osun, Nigeria, 2021

*Economic activities	Frequency	%
On-farm activities		
Arable crop	111	74.0
Tree crop	87	58.0
Livestock	86	57.3
Fishery	26	17.3
Off-farm activities		
Wage labour	41	27.3
Agro-processing	93	62.0
Agro-marketing	133	88.7
Input supply	49	32.7
Non-farm activities		
Trade	77	51.3
Tailoring	13	8.7
Carpentry	9	6.0
Com. Motorcycle Operation	22	14.7
Vulcanization	9	6.0
Hairdressing	8	5.3
Craftsmanship	22	14.7
Civil service	13	8.7

*Multiple responses

Source: Field Survey, 2021

Furthermore, since agro-marketing and agro-processing are the household's heads' main off-farm activities, these activities would most likely to suffer from the COVID-19 pandemic, forcing the heads of households to adopt coping strategies, such as taking government input subsidies, to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic on their households. Results also support the findings in Balde et al. (2020), who showed that marketing agricultural products is the second largest economic activity in rural areas and that it had been dramatically affected by the pandemic.

Non-farm activities

Table 2 shows that 51.3% of heads of households worked in trading; 8.7%, in tailoring; 6%, in carpentry; 14.7%, in commercial motorcycle usage; 6%, in vulcanization; 5.3%, in hairdressing; 14.7%, in craftsmanship; and 8.7%, in civil services. This implies that the heads of households engage in at least one or more non-farm activities and that trading is the main non-farm activity. Respondents' non-farm activities would most likely suffer from government lockdowns and restrictions, which would lead them to adopt coping strategies, such as taking new job opportunities, to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic on their households. These results support the findings in Ovwigho (2014), who found that agricultural households usually participate in various non-farm income-generating activities, apparently to balance the shortage of income due to the seasonality of agricultural production and develop unceasing sources of income to satisfy the different household needs.

The effects of the COVID-19 pandemic on agricultural household's income

Table 3 shows the mean rank of effects of the COVID-19 pandemic on agricultural households' income. Results show that the effect on household expenditure ranked highest among all effects (mean = 2.52), followed by reduced ability to save money (mean =

2.47), increased production costs (mean = 2.44), decreased access to financial institutions (mean = 2.37), affected work supply (mean = 2.21), decreased spending power (mean = 1.91), reduced cooperation with other people (mean = 1.87), and affected credit ratings (mean = 1.71).

Table 3 also shows that the pandemic helped respondents discover new ways of doing business (mean = 1.35) and marketing (mean = 1.33), increased household size (mean = 1.05), affected owned properties and the acquisition of new properties (mean = 1.04), and affected employment opportunities (mean = 0.85). Based on these results, increased household expenditures, reduced ability to save money, decreased spending power, and increased production costs, which are associated with household income, constitute the major effects of the COVID-19 pandemic on rural households. Moreover, reduced access to financial institutions and affected work supply — a major COVID-19 pandemic effect on agricultural households — may be due to lockdown and restrictions imposed by the government. This result implies that most respondents agreed that the pandemic had a moderate effect on their income. This might be associated with the fact that many heads of households work on daily wages, might suffer from unemployment, and have no alternative source of revenue. This result mirrors the findings in Ayewumi & Okeke (2020), Celik et al. (2020), and Sumner et al. (2020), who stated that the pandemic would inversely influence poor people's finance, especially in Sub-Saharan Africa. Thus, family incomes would significantly decrease and family expenditures, increase.

Coping Strategies to Mitigate the Effects of the COVID-19 Pandemic on Agricultural Households' Income

Table 4 shows the mean rank order of the coping strategies used to mitigate the effects of the pandemic on agricultural households' income. Results

Table 3. Distribution of respondents by the effect of COVID-19 on agricultural household income in Osun State, Nigeria, 2021

Tabela 3. Distribuição dos entrevistados por efeito do COVID-19 na renda familiar agrícola no estado de Osun, Nigéria, 2021

Respondents' statements	NE	LE	ME	SE	M
	Freq.(%)	Freq.(%)	Freq.(%)	Freq.(%)	
Effect on household purchasing capacity	61(40.7)	41(27.3)	27(18.0)	21(14.0)	1.05
Effect on work experience	32(21.3)	58(38.7)	45(30.0)	15(10.0)	1.29
Effect on household social networks	52(34.7)	30(20.0)	49(32.7)	19(12.7)	1.23
Effect on employment	71(47.3)	39(26.0)	32(21.3)	8(5.3)	0.85
Effect on credit rating	19(12.7)	30(20.0)	77(51.3)	24(16.0)	1.71
Effect on marketing methods	35(23.3)	55(36.7)	36(24.0)	24(16.0)	1.33
Effect on ways of doing business	47(31.3)	36(24.0)	34(22.7)	33(22.0)	1.35
Effect on work supply	11(7.3)	21(14.0)	44(29.3)	74(49.3)	2.21
Effect on owned properties and the acquisition of new ones	66(44.0)	29(19.3)	38(25.3)	17(11.3)	1.04
Effect on purchasing power	27(18.0)	28(18.7)	26(17.3)	69(46.0)	1.91
Effect on household expenditure	7(4.7)	13(8.7)	25(16.7)	105(70.0)	2.52
Effect on access to a financial institution	11(7.3)	13(8.7)	35(23.3)	91(60.7)	2.37
Effect on saving ability	4(2.7)	20(13.5)	27(18.0)	99(66.0)	2.47
Effect on work cooperation with other members of the community	22(14.7)	22(14.7)	60(40.0)	46(30.7)	1.37
Effect on the cost of production	2(1.3)	14(9.3)	50(33.3)	84(56.0)	2.44

NE = "no effect," LE = "little effect," ME = "moderate effect," SE = "serious effect,"

M = "mean"

Source: Field Survey, 2021

showed that "Rationed spending (mean = 2.63) ranked the highest, followed by "Diversification into a new job (mean = 2.40)," "Labor usage reduction (mean = 2.36)," "Food rationing (mean = 2.28)," "Capital inflows from family and friends (mean = 2.15)," "Financial institution loans (mean = 2.09)," "Free health care provision (mean = 2.09)," "Input subsidy provision (mean = 1.87)," "Government palliatives (mean = 1.79)," "Government tax breaks (mean = 1.75)," "Loan interest reduction (mean = 1.71)," and "Skill acquisition center (mean = 1.71)." From this result, we can infer that respondents rationed spending (which has the highest mean)

the most to mitigate the effect of the pandemic on agricultural households. Also, they used diversification into new jobs and reduction in labor usage to create new income streams and reduce production costs during the pandemic. While government palliatives and tax breaks and skill acquisition centers ranked lowest, this may stem from the government failing to effectively and efficiently play its role to care for people's needs during this period. The effect of the pandemic on households is exceptional and we observe different responses among families due to their different socio-economic status (SES). Previous studies have reported a similar

Table 4. Respondents' coping strategies to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic in Osun State, Nigeria, 2021

Tabela 4. Entrevistados sobre estratégias de enfrentamento usadas para mitigar o efeito da pandemia de COVID-19 no estado de Osun, Nigeria, 2021

Coping strategies	Very often Freq. (%)	Often Freq. (%)	Rarely Freq. (%)	Never Freq. (%)	Mean	Rank
Input subsidies from the government	40(26.7)	61(40.7)	39(26.0)	10(6.7)	1.87	8 th
Government palliatives	43(28.7)	49(32.7)	41(27.3)	17(11.3)	1.79	9 th
Household food rationing	76(50.7)	44(29.3)	26(17.3)	4(2.7)	2.28	4 th
Rationed spending	108(72.0)	33(22.0)	5(3.3)	4(2.7)	2.63	1 st
Financial institution loans	68(45.3)	44(29.3)	21(14.0)	17(11.3)	2.09	6 th
Free health care provision	65(43.3)	41(27.3)	37(24.7)	7(4.7)	2.09	6 th
Loan interest reduction	30(20.0)	59(39.3)	48(32.0)	13(8.7)	1.71	11 th
Skill acquisition centre	16(10.7)	38(25.3)	82(54.7)	14(9.3)	1.37	12 th
Government tax breaks	49(32.7)	37(24.7)	41(27.3)	23(15.3)	1.75	10 th
Capital inflows from family	69(46.0)	40(26.7)	36(24.0)	5(3.3)	2.15	5 th
Reduction in hired labour	62(41.3)	81(54.0)	6(4.0)	1(0.7)	2.36	3 rd
Diversification into new jobs	96(64.0)	21(14.0)	30(20.0)	3(2.0)	2.40	2 nd

Source: Field Survey, 2021

situation in the state of Osun state, Nigeria, postulating that rural families with high SES might have better coping strategies and greater resilience than those with low SES; findings which agree with Gideon et al. (2020); Mukaila et al. (2020), and Okidim et al. (2021); agricultural households adopted skipping meals, engaging in additional small-scale productivity activities, borrowing money to buy food, among others to cope during the COVID-19 pandemic.

Relation between Selected Characteristics and Coping Strategies

We found no substantial relation between coping strategies to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic and respondents' characteristics.

Table 5 shows that occupation has a significant association ($p \leq 0.05$) with coping strategies to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic on agricultural households. It also shows that gender, religion, marital status, educational attainment, and travel frequency have no significant association ($p < 0.05$) with such coping strategies.

Furthermore, Table 6 shows the relation between selected characteristics and coping strategies. Results show that household size ($r = 0.075$, $p = 0.003$) and annual income ($r = 0.033$, $p = 0.004$) have a positive relationship ($p \leq 0.05$) with coping strategies to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic on rural households' income as do age ($r = 0.029$, $p = 0.722$) and work experience ($r = -0.001$, $p = 0.991$) ($p \leq 0.05$).

Conclusions

- Based on the study outcomes, many heads of households were male and involved in on-farm, off-farm, and non-farm activities to make ends meet. Many claimed that the pandemic negatively impacted their households' income.

- The most common coping strategies during the pandemic were rationed spending, job diversification, reduction in hired labor, and household food rationing, among others.

- We conclude that the pandemic adversely affected agricultural households' income.

- We recommend the formulation of necessary and effective policies, such as an adequate social welfare net, provision of relief materials, improved food assistance, and revenue-producing prospects for affected households, to help lessen the negative effect of the pandemic on these households' income.

References

- ADELOYE, K.A.; AJAYI, A.O.; SOTOMI, A.O. Effect of Leventis Foundation Youth Agricultural Empowerment Programme on Trainees' Food Output In Osun State, Nigeria. *Cercetări Agronomice în Moldova*, Iași, v.53, n.2, p.207-216, 2020. DOI: 10.46909/cerce-2020-018.
- AYINDE, J.O.; TORIMIRO, D.O.; OYEDELE, D.J.; ADEBOOYE, C.O.; DEJI, O.F.; ALAO, O.T.; KOLEDYOYE, G.F. Production and Consumption of UIVs among men and women: Evidence from Southwest Nigeria. *Ife journal of Agriculture*, Ile-Ife, n.26, p.101-110, 2016.
- BALDE, R.; BOLY, M.; AVANYO, E. *Labour Market Effects of COVID-19 in Sub-Saharan Africa: An Informality Lens From Burkina Faso, Mali and Senegal*. Maastricht: United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT), 2020. Available on: <https://ideas.repec.org/p/unm/unumer/2020022.html> Accessed on: 24 jul. 2021.
- CELIK, B.; OZDEN, K.; DANE, S. The Effects of COVID-19 Pandemic Outbreak on the Household Economy, *Journal of Research in Medical and Dental Science*, Jamnagar, v.8, n.4, p.51-56, 2020.

Table 5. Chi-square analysis showing the association between selected characteristics and coping strategies against the effects of the COVID-19 pandemic on households' income in Osun State, Nigeria, 2021

Tabela 5. Análise qui-quadrado mostrando associação entre características selecionadas e estratégias de enfrentamento contra o efeito da pandemia de COVID-19 na renda familiar no estado de Osun, Nigeria, 2021

Variables	χ^2	DF	P-value	Decision
Sex	1.175	1	0.278	Not significant
Religion	0.131	2	0.937	Not significant
Marital status	3.826	3	0.281	Not significant
Level of education	4.534	3	0.209	Not significant
Occupation	0.987	2	0.003	Significant
Travel frequency	3.323	3	0.344	Not significant

χ^2 = chi-square, DF = Degree of freedom

Significant at $p \leq 0.05$

Source: Field Survey, 2021

Table 6. Correlation analysis showing the relation between selected characteristics and coping strategies to mitigate the effects of the COVID-19 pandemic on households' income in Osun State, Nigeria, 2021

Tabela 6. Análise de correlação mostrando a relação entre características selecionadas e estratégias de enfrentamento para mitigar o efeito da pandemia de COVID-19 na renda das famílias no estado de Osun, Nigeria, 2021

Variables	R	P-value	Decision
Age	0.029	0.722	Not significant
Household size	0.075	0.003	Significant
Years of work experience	-0.001	0.991	Not significant
Annual income	0.033	0.004	Significant

r = correlation coefficient

Significant at $p \leq 0.05$

Source: Field Survey, 2021

FULLANA, M.A.; HIDALGO-MAZZEI, D.; VIETA, E.; RADUA, J. Coping Behaviors Associated with Decreased Anxiety and Depressive Symptoms During the COVID-19 Pandemic and Lockdown. *Journal of Affective Disorders*, Amsterdam, v.275, p.80-81, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.06.027>.

GIDEON, O.I.; ALLI, O.J.; IFEOMA, M.E.; OBINNA, C.O.; LINDA, O.E.; FOLASADE, A.A.; NWABUMMA, C.A.; ABDULAFEEZ, S.M.; HANNAH, C.E.; OLUWADAMILARE, E.K.; CYNTHIA, C.O.; UCHECHI, P.O.; LINDA, E.O. Food Consumption and Coping Strategies of Urban-Households in Nigeria During the COVID-19 Pandemic Lockdown. *World Nutrition*, London, v.11, n.3, p.35-50, 2020.

HISTORY. **Pandemics That Changed History:** As human civilizations rose, these diseases struck them down. History. New York, 2021. Disponível em: <https://www.history.com/topics/middle-ages/pandemics-timeline>. Acesso em: 10 dez. 2021.

JAMISON, D.T.; GELBAND, H; HORTON, S; JHA, P; LAXMINARAYAN, R; MOCK, C. N.;

NUGENT, R. Disease Control Priorities: Improving Health and Reducing Poverty. 3. ed. In: SUN, J.; HE, W.; WANG, L.; LAI, A.; JI, X.; ZHAI, X.; MADHAV; OPPENHEIM, B.; GALLIVAN, M.; MULEMBAKANI, P.; RUBIN, E.; WOLFE, N. **Pandemics: Risks, Impacts, and Mitigation**. Washington, DC: World Bank, 2020.

JONES, K.E.; PATEL, N.G.; LEVY, M.A.; STOREYGARD, A.; BALK, D. Global Trends In Emerging Infectious Diseases. *Nature*, London, v.451, n.7181, p.990-93, 2008.

KOOS, C.; HANGOMA, P.; MÆSTAD, O. **Household Wellbeing and Coping Strategies in Africa During COVID-19:** Findings From High Frequency Phone Surveys. Bergen: CMI Report, 2020.

LOVELACE, B. World Health Organization Names the New Coronavirus: *COVID-19* 2020. **CNBC**, New Jersey. 11 fev. 2020. Disponível em: <https://www.cnb.com/2020/02/11/world-health-organization-names-the-new-coronavirus-covid-19.html>. Acesso em: 12 jun. 2021.

MUKAILA, R.; FALOLA, A.; OMOTESHO, O.A. Food security status: its drivers and coping strategies among vegetable farming households. *Cercetări Agronomice În Moldova*, Iași, v.53, n.4, p.414-425, 2020. DOI: <https://doi.org/10.46909/cerce-2020-035>.

NIGERIA. NATIONAL BUREAU OF STATISTICS. **NBS Demographic Statistics Bulletin**. Abuja: National Bureau of Statistics, 2018.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **The Role of Agriculture and Farm Household Diversification in the Rural Economy:** Evidence and Initial Policy Implications. Paris: OECD, 2009.

OKIDIM, I.A.; EGWUE, L.O.; EKINE, D.I.; CHUKUIGWE, E.C. Rural Households' Food Insecurity and Coping Strategies During COVID-19 Pandemic in Enugu State, Nigeria. *Journal of Asian Rural Studies*, Makassar, v.5, n.2, p.126-13, 2021.

OMONONA, B.T.; OBISESAN, A.A.; AROMOLARAN, O.A. Health-Care Access and Utilization Among Rural Households in Nigeria. *Journal of Development and Agricultural Economics*, Mashhad, v.7, n.5, p.195-203, 2015.

OMOTOSO, A.B.; DAUDA, A.S.; ADEBAYO, R.A.; OMOTAYO, A.O. Socioeconomic Determinants of Rural Households' Food Crop Production in Ogun State, Nigeria. *Applied Ecology and Environmental Research*, Budapest, v.16, n.3, p.3627-3635, 2018.

OVWIGHO, B.O. Factors influencing involvement in non-farm income generating activities among local farmers: The Case of Ughelli South Local Government Area of Delta State, Nigeria. *Sustainable Agriculture Research*, Ontario, v.3, n.1, p.76-84, 2014.

SUMNER, A.; HOY, C.; ORTIZ-JUAREZ, E. **Estimates of the Impact of COVID-19 on Global Poverty**. Helsinki: United Nations University World Institute for Development Economics Research, 2020. DOI: <https://doi.org/10.35188/UNU-WIDER/2020/800-9>.

WALKER, P.G.T.; WHITTAKER, C.; WATSON, O.J.; BAGUELIN, M.; WINSKILL, P.; HAMLET, A; et al. The Impact of COVID-19 and Strategies for Mitigation and Suppression in Low- and Middle-Income Countries. *Science*, New York, v.369, p.413-422, 2020.

Agronomic performance in different segregating soybean progenies



Gustavo Matheus Lenhardt¹, Ivan Ricardo Carvalho¹, Murilo Vieira Loro², Eduarda Donadel Port¹, Francine Lautenchleger³ and Leonardo Cesar Pradebon¹

Abstract - The estimate of variance component and genetic parameters for soybean grain yield in the northwestern region of the state of Rio Grande do Sul is 17% due to genetic effects and 83% due to the environment, management, and practices used. Thus, we aimed to evaluate the performance of quantitative and qualitative agronomic characteristics of soybean progenies in segregating generations F1, F2, F3, F4, and F5, as well as the interrelationships of these variables and their benefits in soybean breeding. Field trials were conducted from 2012 to 2020 in Campos Borges, Rio Grande do Sul. The variables that showed the greatest fluctuations during the segregating generations were pod insertion, number of pods on the main stem, number of pods with two seeds, and number of pods with four seeds. Taller plants in the F1 and F3 segregating generations had a greater number of pods with one, two, and three seeds; thus, as the plant size increased, the number of pods increased. As the segregating generations progressed, there was a reduction in the cycle and an increase in the seed mass per plant, consequently tending to be more productive.

Index terms: *Glycine max*; genetic improvement program; interrelations.

Desempenho agrônomo de diferentes progênies segregantes da soja

Resumo - A estimativa do componente de variância e parâmetros genéticos para rendimento de grãos de soja na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul é de 17% devido a efeitos genéticos e 83% devido ao ambiente, manejo e práticas utilizadas. Assim, objetivou-se avaliar o desempenho de características agrônomicas quantitativas e qualitativas de progênies de soja nas gerações segregantes F1, F2, F3, F4 e F5, bem como as inter-relações dessas variáveis e seus benefícios no melhoramento genético da soja. Os testes de campo foram realizados de 2012 a 2020 em Campos Borges, no estado do Rio Grande do Sul. As variáveis que apresentaram as maiores oscilações durante as gerações segregantes foram a inserção do primeiro legume, número de legumes na haste principal, número de legumes com duas sementes e número de legumes com quatro sementes. Plantas mais altas nas gerações segregantes F1 e F3 tiveram uma maior quantidade de legumes com uma, duas e três sementes, portanto, à medida que o tamanho da planta aumentava, o número de legumes era incrementado. Com o avançar das gerações segregantes, houve redução do ciclo e aumento da massa de sementes por planta, consequentemente tendendo a ser mais produtiva.

Termos de indexação: *Glycine max*; programa de melhoramento genético; inter-relações.

Introduction

Soybean (*Glycine max*) is an exotic species in Brazil, originally from China. The first studies in Southern Brazil were conducted at the *Estação Experimental de Pelotas* for adaptation of cultivars in Rio Grande do Sul. After the first hybridizations were carried out at the *Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul* main objective was to obtain tolerance to pests and diseases (SEDIYAMA et al., 1999). Due to its global importance in human and animal nutrition, with its grains rich in

proteins and macro and micronutrients (LORO et al., 2021), its development and expansion are in great ascendance. Brazil is the largest producer of soybeans worldwide; in the 2020/21 season, it reached a production of 135.9 million tons and a productivity of 3,529Kg ha⁻¹ of grains (CONAB, 2021). While soybean stands out in the market and in the field, it still requires professionals to improve it.

At each harvest, growers look for better soybean yields. Hence, research on the breeding of the crop, advances in technologies, and efficient management

to enhance the performance of genotypes are needed. The interaction between breeding, cultural practices and technology development is responsible for maintaining productivity, whose function is to solve the biotic and abiotic limitations that interfere with gene expression for productivity (SZARESKI et al., 2015). In research on soybean breeding, a broad capacity to adapt in relation to its cycle was sought to acclimate to different climatic conditions, different types of soil, and tolerance to diseases and insect attacks to maintain and raise

Received on 14/10/2021. Accepted for publication on 24/03/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1341>

¹ Departamento de Estudos Agrários (DEAG), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI), CEP 98700-000, Ijuí, RS, Brasil, e-mail: gustavo-lenhardt@hotmail.com, ivan.carvalho@unijui.com.br, donadeladuda@gmail.com, leonardopradebon@gmail.com.

² Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), CEP 97105-900 Santa Maria, RS, Brasil, e-mail: muriloloro@gmail.com.

³ Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR, Brasil, e-mail: francinelautenchleger@hotmail.com.

productivity. Due to problems with cultivars losing tolerance to diseases and attack of insects, production ends up being economically unfeasible due to high control costs; therefore, it is necessary to develop genotypes with greater tolerance associated with biotechnological events (CARVALHO et al., 2017; CARVALHO et al., 2021).

The hybridizations increase the germplasm by genetic variability. The segregating generations are managed by autogamous plants, which can select the best plants presenting the desired characteristics for new cultivars. Thus, the genotypes resulting from the hybridization must be evaluated to determine if they are able to respond to the expected productivity, quality, and tolerance. Therefore, there is an interest in analyzing new soybean lines that are tolerant to these suppressions and in analyzing other agronomic aspects of each line so that they can indicate adequate management techniques for each one, such as spacing and sowing density (ALMEIDA et al., 1999; SEGATTO, et al., 2022).

Therefore, the possibility of evaluating genotypes, characterizing them aiming to identify regions of best adaptation and their main agronomic characteristics, has been studied. The yield potential of soybean genotypes is determined by their genetic potential and is thus dependent on the growing environment (BONATO et al., 2000). Understanding the linear relationships between soybean genotypes during segregating generations is fundamental for indirect selection, as well as defining selection strategies. Thus, this study aimed to evaluate the performance of agronomic traits of soybean progenies in the segregating generations F1, F2, F3, F4, and F5 and the linear relationships between the characteristics.

Geiger climate characterization: Cfa). The soil is classified as a dark red Oxisol (SANTOS et al., 2018).

During 2012/2013, hybridizations were conducted and F1 seeds were obtained. In the following year, they were sown, obtaining in 2014/2015 a total of 134 experimental units. The F2 generation was conducted in the season 2015/2016, totaling 4077 experimental units. The F3 generation was conducted in 2016/2017, totaling 1425 experimental units. The F4 generation was conducted during 2017/2018, totaling 1131 experimental units. The F5 generation was conducted during 2018/2019 totaling 635 experimental units, reaching the F6 generation that was conducted during the 2019/20 season, finally obtaining a total of 5377 experimental units evaluated (Figure 1).

The methodology used to carry out the improvement was the genealogical method, which is the artificial selection

The methodology used to carry out the improvement was the genealogical method, which is the artificial selection

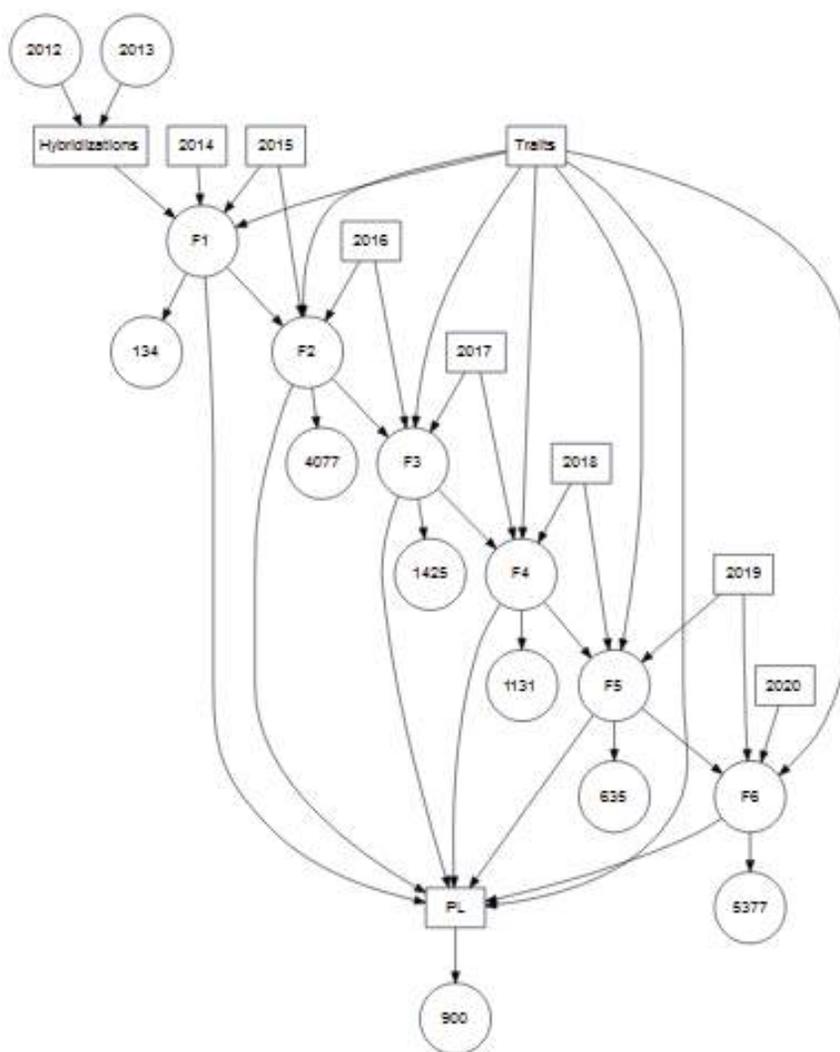


Figure 1. Dynamic schematic representation of the breeding process during all years of research, referring to the specific years that the hybridizations were carried out and in which year each segregating generation of F1, F2, F3, F4, F5, and F6 were conducted. Demonstration of the number of experimental units in each generation and the number of progeny testing performed. Campos Borges, state of Rio Grande do Sul, Brazil

Figura 1. Representação esquemática dinâmica do processo de melhoramento durante todos os anos de pesquisa, referindo-se aos anos específicos em que as hibridizações foram realizadas e em que ano cada geração segregante de F1, F2, F3, F4, F5 e F6 foi conduzida. Demonstração da quantidade de unidades experimentais em cada geração e a quantidade de testes de progênie realizados. Campos Borges, RS, Brasil

of individual plants by the progeny test. This method involves crossing between parents, obtaining the F1 seed, which was carried out in a greenhouse. From the F1 seed, sowing has already been carried out under normal environmental conditions. In the F2 generation, a light pressure to select the best plants was started. Each selected plant was individualized, harvested, and placed in a separate bag, performing the progeny test. In F3, high selection pressure was performed and the selected individuals underwent a new progeny test. In F4, families were built and, within the line, the best plant was selected to advance generation. Finally, in F5, each line was harvested separately from the others. As this generation resulted in a small number of seeds, the advance of a generation was determined to obtain a greater quantity of seeds to have enough seeds to carry out the preliminary internal tests (CARVALHO et al., 2022). The experimental units consisted of a three-meter-long sowing row with a density of 15 plants per linear meter spaced 50 centimeters between rows. The sowing was conducted in a direct sowing system, seeking to be carried out on November 10th of each year, with a base fertilization of 250Kg ha⁻¹ N-P-K in the 10-20-20 formulation.

The characters of agronomic interest were measured on the ten randomly collected plants using the measures of: first pod insertion height (FPI, cm); plant height (PH, cm); number of pods on the main stem (NPMS, units); number of pods on the branches (NPB, units); number of branches (NB, units); number of pods with one seed (NP1, units); number of pods with two seeds (NP2, units); number of pods with three seeds (NP3, units); number of pods with four seeds (NP4, units); seed mass per plant (SMP, grams), in which plants were subjected to individual husking and cleaning, and only seeds considered viable were subjected to mass measurement and placed at 13% moisture; cycle (CYCLE, days); segregating generation (GEN),

consisting of five generations, F1, F2, F3, F4, F5, and F6; integument color (IC), determined in brown or yellow; Hilum color (HI), classified into perfect black, black, brown, and yellow; integument damage (ID); halo color (HA), comprising yellow, brown, and black; seed shape (SS), classified as oblong, spherical, and elliptical; green seeds (GS), meaning the presence or absence of green seeds in each sample; purple spot (PS), meaning the presence or absence of purple spot in each sample; presence of fungus (PF), meaning the presence or absence of fungi in each sample; physical damage level (PD, %), evaluated by visually observing the damage severity in the seed band and classified as high, medium, and low; stink bug damage (BD), classified by visually observing whether or not it was present; seed size (SI), identified between small and large; and moisture damage (MD), which identified the absence or presence of moisture damage (CARVALHO et al., 2022).

In all generations of this study, the families were designed in lines and intercalary controls. The data obtained in all segregating generations (F1, F2, F3, F4, F5, and F6) and in pure lines were subjected to a previous analysis to identify outliers. The arithmetic mean and the sampling variance of each characteristic in its respective segregating generation were calculated, which was called *a priori*. Due to the discrepant number of samples in each segregating generation, Bayesian inference was used with the Markov chain Monte Carlo method (MCMC) using a Gibbs sampler. First, *a priori* distributions of the phenotype value of each progeny in each segregating generation were constructed. These distributions were obtained by phenotypic information. The posterior distribution was obtained with 10000 observations. In order to understand the trend of association between quantitative and qualitative characteristics, linear correlation with significance based on 5% probability

was used, as well as linear regressions and parent-offspring linear regressions.

Results and discussion

In the F1 segregating generation *a priori* (Table 1), an average first pod insertion (FPI) of 9 cm was obtained in relation to the soil surface. Follmann (2017) found in his research in northwestern Rio Grande do Sul that the smallest first pod insertion in varieties was 9cm, and the largest insertion was 20.15cm, and the average of 18 cultivars was 13.2cm. The plant height (PH) obtained in this study was 45cm, while Meira et al. (2015) obtained plant height oscillation between 30 and 40cm. The NPMS was 18cm, the NPB was 6.7 units, and the number of branches (NB) had an average of 0.97. The number of pods with one, two, three, and four seeds (NP1, NP2, NP3, and NP4) was 5.1, 11.0, 8.2, and 0.11 pods, respectively. Ferrari et al. (2014) found that the number of pods ranged from 45 to 49 pods, while the grain mass per plant (GMP) was 11.37 grams. For Ferrari, the grain mass per plant ranged from 10 to 12 grams; the same results were found by Souza et al. (2015). *A posteriori* information (Table 2) had FPI results: 9.8; PH: 44.9; NPMS: 18.7; NPB: 6.8; NB: 0.9; NP1: 5.1; NP2: 11.0; NP3: 8.2; NP4: 0.11; GMP: 11.3.

The first pod insertion had a positive variation of 1.7cm. Plant height had a positive variation of 34.48cm compared to the sample number. The number of pods on the main stem had a positive variation of 21.24cm. The number of pods in the branches had positive results of 12.38 units. The number of branches had a positive deviation of 1.78 units. The number of pods with one, two, three, and four seeds had positive variation with the sample number of 7.9, 15.9, 13.9, and 0.18 pods, respectively. Additionally, the grain mass per plant also had a positive variation and increased by 15.68 grams. No measured variable surpassed the pure lines. In their evaluation of cultivars

Table 1. Mean a priori results and variance obtained for first pod insertion (FPI); plant height (PH); number of pods on main stem (NPMS); number of pods on branches (NPB); number of branches (NB); number of pods containing one seed (NP1); number of pods containing two seeds (NP2); number of pods containing three seeds (NP3); number of pods containing four seeds (NP4); and seed mass per plant (SMP). Campos Borges - RS, 2012 to 2020 seasons. Campos Borges, state of Rio Grande do Sul, Brazil

Tabela 1. Resultados médios a priori e variância obtidos para a inserção da primeira vagem (FPI), altura da planta (PH), número de legumes no caule principal (NPMS), número de legumes nos ramos (NPB), número de ramos (NB), número de legumes contendo uma semente (NP1), número de legumes contendo duas sementes (NP2), número de legumes contendo três sementes (NP3), número de legumes contendo quatro sementes (NP4) e massa de sementes por planta (SMP). Campos Borges - RS, temporadas 2012 a 2020. Campos Borges, RS, Brasil

		A priori information										
Homozygous Level	Heterozygous Level	FPI (cm)			PH (cm)		NPMS (un)		NPB (un)		NB (un)	
		n	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance
0.00%	100.00%	134	9.78	23.68	45.02	336.32	18.82	127.52	6.87	131.28	0.97	1.65
50.00%	50.00%	4077	18.69	40.94	78.63	304.33	32.39	75.80	33.65	1627.66	3.31	2.55
75.00%	25.00%	1425	13.43	48.95	71.73	605.25	29.98	160.91	32.85	1057.44	3.70	8.57
87.50%	12.50%	1131	17.25	91.95	71.76	303.88	24.02	185.57	14.14	555.90	1.74	4.00
93.75%	6.25%	635	21.44	43.11	84.85	235.53	20.33	55.60	18.63	314.62	3.05	3.63
96.87%	3.12%	5377	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
100.00%	0.00%	900	16.85	46.89	78.45	285.55	30.90	31.75	36.01	1943.67	4.37	16.08
Homozygous Level	Heterozygous Level	NP1 (un)			NP2 (un)		NP3 (un)		NP4 (un)		SMP (grams)	
		n	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance
0.00%	100.00%	134	5.11	17.70	11.06	71.46	8.29	54.88	0.11	0.10	11.37	69.49
50.00%	50.00%	4077	11.96	56.56	31.23	664.03	23.57	402.42	0.26	0.14	25.45	410.77
75.00%	25.00%	1425	9.56	57.02	29.34	410.47	22.98	325.83	0.05	0.09	18.82	171.28
87.50%	12.50%	1131	5.43	39.13	14.98	183.25	13.42	228.35	0.20	0.40	13.12	169.21
93.75%	6.25%	635	5.61	18.87	20.73	97.10	12.79	84.44	0.08	0.11	10.05	21.66
96.87%	3.12%	5377	.	.	.	.	.	.	.	.	2.99	2.39
100.00%	0.00%	900	11.53	64.79	28.79	267.54	27.09	346.99	0.12	0.02	23.08	123.49

in off-season, Meier et al. (2019) found oscillations for plant height from 33 to 65cm, for first pod insertion from 9 to 16cm, and for the number of pods with two seeds from 7 to 11 units. The number of pods with three and four seeds varied from 7 to 14 units and from 0.08 to 0.66 respectively. The mass of seeds per plant ranged from 6 to 9 grams.

For all the characteristics, the

lowest magnitudes are evident in the F1 generation, except for NP4 and SMP. The expression of the characteristics oscillate as the generations advance. The height of the pod insertion has greater magnitudes in the F5 generation. However, with 100% homozygosity, the value observed is closer to 16.85cm, which is the agronomic ideal. This value corroborates those found by Follmann et al. (2017) when studying commercial

soybean genotypes. Furthermore, it is noteworthy that, as expected, the lowest variance of this characteristic is observed in the F1 generation, in which there is greater homogeneity since the genes did not recombine.

Some studies, such as that by Zuffo et al. (2018), showed a linear relationship between the height of the first pod insertion and plant height. This explains the same trends observed in

Table 2. Mean a posteriori results and variance obtained for first pod insertion (FPI, cm); plant height (PH, cm); number of pods on main stem (NPMS, un); number of pods on branches (NPB, un); number of branches (NB, un); number of pods with one seed (NP1, un); number of pods with two seeds (NP2, un); number of pods with three seeds (NP3, un); number of pods with four seeds (NP4, un); and seed mass per plant (SMP, un). Campos Borges - RS, 2012 to 2020 seasons. Campos Borges, state of Rio Grande do Sul, Brazil

Tabela 2. Resultados médios a posteriori e variância obtidos para a inserção da primeira vagem (FPI, cm), altura da planta (PH, cm), número de vagens no caule principal (NPMS, un), número de vagens nos ramos (NPB, un), número de ramos (NB, un), número de vagens com uma semente (NP1, un), número de vagens com duas sementes (NP2, un), número de vagens com três sementes (NP3, un), número de vagens com quatro sementes (NP4, un) e massa de sementes por planta (SMP, un). Campos Borges - RS, temporadas 2012 a 2020. Campos Borges, RS, Brasil

		A posteriori information											
Homozygous Level	Heterozygous Level	N	FPI (cm)		PH (cm)		NPMS (un)		NPB (un)		NB (un)		
			Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	
0.00%	100.00%	10000	9.84	16.39	44.98	1.19	18.79	0.45	6.84	0.46	0.96	0.005	
50.00%	50.00%	10000	18.77	28.34	78.47	316.04	32.31	78.71	33.28	1690.29	3.29	2.65	
75.00%	25.00%	10000	13.51	33.88	71.55	158.09	29.89	42.03	32.63	276.20	3.68	2.23	
87.50%	12.50%	10000	17.36	63.65	71.66	0.80	23.94	0.49	14.01	1.47	1.73	0.01	
93.75%	6.25%	10000	21.51	29.84	85.08	144.69	20.45	34.15	18.90	193.28	3.08	2.23	
96.87%	3.12%	10000	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
100.00%	0.00%	10000	16.93	32.46	78.64	85.09	30.97	9.46	36.51	579.20	4.41	4.79	

Homozygous Level	Heterozygous Level	N	NP1 (un)		NP2 (un)		NP3 (un)		NP4 (un)		SMP (grams)	
			Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance	Mean	Variance
0.00%	100.00%	10000	5.10	0.06	11.04	0.25	8.27	0.19	0.11	0.0003	11.35	0.24
50.00%	50.00%	10000	11.89	58.74	30.99	689.58	23.39	417.91	0.26	0.15	25.26	426.58
75.00%	25.00%	10000	9.51	14.89	29.20	107.21	22.85	85.10	0.05	0.02	18.73	44.73
87.50%	12.50%	10000	5.40	0.10	14.91	0.48	13.34	0.60	0.20	0.001	13.05	0.44
93.75%	6.25%	10000	5.67	11.59	20.88	59.65	20.88	59.65	0.09	0.06	10.12	13.31
96.87%	3.12%	10000	.	.	.	.	.	.	.	.	3.01	0.71
100.00%	0.00%	10000	11.62	19.30	28.97	79.72	27.30	103.40	0.12	0.008	23.10	16.17

the expression of plant height. NPMS ranged from 18.82 to 32.39 in the F1 and F2 generations, respectively. However, with 100% homozygosity, the characteristic had an average of 30.9, indicating that it is already possible to see trends of this characteristic in the average of the F2 generation.

Similar trends are observed in the NPB and NB traits, with the highest magnitudes of both characteristics being observed when plants exhibited 100% homozygosity. Balbinot Junior et al. (2015) showed an average of 17.2 vegetables per branch. Zuffo et al. (2018) observed that the number of

legumes is directly related to soybean grain yield. Thus, plants with 100% homozygosity have a high potential for number of legumes per branch and, consequently, tend to maximize grain yield and compensatory capacity.

The genotypes in the F1 segregating generation showed similar phenotypic

trends in the expression of NP1, NP2, and NP3, as well as the lowest phenotypic variance. The highest magnitudes were observed in the F2 generation for NP1 and NP2, similar to the generation with 100% homozygosity. This indicates that it is possible to see plants with greater potential for phenotypic expression of these characteristics in the F2 generation. On the other hand, NP3 had its expression potentiated when plants were 100% homozygous.

The lowest variances within each segregating generation are observed for the NP4, which ranged from 0.09 to 0.4. This is evident since there is a lower expression of this characteristic among soybean genotypes. Thus, the smallest number of NP4 contributes to the lowest phenotypic variance. Due to this lower variance, the means of this characteristic do not exhibit large magnitudes, showing that the developed genotypes have low tendencies to express a high NP4.

The highest potential of SMP was evident in the F2 generation, although very similar to that expressed by plants when they were 100% homozygous. Thus, we may infer that it is possible to practice selection already in the F2 generation for this characteristic. Moreover, SMP has a strong correlation with grain yield (SMIDERLE et al., 2019), making it possible to carry out indirect selection.

The F1 segregating generation showed a large difference in PH compared to the pure lines, which were 45cm and 78.4cm, respectively. The characteristic surpassed the control in the F5 segregating generation (84.8cm), which may be linked to the variation in the growing environment. The ideal PH for good seed production and reduced losses from mechanized harvesting is 60 to 80cm (ALMEIDA et al., 2011). The PH has broad sense heritability (H^2 ; 0.95), demonstrating high genetic variation (CARVALHO et al., 2017).

NPMS was smaller in the F1 generation and increased abruptly in F2, presenting 32.3 units and surpassing

the number of pure lines (30.9 units). The graph shows no variation between *a priori* and *a posteriori* information, only between generations. Oliveira et al. (2015) obtained an amount of 60 pods per plant in their study. Szarecki et al. (2015) concluded that NPMS was positively correlated with NPB, NB, length of branches, NP1, NP2, NP3, and grain yield. The percentage of total carbohydrates was inversely proportional to NPMS. Since NPMS is a factor directly linked to productivity, its increase in genotypes that do not present branches becomes very important.

NPB, despite having a smaller number compared to NPMS, has a fundamental role in increasing the grain yield by increasing the number of pods per plant and consequently the grain yield. However, it is dependent on the characteristics of the genotype and the managements used. NPB has great environmental effect and low heritability, making it very difficult for breeders to manipulate it (CARVALHO et al., 2017). There were large variations between generations; as the level of homozygosity increased, the tendency was to approach the control. The segregating generation that stood out the was the F2 generation; however, none surpassed the control, which had 36.0 units.

Despite the variations in each segregating generation, none of them surpassed the average NB of the inbred lines (4.3 branches). NB is a reproductive structure that can be directly and indirectly associated with productivity. Directly, NB contributes to the production of pods and indirectly to the evolution of the leaf area index. This characteristic can be altered according to management, genotype characteristics, and sowing date. The contribution of branches to the LAI starts when the plant has four to six leaves on the main stem, that is, when the branches start to grow on the plant. The branches may have an increase in LAI by 16%, which may vary

according to the genetic characteristic of each genotype and environmental variation (ZANON et al., 2018). A survey conducted in northwestern Rio Grande do Sul obtained 1.8 branches per plant from two soybean cultivars with indeterminate growth habit (SZARESKI et al., 2015).

For NP1, there was a linear growth of 11.9 until the F2 generation, surpassing the pure lines, which presented 11.5 pods with one seed. After the F2 generation, there was a persistent decrease until the F5 generation, which had a non-significant increase of 0.2 units. The number of pods present in each plant is characterized as a component of productivity and can be affected by the arrangement of plants. The number of pods formed depends on the number of flowers produced. The number of grains per pod is strongly influenced by genetics and the environment (ZANON et al., 2018).

As NP2 progressed, the segregating generations had an increase in the number of pods, surpassing the control in F3, decreasing in F4, and increasing in F5, tending to approach to pure lines in the next generations. There was a difference in the *a priori* and *a posteriori* information regarding NP3 when the number of experimental units was increased to 10000 in the F5 generation. No variance was observed in relation to the number of experimental units. In most generations, there was an overlap in NP4 in relation to the control mean. The F2 segregating generation had the greatest number of four-seeded pods, surpassing the control.

There was an increase and subsequent reduction in grain weight after the F2 generation until the F5 generation. The F2 segregating generation surpassed the control. Grain weight is determined by the genetic potential of soybean, which may be influenced by the environment and management used to express its genetic potential. A total of 190g (thousand seed mass) can enhance productivity (ZANON et al., 2018).

To recognize the trends of linear correlations for the evaluated characteristics and their associations with the F1, F2, F3, F4, and F5 segregating generations, 136 linear associations were performed for the characteristics PHF1, PHF3, P1F1, P1F3, P2F1, P2F3, P3F1, P3F3, P4F2, P4F4, PBF1, PBF3, NPF1, NPF3, NPF4, BF1, BF3.

Of these linear associations, 82 significant correlations were obtained, of which 76 had a positive coefficient and 6 had a negative coefficient. PHF1 had a positive influence on P1F1, P2F1, P3F1, PBF1, NPF1, and NBF1. Plants that had greater PHF1 provided a greater P1F1, P2F1, and P3F1 and, consequently, tended to have greater PBF1, NPF1, and BF1. Follmann et al. (2017) verified that there was a positive correlation between plant height and production; it is expected that larger genotypes present associations with higher yields.

PHF3 was positively correlated with P1F3, P2F3, and P3F3 and had a positive association for PBF3, NPF3, and NBF3. Therefore, plants that had greater PHF3 provided a greater P1F3, P2F3, and P3F3 and had an increase in PBF3, resulting in greater NPF3 and BF3. P1F1 had a positive association with P2F1 and P3F1, and consequently presented a greater PBF1, NPF1, and BF1. Thus, when P1F1 increases, P2F1 and P3F1 increase, in addition to being associated with an increase in PBF1, NPF1, and BF1.

P1F3 was positively correlated with P2F3 in the same generation and had a positive correlation with PBF3, NPF3, and BF3. Thus, as P1F3 increases, P2F3 and P3F3 increase in the same generation. Moreover, as P1F3 generation increases, the number of pods in the branches also increases, consequently increasing NPF3 and BF3. P2F1 showed a positive correlation with P3F1 in the same segregating generation and a positive correlation with PBF3, resulting in a positive correlation with NPF3 and BF1. Thus, as P2F1 increases, P3F1, PBF1, NPF1, and BF1 also increase.

P2F3 had a positive correlation with P3F3, NPBF3, NPF3, and BF3. Therefore, when increasing P2F3,

there is an increase in P3F3 and NPB in the same generation. For P3F1, there was a positive correlation in the same generation for PBF1, NPF1, and BF1. Therefore, when increasing the number of P3F1 generation, there is an increase in PBF1, NPF1, and BF1 in the same segregating generation. For P3F3, there was a positive correlation for PBF3, NPF3, and BF3 in the same generation. This shows that when P3F3 increases, PBF3, NPF3, and BF3 increase.

P4F4 had a positive correlation with NPF4. Therefore, when P4F4 increase, NPF4 in the same generation increases. For the PBF1 generation, there was a positive correlation for NPF1 and BF1. However, when BF1 increases, the NPF1 generation increases. PBF3 had a positive correlation for NPF3 and BF3 in the same generation. As PBF3 increases, NPF3 and BF3 increase. PBF3 had a positive correlation with NPF3 and BF3. When BF3 increased, NPF3 and PBF3 consequently increased. NPF1 had a positive correlation with BF1. When NPF1 increased, BF1 increased as well. NPF3 showed a correlation with BF3. Therefore, when NPF3 increased, BF3 also increased in the same generation.

An evaluation of the specific quantitative correlation of F3, F4, and F6 generations was carried out in the 2019/20 season, corresponding to a homozygosity levels of 75%, 87.5%, and 96.87% respectively. We observed that when generation (GEN) increases, cycle (CYCLE) decreases and seed mass per plant (SMP) increases. Seed mass per plant had a negative correlation with cycle; thus, when cycle increases, seed mass per plant decreases.

A correlation of the qualitative attributes was performed. We found that the segregating generation had a positive correlation with greenish seeds (GS) and moisture damage (MD); when the generation increased, greenish seeds and moisture damage also increased. Integument color (IC) was negatively correlated with stink bug damage (BD). Hilum color (HI) was negatively correlated with purple spot (PS) and positively correlated with halo color (HA). Seed shape (SS) was

negatively correlated with moisture damage (MU) and stink bug damage (BD), and positively correlated with presence of fungus (PF). Greenish seeds (GS) was negatively correlated with seed size (SI) and level of physical damage (PD). Level of physical damage (PD) had a positive correlation for moisture damage (MD), seed size (SI), and stink bug damage (BD).

A relation of the F3, F4, and F6 generations for seed mass per plant (SMP) and cycle (CYCLE) in days was performed. In F3, when plants had 75% homozygosity, seed mass per plant was lower when the cycle was increased. In F4, when plants were at a homozygous level of 87.5%, seed mass behavior was stable with a small increase in seed mass per plant when the cycle was increased. Seed mass per plant in F6 showed a decrease when the cycle was longer; the most productive lines had a cycle of 100 to 110 days, most lines had their cycle of 120 to 135 days and the less productive had their cycle of 145 to 165 days.

Plant breeding is based on management and selection methods, in addition to phenotype measurements that quantify characteristics of interest influenced by non-additive and additive genetic effects, and even by the environment. To verify genetic heritability, progeny regression was performed and showed that broad sense heritability had a high correlation for the characteristic first pod insertion compared to plant height; number of pods on the main stem; number of pods in branches; number of ramifications; number of pods with one, two, three, and four seeds; and grain mass per plant. Thus, the first pod insertion was highly influenced by environmental action. Follmann et al. (2017) report that late sowing when there is a reduction in the photoperiod can interact with phenotype expression, reducing first pod insertion, plant height, hundred grain mass and, consequently, productivity.

Regarding the evaluated characteristics, the F2 segregating generation showed the greatest

oscillation, surpassing the pure lines for first pod insertion (FPI, cm); number of pods on the main stem (NPMS, un); number of pods with one seed (NP1, un); number of pods with two seeds (NP2, un); number of pods with four seeds (NP4, un); and seed mass per plant (SMP, g). Plant height (PH, cm) had lower mean fluctuations during the segregating generations and high correlations with productivity components: number of pods with one seed, number of pods with two seeds, and number of pods with three seeds. Seed shape (SS) was linked to the presence of storage fungi; the presence of green seeds increased as segregating generations progressed. Hilum color modification (HI) influenced the halo color (HA) but decreased the incidence of purple spot (PS). Integument color influenced the reduction of damage caused by bugs (BD). Longer cycle genotypes had lower seed mass per plant (SMP) in the F6 segregating generation.

Conclusions

Indirect selection of soybean genotypes for high grain mass per plant can be performed indirectly by cycle duration.

Plants with a higher number of pods can be selected indirectly by the number of pods with one, two, and three grains in the F3 generation.

References

ALMEIDA, L.A.; KIHHL, R.D.S.; DE MIRANDA, M.A.C.; CAMPELO, G.D.A. **Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes**. In: QUEIROZ, M.A. de; GOEDERT, C.O.; RAMOS S.R.R. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. (on line). Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nov. 1999.

ALMEIDA, R.D.A.; PELUZIO, J.M.; AFFÉRI, F.S. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. **Revista Ciência Agrônômica**, v.42, p.108-115, 2011.

BALBINOT JUNIOR, A.; PROCÓPIO, S.O.;

COSTA, J.M.; KOSINSKI, C.L.; PANISON, F.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C. Espaçamento reduzido e plantio cruzado associados a diferentes densidades de plantas em soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n.5, p.2977-2986, 2015.

BONATO, E.R.; BERTAGNOLLI, P.F.; LANGE, C.E.; RUBIN, S.D.A.L. Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.12, p.2391-2398, 2000.

CARVALHO, I.R. Melhoramento genético e biometria aplicada a produtividade e biofortificação de grãos do milho.160 f. 2018. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciências) -Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

CARVALHO, I.R.; NARDINO, M.; SOUZA, V.Q. **Melhoramento e cultivo da soja**. Porto Alegre: Cidadela. 2017, 336p.

CARVALHO, I.R.; SILVA, J.A.G.; LORO, M.V.; SARTURI, M.V.R.; HUTRA, D.J.; LAUTENCHLEGER, F. Soybean Nutraceutical Canonic inter-relations and its reflections on breeding. **Agropecuária Catarinense**, v.34, n.3, p.67-75, 2021.

CARVALHO, I.R.; SILVA, J.A.G.; MOURA, N.; FERREIRA, L.L.; LAUTENCHLEGER, F.; SOUZA, V.Q. Methods for estimation of genetic parameters in soybeans: an alternative to adjust residual variability. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v.45, e56156, p.1-10, 2022.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. v.11-Safra 2020/21 – N.11 – Décimo primeiro levantamento/agosto de 2021. Available at: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Accessed on: Sep 14, 2021.

FOLLMANN, D.N.; SOUZA, V.Q.; NARDINO, M.; CARVALHO, I.R.; DEMARI, G.H.; FERRARI, M.; PELEGRIN, A.J.; SZARESKI, V.J. Relações lineares entre caracteres de soja safrinha. **Revista de Ciências Agrárias**, v.40, n.1, p.213-221, 2017.

LORO, M.V.; CARVALHO, I.R.; SILVA, J.A.G.; MOURA, N.B.; HUTRA, D.J.; LAUTENCHLEGER, F. Artificial intelligence and multiple models applied to phytosanitary and nutritional aspects that interfere in the physiological potential of soybean seeds. **Brazilian Journal of Agriculture**, v.96, n.1, p.324-338, 2021.

MEIER, C.; MEIRA, D.; MARCHIORO, V.S.; OLIVOTO, T.; KLEIN, LA.; MORO, ED.; SOUZA, VQ. Performance agrônômica e correlação linear entre componentes de rendimento da

soja em segunda safra. **Revista de Ciências Agrônômicas**, v.42, n.4, p.933-941, 2019.

MEIRA, D.; SOUZA, V.Q.; CARVALHO, I.R.; NARDINO, M.; FOLLMANN, D.N.; MEIER, C.; BREZOLIN, P.; FERRARI, M.; PELEGRIN, A.J. Plastocrono e caracteres morfológicos da soja com hábito de crescimento indeterminado. **Revista Cultivando o Saber**, v.8, n.2, p.184-200, 2015.

OLIVEIRA, S.; LEMES, E.S.; DE MENDONÇA, A.O.; DIAS, L.W.; BRUNES, A.P.; LEITZKE, I.D.; MENEGHELLO, G.E. Tratamento de semente de soja com silício: efeitos na qualidade fisiológica e nas características agrônômicas. **Revista cultivando o saber**, v.8, n.2, p.215-230, 2015.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da Soja. In: BORÉM, Aluizio. **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999.

SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G.; GINALUPPI, V.; GIANLUPPI, D.; COSTA, K.N.A.; GOMES. Correlação entre componentes de produção de soja BRS tracajá e diferentes densidades de plantas no cerrado Roraima. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.9, n.1, p.34-40, 2019.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J.F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 5ª ed., Brasília: Embrapa, 2018.

SEGATTO, T.A.; CARVALHO, I.R.; KEHL, K.; HOFFMANN, J.F.; MEOTTI, M.G.L.; PORT, E.D.; LORO, M.V.; SFALCIN, I.C.; PRADEBON, L.C.; OURIQUE, R.S. Adaptability and stability of wheat genotypes for amino acids in grains. **Agropecuária Catarinense**, v. 35, n.3, p.82-89, 2022.

SZARESKI, V.J.; SOUZA, V.Q.; CARVALHO, I.R.; NARDINO, M.; FOLLMANN, D.N.; DEMARI, G.H.; OLIVOTO, T. Ambiente de cultivo e seus efeitos aos caracteres morfológicos e bromatológicos da soja. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.5, n.2, p.79-88. 2015.

ZANON, A.J.; SILVA, M.; TAGLIAPIETRA, E.; CERA, J.; BEXAIRA, K.; RICHTER, G.; STRECK, N. **Ecofisiologia da soja visando altas produtividades**. 1ª ed., 136p., 2018.

ZUFFO, A.M.; RIBEIRO, A.B.; BRUZI, A.T.; ZAMBIAZZI, E.V.; FONSECA, W.L. Correlações e análise de trilha em cultivares de soja cultivadas em diferentes densidades de plantas. **Cultura Agrônômica**, v.27, n.1, p.78-90, 2018.

Varição na data de plena floração do pessegueiro em função das temperaturas na endo e ecodormência: um modelo teórico



Augusto Carlos Pola¹, Emilio Della Bruna¹, Henrique Belmonte Petry² e Alexander Luís Moreto²

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de variáveis térmicas, anteriores e posteriores à data estimada do início da ecodormência, sobre a variação nas datas médias de plena floração (DMPF) do pessegueiro, em Urussanga, SC, Brasil. A fase teórica de endodormência apresentou uma duração aproximada de 70 dias. A temperatura média das máximas dos 30 dias imediatamente anteriores ao início da ecodormência e a média das temperaturas médias dos 20 dias posteriores foram as variáveis que apresentaram as maiores correlações com a DMPF, com $R = 0,88$ ($P \leq 0,01$) e $R = -0,69$ ($P \leq 0,05$), respectivamente. As temperaturas máximas da fase de endodormência teórica e as temperaturas médias dos 20 dias iniciais da ecodormência, em um modelo de regressão linear, explicaram 96% das variações observadas na DMPF. As temperaturas inferiores a 16°C nos 40 dias iniciais da fase de endodormência, inferiores a 22°C nos 30 dias finais dessa fase, e acima de 13°C nos 20 dias iniciais da ecodormência apresentaram correlações negativas com a DMPF e explicaram conjuntamente 93% das variações observadas. Na fase final da endodormência, as temperaturas amenas (13°C a 19°C) apresentaram maior influência sobre a antecipação da DMPF do que as inferiores a 13°C.

Termos para indexação: *Prunus persica*; Dormência; Horas de frio.

Variation in the full bloom date of peach tree as a function of endo- and ecodormancy temperatures: a theoretical model

Abstract – This study evaluates the influence of thermal variables, before and after the estimated date of ecodormancy onset, on the variation in average full bloom dates (DMPF) of peach trees in Urussanga, Santa Catarina, Brazil. Theoretical endodormancy phase lasted approximately 70 days. Average maximum temperature of the last 30 days of endodormancy and the average of the first 20 days of ecodormancy showed the highest correlations with DMPF, with $R = 0.88$ ($P \leq 0.01$) and $R = -0.69$ ($P \leq 0.05$), respectively. A linear regression model with the maximum temperatures of the theoretical endodormancy phase and the average temperatures of the first 20 days of ecodormancy explained 96% of the observed DMPF variations. Temperatures below 16°C in the first 40 days of endodormancy, below 22°C in the last 30 days, and above 13°C in the first 20 days of ecodormancy showed negative correlations with DMPF and together explained 93% of the observed variations. Median temperatures (13°C to 19°C) in the final endodormancy stage had a greater influence on DMPF anticipation than temperatures below 13°C.

Index terms: *Prunus persica*; Dormancy; Chill hours.

Introdução

A fase de dormência das frutíferas de clima temperado é comumente subdividida em três estágios: paradormência, endodormência e ecodormência. A paradormência refere-se à supressão do crescimento, que é imposta a determinados órgãos por outras estruturas da árvore (por exemplo, dominância apical), devido à produção e/ou ação de moléculas inibidoras (FADÓN et al.,

2020). Durante a endodormência, o crescimento não é possível mesmo sob condições adequadas de temperatura, caso as gemas não tenham recebido uma exposição suficiente ao frio. A ecodormência refere-se ao período subsequente, no qual as gemas precisam apenas de exposição suficiente ao calor para retomar o crescimento (FADÓN et al., 2020).

Em um modelo fenológico sequencial, a ordem comum, da senescência

até a brotação, é a paradormência seguida pela endodormência e, na sequência, a ecodormência. Nesse tipo de modelo, considera-se que, em um primeiro momento, a gema necessita de exposição a temperaturas baixas e/ou amenas para a indução, manutenção e superação da endodormência. Após essa fase, para a gema brotar, será necessária determinada quantidade de calor durante a ecodormência (POLA et al., 2019).

Recebido em 17/08/2022. Aceito para publicação em 21/03/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1538>

¹ Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri / Estação Experimental de Urussanga, Rodovia SC 108, km 353, 1563, Bairro Estação, 88840-000 Urussanga, SC, e-mail: pola@epagri.sc.gov.br, emilio@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Estação Experimental de Urussanga, Rodovia SC 108, km 353, 1563, Bairro Estação, 88840-000 Urussanga, SC, e-mail: henriquepetry@epagri.sc.gov.br, alexandermoreto@epagri.sc.gov.br.

É difícil determinar visualmente a campo a passagem da fase de endodormência para a ecodormência. Mas o conhecimento sobre esse momento de transição é fundamental para o desenvolvimento de modelos fenológicos e para a definição das necessidades de frio e de calor de diferentes espécies e variedades. Estimativas do fim da endodormência podem ser obtidas por meio de métodos estatísticos, como os utilizados por Alonso et al. (2005) e Fadó n et al. (2020), biológicos ou químicos (CAMARGO ALVAREZ et al., 2018; YU et al., 2020; GUILLAMÓN, 2020).

O método utilizado por Alonso et al. (2005) para estimar o início da ecodormência tem por base um modelo fenológico sequencial, com análise da evolução de correlações diárias obtidas entre a data de plena floração e médias móveis posteriores de temperatura. Este trabalho teve por objetivo avaliar essa metodologia e a influência de variáveis térmicas sobre a data média de plena floração do pessegueiro no município de Urussanga, SC, Brasil.

Material e métodos

O clima da região foi descrito como subtropical úmido, com verão quente e sem estação seca definida (Cfa, segundo a classificação de Köppen). As coordenadas da estação meteorológica são: latitude 28° 31' S, longitude 49° 19' W e altitude de 49m (Urussanga, SC). A temperatura média anual é de 19,9°C, variando entre 15,2°C em junho e 24,3°C em janeiro. A temperatura média das máximas varia de 22,1°C a 29,9°C e a das mínimas de 10,6°C a 19,9°C, de junho a janeiro, respectivamente (EPAGRI, 2021). A precipitação total anual é de 1.782 mm, sendo as chuvas normalmente bem distribuídas ao longo do ano. O total de horas com temperaturas inferiores a 7,2°C de abril a agosto é de 141 horas (EPAGRI, 2021).

Neste estudo, foram utilizadas as datas médias anuais de plena floração (DMPF) do pessegueiro de um período de 12 anos (2007 a 2018) da coleção de pessegueiros da Estação Experimental de Urussanga, localizada na latitude 28° 31' S, longitude 49° 19' W e altitude de 49m. Nessa coleção, são conserva-

dos, principalmente, genótipos de baixa exigência em frio. Para calcular as datas médias anuais de plena floração, foram utilizadas cerca de 140 datas de plena floração por ano de plantas com quatro ou mais anos de idade. A data de plena floração correspondeu ao estágio fenológico em que a planta apresentava cerca de 70% de flores abertas e foi determinada visualmente. A coleção de germoplasma estava situada a cerca de 500m da estação meteorológica, de onde foram coletados os dados meteorológicos utilizados neste trabalho.

A data de início da fase de ecodormência foi estimada a partir de correlações entre a DMPF e a média móvel posterior das temperaturas médias diárias, para um período de 20 dias, como utilizado por Alonso et al. (2005). A data de início da ecodormência correspondeu ao dia em que o coeficiente de correlação da média móvel de temperatura atingiu um valor negativo e significativo ($p \leq 0,05$). O valor absoluto mínimo significativo, ao nível de 5%, do coeficiente de correlação utilizado foi de $R = 0,576$ (BARBETTA, 2010).

Para as análises de regressão, as datas médias de plena floração (DMPF; variável dependente) foram transformadas para “dias a partir de 1º de junho”. As variações das datas médias de plena floração foram primeiramente avaliadas por meio de análise de regressão linear simples e, posteriormente, de regressão linear múltipla. Como variáveis independentes, foram utilizadas, inicialmente, as médias de temperaturas máximas, médias e mínimas de três diferentes fases consecutivas, as quais foram estabelecidas para facilitar as análises neste estudo. Posteriormente, foram analisadas, nas mesmas três fases, as correlações obtidas entre a DMPF e o número de horas em que as temperaturas (t) permaneceram em oito faixas predeterminadas: ($t \leq 7,0$; $i < t \leq i+3$, $i \in \{7,10,13,16,19,22\}$; $t > 25,0$). O tempo de permanência da temperatura nessas faixas foi calculado com a utilização de planilha eletrônica e funções condicionais. Para a estimativa das temperaturas horárias, considerouse uma variação linear entre os horários de ocorrência da temperatura mínima, das 9h, da máxima e das 21h. Além disso, foi considerado fixo o horário de

ocorrência das temperaturas extremas (6h e 15h). Assim, as temperaturas horárias foram estimadas por interpolação linear simples.

Resultados e discussão

De acordo com a metodologia utilizada por Alonso (2005), a primeira data a apresentar correlações negativas significativas, ao nível de 5%, entre médias móveis posteriores de temperatura e a data de floração, designa o início da fase de ecodormência. Em seu estudo, Alonso (2005) considerou a média móvel posterior de 20 dias de temperaturas médias como a que melhor indicou o início da ecodormência. Neste trabalho foi utilizado o mesmo critério. Assim, na Figura 1A pode ser visualizado o início da fase de ecodormência teórica (IE) no dia 24 de junho. Nesse dia, as médias móveis posteriores de 20 dias apresentaram maiores valores de correlação do que as médias de 25 e 30 dias para as três variáveis de temperatura, como pode ser observado nos três gráficos da Figura 1.

No período compreendido entre 10 de abril e o início da fase de ecodormência IE, com 75 dias de duração, as médias móveis posteriores das temperaturas máximas, médias e mínimas apresentaram, de maneira geral, correlações predominantemente positivas com a data de plena floração (Figura 1). Esses resultados concordam com os obtidos por Alonso et al. (2005) e por Chaar & Astorga (2012), que também observaram correlações positivas nessa fase, para amendoeira (*Prunus amygdalus*) em Aragón (ES) e pessegueiro em Mendoza (AR), respectivamente. Em razão de os coeficientes de correlação positivos, neste tipo de estudo, serem um indicativo de endodormência (ALONSO et al., 2005), considerou-se, neste trabalho, para efeitos práticos, a ocorrência da fase de endodormência teórica entre 10 de abril e 23 de junho (Figura 1B). Entretanto, salienta-se que durante essa fase de 75 dias possivelmente também ocorrem inibições devido à paradormência, principalmente relacionadas à influência da dominância apical (inibição da brotação das gemas laterais pela gema apical), como relatado por

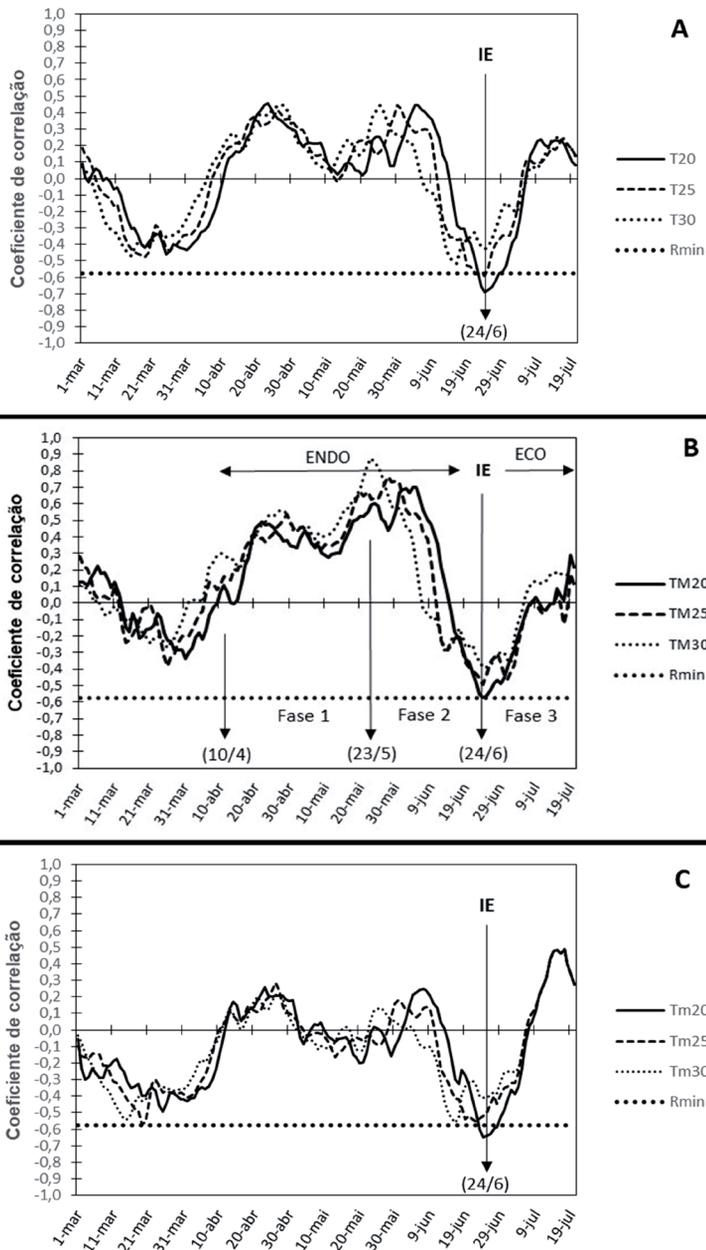


Figura 1. Evolução dos coeficientes de correlações diários entre a data média de plena floração do pessegueiro (DMPF) e as médias móveis posteriores de temperatura, com diferentes períodos de duração (20, 25 e 30 dias). As médias móveis posteriores foram calculadas utilizando temperaturas médias T (Figura A), máximas TM (Figura B) e mínimas Tm (Figura C). IE representa a data teórica de início da ecodormância. ENDO indica a fase de endodormância, e ECO a ecodormância. A linha tracejada horizontal indica o valor mínimo significativo do coeficiente de correlação negativo ao nível de 5% de probabilidade (Rmin). Urussanga, SC, Brasil, 2007 a 2018

Figure 1. Evolution of daily correlation coefficients between the average date of full bloom of the peach tree (DMPF) and subsequent moving averages of temperature, with different duration periods (20, 25 and 30 days). Subsequent moving averages were calculated using mean temperatures T (Figure A), maximum temperatures TM (Figure B) and minimum temperatures Tm (Figure C). IE represents the theoretical start date of ecodormancy. ENDO indicates the endodormancy phase and ECO the ecodormancy. The horizontal dashed line indicates the least significant value of the negative correlation coefficient at the 5% probability level (Rmin). Urussanga, SC, Brazil, 2007 to 2018

Anzanello et al. (2020) e Pola et al. (2022).

O uso de temperaturas máximas e médias proporcionaram, de maneira geral, coeficientes de correlação mais elevados do que a utilização das temperaturas mínimas, de maneira similar aos resultados obtidos por Alonso et al. (2005). As médias móveis posteriores das temperaturas máximas foram as que apresentaram as maiores correlações na fase de endodormância teórica. Assim, com base nas médias móveis desta variável (temperatura máxima), representadas na Figura 1B, foram definidos três períodos para a elaboração das equações de estimativa da data de plena floração: Fase 1 – do início das médias móveis positivas (10 de abril) até a data de máxima correlação observada (22 de maio); Fase 2 – da data de máxima correlação até o fim da endodormância (23 de maio a 23 de junho); Fase 3 – do início da ecodormância até 20 dias depois (24 de junho a 13 de julho).

Na Fase 2, com 32 dias de duração, que representa a fase final da endodormância teórica, a temperatura média das máximas apresentou a maior correlação com a DMPF, com $R = 0,88$ ($p \leq 0,01$). Portanto, quanto mais elevadas estiveram as temperaturas máximas na Fase 2, mais tardiamente ocorreu o florescimento.

Na Fase 3 (24 de junho a 13 de julho), que representa os 20 dias iniciais da ecodormância teórica, a média móvel posterior de 20 dias das temperaturas médias foi a que apresentou maior correlação com a data de plena floração (Figura 1A), com $R = -0,69$ ($p \leq 0,05$). Essa correlação negativa caracteriza uma fase ecodormante, quando as baixas temperaturas geram acumulação de calor mais lenta, diminuição do desenvolvimento da gema e atraso na data de floração (ALONSO et al., 2005).

Foi composta uma equação linear com duas variáveis independentes para estimar a data média de floração, utilizando a temperatura média das máximas da Fase 2 e a temperatura média da Fase 3 (Equação 1; Tabela 1). Também foi elaborada uma equação com três variáveis independentes, adicionando a temperatura média das máximas da Fase 1 (Equação 2; Tabela 1). A significância estatística dos coeficientes das equações é um indicativo de que as temperaturas nas três fases podem influenciar conjuntamente as variações nas datas de plena floração do pessegueiro na região do estudo, principalmente nas duas últimas fases (Tabela 1).

Na Figura 2 é apresentada graficamente a relação entre as datas observadas de plena floração e as datas estimadas por meio da Equação 2 (Tabela 1). É possível observar que os valores estimados de DMPF foram bem próximos dos encontrados, resultando em um erro padrão da estimativa relativamente baixo ($Se = 1,6$ dia).

A Equação 3 da Tabela 1 representa as maiores influências das temperaturas, por faixas térmicas, encontradas para cada fase. Na Fase 1 (10 de abril a 22 de maio), as temperaturas abaixo de 16°C foram as que mais se relacionaram com a antecipação da floração. Muitos estudos demonstraram que gemas dormentes com maiores exposições a temperaturas de resfriamen-

Tabela 1. Equações de regressão linear múltipla entre a data média de plena floração do pessegueiro (variável dependente) e as variáveis independentes: temperatura média das máximas (TM), número de horas com temperatura abaixo de 16°C (NH < 16) e acima de 22°C (NH > 22), em dois diferentes períodos da fase de endodormência teórica; temperatura média das médias (T) e número de horas com temperaturas acima de 13°C (NH > 13) no período de 20 dias iniciais da ecodormência teórica

Table 1. Multiple linear regression equations between the average date of full bloom of the peach tree (dependent variable) and the independent variables: mean maximum temperature (TM), number of hours with temperature below 16°C (NH < 16) and above of 22°C (NH > 22), in two different periods of the theoretical endodormancy phase; mean temperature of the means (T) and number of hours with temperatures above 13°C (NH > 13) in the initial 20-day period of theoretical ecodormancy

Equação	Variáveis independentes			Coeficientes da equação				R ²	F	p-valor			Se
	X ₁	X ₂	X ₃	a	b	c	d			b	c	d	
1	-	TM _{20abr-12jun}	T _{20abr-12jun}	-22,04	-	5,1818	-1,9300	0,9293	59,13**	-	0,0000	0,0018	2,2
2	TM _{20abr-12jun}	TM _{23maio-23jun}	T _{23maio-23jun}	-60,12	1,7684	4,8285	-1,8570	0,9572	59,62**	0,0502	0,0000	0,0010	1,8
3	NH<16 _{20abr-12jun}	NH>22 _{23maio-23jun}	NH>13 _{20abr-12jun}	98,15	-0,0270	0,1670	-2,6567	0,9256	33,19**	0,0400	0,0005	0,0005	2,4

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Se: erro padrão da estimativa, em dias.

** : significant at the 1% probability level by the F test. Se: standard error of the estimate, in days.

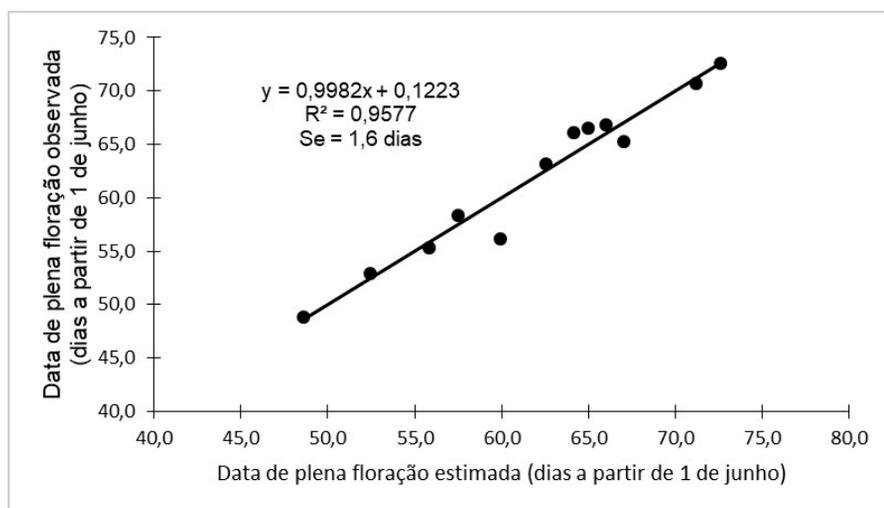


Figura 2. Regressão linear entre a data de plena floração observada do pessegueiro (variável dependente y) e a data estimada pela equação $DPF_{est} = -60,12 + 1,77TM_1 + 4,83TM_2 - 1,86T$, em que TM_1 e TM_2 são as médias das temperaturas máximas dos períodos de 10 de abril a 22 de maio (Fase 1 da endodormência teórica) e de 23 de maio a 23 de junho (Fase 2 da endodormência teórica), respectivamente, e T é a temperatura média de 24 de junho a 13 julho (fase da ecodormência). “Se”: erro padrão da estimativa. Urussanga, SC, Brasil, 2007 a 2018

Figure 2. Linear regression between the observed full bloom date of the peach tree (dependent variable y) and the date estimated by the equation $DPF_{est} = -60,12 + 1,77TM_1 + 4,83TM_2 - 1,86T$, where TM_1 and TM_2 are the averages of maximum temperatures for the periods from 04/10 to 5/22 (Phase 1 of theoretical endodormancy) and from 5/23 to 6/23 (Phase 2 of theoretical endodormancy), respectively, and T is the mean temperature of 6/24 to 7/13 (echodormancy phase). “Se”: standard error of the estimate. Urussanga, SC, Brazil, 2007 to 2018

to brotaram mais precocemente (OKIE & BLACKBURN, 2011; PLETTERS et al., 2015; NANNINGA et al., 2017).

Na Fase 2 da endodormência, a faixa térmica com temperaturas acima de 22°C foi a que apresentou maior correlação com a data de floração, com R = 0,76, ou seja, quanto maior foi o número de horas com temperaturas acima

dessa base, mais tardiamente ocorreu a plena floração. Em pessegueiro, temperaturas acima de 21°C exercem influência negativa sobre o frio acumulado (MELKE, 2015), o que pode explicar a relação direta entre temperaturas elevadas e florações tardias, que foram observadas neste trabalho. Na Fase 3, correspondente aos 20 dias iniciais da

ecodormência, a faixa térmica relativa às temperaturas acima de 13°C foi a que exibiu maior correlação com a DMPF.

Na Fase 2 da endodormência, as temperaturas inferiores a 16°C não mais apresentaram correlações significativas com a DMPF, ao contrário do observado na Fase 1. Essa significância passou a ser representada por temperaturas medianas (entre 13°C e 19°C). A diminuição da influência das baixas temperaturas (inferiores a 16°C) sobre a antecipação da DMPF na Fase 2 e o aumento da influência das temperaturas amenas na Fase 3 podem ser visualizados na Figura 3. Esses resultados são um indicativo de que o efeito das temperaturas na endodormência pode ser diferenciado, de acordo com o estágio de desenvolvimento fisiológico da gema. Campoy et al. (2012) mostraram que o estágio da dormência tem forte influência sobre o efeito de diferentes temperaturas na evolução da dormência em damasqueiro. Young (1992) também observou um ligeiro aumento na temperatura ideal de resfriamento próximo ao estágio final da endodormência na macieira, enquanto Erez e Couvillon (1987) relataram que o efeito de temperaturas moderadas sobre o término do repouso parecia aumentar quando aplicadas durante os últimos estágios da dormência do pessegueiro. Segundo Dennis (2003), a temperatura ótima para resfriamento, assim como as que negam o efeito do frio, podem variar com o estágio do repouso.

Muitos modelos de unidades de frio tradicionais, como os citados por Melke

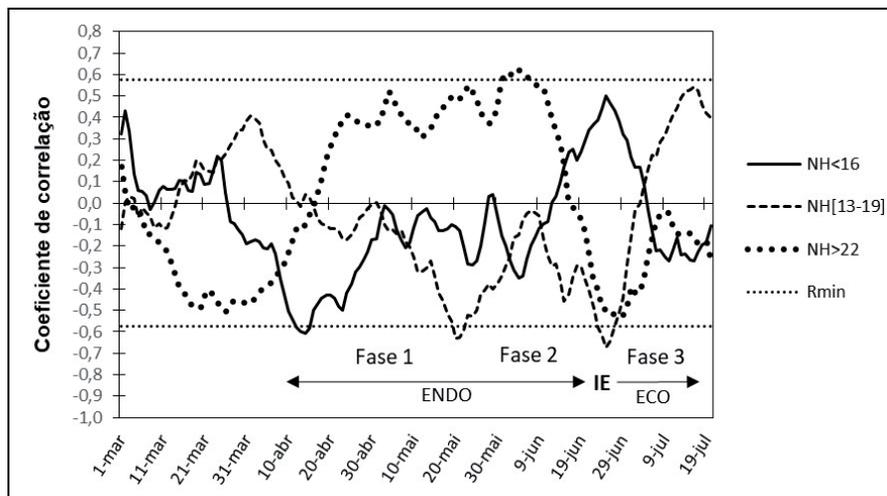


Figura 3. Evolução dos coeficientes de correlações diários entre a data média de plena floração do pessegueiro e as médias móveis posteriores, com 20 dias de duração, do número de horas com temperatura abaixo de 16°C (NH < 16), entre 13°C e 19°C (NH [13-19]) e acima de 22°C (NH > 22). IE representa a data teórica de início da ecodormiência. ENDO indica a fase estimada de endodormiência, e ECO a ecodormiência. A linha tracejada horizontal indica o valor mínimo do coeficiente de correlação para ser considerado significativo ao nível de 5% de probabilidade (Rmin). Urussanga, SC, Brasil, 2007 a 2018

Figure 3. Evolution of the daily correlation coefficients between the average date of full bloom of the peach tree and the subsequent moving averages, with 20 days of duration, of the number of hours with temperature below 16°C (NH < 16), between 13°C and 19°C (NH [13-19]) and above 22°C (NH > 22). IE represents the theoretical start date of ecodormancy. ENDO indicates the estimated phase of endodormiência and ECO the ecodormiência. The horizontal dashed line indicates the minimum value of the correlation coefficient to be considered significant at the 5% probability level (Rmin). Urussanga, SC, Brazil, 2007 to 2018

(2015), não consideram as temperaturas entre 16°C e 19°C como efetivas para a necessidade de resfriamento das gemas durante a endodormiência. Entretanto, no modelo dinâmico, proposto por Fishman et al. (1987), é considerado um efeito sinérgico entre as temperaturas amenas e as baixas temperaturas, em um ciclo diário, para a superação da dormiência. Trabalhos com damasqueiro, macieira e pessegueiro mostraram que temperaturas amenas de 15°C a 20°C, alternadas com 3°C a 6°C, são importantes para a superação da dormiência (ANZANELLO, 2018).

De acordo com Campoy Corbalan (2009), muitos modelos fenológicos atribuem um efeito constante de cada temperatura para a quebra da dormiência, mas existem fortes evidências de que ele depende do estágio considerado. Se todas essas evidências realmente indicam uma tendência geral, os novos modelos para estimar o acúmulo de frio deveriam incorporar esse efeito variável das temperaturas (CAMPOY CORBALAN,

2009). Portanto, considerar um efeito diferenciado para uma mesma temperatura durante a evolução da endodormiência, como foi observado neste trabalho, pode ser importante para o desenvolvimento de modelos de unidades de frio mais adequados para espécies frutíferas de clima temperado sob condições climáticas subtropicais.

Conclusões

O modelo estatístico de Alonso et al. (2005) mostra-se adequado para a determinação da data média do término da endodormiência do pessegueiro na região de Urussanga, SC.

A temperatura média das máximas nos 32 dias finais da fase teórica de endodormiência é a variável que mais se correlacionou com a data de plena floração do pessegueiro.

As temperaturas apresentaram um efeito diferenciado sobre as datas de floração durante a evolução da endodormiência.

Referências

ALONSO, J.M.; ANSÓN, J.M.; ESPIAU, M.T.; COMPANY, R.S.i. Determination of endodormancy break in almond flower buds by a correlation model using the average temperature of different day intervals and its application on the estimation of chill and heat requirements and blooming date. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.130, n.3, p.308-318, 2005. Doi: <https://doi.org/10.21273/JASHS.130.3.308>

ANZANELLO, R.; FIALHO, F.B.; SANTOS, H.P. dos. Chilling requirements and dormancy evolution in grapevine buds. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.42, n.4, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1590/1413-70542018424014618>

ANZANELLO, R.; SANTOS, H.P. dos; FIALHO, F.B. Influência das gemas laterais sobre a brotação da gema apical em ramos de macieira. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava-PR, v.13, 2020. Doi: <https://doi.org/10.5935/PaeT.V13.e6422>

BARBETTA, P.A.; **Estatística aplicada às Ciências Sociais**. 7 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2010. 320p.

CAMARGO ALVAREZ, H.; SALAZAR-GUTIÉRREZ, M.; ZAPATA, D. et al. Time to-event analysis to evaluate dormancy status of single-bud cuttings: an example for grapevines. **Plant Methods**, v.14, n.94, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1186/s13007-018-0361-0>

CAMPOY CORBALÁN, J.A. **Letargo invernal en albaricoquero (Prunus armeniaca L). Análisis de diversos factores que afectan su evolución**. 2009. 247f. (Doutorado). Cartagena, Universidade Politécnica de Cartagena.

CAMPOY, J.A., RUIZ, D., NORTES, M.D.; EGEA, J. Temperature efficiency for dormancy release in apricot varies when applied at different amounts of chill accumulation. **Plant Biology**, v.15, p.28-35, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2012.00636.x>

CHAAR, J.; ASTORGA, D. Determinación del requerimiento de frío y de calor en duraznero mediante un modelo de correlación. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v.38, n.3, p.289-298, 2012.

DENNIS JR., F.G. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. **HortScience**, v.38, n.3, 2003. Doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.38.3.347>

- EPAGRI. **Manual de produção da uva Goe-the**. Florianópolis, SC, 2021. 108p. (Epagri. Sistema de Produção, 54).
- EREZ, A., COUVILLON, G.A. Characterization of the influence of moderate temperatures on rest completion in peach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v.112, n.4, p.677-680, 1987.
- FADÓN, E.; FERNANDEZ, E.; BEHN, H.; LUEDLING, E. 2020. A conceptual framework for winter dormancy in deciduous trees. **Agronomy**, v.10, n.2, 2020. Doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy10020241>
- FISHMAN, S., EREZ, A.; COUVILLON, G.A. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: mathematical analysis of a two step model involving cooperative transition. **J. Theor. Biol.**, v.124, p.473-483, 1987.
- GUILLAMÓN, J.G.; PRUDENCIO, A.S.; YUSTE, J.E.; DICENTA, F.; SANCHEZ-PEREZ, R. Ascorbic acid and prunasin, two candidate biomarkers for endodormancy release in almond flower buds identified by a nontargeted metabolomic study. **Horticulture Research**, v.7, n.203, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41438-020-00427-5>
- MELKE, A. The physiology of chilling temperature requirements for dormancy release and bud-break in temperate fruit trees grown at mild winter tropical climate. **Journal of Plant Studies**, Toronto, v.4, n.2, 2015. Doi: <https://doi.org/10.5539/jps.v4n2p110>
- NANNINGA, C.; BUYARSKI, C.R.; PRETORIUS, A.M.; MONTGOMERY, R.A. Increased exposure to chilling advances the time to budburst in North American tree species. **Tree Physiology**, v.37, p.1727-1738, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1093/treephys/tpx136>
- OKIE, W.R.; BLACKBURN, B. Increasing chilling reduces heat requirement for floral budbreak in peach. **Hortscience**, Alexandria, v.46, n.2, p.245-252, 2011. Doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.2.245>
- PLETSERS, A., CAFFARRA, A., KELLEHER, C.T.; DONNELLY, A. Chilling temperature and photoperiod influence the timing of bud burst in juvenile *Betula pubescens* Ehrh. and *Populus tremula* L. trees. **Annals of Forest Science**, v.72, n.7, p. 941-953, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13595-015-0491-8>
- POLA, A.C.; DELLA BRUNA, E.; PETRY, H.B.; MORETO, A.L. Florescimento precoce em pessegueiro e sua relação com a temperatura: um estudo de caso. **Agropecuária Catarinense**, v.32, n.1, p.70-74, 2019. Doi: <https://doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n1.9>
- POLA, A.C.; DELLA BRUNA, E.; PETRY, H.B.; MORETO, A.L. Dinâmica da dormência de gemas reprodutivas e vegetativas de pessegueiro em um clima subtropical. **Horticultura Argentina**, Buenos Aires, v.41, n.105, 2022.
- YOUNG, E. Timing of high temperature influences chilling negation in dormant apple trees. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.**, v.117, p.271-273, 1992. Doi: <https://doi.org/10.21273/JASHS.117.2.271>
- YU, J.; CONRAD, A.O.; DECROOQ, V.; ZHEBENTYAYEVA, T.; WILLIAMS, D.E.; BENNETT, D.; ROCH, G.; AUDERGON, J.M.; DARDICK, C.; LIU, Z.; ABBOTT, A.G.; STATON, M.E. Distinctive gene expression patterns define Endodormancy to Ecodormancy transition in apricot and peach. **Frontiers in Plant Science**, v.11, 2020. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00180>

Phenology and fruit quality of peach tree cultivars under the subtropical climatic conditions of Cerro Largo, RS, Brazil



Helena Konarzewski Posser¹, Sidinei Zwick Radons², Débora Leitzke Betemps³,
Bruna da Rosa Dutra⁴ and Jorge Gustavo Pinheiro Barbosa⁵

Abstract – Knowledge about local microclimatic conditions and their influence on flowering, vegetative buds, endodormancy release, phenology, and the production and quality of peaches is essential for the successful introduction of varieties adapted to the region. This study aimed to evaluate the adaptability of four peach cultivars to the edaphoclimatic conditions of the municipality of Cerro Largo, Rio Grande do Sul, Brazil, from 2019 to 2020. The experimental design was completely randomized, with four cultivars (BRS Kampai, BRS Regalo, Chimarrita, and Eldorado) and nine replications. The plants were arranged in four rows, with 2m between plants and 3.5m between rows, and trained in a Y-system. This study evaluated the following parameters: dates of the phenological stages of flowering and sprouting, vegetative growth, fruit production, quality attributes, and weather conditions. Under the experimental conditions, BRS Kampai showed earlier sprouting and flowering. The Eldorado cultivar showed the longest length of flowering and sprouting. BRS Regalo showed the highest vegetative growth and fruit yield values and was the most adapted to the studied region. The Chimarrita cultivar had the highest average fruit mass and the largest fruit sizes. Eldorado and BRS Regalo had firmer fruits while BRS Kampai, BRS Regalo, and Chimarrita showed the expected values for the TSS, TTA, pH, and TSS/ATT ratio parameters, producing high-quality fruits for fresh consumption.

Index terms: *Prunus persica*; Phenology; Yield; Fruit Quality; Chilling hours.

Fenologia e qualidade de frutos de cultivares de pessegueiro às condições subtropicais de Cerro Largo, RS, Brasil

Resumo – O conhecimento das condições microclimáticas locais e de sua influência na formação das gemas floríferas e vegetativas, na superação da endodormência, na fenologia, na produção e na qualidade de frutos do pessegueiro é fundamental para a implantação de variedades adaptadas à região, a fim de obter êxito com a espécie. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de quatro cultivares de pessegueiro para as condições edafoclimáticas do município de Cerro Largo, RS. O experimento foi realizado durante os anos de 2019 e 2020. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro cultivares (BRS Kampai, BRS Regalo, Chimarrita e Eldorado) e nove repetições. As plantas estão dispostas em quatro linhas, com espaçamento de 2m entre plantas e 3,5m entre linhas, conduzidas em sistema Y. Foram avaliados: datas dos estádios fenológicos de florescimento e brotação, crescimento vegetativo, produção e atributos de qualidade dos frutos, bem como as condições meteorológicas. Nas condições avaliadas, BRS Kampai apresentou brotação e floração mais precoce. Já Eldorado teve maior duração dos períodos de floração e brotação. BRS Regalo apresentou maior crescimento vegetativo e produtividade de frutos, mostrando-se mais adaptada para a região de estudo. Chimarrita registrou maior massa média dos frutos, com maiores dimensões. Eldorado e BRS Regalo apresentaram os frutos mais firmes. BRS Kampai, BRS Regalo e Chimarrita apresentaram características de SST, ATT, pH e ratio previamente esperadas, o que proporciona frutos de qualidade para consumo *in natura*.

Termos para indexação: *Prunus persica*; Fenologia; Produtividade; Qualidade dos frutos; Horas de frio.

Introduction

In Brazil, the edaphoclimatic conditions of the states in the South region and part of the states in the Southeast region of Brazil favor the production and, consequently, the

commercial exploitation of peaches and nectarines. Peach cultivation—*Prunus persica* (L.) Batsch—stands out in Rio Grande do Sul (RS), with a significant production due to the climatic conditions, the proximity to preservation industries, and the genetic

improvement program for adapted cultivars (FRANZON & RASEIRA, 2014).

Peach is a temperate fruit species that has adapted to subtropical climate conditions (RASEIRA & NAKASU, 2002) due to many breeding studies, allowing its development in regions with milder

Received on 31/05/2022. Accepted for publication on 02/02/23.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i1.1497>

¹ Agricultural engineer, Master in Environment and Sustainable Technologies from the Federal University of Fronteira Sul (UFFS), Av. Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580, CEP 97900-000, Cerro Largo, RS, Brazil; email: helenak.posser@yahoo.com.br.

² Agricultural engineer, PhD, Professor of Agronomy at UFFS. Av. Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580, CEP 97900-000, Cerro Largo, RS, Brazil; email: sidineiradons@gmail.com.

³ Agricultural engineer, PhD, Professor of Agronomy at UFFS, Av. Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580, CEP 97900-000, Cerro Largo, RS, Brazil; email: debora.betemps@uffs.edu.br.

⁴ Agricultural engineer, Master's student in Agroecosystems of the Federal University of Santa Catarina (UFSC), Rod. Admar Gonzaga, 1346, CEP 88034-000, Florianópolis, SC, email: bbrunardutra@gmail.com.

⁵ Agricultural engineer, Master's student in Soil Science of the Federal University of Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria, RS email: barbosa.jorge@acad.ufsm.br.

winters.

The plants have a dormancy stage in which their development stabilizes. This dormancy is only overcome with an accumulation of winter chill hours below 7.2°C. The lack of this accumulation promotes low sprouting, uneven flowering, and reduced effective fruiting (LEITE et al., 2004).

Since each cultivar has different climatic requirements, the study of plant phenology can help assess if a particular cultivar adapts to the region and identify the timing of important phenological stages, such as sprouting, flowering, and ripening (LAZZARI, 2011).

The climatic elements vary depending on the location, especially the air temperature, directly influencing the flowering, sprouting, and fruiting of the peach. Therefore, understanding the local microclimatic conditions and their influence on flowering, vegetative buds, endodormancy release, and the phenological and productive characteristics of this fruit is important to successfully introduce peach varieties adapted to the region (NIENOW & FLOSS, 2003).

Considering the need of producers for cultivars that meet the demands of the consumer market and the lack of studies on the recommendation of cultivars for the studied region, this study aimed to evaluate the adaptability of peach cultivars to the climatic conditions of the municipality of Cerro Largo, Northwestern Rio Grande do Sul, Brazil.

Material and methods

The study was conducted in an orchard in the experimental area of the Federal University of Fronteira Sul (UFFS), Campus Cerro Largo, RS (28°08' S 54°45' W; 260m), where the soil is classified as a red latosol of the Santo Ângelo mapping unit (EMBRAPA, 2006), from 2019 to 2020. The region has a humid subtropical climate, with hot summers and no dry season (Cfa), according to the Köppen climate classification (ALVARES et al., 2013).

The orchard received in October 2017 four peach cultivars: BRS Kampai, BRS Regalo, Chimarrita, and Eldorado, with all plants grafted on the Capdeboscq rootstock. The plants were

arranged in four rows, with 2m between plants and 3.5m between rows, and trained in a Y-system. The orchard was managed with ecological practices. The experimental design was completely randomized, with four cultivars and nine replications, in which the experimental unit included a single plant.

For the weekly evaluation of sprouting and flowering phenology, two branches from each quadrant were selected and identified with ribbons, their length was measured, and the number of buds was counted. The evaluations were performed after the vegetative rest period, observing the beginning of flowering and sprouting (5%), full bloom (50%), and the final period (75%), according to the percentage of buds during open flowering or petal fall in relation to the total number of flower buds/minimum green tip stage (SOUZA, 2012). Manual thinning was performed when the fruits reached about 20mm diameter.

For the vegetative growth analyses, the variables plant height, main stem length, secondary branch length, and trunk diameter (March to December) were evaluated monthly and the canopy diameter and the arithmetic mean of the measurements of the longitudinal and transverse trunk diameter in relation to the planting row, five centimeters above the grafting point, were estimated in December. Canopy width and thickness measurements considered the branches farthest from the center in both directions as limits. Canopy height was measured from the insertion of the first branch in the trunk and canopy volume was assessed according to Rossi (2004).

Suture diameter and average fruit mass were measured on four samples of ten commercially ripe fruits per cultivar. The yield per plant was calculated by multiplying the average fruit mass by the number of fruits per plant, and the estimated yield per hectare by multiplying the yield per plant by the population (1,433 plants ha⁻¹). Then, manual thinning was performed so as to leave four to five fruits per 2 cm of the trunk section area (SACHS et al., 1984). Pulp firmness was measured with a penetrometer. Total titratable acidity (TTA) was obtained by diluting 10mL of juice in 90mL of distilled water, followed

by titration with 0.1 N sodium hydroxide (NaOH) until pH 8.1 (turning point) was reached. In this study, pH was evaluated with a digital pH meter and total soluble solids (TSS) using a portable refractometer. The TSS/TTA ratio was the quotient between the two variables. Epidermal color was analyzed by three readings at the equatorial region of the fruit using a Minolta® CR400 colorimeter, with an 8 mm aperture D65 light source. The three-dimensional reading expressed by lightness (L), color direction "a" (green to red), and color direction "b" (blue to yellow) allowed the estimation of the color hue based on the hue angle ($h^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$). Analyses were performed according to the methodology proposed by the Adolfo Lutz Institute (2008).

Weather conditions were recorded every 10 minutes by a Davis® Vantage Pro2 automatic weather station located 250 meters from the cultivars. Data on rainfall, air temperature, and incident global solar radiation were also measured. The occurrence of chill hours was estimated considering temperature limits below 7.2°C, 10°C, 12°C, and 15°C (LAZZARI, 2011). The data obtained were subjected to analysis of variance and compared by Tukey's test at 5% probability of error using the SASM-Agri software.

Results and discussion

Compared to the climate normals (WREGÉ et al., 2011), monthly rainfall during 2019 was above normal, except in June and September. In 2020, rainfall was below normal, except from May to July, which may have compromised flowering. Solar radiation was similar to normal. Air temperature, both minimum and maximum, showed mean values above the normal range (Figure 1).

From May to October 2019, we observed 169 accumulated chill hours (CH) below 7.2°C and 424 below 10°C. In 2020, the values were 182 CH (<7.2°C) and 476 CH (<10°C). Considering climate normals (WREGÉ et al., 2011), the region has 137 CH (<7.2°C), which shows more chill hours below 7.2°C than the normal.

In 2019, the beginning of flowering in most cultivars was on July 12, except for BRS Kampai, which started flowering on

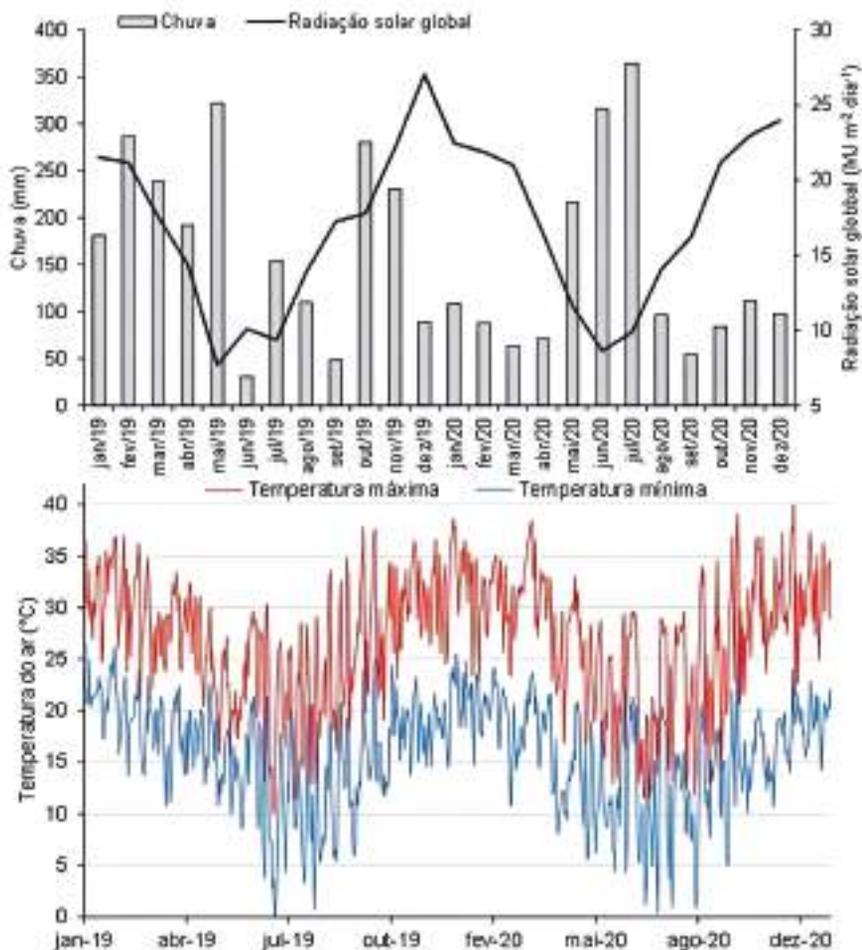


Figure 1. Monthly sum of rainfall, monthly mean of incident global solar radiation, minimum and maximum daily air temperatures from January 2019 to December 2020, in Cerro Largo, RS

Figura 1. Soma mensal da precipitação, média mensal da radiação solar global incidente, temperaturas mínimas e máximas diárias do ar de janeiro de 2019 a dezembro de 2020, em Cerro Largo, RS

July 5. The end of flowering was on July 27 for BRS Kampai, August 23 for BRS Regalo, August 16 for Chimarrita, and August 30 for Eldorado, corroborating the results found by Lazzari (2011) in the Upper and Middle Uruguay River valley, RS, for the Chimarrita and Eldorado cultivars.

In 2020, the beginning of flowering for most cultivars was on July 17, except for BRS Kampai, which started on July 10. The end of flowering was on August 10 for BRS Kampai, August 17 for Chimarrita, and August 24 for BRS Regalo and Eldorado. Regarding the total winter chill hours necessary for the beginning of flowering, except for BRS Kampai (249.7 CH<10°C), all treatments started with 279.3 CH<10°C. In 2020, the greater number of chill hours and higher rainfall in July led to a

later beginning of flowering.

The beginning of sprouting for BRS Kampai was in the first days of July. In 2019, the remaining cultivars began to sprout in the first half of July. Sprouting was completed for BRS Kampai and Chimarrita in the last week of July and in early August for Eldorado and Kampai. The end of sprouting for BRS Kampai was in early August, followed by Chimarrita and, finally, Eldorado and BRS Regalo. In Pelotas, RS, Picolotto (2009) observed that the Chimarrita cultivar began to sprout in the second half of July, corroborating the results of this study, but differing from the study by Lazzari (2011), in which the Chimarrita and Eldorado cultivars entered the vegetative stage in early August in Frederico Westphalen, RS.

In 2020, BRS Kampai began to sprout

on July 10 while the other cultivars entered this stage in the second half of July. Sprouting was completed for BRS Kampai in the last week of July, followed by Chimarrita, in the first week of August, BRS Regalo, in the second half of August, and Eldorado, in the first week of September. For BRS Kampai, sprouting ended in the last week of August, followed by Chimarrita and, finally, BRS Regalo and Eldorado, in the first week of September.

BRS Regalo had the largest trunk diameter averages (Table 1). According to Gonçalves (2011), the larger the trunk diameter, the greater the production load capacity, corroborating the results of this study, in which BRS Regalo had the highest fruit production per plant (Table 2).

BRS Regalo had the highest plant height. In 2020, plant height values were lower compared to 2019 due to branch bending. This cultivar also had higher canopy volume (Table 1).

Regarding yield, BRS Regalo produced 8.94kg fruits per plant (pl) and 12,770kg ha⁻¹. BRS Kampai produced 3.28kg pl⁻¹ (Table 3), differing from the results found by Varago (2017) in Paraná, where this cultivar produced 8.15kg pl⁻¹. Our results for Chimarrita and Eldorado were similar to his study, with 3.97 and 5.06kg pl⁻¹, respectively. Under the conditions of Serra Gaúcha, Anzanello and Menin (2018) found high values for Chimarrita, BRS Kampai, and BRS Regalo, with 40, 27.8, and 23.3kg pl⁻¹, respectively. The yield results in this study were lower than the averages considered satisfactory. The orchard was young and the plants began to produce more expressively from the third year after planting (SIMÃO, 1998). Other factors concerning the local environment may also reduce fruit production, such as fewer chill hours (NIENOW & FLOSS, 2003).

Chimarrita produced fruits with 128.23g and 62.24mm average diameter (Table 3). These results are similar to the study by Souza (2012) in Lavras, Minas Gerais (MG), Brazil. BRS Regalo and Eldorado produced fruits with 103.5 g and 96.14g and diameters of 57.06 mm and 50.09mm, respectively.

These cultivars also produced fruits with a firmer pulp, which gave them greater strength and possibly longer

Table 1. Canopy volume, plant height, and trunk diameter of the BRS Kampai, BRS Regalo, Chimarrita, and Eldorado cultivars in 2019 and 2020 in Cerro Largo, RS

Tabela 1. Volume da copa, altura da planta e diâmetro do tronco das cultivares BRS Kampai, BRS Regalo, Chimarrita e Eldorado em 2019 e 2020, em Cerro Largo – RS

Cultivar	Canopy volume (m ³)	Plant height (m)	Trunk diameter (cm)
2019			
BRS Kampai	N.O. ³	2.50 b ¹	6.10 b
BRS Regalo	N.O.	2.85 a	7.80 a
Chimarrita	N.O.	2.42 b	6.72 b
Eldorado	N.O.	2.19 b	5.26 c
C.V. (%) ²	-	9.97	8.14
2020			
BRS Kampai	2.26 b ¹	1.99 ab	6.61 c
BRS Regalo	4.17 a	2.34 a	8.12 a
Chimarrita	2.16 b	2.02 ab	7.10 b
Eldorado	2.40 b	1.73 b	6.55 c
C.V. (%) ²	31.40	20.88	2.88

¹ Averages followed by the same letter in the column do not differ by Tukey's test at 5% probability of error. ² Coefficient of variation.

³ Not observed.

¹ As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ² Coeficiente de variação.

Table 2. Pulp firmness (PF), total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA), TSS/TTA ratio, hue angle (°h), and pH of peaches of the BRS Kampai, BRS Regalo, Chimarrita, and Eldorado cultivars in Cerro Largo, RS, 2020

Tabela 2. Firmeza da polpa (FP), sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (ATT), razão, ângulo de tonalidade (°h) e pH de frutas de pêsego, cultivares BRS Kampai, BRS Regalo, Chimarrita e Eldorado no ano de colheita de 2020. Cerro Largo - RS, 2020

Cultivar	Pulp firmness (N)	TSS (°Brix)	TTA (% malic acid)	pH	Ratio (TSS/TTA)	°h
BRS Kampai	18.36 b ¹	12.33 a	0.47 b	4.18 a	26.23 a	42.93 bc
BRS Regalo	24.66 a	12.96 a	0.51 b	4.34 a	25.41 a	32.19 c
Chimarrita	19.76 b	13.52 a	0.49 b	4.16 a	27.59 a	54.03 b
Eldorado	27.51 a	12.95 a	0.94 a	3.69 b	13.77 b	76.63 a
C.V. (%) ²	31.08	17.62	12.1	2.48	11.3	11.53

¹ Averages followed by the same letter in the column do not differ by Tukey's test at 5% probability of error. ² Coefficient of variation.

¹ As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ² Coeficiente de variação.

postharvest durability, resulting in pulp firmness values of 27.51 and 24.66N (Table 2). According to Chitarra and Carvalho (1985), consumers prefer peaches with a good appearance, firm texture, and without excessive softening.

We observed no significant difference in TSS among the cultivars (Table 2). However, the variation ranged from 12.33 to 13.52°Brix for BRS Kampai and Chimarrita, respectively, which are higher values than those obtained by Gonçalves (2011) in Pelotas, RS, for BRS Kampai (11.57°Brix), and by Souza (2012) in Lavras, MG, for

Chimarrita (11.53°Brix). The most likely explanation concerns the higher maximum temperatures from October to December, during fruit ripening and harvest. According to Wagner Júnior et al. (2010), high daytime temperatures and mild night temperatures are the main climatic cause for increased sugar content in peaches.

Eldorado peaches had lower pH and higher TTA, allowing us to infer that the fruits of this cultivar are the most acidic among the evaluated fruits. According to Chitarra and Chitarra (2005), the relationship between soluble solids and acidity is very important for the

taste of the fruit, since it defines the ripening stage. As the fruit ripens, the ratio grows due to the increase in TSS and the reduction in acidity: the higher this ratio, the more pleasant the taste and the greater the palatability for fresh consumption (MAYER et al., 2008).

BRS Kampai, BRS Regalo, and Chimarrita peaches had a TSS/TTA ratio over 15, which gave these fruits a pleasant taste. Meredith et al. (1989) state that, for peaches to be of high quality, the TSS/TTA ratio must be equal to or greater than 15.

The fruits of these cultivars also had the lowest hue angles, corroborating the results found by Gonçalves (2011) in Pelotas, RS, with the predominance of deep red, which is interesting for fruits for fresh consumption, as consumers prefer peaches of this color (SCARANARI et al., 2009).

Regarding fruit quality (Table 2), the coefficient of variation among the qualitative aspects evaluated was low, which evidences the reliability of these results. However, for pulp firmness, the coefficient of variation was high, which shows the high variability among the cultivars evaluated.

Conclusions

This study showed that BRS Kampai had earlier sprouting and flowering than the other cultivars, while, in the Eldorado cultivar, the duration of these parameters was longer.

Regarding fruit firmness, the Chimarrita cultivar had the highest average mass. In general, BRS Kampai, BRS Regalo, and Chimarrita presented adequate TSS, TTA, pH, and TSS/ATT ratio values, considering the objective of producing quality fruit for fresh consumption.

Finally, the experiment should be continued in the next harvests, since these data refer to the first year of evaluation and may vary in the next years.

References

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, n.6, p.711-728, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1177/0937720513508881>

Table 3. Average fruit mass (AFM), fruit diameter, number of fruits per plant (NFP), estimated production per plant (PP), and estimated production per hectare (Pha) in Cerro Largo, RS, 2020

Tabela 3. Massa média de fruta (MFM), diâmetro da fruta, número de frutas por planta (NFP), produção estimada por planta (PP) e produção estimada por hectare (Pha) no ano agrícola de 2020. Cerro Largo - RS, 2020

Cultivar	AFM (g)	Diameter (mm)	NFP	PP (kg pl ⁻¹)	Pha (t·ha ⁻¹)
BRS Kampai	96.12 b ¹	55.93 b	36.5 c	3.28 b	4.68 b
BRS Regalo	103.50 b	57.06 b	85.5 a	8.94 a	12.77 a
Chimarrita	128.23 a	62.24 a	33.7 d	3.97 ab	5.67 ab
Eldorado	96.14 b	50.09 c	50.5 b	5.06 ab	7.23 ab
C.V. (%) ²	20.26	7.13	2.36	30.23	34.2

¹ Averages followed by the same letter in the column do not differ by Tukey's test at 5% probability of error. ² Coefficient of variation.

¹ As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ² Coeficiente de variação.

org/10.1127/0941-2948/2013/0507.

ANZANELLO, R.; MENIN, R.P. Cultivares potenciais de pessegueiro, ameixeira e quivizeiro para a região da Serra Gaúcha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.24, n.1/2, p.1-11, 2018. Available from: <http://www.revistapag.fepagro.rs.gov.br/files/PAG24article1.pdf>. Accessed on: Jun. 23, 2020.

CHITARRA, M.I.F.; CARVALHO, V.D. Qualidade e industrialização de frutos temperados: pêssegos, ameixas e figos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.125, p.56-66, 1985.

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

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FRANZON, R.C.; RASEIRA, M.C.B. Origem e história do pessegueiro. In: RASEIRA, M.C.B. **Pessegueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p.19-23.

GONÇALVES, M.A. **Tipo e época de poda no desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade de pêssego**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ª Edição, 1ª Edição Digital, São Paulo: Instituto, 2008. 1020p.

LAZZARI, M. **Clima e fenologia de cultivares de pessegueiro (*Prunus persica*) na região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS**. 2011.

2009.

RASEIRA, M.C.B.; NAKASU, B.H. Pessegueiro. In: BRUCKNER, C.H. **Melhoramento de fruteiras de clima temperado**. Viçosa: UFV, 2002. p.89-126.

ROSSI, A. **Avaliação bioagronômica de pessegueiro Granada e Suncrest sobre diferentes porta-enxertos**. 2004. Tese (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

SACHS, S.; HERTER, F.G.; NAKASU, B.H.; RASEIRA, M.C.B.; FELICIANO, A.J.; CAMELATTO, D.; MEDEIROS, A.R.M.; RASEIRA, A.; FONSECA, V.O.; PEREIRA, J.F.M.; FINARDI, N.L.; MAGNANI, M.; FEHN, L.M.; SALLES, L.A.B.; FELICIANO, A.; CANTILLANO, R.F.F.; SPERRY, S. **A cultura do pessegueiro**. Pelotas: Embrapa, 1984. (Embrapa-CNPFT. Circular Técnica, 10).

SCARANARI, C.; RASEIRA, M.C.B.; FELDBERG, N.P.; BARBOSA, W.; MARTINS, F.P. **Catálogo de cultivares de pêssego e nectarina**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998.

SOUZA, F.B.M. **Fenologia, produção e qualidades dos frutos de cultivares e seleções de pessegueiro na Serra da Mantiqueira**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

VARAGO, A.L. **Porta-enxertos clonais no crescimento, produtividade e qualidade de frutos de pessegueiro 'BRS Kampai'**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.

WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER C.H.; SILVA, J.O.C.; SANTOS, C.E.M.; PIMENTEL, L.D.; MAZARO, S.M. Adaptação de genótipos de pessegueiro F2 para condições de baixo acúmulo de frio hibernal. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.4, p.815-822, 2010. Available from: <https://www.scielo.br/j/brag/a/3hF9wPxFnV3GHRSh899wSF/?lang=pt>. Accessed on: Feb. 6, 2018.

WREGGE, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I.R. (ed.). **Atlas climático da região Sul: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011.

Etiologia, sintomatologia e controle da roseliniose em fruteiras



Leonardo Araujo¹, Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto², Cláudio Ogoshi³ e Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza⁴

Resumo – Várias espécies de *Rosellinia* spp. ocasionam doenças em diferentes fruteiras de importância econômica no mundo, entretanto, o conhecimento das perdas, dos danos e dos impactos econômicos ainda é escasso. Possivelmente, isso se deve à dificuldade no correto diagnóstico das doenças, visto que os sintomas da roseliniose são semelhantes aos de outras doenças provocadas por patógenos veiculados pelo solo. Assim, neste trabalho abordaremos etiologia, sintomatologia, diagnose, características do ciclo das relações patógeno-hospedeiro, epidemiologia e controle integrado da doença.

Termos para indexação: *Rosellinia* spp.; Doenças de solo; Podridão branca das raízes.

Etiology, symptomatology and control of roseliniosis in fruit trees

Abstract – Several species of *Rosellinia* spp. cause diseases in different fruit trees of economic importance worldwide; however, knowledge of the ensuing losses, damages, and economic impacts is still scarce. This might be due to the difficulty in correctly diagnosing roseliniosis, since its symptoms are similar to other soilborne diseases. Thus, this study addresses the etiology, symptomatology, diagnosis, characteristics of the pathogen-host relationships cycle, epidemiology, and integrated disease control.

Index terms: *Rosellinia* spp., soil diseases, white root rot.

Importância do patógeno, doenças e gama de hospedeiros

O gênero *Rosellinia* está distribuído mundialmente e é comumente encontrado em regiões temperadas e tropicais (PETRINI, 1993). Muitas espécies desse gênero podem viver como sapróbios, como endofíticas que ocasionalmente podem ser patogênicas, e apenas algumas são conhecidas por causar podridão das raízes. Entre as espécies patogênicas, destacam-se *R. necatrix* e *R. desmazieresii* (Berk. et Br.) Sacc. (¼ *R. quercina* Hart.) em zonas temperadas e *R. bunodes* (Berk. et Br.) Sacc., *R. pepo* Pat. e *R. arcuata* Petch em regiões tropicais (HOOPEN & KRAUSS, 2006). Nos últimos anos, *R. necatrix*, agente causador da roseliniose ou podridão branca das raízes, tem se tornado um patógeno de grande importância mundial, com ampla gama de hospedeiros em espécies cultiváveis (PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006; PETRINI, 1993; PLIEGO et al., 2012). A roseliniose tem sido fator limitante

em pomares de abacateiro, macieira e pereira (LÓPEZ-HERRERA & ZEA-BONILLA, 2007; VALDEBENITO-SANHUEZA et al., 1988). Apesar da importância de *Rosellinia* spp., poucos são os estudos sobre as perdas e os danos econômicos causados por essas espécies (HOOPEN & KRAUSS, 2006; KULSHRESTHA et al., 2014). No Japão, as perdas na produção de uvas viníferas (*Vitis vinifera*) em estufas podem atingir \$ 4 USD milhões ha ano⁻¹ (HOOPEN & KRAUSS, 2006). No Brasil, perdas por podridões de raízes na cultura da macieira que ocasionam a morte das plantas podem variar de 0,5% a 12% das plantas estabelecidas em um pomar infestado por *Rosellinia* spp. por ano (VALDEBENITO-SANHUEZA et al., 1988). Na clínica fitopatológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), que atende os produtores e técnicos da região serrana de Santa Catarina (principal produtora de maçãs do país), cerca de 10% a 20% das amostras oriundas de plantas mortas de pomares recém-implantados de macieira que chegam

ao Laboratório de Fitopatologia da Estação Experimental de São Joaquim são diagnosticadas com *Rosellinia* spp. nas raízes.

Sintomatologia

Algumas características de plantas com podridão de raízes causada por *Rosellinia* são: presença de folhas precocemente amareladas ou avermelhadas e ausência de crescimento dos ramos; planta murcha; a frutificação efetiva pode aumentar e os frutos serão pequenos e mais coloridos que os frutos normais; os ramos se tornam de cor avermelhada ou amarelada (Figura 1A) pela diminuição do enfolhamento das plantas. Nas raízes, os sintomas iniciais são semelhantes aos causados por outras podridões, como as de *Phytophthora*. Contudo, enquanto esta última somente decompõe o córtex, na podridão branca das raízes o fungo destrói todo o sistema radicular (Figura 1B) e pode ser observado o micélio branco cotonoso nas pequenas e grandes raízes (Figura

Submetido em 05/10/2022. Aceito para publicação em 14/03/2023.

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Laboratório de Fitopatologia, Epagri – Estação Experimental de São Joaquim. São Joaquim, SC, Brasil. E-mail: leonardoaraujo@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Laboratório de Fitopatologia, Epagri – Estação Experimental de São Joaquim. São Joaquim, SC, Brasil. E-mail: felipepinto@epagri.sc.gov.br.

³ Engenheiro-agrônomo, Dr., Laboratório de Fitopatologia, Epagri – Estação Experimental de Caçador. Caçador, SC, Brasil. E-mail: claudioogoshi@epagri.sc.gov.br.

⁴ Engenheira-agrônoma, Dra., Laboratório de Fitopatologia, Proterra Engenharia Agronômica. Vacaria, RS, Brasil. E-mail: rosamaria@proterra.agr.br.

1C). Os tecidos radiculares infectados inicialmente são de cor marrom amarelado e depois tornam-se escuros, alternando entre cinza e marrom escuro. A podridão é úmida e as raízes se quebram facilmente, mostrando pontos necróticos diferenciados dentro do tecido (Figura 1D). Uma fina camada de micélio branco pode estar presente embaixo da casca das raízes maiores. O micélio mais antigo é de cor cinza escura, esverdeada ou preta e pode formar cordões de hifas sobre as raízes infectadas. Em condições apropriadas de temperatura e umidade, o micélio branco pode aparecer na superfície do solo junto à base do tronco. Em dois a três anos, as plantas poderão morrer quando a área infectada abranger quase toda a base do tronco. No entanto, em condições favoráveis, esse processo pode ocorrer em um ano. Nesse caso, as plantas são facilmente removidas do solo. O fungo pode produzir microescleródios ou sinêmios (Figura 1E) na superfície dos tecidos infectados.

Patógeno

O fungo *Rosellinia* spp. (fase teleomórfica) é incluído na subdivisão *Ascomycotina*, classe *Euascomycetes*, subclasse *Pyrenomycetes*, ordem *Sphaeriales* ou *Xylariales*. O estado anamórfico do fungo, mais comumente encontrado na natureza, é descrito como *Dematophora* (KULSHRESTHA et al., 2014; PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006).

Características morfológicas

O tamanho e a forma de ascósporos e peritécios são parâmetros úteis para identificar espécies de *Rosellinia*. No entanto, para isso, geralmente são utilizadas as estruturas vegetativas da fase anamórfica, a exemplo de:

- rizomorfos – agregados de hifas fúngicas com paredes espessas semelhantes a uma raiz sobre o sistema radicular (Figura 1F);
- escleródios – massas escuras, esféricas, compactas e duras de hifas formadas sobre raízes;
- clamidósporos esféricos (15 µm de diâmetro), formados pela



Figura 1. Sintomas de roseliniose (A, B e D) e sinais de *Rosellinia necatrix* (C, E e F) em plantas (A) e raízes de macieira (B para F). Folhas amareladas (A); Destruição do sistema radicular (B); Micélio branco cotonoso sobre o sistema radicular infectado (C); Pontos necróticos (seta branca) no interior do tecido do tecido indicam áreas colonizadas pelo fungo (D); Conidióforos do tipo sinêmio (Si) sobre raízes colonizadas (E); Presença de rizomorfos (Ri) no sistema radicular (F).

Fotos: Leonardo Araujo (C e F); Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza (A, B, D e E).

Figure 1. Symptoms of roseliniosis (A, B and D) and signs of *Rosellinia necatrix* (C, E and F) in plants (A) and roots of apple tree (B to F). Yellowed leaves (A); Destruction of the root system (B); White cottony mycelium on infected root system (C); Necrotic spots (white arrow) within of the tissue indicate areas colonized by the fungus (D); Synemial conidiophores (Si) on colonized roots (E); Presence of rhizomorphs (Ri) in the root system (F).

Photos: Leonardo Araujo (C and F); Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza (A, B, D and E).

modificação de um segmento de hifa (geralmente na região do septo piriforme);

- conídios unicelulares, elipsoides ou obovoides com parede lisa (3 µm a 5 µm de comprimento e 2,5 µm a 3 µm de largura) e coloração de hiali-

no a marrom pálido e suave, formados em conidióforos agrupados em sinêmio (0,5 µm a 1,5 µm de comprimento) (Figura 2A, B, C);

- As hifas são septadas e apresentam inchaços em forma de pera próximo de cada septo (com diâmetro

de até 13 μm), que é uma importante característica para a identificação do gênero *Rosellinia* (Figura 3A).

Na fase sexuada do fungo, pode ocorrer a formação de peritécios densamente agregados, subglobosos, lisos, negros com ostíolos papilares de 1 mm a 2 mm de diâmetro e pedicelados (Figura 2D, E). Os ascos são filiformes, alongados, cilíndricos e possuem anel apical bem desenvolvido (250 μm -380 μm de comprimento e 8 μm -12 μm de largura), contendo oito ascósporos unicelulares, elipsoidais, retos ou curvados e de coloração marrom escuro (36 μm a 46 μm de comprimento e 5,5 μm a 6,3 μm de largura) (Figura 2E, F) (HOPPEN & KRAUSS, 2006; PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006, PLIEGO et al., 2012).

Características fisiológicas

O micélio jovem de *Rosellinia* spp é inicialmente branco e cotonoso. À medida que a colônia envelhece, ela adquire a coloração marrom para preto (Figura 3B). *Rosellinia* spp. apresenta melhor desenvolvimento micelial na temperatura média de 24°C (KLEINA et al., 2018). *In vivo*, *Rosellinia* é exigente em celulose, pois o fungo morre quando o conteúdo desse polímero diminui pela metade nos tecidos vegetais (KULSHRESTHA et al., 2014). O crescimento micelial de *Rosellinia* spp. *in vitro* ocorre em uma ampla faixa de pH de 4 a 9 (incluindo pH alcalino) e é fortemente inibido pela luz e quando o teor de oxigênio do ar é inferior a 10% (PLIEGO et al., 2012).

Caracterização molecular, filogenia e variabilidade genética

Muitos trabalhos têm utilizado ferramentas genéticas e moleculares para complementar a identificação morfológica e fisiológica do gênero *Rosellinia*. A comparação da estrutura do gene CytC tem sido útil para a determinação da filogenia e taxonomia de *Rosellinia* spp., incluindo a transferência horizontal de elementos genéticos móveis. O sequenciamento das regiões espaçadoras transcritas internas (ITS) dentro

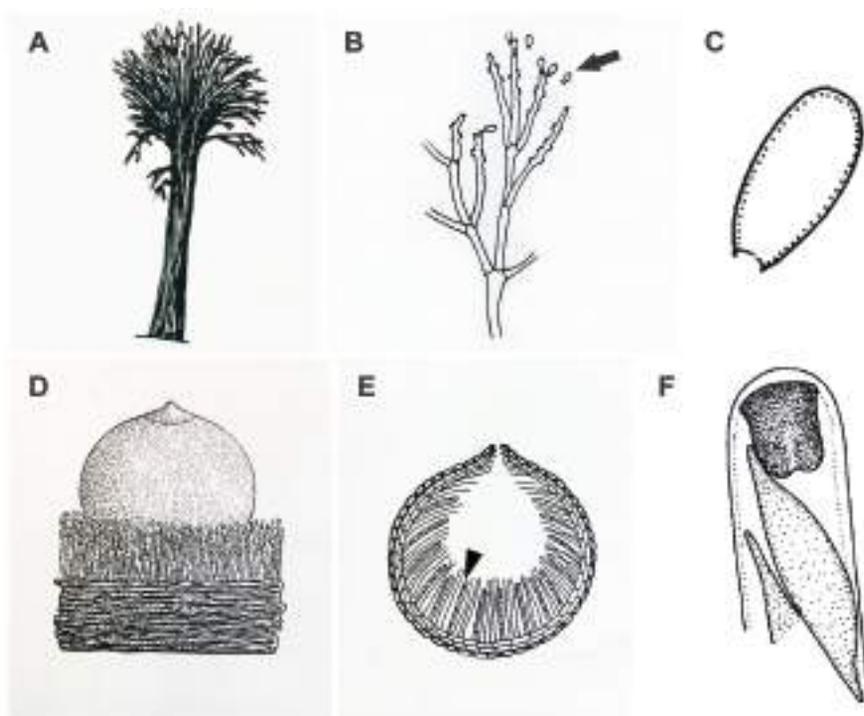


Figura 2. Estruturas vegetativas do anamorfo *Dematophora* spp. (A, B, C) e teleomorfo *Rosellinia* spp. (D, E, F). Conidióforos agrupados em sinêmio (A); Conidióforo (B) com conídios unicelulares (seta, B e C); Exterior (D) e interior do peritécio (E); Cabeça de seta mostra ascas (E) contendo os ascósporos. Ascósporo no interior de uma asca (F).

Ilustrações adaptadas de Carmichael et al. (1980) (A, B, C) e Hanlin (1990) (D, E, F).

Figure 2. Vegetative structures of the anamorph *Dematophora* spp. (A, B, C) and teleomorph *Rosellinia* spp. (D, E, F). Conidiophores grouped in synemium (A); Conidiophore (B) with unicellular conidia (arrow, B and C); Exterior (D) and interior of the perithecium (E); Arrowhead shows asci (E) containing ascospores. Ascospore inside of an ascus (F).

Illustrations adapted from Carmichael et al. (1980) (A, B, C) and Hanlin (1990) (D, E, F).

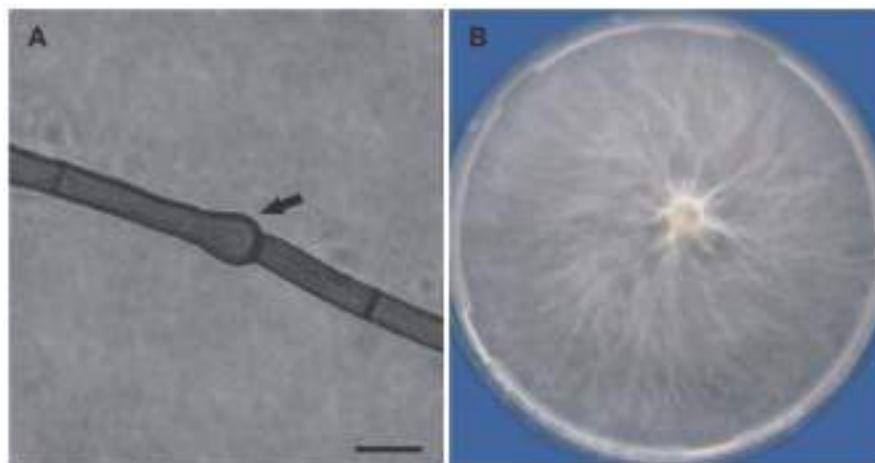


Figura 3. Características morfológicas de *Rosellinia* spp. Septo de *Rosellinia* spp. em forma de pera (seta) (A); Colônia do fungo com dez dias de idade (B). Barra 10 μm .

Fotos: Castro et al. (2013) (A); Kleina et al. (2018) (B).

Figure 3. Morphological characteristics of *Rosellinia* spp. Septum of *Rosellinia* spp. In pear-shaped (arrow) (A); Ten-day-old fungus colony (B). Bar 10 μm .

Photos: Castro et al. (2013) (A); Kleina et al. (2018) (B).

de agrupamentos gênicos ribossômicos, fragmentos das regiões gênicas da β -tubulina, adenosina trifosfatase e fator de alongamento da tradução e as ampliações aleatórias de DNA polimórfico amplificado (RAPD), usando repetição de sequência simples (ISRR), também têm sido utilizados para identificar espécies de *Rosellinia*. Isolados de *Rosellinia* spp. apresentam variabilidade genética, mesmo quando coletados dentro dos mesmos pomares, devido ao alto nível de polimorfismo. Análises de incompatibilidade somática com isolados de *Rosellinia* spp. também confirmam que o gênero apresenta alta variabilidade genética dentro das populações (AIMI et al., 2003; KULSHRESTHA et al., 2014; LÓPEZ et al., 2008; PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006).

Ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Os estudos por polimorfismo de DNA analisando progênies obtidas de ascósporos indicam que *Rosellinia* spp. pode apresentar um ciclo de vida heterotálico, isso explicaria a alta variabilidade genética do fungo, conforme discutido no item anterior (IKEDA et al., 2011; NAKAMURA et al., 2002; PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006; PLIEGO et al., 2012). Resumidamente, tanto conídios como espermiácias são produzidos sobre conidióforos do tipo sinêmio oriundos de micélio, rizomorfos ou germinação de escleródios (fase assexuada) em raízes sintomáticas. Essas espermiácias se espalham para raízes doentes adjacentes e quando entram em contato com micélio de outro isolado de *Rosellinia* com *mating type* compatível pode ocorrer a formação de ascósporos que são produzidos dentro de peritécios (fase sexuada) (IKEDA et al., 2011; NAKAMURA et al., 2002; PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006; PLIEGO et al., 2012). Não se observa a formação de peritécios de *Rosellinia* spp. quando o fungo é desenvolvido em meio de cultura, já em condições naturais pode levar anos para ocorrer. Conídios e clamidósporos são muito difíceis de germinar *in vitro*, diferentemente de ascósporos (PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006; PLIEGO et al., 2012).

Embora o papel desses esporos (fase assexuada ou sexuada) para dissemi-

nação da doença ainda não seja claro (Figura 4), atualmente pressupõe-se que micélio e rizomorfos têm maior importância para a propagação do fungo (PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006; PLIEGO et al., 2012). Dessa forma, a disseminação de *Rosellinia* spp. geralmente ocorre pelo contato entre raízes de plantas vizinhas, pedaços de raízes afetadas (principalmente em áreas recém-desmatadas), solo infestado (plantio de mudas e implementos agrícolas) e água (irrigação) (Figura 4).

A penetração do fungo por meio de rizomorfos ocorre através de ferimentos e lenticelas nas raízes ou diretamente através da germinação de escleródios. Após a penetração, com o auxílio de enzimas celulolíticas, o micélio invade células da epiderme, córtex e xilema, liberando toxinas que podem causar danos na parte aérea, tais como diminuição de vigor e murchamento. Com o avanço da infecção de *Rosellinia* spp., o fungo rompe a casca, formando micélio branco e cottonoso sobre a superfície de raízes apodrecidas. Por último, assume-se que espécies do gênero *Rosellinia* podem sobreviver como rizomorfos,

micélio, escleródios, clamidósporos e peritécios em raízes em decomposição no solo (PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006; PLIEGO et al., 2012).

Epidemiologia

De maneira geral, o desenvolvimento micelial de *R. necatrix* sofre grande influência da temperatura (ótimo a 25°C), luz e água disponível no solo (HOOPEN & KRAUSS, 2006; PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006; PETRINI, 1993). O fungo *R. necatrix* pode estar presente em diferentes tipos de solo, entretanto, o crescimento micelial e a dispersão do patógeno são favorecidos por solos mais arenosos e desfavorecidos por solos argilosos (HOOPEN & KRAUSS, 2006; PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006). De acordo com Anselmi & Giorelli (1990), os solos argilosos apresentam uma baixa quantidade de oxigênio e uma alta variância na umidade disponível, o que desfavorece o desenvolvimento do fungo e, consequentemente, o surgimento da doença. Em geral, para *Rosellinia* spp., o ótimo desenvolvimento do fungo é alcançado quando o solo está entre 70% e 100% da

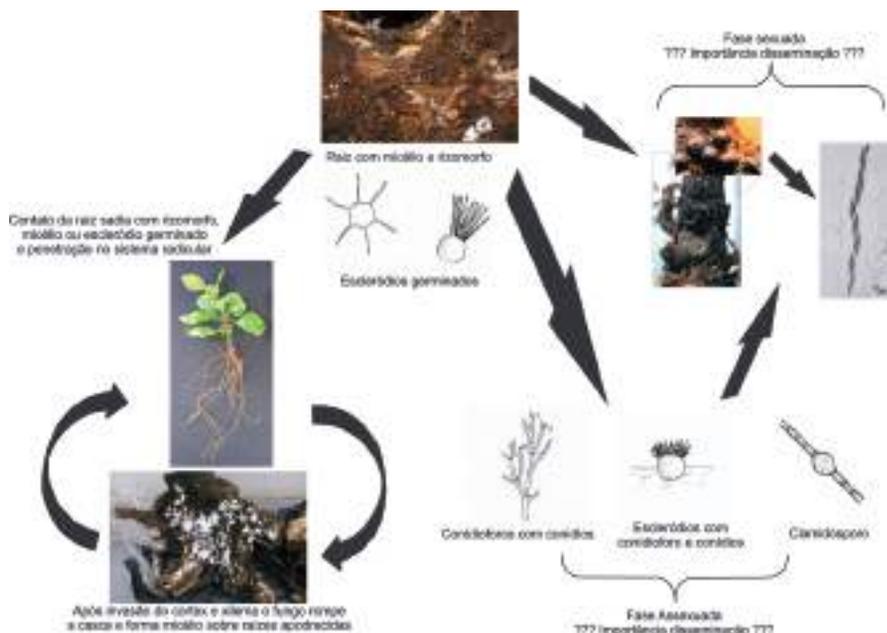


Figura 4. Ciclo de vida de *Rosellinia* spp., adaptado de Pliego et al. (2012). Geralmente a disseminação de *Rosellinia* spp. dentro dos pomares ocorre pelo contato entre raízes de plantas vizinhas com micélio e rizomorfos, solo infestado e água. A importância dos clamidósporos, dos conídios (esporos assexuais) e dos ascósporos (esporos sexuais) para disseminação do fungo dentro dos pomares ainda não é totalmente compreendida.

Figure 4. Life cycle of *Rosellinia* spp., adapted from Pliego et al. (2012). Usually the spread of *Rosellinia* spp. within orchards, it occurs through contact between roots of neighboring plants with mycelium and rhizomorphs, infested soil and water. The importance of chlamydospores, conidia (asexual spores) and ascospores (sexual spores) for spreading the fungus within orchards is still not fully understood.

capacidade de campo e diminui quando o teor de água no solo é reduzido (HORLOCK, 2007). No entanto, em alguns casos, o estresse hídrico pode favorecer o desenvolvimento da roseliniose, pois sem irrigação as plantas infectadas sofrem mais com a doença em períodos de secas mais prolongadas (ANSELMINI & GIORCELLI, 1990). As podridões radiculares ocasionadas por diversas espécies de *Rosellinia* também são associadas a solos ácidos e ricos em matérias orgânicas não decompostas, tais como os de floresta (HOOPEN & KRAUSS, 2006; MENDOZA GARCÍA et al., 2003; PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006). *Rosellinia* spp. produz altos níveis de enzimas celulolíticas e baixos níveis de pectolíticas, dessa forma, o crescimento do fungo é favorecido em tecidos ricos em celulose (ARAKI, 1967). Os produtos da degradação da hemicelulose, especialmente a manose, são excelentes fontes de carbono para o desenvolvimento do fungo, enquanto os produtos da celulose, como a celobiose, são as melhores fontes de carbono. O fungo *R. necatrix* pode sobreviver por até oito anos nos tecidos do hospedeiro mantidos no solo (PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006).

Podridões radiculares normalmente ocorrem em reboleiras e aumentam sua dispersão espacial em padrão circular ou em anéis. Esse padrão de dispersão surge devido à infecção do patógeno, que ocorre pelo contato entre as raízes de plantas doentes e as raízes de plantas saudáveis ou pela agregação micelial do fungo em uma planta (CASTRO et al., 2013; HOOPEN & KRAUSS, 2006). O progresso temporal da roseliniose em plantas infectadas por *Rosellinia* spp. depende principalmente da quantidade de inóculo inicial do patógeno, das características do solo e do patossistema estudado (ANSELMINI & GIORCELLI, 1990; CASTRO et al., 2013; KLEINA et al., 2018). Anselmi e Giorcelli (1990) demonstraram que plantas de álamo inoculadas em casa de vegetação, com 3g ou 6g de inóculo de *R. necatrix*, começaram a morrer aos 25 e 19 dias após inoculação (DAI), respectivamente. Castro et al. (2013) demonstraram que *R. bunodes* ocasionou a morte de 98% das mudas de café inoculadas em casa de vegetação entre 10 e 11 DAI, enquanto para *R. pepo* esse índice foi de apenas 54% e ocorreu entre 16 e 24 DAI.

Manejo integrado da doença

Práticas culturais

Uma das principais estratégias de controle da roseliniose é a evasão. Assim, é altamente recomendado não estabelecer novos pomares em solos de áreas recém-desmatadas. Quando se utilizam áreas recém-desmatadas, o plantio deve ser realizado em solo corrigido e adubado conforme a necessidade da cultura, com cultivo prévio de milho ou de outra gramínea por no mínimo dois anos. É importante remover o máximo de tocos, raízes e troncos de árvores, pois são possíveis fontes de inóculo. A elevação do pH do solo utilizando cal ou calcário (2kg a 3kg planta⁻¹) tem diminuído a severidade da doença pela restrição do crescimento do patógeno e aumento de actinomicetos e outros organismos com potencial antagonico. Em pomares com incidência da doença, as plantas doentes devem ser removidas, eliminando o máximo de raízes possível. Todos os restos vegetais que possam servir de fonte de inóculo devem ser eliminados da área e queimados. Nessas áreas, deve-se evitar causar ferimentos nas raízes, deslocamento de solo de plantas doentes para saudáveis, realizar a desinfestação de equipamentos e implementos agrícolas. Na região onde foi retirada a planta, deve-se realizar a desinfestação com cal virgem e tratamento com algum fungicida antes do plantio de uma nova muda. Quando detectadas reboleiras, elas devem ser isoladas para evitar a disseminação do patógeno dentro da área. Para isso, deve-se fazer uma vala (1m de profundidade x 0,3m-0,5m de largura) ao redor do foco (HOOPEN & KRAUSS, 2006; HORLOCK, 2007; VALDEBENITO-SANHUEZA et al., 1997).

Controle físico

O uso da solarização por meio da utilização de um filme de polietileno transparente de aproximadamente 100 µ sobre o solo por tempo determinado pode reduzir o inóculo do fungo. Szejnberg et al. (1987) observaram 75% de mortalidade de *R. necatrix* a 60cm de profundidade após 56 dias de solarização. Já López-Herrera et al. (1999) verificaram a completa destruição do inóculo

de *R. necatrix* a 60cm de profundidade após seis semanas de solarização. No entanto, quando o inóculo está em camadas mais profundas do solo, ou em áreas sombreadas, o efeito da solarização pode não ser satisfatório. Nesses casos, o efeito cumulativo da temperatura e do tempo de exposição parece desempenhar papel chave na redução e erradicação da viabilidade do inóculo de *R. necatrix* no solo (LÓPEZ-HERRERA et al., 1999). De acordo com Pliego et al. (2012), a termoterapia também pode ser explorada no controle de *Rosellinia* spp. Para os autores, a exposição de diferentes tecidos de plantas com água na temperatura entre 53°C e 55°C por 25 a 30 minutos é eficiente para matar isolados de *R. necatrix*, embora essa prática seja mais viável para culturas propagadas por tubérculos.

Controle biológico

Vários microrganismos têm sido utilizados para controle biológico de espécies de *Rosellinia*, tais como bactérias, fungos e vírus. Embora no Brasil todos os produtos biológicos registrados para *Rosellinia* sp. sejam à base de *Trichoderma* spp. (BETTIOLO et al., 2012), Em experimentos, Camatti-Sartori et al. (2008) identificaram que a utilização de *Pantoea agglomerans* com 0,1% de carboxi-metil-celulose controlou 100% da incidência da podridão das raízes em mudas de macieiras. Os mesmos autores também utilizaram uma estirpe de *Enterobacter aerogenes* de forma preventiva em associação com o carbendazim e obtiveram 100% de redução da doença e aumento da massa das raízes em macieiras estabelecidas em vasos. Gupta e Sharma (2004) observaram redução significativa da podridão das raízes em macieiras quando incorporaram os antagonistas *Trichoderma harzianum* e *T. viride* 15 dias antes do plantio das mudas. Na Colômbia, existe um produto comercial composto a partir de conídios de *T. harzianum* (Ago Biocontrol Trichoderma) que é utilizado para o manejo da roseliniose em café (THOMAZI, 2015). Valdebenito-Sanhueza et al. (1997) também demonstraram que a incorporação de 100g de sementes de trigo colonizadas com *T. viride* reduz a incidência de roseliniose em plantas de macieira de forma semelhante ao trata-

mento com brometo de metila. Outro fungo utilizado no controle da podridão das raízes é o *Clonostachys*, que se mostra eficaz contra *R. bunodes* do cacau em condições controladas (MENDOZA GARCÍA et al., 2003). Embora o controle biológico apresente boa eficiência, ele ainda não é uma alternativa viável e econômica, pois sua eficácia depende diretamente do pH e da quantidade de matéria orgânica associada ao solo (THOMAZI, 2015). Mendoza García et al. (2003) recomendam que a aplicação de misturas de agentes de biocontrole deve ser acompanhada da adição de calcário, visando elevar o pH (geralmente os agentes de biocontrole são mais eficientes em alto pH, quando comparados a *Rosellinia* spp.) e reduzir o material orgânico do solo (geralmente altos índices de matéria orgânica favorecem mais o desenvolvimento do patógeno, em comparação aos agentes de biocontrole).

Resistência

A maioria dos trabalhos tem mostrado que a resistência de plantas a *Rosellinia* spp. é quantitativa, e não qualitativa, o que dificulta a adoção de uma muda com um porta-enxerto resistente à roseliniose em fruteiras (HOOPEN & KRAUSS, 2006; HORLOCK, 2007). Na clínica fitopatológica da Epagri, em São Joaquim, detectamos *Rosellinia* spp. em podridões de raízes da macieira em praticamente todos os porta-enxertos utilizados na cultura, incluindo os mais recentemente introduzidos, a exemplo da série americana Geneva (G). Valdebenito-Sanhueza et al. (2002) observaram alta tolerância do porta-enxerto Malling (M) do tipo M.11 de macieira em um pomar com elevado número de plantas mortas pela roseliniose. Pérez-Jiménez et al. (2003) selecionaram 16 materiais de abacate que permaneceram saudáveis quando plantados em uma área com alta infestação de *R. necatrix*. Os autores destacam que uma das dificuldades de selecionar genótipos resistentes à roseliniose é que os mecanismos de defesa do abacate parecem distintos para *Rosellinia* spp. e para *Phytophthora cinnamomi*, que é outro patógeno que se busca controle por meio da resistência genética na cultura.

Controle químico

Fungicidas do grupo químico dos benzimidazóis são muito utilizados no controle da roseliniose em diversos países, embora no Brasil somente o fungicida fluazinam seja registrado para controle da *Rosellinia* sp. (BRASIL, c2003). López-Herrera e Zea-Bonilla (2007) relatam que o fluazinam é altamente eficaz no controle da podridão das raízes em abacateiro devido à menor taxa de sintomas aéreos, ao aumento da altura da planta, ao maior peso seco de raízes e à menor porcentagem de isolamento de *R. necatrix* das raízes secundárias. Os fungicidas carbendazim, benomil e tiofanato metílico são menos eficazes no controle da doença. O fluazinam apresenta melhor efeito sobre *Rosellinia* spp. devido à maior persistência no solo (cerca de um ano), se comparado ao carbendazim (seis meses), ao tiofanato de metílico (quatro meses) e ao benomil (15 dias) (LÓPEZ-HERRERA & ZEA-BONILLA, 2007). Geralmente o fungicida apresenta melhor eficiência quando a planta sintomática é eliminada com todo o sistema radicular e o solo é encharcado com 50 a 200 litros de fluazinam (395ppm a 790ppm) (KANADANI et al., 1998). Em outro estudo, Horlock (2007) obteve entre 24% e 90% de controle da infecção de mudas de macieiras estabelecidas em uma área infestada por *R. necatrix*. O tratamento constou na perfuração de um local ao lado de cada planta (30 cm de diâmetro e 100 cm de profundidade) e aplicação de 30 litros de fluazinam na dose de 1g L⁻¹ ou 1ml L⁻¹. Já quando o fungicida foi usado em macieiras adultas, por aplicação no solo em quatro pontos ao redor da planta, somente 15% a 30% sobreviveram após quatro anos. O efeito do fluazinam também foi demonstrado contra *R. necatrix* em videiras e peras japonesas no Japão (HOOPEN & KRAUSS, 2006; KANADANI et al., 1998).

Desafios: situação atual, deficiências e perspectivas de avanço

Várias espécies de *Rosellinia* spp. ocasionam doenças em diferentes culturas de importância econômica no mundo, entretanto, o conhecimento

das perdas, dos danos e dos impactos econômicos ainda é escasso. Possivelmente, isso se deve à dificuldade no correto diagnóstico das doenças, visto que os sintomas da roseliniose são semelhantes aos de outras doenças importantes ocasionadas por *Armillaria* spp. e *Phytophthora* spp., os quais muitas vezes são indistinguíveis. Além disso, *Rosellinia* spp. é um patógeno oportunista que pode infectar os hospedeiros devido a um estresse na planta ocasionado por fatores abióticos ou até mesmo bióticos, situação que também dificulta a correta diagnose da podridão das raízes. Fica claro que novos estudos necessitam ser realizados, principalmente no Brasil, onde existe uma lacuna de informações e isso reflete muitas vezes no questionamento da importância econômica dessa doença e na continuidade de novas pesquisas. Além disso, muitos estudos foram conduzidos em outros países, os quais geraram novas tecnologias para o manejo da roseliniose. Entretanto, essas tecnologias ainda precisam ser validadas nas condições ambientais brasileiras para que se realize o manejo integrado da doença de maneira satisfatória.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc) pelo suporte financeiro e aos técnicos da Epagri, Iran Souza Oliveira e Arthur Oliveira Souza, pelo suporte técnico.

Referências

- AIMI, T.; TAGUCHI, H.; MORINAGA, T. Primary structure of cytochrome c gene from the white root rot fungus *Rosellinia necatrix*. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, London, v.67, n.1, p. 174-178, 2003. Doi: <https://doi.org/10.1271/bbb.67.174>.
- ANSELMINI, N.; GIORCELLI, A. Factors influencing the incidence of *Rosellinia necatrix* Prill. in poplars. **European Journal of Forest Pathology**, Basel, v.20, n.3, p.175-183, 1990. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1990.tb01128.x>.
- ARAKI, T. Soil conditions and the violet and white root rot diseases of fruit trees. **Bulletin of the National Institute of Agricultural**

- Sciences, Nishihara, v.21, p.1-109, 1967.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B.; PINTO, Z.V.; PAULA JÚNIOR, T.J.; CORRÊA, E.B.; MOURA, A.B.; LUCON, C.M.M.; COSTA, J.C.B.; BEZERRA, J.L. **Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. (Documentos, n. 88). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66628/1/Doc-88-1.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrofite Consulta Aberta. **Agrofite**, Brasília, DF, c2003. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 27 fev. 2023.
- CAMATTI-SARTORI, V.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; RIBEIRO, R.T.S. Desenvolvimento de *Pantoea agglomerans* em diversas temperaturas, pH e concentrações de carboxi-metil-celulose e o seu impacto no controle de *Rosellinia necatrix*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.34, n.1, p.13-17, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052008000100003>.
- CARMICHAEL, J.W.; KENDRICK, W.B.; CONNERS, I.L.; SIGLER, L. **Genera of Hyphomycetes**. Edmonton: University of Alberta Press, 1980.
- CASTRO, B.L.; CARREÑO, A.J.; GALEANO, N.F.; ROUX, J.; WINGFIELD, M.J.; GAITÁN, A.L. Identification and genetic diversity of *Rosellinia* spp. associated with root rot of coffee in Colombia. **Australasian Plant Pathology**, Geelong, v.42, p.515-523, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13313-013-0205-3>.
- GUPTA, V.K.; SHARMA, K. Integration of chemicals and biocontrol agents for managing white root rot of apple. **Acta Horticulturae, Korbeek-Lo**, v.635, p.141-149, 2004. Doi: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.635.18>.
- HANLIN, R.T. **Illustrated genera of Ascomycetes**: volume 1. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1990.
- HOOPEN, G.M.T.; KRAUSS, U. Biology and control of *Rosellinia bunodes*, *Rosellinia necatrix* and *Rosellinia pepo*: a review. **Crop Protection, Lincoln**, v.25, n.2, p.89-107, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.03.009>.
- HORLOCK, C. **White root rot in apples**: sustainable management solutions in Queensland. Sydney: Horticultural Australia, 2007.
- IKEDA, K.; INOUE, K.; NAKAMURA, H.; MANAKA, T.; OHTA, T.; KITAZAWA, H.; KIDA, C.; KANEMATSU, S.; PARK, P. Genetic analysis of barrage line formation during mycelial incompatibility in *Rosellinia necatrix*. **Fun-gal Biology, London**, v.115, n.1, p.80-86, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2010.10.008>.
- KANADANI, G.; DATE, H.; NASU, H. Effect of fluazinam soil-drench on white root rot of grapevine. **Annals of the Phytopathological Society of Japan**, Tokyo, v.64, n.1, p.139-141, 1998.
- KLEINA, H.T.; SANTOS, A.F.; DUARTE, H.S.S.; MACHADO, E.B. Physiological characterization of *Rosellinia bunodes* and symptomatology of *Rosellinia* root rot in poplar seedlings. **Revista Árvore**, Viçosa, v.42, n.1, p.1-9, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1590/1806-90882018000100011>.
- KULSHRESTHA, S.; SETH, C.A.; SHARMA, M.; SHARMA, A.; MAHAJAN, R.; CHAUHAN, A. Biology and control of *Rosellinia necatrix* causing white root rot disease: a review. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, Bhopal, v.8, n.3, p.1803-1814, 2014.
- LÓPEZ-HERRERA, C.J.; PÉREZ-JIMÉNEZ, R.M.; BASALLOTE-UREBA, M.J.; ZEA-BONILLA, T.; MELERO-VARA, J.M. Loss of viability of *Dematophora necatrix* in solarized soils. **European Journal of Plant Pathology**, Basel, v.105, p.571-576, 1999. Doi: <https://doi.org/10.1023/A:1008755017575>.
- LÓPEZ-HERRERA, C.J.; ZEA-BONILLA, T. Effects of benomyl, carbendazim, fluazinam and thiophanate methyl on white root rot of avocado. **Crop Protection, Lincoln**, v.26, n.8, p.1186-1192, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.10.015>.
- LÓPEZ, M.; RUANO-ROSA, D.; LÓPEZ-HERRE-RA, C.J.; MONTE, E.; HERMOSA, R. Intraspecific diversity within avocado field isolates of *Rosellinia necatrix* from South-East Spain. **European Journal Plant Pathology**, Basel, v.121, p.201-205, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10658-007-9253-2>.
- MENDOZA GARCÍA, R.A.; HOOPEN, G.M.; KASS, D.C.J.; SÁNCHEZ GARITA, V.A.; KRAUSS, U. Evaluation of mycoparasites as biocontrol agents of *Rosellinia* root rot in cocoa. **Biology Control**, Washington, DC, v.27, n.2, p.210-227, 2003. Doi: [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(03\)00014-8](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00014-8).
- NAKAMURA, H.; IKEDA, K.; ARAKAWA, M.; MATSUMOTO, N. Conidioma production of the white root rot fungus in axenic culture under near-ultraviolet light radiation. **Mycoscience**, Tokyo, v.43, n.3, p.251-254, 2002. Doi: <https://doi.org/10.1007/S102670200036>.
- PÉREZ-JIMÉNEZ, R.M. A review of the biology and pathogenicity of *Rosellinia necatrix* – the cause of white root rot disease of fruit trees and other plants. **Journal of Phytopathology**, Portici, v.154, n.5, p.257-266, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2006.01101.x>.
- PÉREZ-JIMÉNEZ, R.M.; ZEA-BONILLA, T.; IMBRODA SOLANO, I.; PLIEGO-ALFARO, F.; LÓPEZ-HERRERA, C.J.; BARCELÓ MUÑOZ, A. Selección de portainjertos de aguacate tolerantes a la podredumbre blanca causada por *Rosellinia necatrix*. In: CONGRESO MUNDIAL DEL AGUACATE, 5., 2003, Granada, Málaga. **Proceedings [...]**. Granada, Málaga: [s. n.], 2003. p.537-541.
- PETRINI, L.E. *Rosellinia* species of the temperate zones. **Sydowia**, Horn, v.44, p.169-281, 1993.
- PLIEGO, C.; LÓPEZ-HERRERA, C.; RAMOS, C.; CAZORLA, F.M. Developing tools to unravel the biological secrets of *Rosellinia necatrix*, an emergent threat to woody crops. **Molecular Plant Pathology**, London, v.13, n.3, p.226-239, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2011.00753.x>.
- SZTEJNBERG, A.; FREEMAN, S.; CHET, I.; KATAN, J. Control of *Rosellinia necatrix* in soil and in apple orchards by solarization and *Trichoderma harzianum*. **Plant Disease**, Saint Paul, v.71, n.4, p.365-369, 1987.
- THOMAZI, H. **Caracterização morfofisiológica, sintomatológica, patogenicidade e biocontrole de *Rosellinia bunodes* em álamo**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; NACHTIGALL, G.R.; GHINI, R. Manejo integrado de *Rosellinia necatrix* em macieiras. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5, 2002, Fraiburgo. **Anais [...]**. Fraiburgo: Epagri, 2002. p.179-184.
- VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; NACHTIGALL, G.R.; BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; GHINI, R. **Podridão das raízes das fruteiras temperadas por *Rosellinia necatrix* (*Dematophora necatrix*)**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1997. (Circular técnica, n. 22).
- VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; PERAZZOLO, A.; ALIPRANDINI, H.; BORSÓI, J. Losses due to root rots in apple orchards in Rio Grande do Sul, Brazil. **Acta Horticulturae, Korbeek-Lo**, v.232, p.213-218, 1988. Doi: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1988.232.29>.

Os números da agropecuária catarinense estão todos em um só lugar



INFOAGRO

- Produção agropecuária vegetal e animal
- Preços de produtos agrícolas e de terras
- Importações e exportações do agronegócio
- Políticas públicas

Acesse pelo computador, tablet ou celular:

www.infoagro.sc.gov.br



Pastagem exuberante na região de Lages

Foto: Aires C. Mariga