

Agropecuária Catarinense



ISSN 0103-0779 (impresa)
ISSN 2525-6076 (on-line)
DOI 10.52945/rac
Vol. 35, nº 3, set./dez. 2022

SCS206 Potência: feijão produtivo e resistente à antracnose

Sanidade vegetal:
manejo de doenças em destaque

Piscicultura: alevinos,
alimentação e avaliação econômica

Maçã e citrus:
fisiologia e colheita



Governador do Estado
Carlos Moisés da Silva

**Secretário de Estado da
Agricultura, da Pesca
e do Desenvolvimento Rural**
Ricardo Miotto Ternus

Presidente da Epagri
Edilene Steinwandter

Diretores

Célio Haverroth
Desenvolvimento Institucional

Giovani Canola Teixeira
Administração e Finanças

Humberto Bicca Neto
Extensão Rural e Pesca

Vagner Miranda Portes
Ciência, Tecnologia e Inovação



Comitê de Publicações/Publication Committee

Alexandre C. M. Netto, Dr., Epagri/EEV
Ana L. Hanisch, Epagri, Dra., Epagri/EEC
Bruno C. da Silva, Dr., CEPCamboriú
Cristiano J. Arioli, Dr., Epagri/EESJ
Cristiano Nunes Nesi, Dr., Cepaf
Fabia Tonini, Epagri/DERP
Fabiana Schmidt, Dra., EECN
Fábio S. Higashikawa, Dr., EELT
Gilson J. M. Gallotti, M.Sc., Epagri/EEC
Henrique B. Petry, Dr., EEU
João P. P. Gardin, Dr., EEV
José C. Gelsleuster, bibliotecário
Júlio C. Ramos, Dr., Epagri/EECN
Leandro Hahn, Dr., Epagri/EECd
Léo T. Kroth, Dr., Cepa
Leonardo Araújo, Dr., Epagri/EESJ
Lucia M. Kinceler, Dra., Epagri/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/EEL
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

Alex Sandro Poltronieri	Fabiano Müller Silva	Michael Mazurana
Alexandre Levi Rodrigues Chaves	Fabio Nascimento da Silva	Mireli Trombin de Souza
Alvadi Balbinot Junior	Fernando Reimann Skonieski	Ramon Felipe Scherer
André Boldrin Beltrame	Francisco Olmar Gervini de Menezes Junior	Raphael de Leão Serafini
Augusto Carlos Pola	Juliane Knapik Justen	Regis Luis Missio
Carine Cocco	Keny Henrique Mariguelo	Renar João Bender
Carlos Roberto Martins	Laerte Reis Terres	Renato Bassanezi
Cristiane de Lima Wesp	Lilian Margarete Paes Guimarães	Ricardo Beffart Aiolfi
Dacley Hertes Neu	Luadir Gasparotto	Rodolfo Vargas Castilhos
Daniel Augusto Schurt	Luana Aparecida Castilho Maro	Rodrigo Durieux da Cunha
Debora Machado Fracalossi	Luís Augusto Araujo	Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza
Diego Bastos Silva	Luisa Nora	Rubens Candido Zimmermann
Edivânio Rodrigues Araújo	Márcia Regina Fanta	Simone Suhnel
Eduardo Cesar Brugnara	Marcio Sonogo	Sydney Antonio Frehner Kavalco
Eduardo Nascimento Aquino	Mari Sílvia Rodrigues de Oliveira	Tammy Aparecida Manabe Kiihl
Eduardo Rodrigues Hickel	Maria Cristina Canale	Viviane Rodrigues Verdolin dos Santos
Erica Frazão Pereira De Lorenzi	Mateus Pereira Gonzatto	
Fabiana Schmidt	Mauro Ferreira Bonfim Jr.	

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
Dra. Gláucia A. Padrão, Epagri/Cepa
Dr. Gustavo Brunetto, UFSM
Dr. Haroldo T. Elias, Epagri/Cepal
Dr. João F. M. dos Passos, Epagri/EEL
Dr. João Guzenski, Epagri/Cedap
Dr. Joatan M. da Rosa, UFPR
Dr. Juracy C. Lins Junior, Epagri/EECd
Dr. Keny H. Mariguelo, Epagri/EEI
Dr. Leandro Hahn, Epagri/EECd
Dr. Leonardo Araujo, Epagri/EESJ
Dr. Luiz C. P. Martini, UFSC
Dr. Marcio Sonogo, Epagri/EEU
Dra. Marina L. M. Daltoé, UTFPR
Dr. Matheus Deniz, UTFPR
Dra. Maria C. Canale, Epagri/Cepaf
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. Tiago C. Baldissera, Epagri/EEL
Dr. Ubirajara M. da Costa, Udesc
D.Sc. Vinícius Caliar, Epagri/EEV

Sumário

Valorização da ciência em tempos conturbados – Os perigos do negacionismo das mudanças climáticas para o Brasil.....	5
Jose Antônio Marengo Orsini	
Necessidade da diversificação de cultivares na cadeia produtiva da maçã no Brasil	7
Marcus Vinicius Kvitschal, Marcelo Couto e Gabriel Berenhauser Leite	
Maturação de laranjas e tangerinas no sul do Brasil: indicadores e sazonalidade	11
Eduardo Cesar Brugnara e Rafael Roveri Sabião	
Huanglongbing e a produção de mudas cítricas em Santa Catarina.....	14
Luana Aparecida Castilho Maro	
Manejo da virose do endurecimento dos frutos do maracujazeiro-azedo em Santa Catarina.....	18
Henrique Belmonte Petry, Diego Adílio da Silva, Edson Bertolini, Daniel Remor Moritz, Alexandre Mees e Mauro Ferreira Bonfim Júnior	
Câmara com iluminação artificial e sistema Bluetooth para aquisição de imagens digitais dos quadros do ninho de colônias de <i>Apis mellifera</i>	22
Hamilton Justino Vieira, André A. Sezerino, Tânia Patrícia Schafaschek, Éverton Blainski e Carlos Eduardo Salles de Araujo	
Yellow Sigatoka monitoring methods in the subtropical climate of Southern Brazil	26
Luiz Augusto Martins Peruch, Márcio Sônego, Mauro Ferreira Bonfim Junior and Tarinks Sangaleti	
Four new grape hybrids resistant to <i>Meloidogyne javanica</i>.....	30
Marlon Henrique Hahn, Leonardo Packer de Quadros, Danielle Dutra Martinha, Luiz Antonio Biasi e Henrique da Silva Silveira Duarte	
O mexilhão invasor <i>Mytilus galloprovincialis</i> e seu risco para a maricultura de Santa Catarina	33
Felipe Matarazzo Suplicy	
Desempenho produtivo de cultivares de morangueiro Pircinque e Jonica em quatro datas de plantio em cultivo sem solo.....	37
Tiago Antonio Naidk, Adinor José Capellesso, Francieli Lima Cardoso, Micael Júnior Ternus e Claudinei Bazi	
SCS206 Potência: high-yield and anthracnose-resistant black bean cultivar with superior adaptability and stability for Southern Brazil	40
Sydney Antonio Fehner Kavalco, Waldir Nicknich and Maria Cristina Canale	
Manejo da palhada da aveia-preta na cultura do feijão-preto em sistema plantio direto	45
William Junior Partica Nogara; Jean Francisco dos Santos; Nátali Maidl de Souza e Silvana Ohse	
Acurácia de três modelos de alimentadores automáticos de eixo helicoidal para piscicultura	52
Raphael de Leão Serafini, Bruno Corrêa da Silva, Haluko Massago, Natalia Marchiori e André Luís Tortato Novaes	
Influence of temperature on the pupal development of the cassava shoot fly (<i>Neosilba perezi</i>, Diptera, Lonchaeidae).....	57
Betina Emerick Pereira, Érica Frazão Pereira De Lorenzi, Renato Colares Pereira and Birgit Harter-Marques	
Economic analysis of common snook, <i>Centropomus undecimalis</i>, cultured in floating cages in southern Brazil	62
Fabiano Müller Silva, Vinicius Ronzani Cerqueira and Giovanni Lemos de Mello	
Panorama da produção de alevinos de tilápia-do-nilo em Santa Catarina	70
Bruno Corrêa da Silva, Raphael de Leão Serafini e Haluko Massago	
Perfil dos meliponicultores e aspectos da criação de abelhas sem ferrão em Santa Catarina	76
Bruna Bianchini Gomes, Márcia Regina Fanta, André Amarildo Sezerino e Alex Sandro Poltronieri	
Adaptability and stability of wheat genotypes for the expression of amino acids in their grains	82
Thalia Aparecida Segatto, Ivan Ricardo Carvalho, Kassiana Kehl, Jéssica Fernanda Hoffmann, Matheus Guilherme Libardoni Meotti ² , Eduarda Donadel Port, Murilo Vieira Loro, Inaê Carolina Sfalcin, Leonardo Cesar Pradebon and Rafael Soares Ourique	
Avaliação agrônômica de cultivares cítricos na região da Grande Florianópolis, Brasil.....	90
Luana Aparecida Castilho Maro e Keny Henrique Mariguele	
Variabilidade da maturação de maçãs na copa de macieira ‘Gala’ nas condições do Sul do Brasil.....	97
Luiz Carlos Argenta e Vinicius Adão Bartnick	
Parâmetros agroclimáticos para o cultivo da oliveira	103
Gabriel Berenhauser Leite e Cristina Pandolfo	
Impacto geral da introdução do sistema automatizado de ordenha em propriedades leiteiras	108
Silvia Villa e Ana Luiza Bachmann Schogor	

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

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

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

EDITOR-CHEFE: Rosana Kokuszka

EDITORES TÉCNICOS: 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: Sydney A. F. Kavalco

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

Distribuição: *on-line*

Editorial

Dez entre dez brasileiros preferem feijão, já dizia Gonzaguinha em sua música... Realmente é uma preferência nacional. Versátil e nutritivo, ele faz uma boa dobradinha com arroz. Aliás, segundo uma pesquisa do IBGE/ Ministério da saúde de 2017/18, essa dupla continua sendo uma das comidas mais consumidas pela população brasileira. O feijão é conhecido pelo seu valor nutricional, sendo uma fonte de carboidratos, proteínas, vitaminas e sais minerais. Essa leguminosa é produzida principalmente por pequenos agricultores, sendo necessário desenvolver novos e bons cultivares. Consciente dessa necessidade, a Epagri desenvolve um programa de melhoramento genético da cultura que já lançou vários cultivares de feijão que fazem sucesso na lavoura e no prato dos brasileiros.

A RAC destaca o novo cultivar de feijão lançado pela Epagri, o SCS206 Potência. Este novo cultivar apresenta excelente produtividade de grãos, alta sanidade, alta adaptabilidade e estabilidade de produção. O SCS206 Potência ainda apresenta resistência à antracnose, uma das principais doenças do feijoeiro, diminuindo a pulverização de agrotóxicos na cultura.

Esta edição também ressalta a piscicultura continental, a sanidade vegetal e a ecofisiologia de frutíferas. A piscicultura continental tem enorme importância no Brasil, especialmente no Sul do Brasil, com destaque para a produção da tilápia-do-nylo. Os estudos abordaram as questões econômicas do cultivo do robalo-comum, o panorama da produção de alevinos de tilápia-do-nylo em Santa Catarina e os testes com três alimentadores automáticos para piscicultura. Na sanidade vegetal destaque é dado para os estudos com foco no manejo de importantes problemas sanitários em citros (Huanglongbing), maracujá (endurecimento dos frutos do maracujazeiro), banana (sigatoka amarela) e mandioca (mosca do broto). Quanto aos estudos de ecofisiologia de frutíferas, são ressaltados os trabalhos com épocas de maturação de citros no Sul do Brasil, testes com cultivares de citros e a variabilidade da maturação de maçãs “Gala”.

Finalizando este editorial, atenção é para o artigo de Opinião elaborado pelo representante brasileiro no IPPC (Intergovernmental Panel on Climate Change), José Antônio Marengo Orsini. O artigo aborda a questão da importância da ciência sob a ótica das mudanças climáticas. No texto, o autor contextualiza os desastres climáticos que ceifaram vidas e causaram milhões em prejuízos no Brasil, e o descaso das autoridades em vários níveis. Aborda ainda o fenômeno do negacionismo que aflige a sociedade atual com reflexo em muitas vertentes, inclusive a climática. A COP-27 em 2022 reuniu os países em negociações sobre as ações no controle das mudanças climáticas, mas cabe a todos fazerem um esforço diário para reduzir os impactos no meio ambiente.

Confira esses e outros assuntos na RAC.

Revista Agropecuária Catarinense

A ciência não pode parar!
Science cannot stop!



Maçãs do grupo ‘Gala’ no Brasil (Impresso) – Livro 304p.

Este livro, elaborado por pesquisadores da Epagri, apresenta a história do grupo ‘Gala’ no Brasil e as mais recentes informações sobre as melhores técnicas de cultivo, com o objetivo de servir como uma fonte de informações eficiente para a maioria das dúvidas do dia a dia dos produtores, técnicos, acadêmicos e demais interessados. Nos últimos 10 anos (2010 a 2020) a produção brasileira de maçã oscilou ao redor de 1,2 milhão de toneladas por ano. O grupo ‘Gala’, em média, respondeu por 57,4% da produção de maçãs entre as safras de 2007/2008 e 2019/2020, enquanto o grupo ‘Fuji’ respondeu por 36,6% da produção. Os outros cultivares responderam por 6%. Essa obra, repleta de ilustrações, está dividida em 11 capítulos, englobando a história dessa maçã no Brasil, características agrônômicas, melhoramento genético, os cultivares, dados da produção mundial e brasileira, porta-enxertos, manejo, controle de doenças e pragas, colheita e armazenagem.



Pitua no Brasil, nova opção de cultivo (Impresso) – Livro 348p.

O livro apresenta informações técnico-científicas desenvolvidas por várias instituições de pesquisa e ensino do Brasil para a produção desta espécie, que possui origem nas Américas e é conhecida mundialmente. O leitor irá encontrar nos 11 capítulos do livro informações sobre os novos cultivares desenvolvidos para as condições brasileiras e diversos tópicos técnicos como instalação de pomares, adubação, manejo de pragas e doenças etc., bem como as possibilidades de produção orgânica, de processamento e aproveitamento da fruta na indústria. A obra, fartamente ilustrada, é destinada a produtores, técnicos, extensionistas, pesquisadores, professores e estudantes da área da fruticultura.



Indicadores de Desempenho da Agricultura e do Agronegócio de Santa Catarina (Impresso/On-line) – BT 206 - 67p.

O Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Cepa), unidade de pesquisa da Epagri, é responsável pelo monitoramento das safras e do mercado agrícola no Estado. Este Boletim Técnico apresenta uma série de indicadores calculados para as safras de 2020 e 2021. Os dados refletem os resultados mais relevantes alcançados pelos cultivos e criações de Santa Catarina, em termos produtivos e mercadológicos. Com essa publicação, a Epagri espera contribuir para a tomada de decisão dos produtores em relação à produção e ao mercado, bem como para a condução das políticas públicas que visem melhorar as condições de produção e o desempenho produtivo e econômico da agropecuária e do agronegócio.



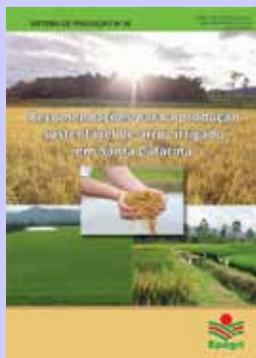
Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina 2022-2023 (On-line) – BT 205 - 97p.

As avaliações de desempenho dos cultivares das diferentes culturas apresentadas neste Boletim Técnico são realizadas anualmente em diferentes regiões edafoclimáticas de Santa Catarina. Nessas avaliações se identificam aqueles com melhor sanidade, maior potencial de produtividade, boa adaptação regional e tolerância ou resistência aos principais problemas fitossanitários. O uso de cultivares com essas características é o início de uma boa colheita. Para fins de financiamento e seguro agrícola privado ou público (Proagro ou Seaf) é essencial consultar os cultivares indicados para cultivo em SC. Este Boletim representa o esforço dos pesquisadores das unidades de pesquisa da Epagri para oferecer aos produtores catarinenses opções de cultivares mais produtivos, com maior qualidade e que sejam competitivos tanto no mercado catarinense como no brasileiro.



Maria farinha e a Maré (Impresso) – Cartilha 32p.

Esta publicação tem por objetivo despertar a curiosidade do público infantil para o fenômeno da maré. O seu entendimento não é simples, nem para os adultos, quem dirá para as crianças. A maré é um acontecimento oceânico muito importante que afeta a economia, o lazer e a segurança de muitas pessoas nas cidades litorâneas. Os autores buscam explicar como se geram as marés e suas variações de forma lúdica e ao mesmo tempo didática. Com esta cartilha a Epagri pretende oferecer um material útil aos professores de ciências do ensino fundamental, aos técnicos da extensão rural e aos agentes comunitários que trabalham com crianças em comunidades pesqueiras.



Recomendações para a produção sustentável de arroz irrigado em Santa Catarina (Impresso/On-line) – SP 56 - 132p.

O arroz irrigado possui grande importância econômica e social em Santa Catarina. A atividade ocupa uma área de quase 150 mil hectares e envolve mais de 5 mil produtores rurais em 93 municípios. Com os esforços da pesquisa e da extensão rural no Estado a produtividade média da cultura aumentou consideravelmente nos últimos 25 anos, passando de 2,5t/ha para 7,5t/ha. Santa Catarina é o segundo maior produtor do país, depois do Rio Grande do Sul e detém as maiores produtividades e possui municípios com rendimentos superiores a 8t/ha. A publicação reúne um conjunto de tecnologias para o cultivo de arroz e é destinada a técnicos, estudantes e produtores vinculados a essa cultura. Tem sido usada como guia em cursos e treinamentos realizados pela Epagri. Nesta quarta edição, o SP está mais abrangente e inclui outros sistemas de cultivo praticados no Estado, embora o principal ainda seja o sistema pré-germinado.

Valorização da ciência em tempos conturbados

Os perigos do negacionismo das mudanças climáticas para o Brasil

Jose Antônio Marengo Orsini¹

O Brasil já passou por muitas crises sociais, econômicas, ambientais e de saúde, sob diferentes regimes e governos. Pesquisas e experiências desenvolvidas no país têm ajudado a entender como o meio ambiente funciona, como as mudanças climáticas e os seus impactos podem afetar o país, como o desmatamento é ruim para Amazônia em âmbito regional e mundial. Apesar disso, nos vemos obrigados a assistir a discursos de negacionismo das mudanças climáticas por parte de governos nos últimos tempos. Isso coloca em jogo o futuro do Brasil, não só como uma importante liderança ambiental, mas como uma nação livre, democrática e próspera, onde o desmatamento era controlado e os crimes ambientais eram punidos. Neste artigo, vou abordar as mudanças climáticas e os desastres naturais, temas sobre os quais trabalho há mais de 30 anos.

Nós somos testemunhas de como a ciência, o meio ambiente e a educação estão sendo tratados de uma forma que até parece que estamos regredindo para os tempos das trevas na idade média. Seja pela imprensa, seja pelas redes sociais, se questiona a teoria da evolução das espécies, se questiona o aquecimento global e a ação humana na mudança de clima. Assistimos a tragédias ambientais, tais como as secas no Nordeste, as queimadas na Amazônia e no Pantanal, as crises hídricas no Sudeste e no Sul do Brasil, as enxurradas, temporais e deslizamentos de terra devido às chuvas intensas (Figura 1). Segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), esses desastres mataram mais de

400 pessoas em Petrópolis, Recife, Angra dos Reis e Paraty em 2022. Estas vítimas morreram pelo descaso dos governos locais, que permitiram a construção de moradias em áreas de risco. Lembremos também as tragédias de Brumadinho e Mariana, desastres tecnológicos onde rejeitos da exploração de minério foram armazenados em barragens que romperam e mataram centenas de pessoas.

Algumas atitudes negativas, produto de falhas na política ambiental atual, levam a uma destruição sem precedentes da natureza do Brasil. Somos testemunhas de como o fogo consumiu áreas prístinas do Pantanal, e as carcaças dos animais carbonizados que apareceram nos meios de comunicação. Isso despertou a atenção da população que se

perguntava: por que nada foi feito para evitar essas tragédias? Inúmeros estudos científicos nacionais e internacionais indicam que o desmatamento da Amazônia e de outros biomas brasileiros pode levar a uma mudança de clima regional e mundial, assim como a uma degradação ambiental sem precedentes. O processo de desmatamento, tal como se encontra hoje, pode levar até à desertificação do Nordeste e à savanização da Amazônia. A grilagem de terras e o garimpo clandestino estão avançando na Amazônia, e isso está afetando a população indígena que nela habita. Temos que lembrar que os povos que vivem na Amazônia são os primeiros brasileiros, e que eles demandam uma proteção da floresta, dos rios e dos animais. Atualmente o clima está experimentando ex-



Figura 1. Os temporais com chuvas e ventos fortes tendem a piorar consideravelmente com o avanço das mudanças climáticas com perdas no campo e nas cidades

Foto: Aires C. Mariga

¹ Ph.D. em Meteorologia, Pesquisador Titular III e Coordenador Geral de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, Cemaden. Estrada Dr. Altino Bondensan, 500 - Parque Tecnológico, Eugênio de Melo São José dos Campos, São Paulo, SP - CEP 12247-016, e-mail: jose.marengo@cemaden.gov.br

tremos que seriam esperados nas próximas décadas. Mas as evidências científicas fornecidas por cientistas do clima, como aquelas produzidas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês), apontam para um clima mais extremo nas próximas décadas. Somente em 2022 já observamos alguns impactos que eram esperados apenas no futuro: secas, enchentes, deslizamentos de terra, ondas de frio e de calor, furacões que afetaram todos os continentes, incluindo o Brasil, os quais causaram perdas humanas e econômicas consideráveis.

De pouco valem as evidências científicas fornecidas por instituições governamentais como o INPE, MapBiomass, ou internacionais como o IPCC com alertas sobre crises climáticas. Tampouco têm importado os apelos internacionais que demandam um papel mais ativo do Brasil na proteção ambiental a fim de controlar uma mudança climática perigosa. E isso ficou claro na recente Convenção do Clima COP-27, que aconteceu no Egito. Os negacionistas da ciência alegam que o tema de mudanças climáticas se trata de uma conspiração internacional para frear o desenvolvimento do Brasil, mesmo contra toda a evidência científica nacional e internacional já disponível.

A ciência e a educação no Brasil estão sendo prejudicadas pelo extremismo ambiental favorecido por alguns setores do governo. A formação de jovens pesquisadores está sendo comprometida e a nova geração está fugindo para desenvolver pesquisa no exterior. Esta fuga de talentos é gerada porque, ao mesmo tempo que os laboratórios de pesquisa estão sendo sucateados, os cientistas estão sendo ignorados sistematicamente e de uma forma sem precedentes. Ainda assim, organizações científicas como a Academia Brasileira de Ciências e a Sociedade Brasileira de Progresso da Ciência têm liderado esforços para livrar a ciência do negacionismo. A pesquisa científica – principalmente aquela desenvolvida nas universidades públicas e institutos federais – é de primeira linha e certamente merece respeito.

Além do trabalho desenvolvido no

Cemaden, tenho participado de audiências públicas na Câmara e no Senado Federal sobre mudanças de clima com a esperança de convencer os parlamentares de que temos que tomar uma atitude para atenuar a mudança de clima antes que seja tarde demais. Mas a realidade não poderia ser pior: eles preferem escutar o “outro lado”, querem saber a opinião dos negacionistas. Assim, diante desta incerteza, entre escutar o melhor da ciência nacional e mundial e a posição contrária de pouquíssimos indivíduos, a inação acaba ganhando, e todos nós saímos perdendo.

A excelência acadêmica das universidades públicas brasileiras enfrenta enormes cortes de verbas e a autonomia das universidades vem sendo atacada. Obviamente, não se faz uma grande nação sem ciência e educação. É preciso pensar urgentemente: qual o futuro que a sociedade brasileira espera? Não podemos viver num ambiente distópico, onde a educação está sendo questionada e a ciência negada. A ciência e a educação são instrumentos cruciais para que as futuras gerações possam construir uma nação verdadeiramente soberana e assim o nosso querido Brasil possa ser realmente um país desenvolvido.

Não podemos compactuar com o estabelecimento do negacionismo científico na esfera governamental, com o desmonte de nossas instituições de fiscalização ambiental (IBAMA, ICMBio) e os cortes no orçamento nos setores de educação, ciência e tecnologia. A negação da ciência pode comprometer o futuro do país por décadas.

O aquecimento global é responsável pelos extremos de tempo e clima observados nos anos recentes em todo o mundo. Ele tem gerado perdas de vidas e grandes impactos nas economias regionais: ondas de calor e frio na Europa, EUA e Canadá, enchurradas na Europa e no Brasil, secas e chuvas intensas na Austrália, na África e no Brasil, furacões na América Central, incêndios nas florestas da Europa Mediterrânea, na Califórnia nos EUA, desastres no Pantanal e na Amazônia no Brasil.

Sobre os perigos do negacionismo das mudanças climáticas para o Brasil, os negacionistas tentam embasar seus argumentos majoritariamente na ideia de que o planeta Terra passa por períodos de flutuação de temperatura ao longo dos milênios, as chamadas glaciações e deglaciações. Segundo essa ideia, o que estamos passando seria apenas um aquecimento normal do sistema terrestre, precedendo uma era de resfriamento e glaciação na escala geológica. Isso é correto, porém a mudança climática induzida pelas atividades humanas está na escala de centos de anos, que é o nosso tempo de vida como sociedade na era moderna. Isso nada tem a ver com a escala geológica de centos de milhares de anos. Sabemos que o clima vai mudar naturalmente, mas as atividades humanas na forma de mudança de uso da terra e queima de combustível fóssil estão acelerando e intensificando esta mudança. Assim, o que se esperava que acontecesse em milhares de anos está acontecendo na escala de décadas. Muitos estudos mostram essa realidade. Contudo, os negacionistas falham ao não enxergar ou não aceitar debater dados robustos obtidos por diversos grupos científicos ao redor do mundo que comprovam que as taxas de aquecimento atuais são inéditas para a história da terra.

Para terminar, o negacionismo se baseia na ignorância. Ou, o que é pior: o negacionismo do aquecimento global e da mudança climática é uma tendência ideológica extremamente perigosa, e tem sido adotado de modo estratégico e intencional com forte influência política. Isso pode levar à inação do governo para enfrentar as mudanças climáticas e seguir os acordos internacionais de clima. Isso também pode agravar o fenômeno de mudanças climáticas, potencializando seus efeitos danosos e os seus impactos na população. Certamente se ultrapassarmos a meta de manter o aquecimento global de 1.5°C até meados deste século, a adaptação será muito cara e pode significar uma mudança climática perigosa, onde a vida no planeta ficará comprometida.

Necessidade da diversificação de cultivares na cadeia produtiva da maçã no Brasil

Marcus Vinicius Kvitschal¹, Marcelo Couto² e Gabriel Berenhauser Leite³

O cenário atual da cadeia produtiva e as suas dificuldades

O Brasil produz anualmente, em média, pouco mais de um milhão de toneladas de maçãs (FAOSTAT, 2022), sendo quase toda essa produção concentrada nos três estados da Região Sul. Os principais polos produtores da fruta localizam-se nos entornos de São Joaquim, SC, e de Vacaria, RS (Figura 1).

Mas nas últimas décadas o sistema produtivo da maçã no Brasil sofreu um drástico estreitamento na base genética dos seus cultivos e atualmente cerca de 95% de toda a maçã produzida no país provém de dois únicos cultivares: 'Gala' e 'Fuji' e de seus variantes mutantes. Isso tem provocado o surgimento de diversos problemas no meio produtivo e

até mesmo aos consumidores da fruta no país (KVITSCHAL et al., 2019).

Além dos riscos crônicos inerentes à vulnerabilidade genética da espécie, ambos os cultivares sofrem com a falta de adaptação climática à maioria das regiões produtoras de maçãs, principalmente pela insuficiência de acúmulo de frio hibernal para superação da dormência nas plantas. Isso geralmente ocasiona brotação errática e deficitária nas plantas, que se agrava em anos de invernos com baixo acúmulo de frio (PETRI et al., 2021). Nessa condição, nem mesmo o uso de tecnologias de indução química da brotação garante brotação e florescimento satisfatórios às plantas de 'Gala' e 'Fuji'.

A suscetibilidade à sarna (*Venturia inaequalis*) e à mancha foliar de glomerella (*Colletotrichum* spp.) nos cultivares mutantes de Gala, aliada ao clima

subtropical típico das regiões produtoras de maçãs no Brasil, também requer alta frequência de pulverizações com fungicidas nos pomares. O problema se agrava ainda mais em estádios próximos à maturação das frutas, pois a disponibilidade de produtos com curto período de carência registrados para a cultura da macieira no país é bastante restrita. Além disso, a dificuldade de controle e o impacto que o sistema atual de cultivo de macieiras exerce sobre o meio ambiente e à saúde dos aplicadores são cada vez mais preocupantes.

A logística de uso da mão de obra, que representa um pouco mais de 50% do custo total de produção, também é um grave problema que afeta essa cadeia produtiva. Gradualmente, a disponibilidade de mão de obra para fruticultura tem se tornado cada vez mais escassa, desqualificada e com custo mais elevado. Grande parte desse problema está intrinsecamente relacionado à etapa de colheita, visto que os volumes colhidos de maçãs 'Gala' e 'Fuji' são bastante elevados para um período relativamente curto, o que exige grande contingente de pessoas. Desse modo, é comum uma parte da safra de 'Gala' ser colhida muito precocemente e outra muito tardiamente, com as maçãs sobremaduras. Em ambos os cenários, os frutos são colhidos fora da condição adequada, seja para consumo imediato, seja para armazenagem. Assim, além dos problemas para o produtor e para toda a cadeia de classificação, embalagem e armazenagem de maçãs, isso também implica baixa qualidade das frutas ofertadas aos consumidores.

Atualmente, quase toda a produção de maçãs do país é colhida em um período de apenas 2,5 meses, sendo grande parte armazenada por 6 meses ou mais

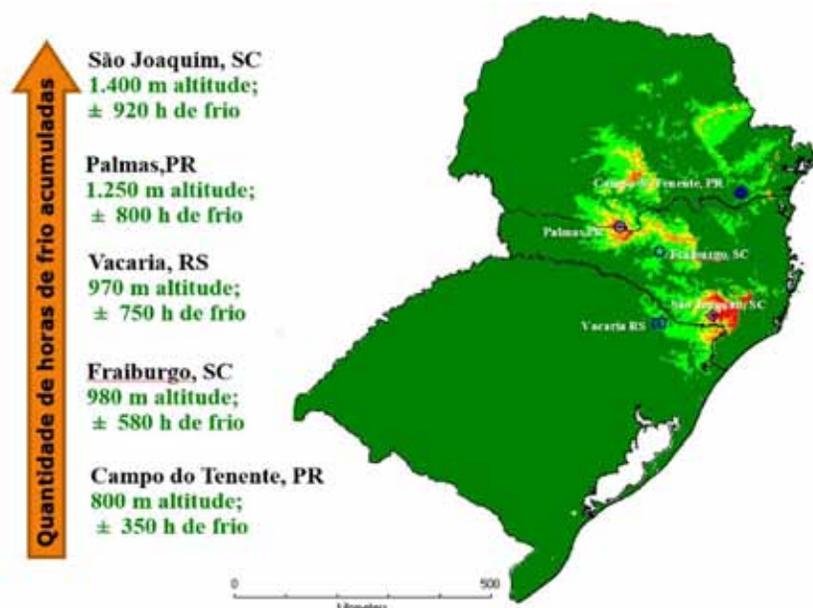


Figura 1. Localização das principais regiões produtoras de maçãs no Sul do Brasil, e suas respectivas altitudes médias e quantidades médias de frio hibernal acumulado

Autor: Marcus Vinicius Kvitschal

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Caçador (EECd), Rua Abílio Franco, 1.500, CEP 89.501-032, Caçador-SC, Fone: (49)3561-6837, e-mail: marcusvinicius@epagri.sc.gov.br. ORCID: 0000-0001-6161-3546

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Caçador (EECd), Fone: (49)3561-6811, e-mail: marcelocouto@epagri.sc.gov.br. ORCID: 0000-0002-8359-3256

³ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Ciram, Fone: (48)3665-5120, e-mail: gabriel@epagri.sc.gov.br. ORCID: 0000-0002-7479-7409

para atender o mercado nacional ao longo do ano. Embora o Brasil venha desenvolvendo tecnologias de ponta para armazenagem de maçãs 'Gala' por longos períodos, sabe-se que o potencial de armazenagem dessas maçãs é limitado (ARGENTA et al., 2021). As maçãs 'Fuji', por sua vez, também apresentam altos índices de perdas com podridões em pós-colheita, o que também onera significativamente o custo da cadeia de classificação, embalagem e armazenagem (ARGENTA et al., 2021). Mas a dificuldade de armazenagem de maçãs 'Gala' em volume suficiente para atender o mercado nacional durante o ano todo também tem promovido a oferta de maçãs com perda significativa de firmeza, suculência e textura de polpa aos consumidores.

Ao contrário do resto do mundo, onde se observa uma gama de cinco ou mais cultivares de maçãs comercialmente plantados e comercializados, o mercado brasileiro de maçãs concentrou toda sua organização logística em apenas dois cultivares, Gala e Fuji, em detrimento de outras opções que surgiram ao longo das décadas de pesquisa em Melhoramento Genético. Atualmente existe uma grande barreira comercial imposta aos fruticultores brasileiros para a comercialização de maçãs que tenham padrão visual diferente de 'Gala' ou 'Fuji' (KVITSCHAL et al., 2019) e, por esse motivo, novos cultivares desenvolvidos no Brasil recentemente não se consolidam comercialmente no país. Isso ocorre mesmo com esses cultivares possuindo diversas vantagens agrônômicas, que oportunizam o uso na diversificação conjuntamente à 'Gala' e à 'Fuji', viabilizam a ampliação do período de colheita dos atuais 2,5 meses para 4,5 meses e minimizam muitos dos problemas já discutidos acima, como o caso da mão de obra.

Portanto, a dependência de apenas dois cultivares de macieira resulta em uma cadeia produtiva bastante vulnerável, onera os custos de produção, reduz a rentabilidade dos cultivos, restringe novos investimentos no setor, limita a expansão do negócio e, primordialmente, fragiliza a sustentabilidade da cultura da maçã no Brasil. A diversificação de cultivares na maleicultura brasileira é,

sem dúvida, a chave para a minimização de diversos dos problemas que a cadeia produtiva vem acumulando há décadas.

As tecnologias / cultivares disponíveis

Considerando os aspectos adaptativos, fitossanitários e de qualidade de frutos ofertados ao consumidor, atualmente há diversos cultivares de macieira melhorados com alto valor agrônômico disponíveis aos fruticultores no Brasil, todos com potencial comercial equivalente ou superior aos tradicionais 'Gala' e 'Fuji' (Tabela 1).

Diversos desses cultivares são de baixo a médio requerimento de frio hibernar e, portanto, melhor adaptados às condições climáticas das principais regiões produtoras no Brasil. A maioria deles possuem alta resistência à mancha foliar de glomerella e alguns também incluem resistência à sarna, o que confere grande vantagem no controle fitossanitário nos pomares, afinal a resistência genética é a forma mais barata, mais segura e mais eficaz de controlar doenças em plantas (GONÇALVES-VIDIGAL e POLETINI, 1999). Por esse motivo, a Epagri recentemente desenvolveu mais dois novos cultivares imunes à mancha foliar de glomerella, ambos do grupo 'Gala', a 'SCS441 Gala Gui' e a 'SCS448 Galidia'. Os dois cultivares são mutações espontâneas de 'Star Gala', sendo 'SCS441

Gala Gui' caracterizado por possuir epiderme com alto percentual de cobertura vermelha e estriada, enquanto 'SCS448 Galidia' é de epiderme vermelha, completamente sólida, não estriada (Figura 2). Inevitavelmente esses cultivares mutantes de Gala resistentes à mancha foliar de glomerella substituirão os cultivares suscetíveis ('Royal Gala', 'Imperial Gala', 'Galaxy', 'Baigent' e 'Maxi-Gala') à medida que pomares antigos sejam renovados. Isso porque a mancha foliar de glomerella é uma doença de verão devastadora, muito agressiva, de rápida manifestação de sintomas, e que é bastante favorecida pelo clima em grande parte das áreas tradicionais de produção de maçãs no Brasil (FURLAN et al., 2010). Além disso, a grade de fungicidas registrados no Brasil para seu controle é muito restrita. Isso evidencia cada vez mais a importância do uso de cultivares resistentes a essa doença, inclusive nas regiões mais altas e mais frias, onde até há alguns anos a doença praticamente não existia.

Além das vantagens adaptativas e fitossanitárias, o espectro de épocas de colheita dos cultivares de macieira disponíveis para plantio no país é bastante amplo, e seu uso em associação aos cultivares tradicionais 'Gala' e 'Fuji' poderia mitigar ou minimizar diversos dos problemas que vêm se intensificando nos últimos tempos. Isto é importante para que o fruticultor possa escalar a colheita de maçãs na sua proprieda-

Tabela 1. Principais opções de cultivares de macieira disponíveis no Brasil e seus respectivos períodos de maturação e colheita



de, colhendo mais maçãs com menor contingente de pessoas pela utilização de cultivares com maturação desde antes da 'Gala' até após a 'Fuji' (Tabela 1). Ademais, é possível viabilizar a ampliação do período de safra na sua propriedade e, com isso, otimizar o uso da mão de obra disponível. Isso pode reduzir o custo total com mão de obra para colheita e, conseqüentemente, proporcionar o aumento da rentabilidade da maleicultura no país, primordialmente nas pequenas propriedades frutícolas que dependem prioritariamente da mão de obra familiar.

Destaca-se, ainda, que todas as opções de cultivares mencionadas anteriormente produzem maçãs de alto padrão visual (Figura 2), bem como de alta qualidade sensorial das frutas. Afinal, a qualidade das maçãs é um aspecto de extrema importância na escolha do cultivar.

Embora os cultivares mais precoces possuam, de forma geral, limitações quanto ao potencial de armazenagem das frutas, alguns novos cultivares possuem potencial de armazenagem superior ao da Gala e são de amplo valor na diversificação de cultivares na propriedade. Maçãs de cultivares como SCS426 Venice, SCS1605 Serrana, SCS443 Isadora e SCS427 Elenise podem ser mantidos por mais de 6 meses sob refrigeração sem perda de qualidade. Isso viabilizaria a possibilidade de oferta dessas frutas ao consumidor durante todo o ano, até o início da nova safra no ano seguinte. Assim, além de otimizar o uso da mão de obra no setor produtivo, a diversificação de cultivares pode promover a melhoria da qualidade das maçãs ofertadas no mercado varejista de frutas no país.

A necessidade de mudanças de cenários no setor da maçã do país

É fato que o perfil dos consumidores de frutas vem mudando rapidamente nos últimos tempos. Assim, é importante que as organizações estejam atentas e prontas para adaptar suas estratégias de oferta caso queiram continuar sendo competitivas e oferecendo seus produ-



Figura 2. Aparência de frutos de alguns cultivares de macieira desenvolvidos pela Epagri e disponíveis para diversificação na maleicultura brasileira

Autor: Marcus Vinicius Kvitschal

tos/serviços com algum diferencial. Essa não é uma ação fácil de ser executada porque requer mudanças nos processos de produção, na cadeia de suprimentos, distribuição, comunicação, entre outros (NEVES et al., 2020).

Diversos estudos indicam que uma das principais tendências observadas no perfil dos consumidores de alimentos é o surgimento crescente de consumidores "aventureiros", que buscam novos sabores e aromas, cujos produtos tradicionais já não chamam mais sua atenção (JAEGER et al., 2017; BATAT et al., 2018; ANGUS & WESTBROOK, 2019).

NEVES et al. (2020) também alertam pela tendência do crescimento de um grupo de consumidores que buscam produtos *Gourmet* ou *Premium*, cujo padrão de qualidade é diferenciado. Esse é o tipo de consumidor que está disposto a pagar "pelo melhor" (YOUN & KIM, 2017; HEIDE & OLSEN, 2018; ANGUS & WESTBROOK, 2019) e que não se satisfaz apenas com os produtos tradicionais.

No entanto, no Brasil ainda é predominante apenas uma pequena diversidade de tipos de maçãs ofertadas aos consumidores, evidenciando que o setor da maçã não tem acompanhado as tendências de evolução no mercado de alimentos. Via de regra, os consumidores brasileiros não têm muitas opções de escolha além da 'Gala' ou da

'Fuji'. A realidade no país é diferente daquela observada em outros países mais tradicionais em produção de maçãs do Hemisfério Norte, como a Itália, por exemplo, onde são oferecidas ao menos 27 opções diferentes de maçãs, além do que se prevê a incorporação de mais 10 ou 12 novos cultivares nos próximos anos (LOVATI, 2021).

Na contramão do que estudos de tendências indicam, toda a logística de colheita, armazenagem, classificação e transporte de maçãs no Brasil foi estabelecida para os cultivares Gala e Fuji. Essa ampla sujeição do setor à apenas dois cultivares é um dos principais motivos pelo estabelecimento da barreira comercial que é imposta e que reprime a consolidação de novos cultivares. Isso, além de afetar os consumidores, também afeta o setor produtivo que, embora anseie por novos cultivares mais adaptados, mais fáceis de produzir, com menores custo de produção e impacto ambiental, enfrenta grande dificuldade de aceitação dessas novas maçãs no mercado atual do país somente porque possuem padrões visuais diferentes da 'Gala' ou da 'Fuji'. É evidente que toda a cadeia produtiva da maçã brasileira precisa passar por mudanças culturais e estruturais, desde o setor produtivo e comercial até o mercado consumidor.

Há um grande desafio para o setor, que é a promoção de estratégias ino-

vadoras que possam causar mudanças no cenário atual da cadeia produtiva da maçã no Brasil. No entanto, só pode haver diversificação de cultivares na propriedade rural se houver mercados específicos para as frutas destes cultivares; e só haverá mercado para essas frutas diferenciadas se os consumidores tiverem conhecimento de sua existência.

A partir desse ponto, muitos consumidores serão estimulados a passar por mudanças de hábito de consumo de maçãs, passarão a estabelecer novos padrões de preferência para si (tanto visual quanto sensorial), exigirão maior qualidade e garantia de padrão e, com isso, mercados diversificados de maçãs serão estabelecidos no país para atender esses consumidores específicos, conforme ressaltam NEVES et al. (2020).

Isso exigirá estratégias comerciais inovadoras e investimentos maciços da cadeia produtiva em campanhas publicitárias voltadas à divulgação destas novas maçãs, as quais atenderão diferentes preferências de cada perfil de consumidores. Afinal, cada nova maçã tem identidade própria e o consumidor demandará cada vez mais por isso.

A visão de futuro

Diante das grandes dificuldades que o setor produtivo da maçã no Brasil vem acumulando nas últimas décadas, é questionável a sustentabilidade dessa cadeia produtiva no formato atual. Até quando será viável produzir maçãs nesse sistema quase que exclusivamente dependente de apenas dois cultivares, Gala e Fuji? Quando a cadeia produtiva da maçã brasileira vai se atentar às tendências de mudanças nos perfis dos consumidores brasileiros de frutas e oportunizar a satisfação de seus anseios de consumo?

É inevitável que nos próximos anos mudanças significativas ocorram, que novos cultivares sejam inseridos no mercado brasileiro, que os consumidores de frutas frescas busquem produtos que atendam suas preferências específicas, que os mercados se adaptem às suas exigências de consumo e que, com isso, os produtores possam promover a diversificação nas propriedades rurais,

minimizando grande parte dos problemas atualmente existentes nessa cadeia produtiva brasileira.

Após o início da consolidação desses novos cultivares, outra tendência para a próxima década no país é a indicação e o uso regionalizado de cultivares, mais adaptados para cada local, em busca da melhor qualidade das frutas produzidas. Ou seja, os produtores buscarão extrair o máximo potencial da genética melhorada disponível nos novos cultivares, pelo seu cultivo em regiões cada vez mais específicas.

Mas as mudanças deverão ir ainda mais além. A indústria de processamento de maçãs também terá a oportunidade de se adaptar, qualificar ainda mais seus produtos a partir de maçãs desses novos cultivares, utilizando o excedente de frutas produzidas que não atendam os altos padrões de classificação exigidos pelo mercado de frutas frescas emergente. Além de diversificar também a indústria da maçã no país, possivelmente irá promover melhor remuneração dos produtores pela fruta de categoria indústria.

O desafio que surge para a nova geração de empreendedores do setor da maçã brasileiro é a INOVAÇÃO, para produzir mais, com mais qualidade, otimizando os custos, com cada vez mais segurança alimentar e respeito ao meio ambiente, e utilizando novas estratégias de negócio. O caminho a ser perseguido pela cadeia produtiva da maçã no Brasil para a próxima década é: “diversificar para inovar; inovar para se manter sustentável”.

Referências

ANGUS, A.; WESTBROOK, G. Top 100 consumer trends 2019. **Euromonitor International**, 2019.

ARGENTA, L.C.; DE FREITAS, S.T.; MATTHEIS, J.P.; VIEIRA, M.J.; OGOSHI, C. Characterization and quantification of postharvest losses of apple fruit stored under commercial conditions. **HortScience**, v.56, n.5, p.608-616, 2021.

BATAT, W.; PETER, P. C.; MOSCATO, E. M.; CASTRO, I. A.; CHAN, S.; CHUGANI, S.; MULDROW, A. The experiential pleasure of food:

A savoring journey to food well-being. **Journal of Business Research**, v.100, p.392-399, 2018.

FURLAN, C.R.C.; DANTAS, A.C.D.M.; DENARDI, F.; BECKER, W.F.; MANTOVANI, A. Resistência genética dos acessos do banco de germoplasma de macieira da Epagri à mancha foliar de *Glomerella* (*Colletotrichum gloeosporioides*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.507-514, 2010.

GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; POLETINI, J.P. Capítulo 27: Resistência à doenças. In: **Melhoramento Genético de Plantas**. DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. (Org.). 1.ed., Londrina: UEL, 1999, p.423-464.

HEIDE, M.; OLSEN, S. O. The use of food quality and prestige-based benefits for consumer segmentation. **British Food Journal**, v.120, n.10, p.2349-2363, 2018.

JAEGER, S.R.; HORT, J.; PORCHEROT, C.; ARES, G.; PECORE, S.; MACFIE, H.J.H. Future directions in sensory and consumer science: Four perspectives and audience voting. **Food Quality and Preference**, v.56B, p.301-309, 2017.

KVITSCHAL, M. V.; COUTO, M.; BRANCHER, T. L. Variedades de macieira: cenário Internacional e Nacional. **Brazilian Journal of Development**, v.5, n.10, p.18326-18334, 2019.

LOVATI, L. Innovación en cruzamiento varietal, sustentabilidad y preferencias de los consumidores: Experiencias em Trentino y Europa. **Boletín Técnico: Pomáceas**, Talca/Chile, v.117, p.2-8, 2021.

NEVES, M.F.; MARQUES, V.N.; MARTINEZ, L.F.; CAMBAÚVA, V.; SPERS, E.E.O Modelo MarkAlim para Oportunidades no Marketing de Alimentos. **Revista Agronomia Brasileira**, v.4, p.1-8, 2020.

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. (Boletim Técnico, 192).

YOUN, H.; KIM, J. Effects of ingredients, names and stories about food origins on perceived authenticity and purchase intentions. **International Journal of Hospitality Management**, v.63, p.11-21, 2017.

Maturação de laranjas e tangerinas no sul do Brasil: indicadores e sazonalidade

Eduardo Cesar Brugnara¹ e Rafael Roveri Sabião²

Resumo – A maturação de laranjas e tangerinas consiste em modificações fisiológicas, químicas e morfológicas na casca, na polpa e no suco, que são cruciais para determinar as épocas de colheita de cada variedade. O *ratio*, relação entre a acidez e o teor de açúcar do suco, é o principal parâmetro físico-químico que define a época de colheita, mas o aspecto visual, em especial a coloração, também é importante. A colheita no sul do Brasil estende-se de abril a fevereiro para as laranjas e de fevereiro a dezembro para as tangerinas, dependendo da variedade. Identificar os períodos de oferta de cada variedade é primordial para atender as demandas de consumo e obter os melhores retornos financeiros em períodos de baixa competitividade com frutos de qualidade.

Termos para indexação: *Citrus* spp.; Acidez; Sólidos solúveis; Cor.

Orange and mandarin ripening in southern Brazil: indicators and seasonality

Abstract – The maturation of oranges and tangerines consists of physiological, chemical and morphological changes in the skin, pulp and juice, which are crucial to determine the harvest times for each variety. The ratio, the relationship between the acidity and sugar content of the juice, is the main physical-chemical parameter that defines the harvest time, but the visual aspect, especially the color, is also important. The harvest in southern Brazil extends from April to February for oranges and from February to December for tangerines, depending on the variety. Identifying the periods of supply of each variety is essential to meet consumption demands and obtain the best financial returns in periods of low competitiveness with quality fruit.

Index-terms: *Citrus* spp.; Acidity; Soluble solids; Color.

Introdução

As tangerinas e as laranjas estão entre as frutas mais consumidas no mundo, na forma natural ou processadas. Quando produzidas em climas subtropicais, como os que ocorrem em grande parte de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul, essas frutas apresentam coloração e sabor mais desejáveis se comparadas às produzidos em regiões tropicais, graças à amplitude térmica diária (temperaturas do ar elevadas durante o dia e baixas à noite) antes da colheita.

A laranja e a tangerina são frutos do tipo hesperídio, formados pelo epicarpo (parte externa da casca) contendo glândulas oleíferas, mesocarpo esponjoso (albedo, parte interna da casca) e endocarpo (gomos) composto por vesículas de suco que envolvem as sementes

(GONÇALVES & LORENZI, 2011). A floração marca o início do desenvolvimento dos frutos, que ocorre entre agosto e setembro. O desenvolvimento começa com a divisão celular, que determina o tamanho final dos frutos, passa pela diferenciação celular, formando vesículas de suco, albedo e flavedo, seguida do crescimento celular, onde há o aumento de sólidos solúveis, e finalmente ocorre a maturação, mudança de coloração, com pouco aumento em sólidos solúveis e queda na porcentagem de ácidos. As combinações de vários pigmentos concentrados em cloroplastos e cromoplastos conferem cor à casca, como a clorofila para o tom verde, as xantofilas para tons de amarelo e laranja, caroteno para laranja, e o licopeno para vermelho. Estes pigmentos também são a fonte de cor da polpa e do suco e, portanto, de extrema importância na qualidade dos frutos (BERK, 2016).

Maturação dos frutos e indicadores

Vários processos fisiológicos levam um fruto “verde” a se tornar comercialmente maduro. Os frutos cítricos em geral atingem a maturação fisiológica (quando os embriões estão completamente desenvolvidos) antes da maturação comercial, fase em que se apresentam agradáveis para consumo. À medida que o processo de desenvolvimento e a maturação do fruto avança (Figura 1), a clorofila é destruída, os cloroplastos se transformam em cromoplastos e o fruto adquire a cor de casca esperada, de acordo com a variedade. A mudança de cor ocorre como resultado de dois processos fisiológicos: o desaparecimento da clorofila e a síntese simultânea e independente dos carotenoides amarelos, laranja ou vermelhos e,

Recebido em 14/07/2021. Aceito para publicação em 09/08/2022.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1230>

¹ Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, Servidão Ferdinando Tusset, Bairro São Cristóvão, Chapecó, SC, e-mail: eduardobrugnara@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, e-mail: rafaelsabiao@epagri.sc.gov.br.



Figura 1. Coloração da casca de tangerinas ‘SCS458 Osvino’ em Águas Frias - SC. (A) início de fevereiro, (B) meados de março e (C) final de maio

Fotos: Eduardo Cesar Brugnara

Figure 1. Peel coloration of ‘SCS458 Osvino’ tangerines in Águas Frias - SC. (A) early February, (B) mid-March, and (C) late May

Photos: Eduardo Cesar Brugnara

particularmente, das xantofilas (BERK, 2016). A mudança de cor pode estar ou não relacionada ao amadurecimento interno, ou seja, frutos com suco palatável podem ainda ter o epicarpo verde. É o que acontece com a ‘Okitsu’ (BRUGNARA, 2019). Da mesma forma, em frutos de colheita tardia como os das laranjeiras do grupo Valência, é comum a coloração do epicarpo estar adequada e o suco ainda apresentar índice de maturação baixo. No Brasil não há um índice de coloração da casca padronizado e largamente aceito como mínimo de coloração, mas frutos com casca muito verde tendem a ser preteridos.

O gosto do suco é o principal parâmetro para se determinar a época de

colheita ou de maturação. A acidez é comumente medida por titulação com uma substância alcalina, e expressa em porcentagem de ácido cítrico. A doçura pode ser medida pelo grau Brix, que expressa o teor de sólidos solúveis no suco, os quais, em sua maioria, são açúcares. O sabor é uma sensação mais complexa do que o gosto, pois envolve outras características, entre elas os aromas (voláteis) que são sentidos no nariz, a textura, a temperatura e até a experiência passada do degustador (GOOF & KLEE, 2006).

Pela divisão do teor de sólidos solúveis (graus Brix) pela acidez titulável (%) se obtém o índice de maturação ou *ratio*. Esse índice fornece uma informa-

ção da sensação que a fruta ou o seu suco proporcionará a quem o consumir. Frutos ou sucos com maiores teores de ácidos e pouco açúcar não são palatáveis. O oposto são frutos ou sucos com teores baixos de acidez e altos de açúcar, que os tornam enjoativos. Outra situação possível é a combinação de baixos teores de acidez e de açúcares, que caracteriza um suco “aguado”. No sul do Brasil se preconiza o *ratio* maior ou igual a 8,0 para iniciar a colheita de frutas de mesa (KOLLER, 1994), enquanto a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp) exige valores maiores que 9,5, exceto para mexericas (CEAGESP, 2011).

Além do gosto do suco e da coloração da casca, o teor de suco nos frutos é um fator determinante na época de colheita. Os frutos acumulam suco ao longo da maturação, atingindo um pico, que na maioria das variedades não se mantém por muito tempo, especialmente nas tangerinas. Para ser comercializados, os frutos devem conter pelo menos 35% da massa composta por suco, dependendo da variedade (CEAGESP, 2011).

Época de maturação e colheita de laranjas e tangerinas

Na Tabela 1 é apresentada uma relação de cultivares de laranja e tangerina com suas épocas de colheita estimadas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Como as estimativas são médias, a época de colheita pode variar em regiões dentro do Estado e entre anos. Também pode variar em função dos índices de maturação utilizados para determinar a época de colheita.

As primeiras laranjas a alcançarem acidez e doçura agradáveis ao paladar são as dos cultivares sem acidez, conhecidos como “laranjas do céu” ou “laranja lima” (embora existam cultivares tardios como a ‘Lima Tardia’). O suco destas laranjas já é agradável antes da maturação da casca, já que elas têm pouca acidez. Além das laranjas sem acidez, a partir de abril há uma série de cultivares e variedades, com acidez pronunciada, que atingem os índices de maturação do suco adequados. A coloração ama-

Tabela 1. Época de colheita de alguns cultivares de tangerinas e laranjas nas condições de clima subtropical de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. As épocas variam em função das condições ambientais, dos anos e dos índices de maturação utilizados na sua determinação *Table 1. Harvest time of some cultivars of tangerines and oranges in the subtropical climate conditions of Santa Catarina and Rio Grande do Sul. The seasons vary according to the environmental conditions, the years and the maturation indexes used in their determination*

Tangerinas												
SCS458 Osvino ⁽¹⁾⁽²⁾		Fev	Mar	Abr								
Okitsu ⁽¹⁾⁽²⁾		Fev	Mar	Abr	Mai							
Clemenules ⁽¹⁾⁽²⁾				Abr	Mai	Jun						
Ponkan ⁽²⁾⁽³⁾				Abr	Mai	Jun	Jul	Ago				
Montenegrina ⁽²⁾⁽³⁾							Jul	Ago	Set	Out		
Murcott ⁽²⁾⁽³⁾								Ago	Set	Out		
URSBRS Hada ⁽³⁾										Out	Nov	Dez
Laranjas												
Céu/Lima ⁽²⁾⁽³⁾			Mar	Abr	Mai	Jun	Jul					
SCS454 Catarina ⁽²⁾⁽³⁾				Abr	Mai	Jun						
Hamlin/Salustiana ⁽²⁾⁽³⁾					Mai	Jun	Jul					
Shamouti ⁽²⁾⁽³⁾						Jun	Jul	Ago	Set			
Valência ⁽²⁾⁽³⁾	Jan									Out	Nov	Dez
Folha Murcha ⁽²⁾⁽³⁾	Jan	Fev								Out	Nov	Dez

⁽¹⁾ BRUGNARA, 2019; ⁽²⁾ SCHWARZ et al. (2018); ⁽³⁾ KOLLER & SOPRANO (2013).

relada ou alaranjada na casca depende muito das temperaturas do ar de cada local e ano. As melhores características de casca e suco são atingidas a partir de maio e em locais mais frios. Por outro lado, há laranjas de meia estação como a ‘Shamouti’ (julho a setembro) e tardias como a ‘Folha Murcha’ (setembro a fevereiro).

A maturação das tangerinas se concentra nos meses de maio a julho, quando se colhe a ‘Ponkan’. No final de abril as bergamotas comuns, a ‘Mexerica do Rio’ e a ‘Caí’ já atingem maturação comercial. Ainda mais cedo em abril pode ser colhida a ‘Clemenules’. Mas os cultivares do grupo Satsumas (SCS458 Osvino e Satsuma Okitsu) são as tangerinas colhidas mais precocemente já a partir do final de fevereiro, apesar de ainda ganharem cor e sabor adentrando em março e abril. Os cultivares tardios mais importantes são a ‘Montenegrina’ e o tangor ‘Murcott’; este último pode ser colhido até novembro. Recentemente foi lançado no Rio Grande do Sul o ‘URSBRS Hada’, não avaliado em Santa Catarina, um cultivar que pode ser colhido

após o ‘Murcott’, até dezembro nas condições do Rio Grande do Sul (GONZATTO et al., 2015).

Considerações finais

Há uma grande amplitude de épocas de maturação de laranjas e tangerinas, que permite colheitas durante praticamente todo o ano nas condições do sul do Brasil, com sazonalidades varietais, frutos com diferentes características qualitativas, mas com potenciais de mercado ainda subexplorados, já que possuem cores, aromas e sabores superiores, favorecidos pelas condições climáticas das regiões de cultivo do Estado.

Os citricultores, entretanto, precisam estar atentos à aceitação das frutas pelo mercado consumidor, sua adaptação às condições edafoclimáticas do local de cultivo e a resistência às doenças e pragas limitantes. Além disso, devem implantar diferentes cultivares na propriedade para atender as demandas de mercado e distribuir a colheita e o

rendimento durante os outros meses do ano; implementar as tecnologias de manejo recomendados pela Epagri a fim de obter maior produtividade e melhor qualidade das frutas, oferecendo ao consumidor o melhor produto em cada período específico de produção da variedade.

Referências

BERK, Z. Chapter 2 - Morphology and chemical composition. In: BERK, Z. (Ed.). **Citrus Fruit Processing**. Academic Press, 2016. p.9-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803133-9.00002-3>.

BRUGNARA, E.C. Maturation of early-ripening mandarin as affected by scion and rootstock cultivars in western Santa Catarina, Brazil. **Revista Ceres**, v.66, n.4, p.249-256, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201966040002>.

CEAGESP – COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. **Normas de classificação de citros de mesa**. São Paulo: CEAGESP, 2011. 11p.

GOFF S. A.; KLEE H. J. Plant volatile compounds: sensory cues for health and nutritional value? **Science**, v.311, p.815-819, 2006. DOI: <http://10.1126/science.1112614>.

GONÇALVES, E.G.; LORENZI, H.J. **Morfologia vegetal**: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011. 512p.

GONZATTO, M.P.; SCHWARZ, S.F.; OLIVEIRA, R.P.; BENDER, R.J.; SOUZA, P.V. D. ‘URSBRS HADA’: tangoreiro de maturação tardia e duplo propósito. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.2, p.524-527, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-401/13>.

KOLLER, O.C. **Citricultura**: laranja, limão e tangerina. 1ª ed. Porto Alegre: Editora Rigel, 1994. 446p.

KOLLER, O.L.; SOPRANO, E. Principais cultivares cítricos. In: KOLLER, O. L. (Org.). **Citricultura catarinense**. Florianópolis: Epagri, 2013. Cap. 3, p.57-120.

SCHWARZ, S.F.; SOUZA, E.L.S.; OLIVEIRA, R.P. Características das variedades copa. EFROM, C. F. S.; SOUZA, O. V. D. (Org.). **Citricultura do Rio Grande do Sul**: indicações técnicas. 1. ed. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação - SEAPI; DDP, 2018. Cap. 4, p.61-80.

Huanglongbing e a produção de mudas cítricas em Santa Catarina

Luana Aparecida Castilho Maro¹

Resumo - O setor de mudas cítricas em Santa Catarina tem experimentado considerável expansão nos últimos anos com incremento na quantidade de mudas produzidas e também no número de famílias envolvidas na atividade. De acordo com a Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - Cidasc, a quantidade de mudas na safra 2012/2013 saltou de 629.428 unidades para mais de 1,8 milhão na safra 2021/2022. A atividade é praticada por pequenos produtores familiares, principalmente no Alto Vale do Rio Itajaí. A imposição de requisitos regulamentares na produção de mudas cítricas tanto na esfera federal quanto estadual promoveu inúmeras melhorias nas diferentes etapas de produção com aumento significativo na qualidade das mudas e conquista de novos mercados. Marco importante foi atingido com o cumprimento da Portaria SAR n° 22 de 23/11/2010 que estabeleceu o término da produção de mudas a céu aberto e a obrigatoriedade da adoção do ambiente protegido. Com a detecção do HLB no estado, o setor viveirista se depara com um novo desafio: o de conter o avanço da doença, mantendo a área de produção de mudas sob contínuo monitoramento.

Termos para indexação: HLB; *greening*; '*Candidatus Liberibacter spp.*'; *Diaphorina citri*; viveiros.

Huanglongbing and the citrus seedlings production in Santa Catarina

Abstract - The citrus nursery sector in Santa Catarina has experienced considerable expansion in recent years with an increase in the number of nursery plants produced and also in the number of families involved in the activity. According to the Plant Health Agency of Santa Catarina State - Cidasc the number of nursery plants in the 2012/2013 season raised from 629,428 units to more than 1.8 million in the 2021/2022 harvest. The activity is practiced by small family producers, mainly in the Alto Vale do Rio Itajaí region. The imposition of regulatory requirements in the production of nursery plants, both at the federal and state levels, promoted numerous improvements in the different stages of production with a significant increase in the quality of nursery plants and the conquest of new markets. An important milestone was reached with the fulfillment of the order (Portaria SAR n° 22 de 23/11/2010), which established the end of the production of nursery plants in the open field and the mandatory adoption of the protected environment. With the detection of HLB in the state, the nursery sector is facing a new challenge: to contain the spread of the disease, keeping the seedling production area under continuous monitoring.

Index terms: HLB; *greening*; '*Candidatus Liberibacter spp.*'; *Diaphorina citri*; citrus nursery.

Introdução

Considerada a doença mais destrutiva dos citros pelo fato de não existir cura para as plantas infectadas e cultivares comerciais resistentes ou tolerantes e, também pela sua eficiente disseminação, o *huanglongbing* (abreviatura HLB) – antigamente conhecida por *greening* e popularmente como amarelo dos citros, acomete todas as espécies cítricas em qualquer idade e é causado pela bactéria *Candidatus Liberibacter spp.*

A presença do inseto vetor - o psílido *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Liviidae), foi registrada pela primeira vez em Santa Catarina no município de Chapecó, no ano de 2004 (CHIARADIA et al., 2006). Em 2017 e 2021, o inseto foi novamente capturado

nos municípios de Araranguá, Itajaí (Figura 1) e Balneário Rincão num programa de monitoramento conduzido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) e Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc) (BRUGNARA et al., 2022). Porém, em nenhum dos casos, se detectou a presença da bactéria no vetor ou em inspeções das plantas a campo.

Em setembro de 2022, em inspeções a campo realizadas pela Cidasc, a doença foi detectada em tangerineiras Ponkan com idade superior a 6 anos, no município de Xanxerê – SC, conforme relato de Canale et al. (2022). Aventa-se a hipótese de introdução do HLB no estado por meio de mudas contaminadas, oriundas de comércio clandestino.

HLB x produção de mudas

Ainda que o primeiro foco da doença esteja a aproximadamente 300 quilômetros de distância do polo produtor de mudas cítricas que se localiza no Alto Vale do Itajaí, especificamente nos municípios de Pouso Redondo, Rio do Oeste e Laurentino, a disseminação via inseto para outras regiões não pode ser descartada. Isso porque diversos autores relatam a capacidade de movimentação do adulto, não apenas entre pomares vizinhos, mas também a longas distâncias beneficiando-se de correntes de vento (CORTES et al., 2018). Nesse sentido, é válido lembrar que a disseminação do cancro cítrico em Santa Catarina em 2004 é atribuída ao furacão Catarina que facilitou a dispersão

Recebido em 13/10/2022. Aceito para publicação em 10/11/2022.

¹ Engenheira agrônoma, Dra., Epagri / Estação Experimental de Itajaí (EEI), Rod Antônio Heil, n. 6800, 88318-112, Itajaí, SC. e-mail: luanamaro@epagri.sc.gov.br



Figura 1. Cartão adesivo amarelo utilizado para monitoramento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) (A) e inseto adulto capturado em plantas cítricas do Banco de Germoplasma de Citros da Estação Experimental da Epagri de Itajaí (B) Fotos: Luana Aparecida Castilho Maro (A) e Maria Cristina Canale (B)
 Figure 1. Adhesive card used for monitoring *Diaphorina citri* Kuwayama (A) plants and adult insect developed in citrus plants from the Citrus Germplasm Bank of the Epagri Experimental Station in Itajaí (B)
 Photos: Luana Aparecida Castilho Maro (A) and Maria Cristina Canale (B)

da bactéria advinda do estado vizinho Rio Grande do Sul. Nas últimas décadas, Santa Catarina vem passando por muitos eventos meteorológicos de alto impacto em virtude da grande variedade de sistemas atmosféricos. Os ciclones extratropicais são de comum ocorrência no Sul do Brasil e constituem em grandes ameaças por favorecer a dispersão do inseto infectivo com a bactéria causadora do *huanglongbing*.

No tocante a pomares comerciais para produção de frutas, Canale et al. (2020) alertaram sobre a preocupação de um possível abandono da atividade em Santa Catarina em caso de disseminação da doença em função de ser uma cultura explorada por pequenos produtores. Mais de 95% dos citricultores catarinenses estão em pequenas propriedades em regime de exploração familiar, em pequenos módulos com média de 2 hectares (BARNI et al., 2013). O chamado efeito de borda da doença em pequenos pomares é o fator que pode inviabilizar a cultura, pois se faz necessário a erradicação da planta com sintomas em caso de detecção da doença. O efeito de borda, ou maior concentração

de plantas sintomáticas nas primeiras plantas da periferia das propriedades e talhões, é uma característica marcante do HLB (GOTTWALD et al., 2008) e ocorre porque o psíldeo tem caráter migratório e está sempre em busca de novas brotações, aterrissando nas primeiras plantas de citros que encontra ao voar de um pomar para o outro. Estudos mostram que 80% das plantas infectadas encontram-se nos primeiros 150 metros a partir da divisa da fazenda, isto é, na borda do pomar (FUNDECITRUS, 2015). O fator limitante para pequenas propriedades está relacionado à dificuldade de controle das infecções primárias. É necessário que os tecidos das brotações novas (estádios V1 a V4) estejam cobertos com inseticida durante todo o seu desenvolvimento até a maturação. Os brotos podem crescer até 1cm dia⁻¹ expondo novos tecidos não protegidos à alimentação do psíldeo e consequente transmissão da bactéria (CIFUENTES-ARENAS et al., 2018). Isso requer aplicações muito frequentes de inseticidas na fase de desenvolvimento das brotações. A dificuldade de controle das infecções primárias é a mesma tan-

to para pequenos como para grandes propriedades. No entanto, a proporção de área de faixa de borda em relação à área total da propriedade é bem maior para propriedades pequenas que para propriedades grandes, aumentando sua exposição às infecções primárias (BASSANEZI et al., 2020).

Há também de se considerar a ameaça a novos polos de produção de frutas cítricas a exemplo de Celso Ramos, no Meio-Oeste do Estado, que tem despendido na produção de laranjas com crescentes investimentos para incrementar pomares já implantados e estabelecimentos de novas áreas.

Regramento atual do HLB no Brasil

Em âmbito nacional, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) instituiu o Programa Nacional de Prevenção e Controle à doença denominada *Huanglongbing* (HLB) - PN-CHLB, através da Portaria nº 317, de 21 de maio de 2021. Ainda que o *status* oficial de Santa Catarina conste como UF sem ocorrência (até o momento dessa publicação), a mudança de *status* para UF com ocorrência da praga implicará na implementação de medidas estabelecidas no Plano de Contingência pela Cidasc.

Além da realização de exames laboratoriais para ausência de clorose variegada dos citros - CVC (*Xylella fastidiosa*), de nematoides nocivos ao *Citrus* spp. e de gomose dos citros (*Phytophthora* spp.) imposta pela Portaria SAR nº 22/2010 de 23 de novembro de 2010, o viveirista também deverá realizar indexação anual de plantas para comprovação da ausência de '*Candidatus Liberibacter* spp.', em laboratórios oficiais ou credenciados pelo MAPA. Tais análises que antes se restringiam apenas ao lote de mudas da safra deverão ser estendidas também para as plantas básicas, plantas matrizes de borbulhas (antes denominadas borbulheiras), além das plantas produtoras de sementes de porta-enxertos que podem ser cultivadas fora do ambiente telado. No caso de laudo positivo, a eliminação torna-se obrigatória, ficando as demais mudas do lote sob quarentena, somente sendo libera-

das após seis meses, mediante ausência de sintomas e teste molecular negativo para a presença da bactéria. Em caso de confirmação, todas as plantas do estabelecimento ou estrutura individualizada deverão ser eliminadas.

Cabe ressaltar que a bactéria do HLB não é disseminada por sementes. A não transmissão via sementes foi confirmada por Hartung et al. (2010) que utilizaram sementes advindas de frutos sintomáticos e confirmados para HLB por três anos no preparo de mudas. O desenvolvimento de sintomas não foi observado em nenhuma amostra, bem como todas foram negativas em testes para confirmação da presença da bactéria.

Constituirão ainda como medidas de proteção e controle que até então não eram obrigatórias em Santa Catarina, o monitoramento e controle do inseto vetor em todas as propriedades com plantas hospedeiras nos municípios de ocorrência da doença e nos municípios limítrofes por meio do uso de cartões adesivos amarelos. Ainda que o *status* estadual não tenha se alterado e não se conheça o mapa de ocorrência da doença no estado é importante que a região onde se localizam os viveiros seja monitorada quanto à presença do inseto e as inspeções a campo para avaliação do estado geral das plantas sejam intensificadas.

Sintomas em mudas e suas dificuldades para reconhecimento

Embora desde 2010 não se possa produzir muda a céu aberto em Santa Catarina, a doença se torna preocupante em viveiros caso se utilize borbulhas oriundas de plantas sem garantia fitossanitária.

Em função do período de incubação da bactéria que geralmente varia de seis a doze meses (BOVÉ, 2006), a inspeção visual de plantas, sobretudo em mudas, tem alcance limitado. Plantas assintomáticas, porém infectadas, podem não ser identificadas no viveiro. Isso se torna ainda mais preocupante ao se considerar que a expressão dos sintomas em mudas infectadas ocorrerá no pomar do comprador destas mudas.

Sintomas visuais de deficiência nutricional de magnésio e micronutrientes como cobre, manganês e zinco, pode induzir dúvidas quanto ao diagnóstico visual, sendo imprescindível um bom programa de nutrição. Sabe-se que grande parte das mudas produzidas em Santa Catarina atendem casas agropecuárias e *green gardens* cujos clientes são citricultores amadores (público sitiante e pomares domésticos). É importante que os viveiristas orientem os seus compradores sobre a continuidade da adubação das mudas, visto que mudas permanecem de uma safra para outra nesses estabelecimentos e o não suprimento adequado de nutrientes pode dificultar as inspeções visuais.

Pontos importantes a serem considerados pelos viveiristas

A rastreabilidade das mudas já é possível em alguns viveiros através de *QR codes* que possibilitam obter o maior número de informações da muda (Figura 1). Somada à necessidade de se conhecer a procedência e se ter a garantia fitossanitária, a certificação das mudas constitui passo importante para assegurar ao viveirista a venda de mudas livres de HLB. A utilização de material propagativo certificado é primordial nesse processo. Maro & Rockenbach (2022) descrevem a atividade de certificador de produção própria pela Estação Experimental da Epagri de Itajaí que visa atender aos produtores de mudas cítricas do estado com borbulhas com garantia genética e fitossanitária (Figura 2). A indexação periódica das plantas matrizes através de testes diagnósticos moleculares e a microenxertia têm sido ferramentas utilizadas para a certificação pela Epagri (Figura 3 - A e B). No entanto, assim como descrito por Tomazela & Xavier (2004) ao retratar sobre o Programa de Certificação de Mudas Cítricas em São Paulo iniciado em 1998, um dos pontos críticos do processo de produção de mudas é a disponibilização, em quantidade suficiente, de materiais de propagação, com origem adequada e sanidade comprovada. “Isso leva a introdução” de borbulhas de outros estados, representando uma grande ame-

ça fitossanitária quando adquiridas de fontes inidôneas.

Além da necessidade de certificação, a detecção de focos de HLB abre novas possibilidades no que se diz respeito a diversificação de porta-enxertos. Informações disponíveis sugerem que não há combinação copa x porta-enxerto tolerantes ou resistentes. No entanto, num estudo com 235 combinações de citros em diferentes porta-enxertos, foram encontradas evidências que a incidência acumulada da doença é menor para plantas enxertadas em “Flying Dragon” (STUCHI et al., 2018).

Deve-se atentar também para o uso indiscriminado de inseticidas nos ambientes protegidos frente ao receio da presença do psíldeo, uma vez que seu manejo tem sido baseado, principalmente, no controle químico. Apesar de ser eficaz, quando utilizada de forma intensiva, essa tática pode ocasionar surtos de outras pragas.

Recomendações para a sociedade em geral

Combater o comércio clandestino de mudas é essencial para assegurar a competitividade da citricultura catarinense. O comércio ambulante de mudas, incluindo as frutíferas, é proibido no Estado de Santa Catarina pela Lei Estadual 14.611/09 e seu Decreto Regulamentador 3378/10.

Atenção especial também deve ser dada ao cultivo da espécie *Murraya paniculata*, conhecida como murta, murta-de-cheiro, falsa murta, dama-da-noite e jasmim-laranja. A murta, comumente utilizada como cerca-viva e como ornamental em residências, se infectada constitui um reservatório natural assintomático da bactéria e do psíldeo e pode contribuir na disseminação do HLB entre os estados brasileiros.

Referências

BARNI, E.J.; KOLLER, O.L.; SILVA, M.C. Mercado catarinense de citros. In: KOLLER, O.L. (Org.). **Citricultura catarinense**. Florianópolis: Epagri, 2013. p.17-40.

BASSANEZI, R.B.; LOPES, S.A.; MIRANDA, M.P.; WULFF, N.A.; VOLPE, H.X.L.; AYRES, A.J. Overview of citrus Huanglongbing spread



Figura 2. Adoção de QR code para rastreabilidade de mudas cítricas (A) e plantas matrizes certificadas cultivadas em vaso e em ambiente protegido para fornecimento de ramos porta-borbulhas (B)

Fotos: Bárbara Vassellai Depiné (A) e Luana Aparecida Castilho Maro (B)

Figure 2. Adoption of QR code for traceability of nursery plants (A) and certified mother plants grown in pots and in a protected environment to supply bud-bearing branches (B)

Photos: Bárbara Vassellai Depiné (A) and Luana Aparecida Castilho Maro (B)



Figura 3. Plantas cítricas fornecedoras de ápices caulinares em sala de crescimento (A) e microenxertos com 3 semanas de idade em tubetes com meio de cultura (B)

Fotos: Murilo Dalla Costa

Figure 3. Citrus plants providing shoot tips in a growth room (A) and 3-week-old micrografts in tubes with culture medium (B)

Photos: Murilo Dalla Costa

and management strategies in Brazil. **Tropical plant pathology**, v.45, p.251–264, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40858-020-00343-y>

BOVÉ, J.M. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology**, v.88, p.7-37, 2006.

BRUGNARA, E.C.; CASTILHOS, R.V.; MARO, L.A.C.; SANTOS, F.; SILVA, M.C. C.R. The population of the Asian-citrus-psyllid, *Diaphorina citri*, may be low in Santa Catarina. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS DE PLANTAS, 6, 2022, Chapecó.

có. **Resumos[...]**. Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2022. p.36.

CANALE, M.C.; CASTILHOS, R.V.; MARO, L.A.C.; BRUGNARA, E.C. Inimigo monitorado. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v.18, n.121, p.17-19, 2020.

CANALE, M.C.; SANTOS, F.; FRANDOLOSO, V.; BRANCO, F.A.; BRUGNARA, E. C.; MEES, A. First report of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' associated with three symptomatic 'Ponkan' citrus tree in Xanxerê, Santa Catarina. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS DE PLANTAS, 6, 2022, Chapecó. **Resumos[...]** Brasília: So-

iedade Brasileira de Fitopatologia, 2022. p. 35-35.

CHIARADIA, L.A.; MILANEZ, J.M.; THEODORO, G.F.; BERTOLLO, E.C. Ocorrência de *Diaphorina citri* em citros no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.19, p.94-96, 2006.

CIFUENTES-ARENAS, J.C.; DE GOES, A.; MIRANDA, M.P.; BEATTIE, G.A.C.; LOPES, S.A. Citrus flush shoot ontogeny modulates biotic potential of *Diaphorina citri*. **PLoS One**, v.13, n.1, 2018. e0190563.

CORTES, M.T.B. **Caracterização da movimentação de psilídeos (Hemiptera: Psylloidea) no contexto da disseminação primária do Huanglongbing dos citros**. 2019. 119 p. - Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

FUNDECITRUS. **Manejo Intenso nas bordas reduz HLB**, 2015. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/noticias/integra/manejo-intenso-nas-bordas-reduz-hlb/297>. Acesso em: 13 out. 2022.

GOTTWALD, T.R.; IREY, M.; GAST, T. The plantation edge effect of HLB: a geostatistical analysis. In: INTERNATIONAL RESEARCH CONFERENCE ON HUANGLONGBING, 1, 2008. **Proceedings[...]** Orlando, p. 305-308, 2008.

HARTUNG, J. S.; HALBERT, S. E.; PELZ-SLEPINSKI, K.; BRLANSKY, R. R.; CHEN, C.; GMITTER, F. G. Lock of evidence for transmission of *Candidatus Liberibacter asiaticus* through citrus seed taken from affected fruit. **Plant Disease**, Saint Paul, v.94, n.10, p.1200 - 1205, 2010.

MARO, L.A.C.; ROCKENBACH, C.A. Fornecimento de borbulhas cítricas certificadas em Santa Catarina: garantia de qualidade, controle e rastreabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 27, 2022, Florianópolis. **Anais [...]** Jaboticabal, SP: SBF, 2022. p. 1347-1349.

STUCHI, E.S.; BASSANEZI, R.B.; GIRARDI, E.A.; MOREIRA, A.S.; PAROLIN, L.G.; REIFF, E.T.; SEMPIONATO, O.R. **Incidência de huanglongbing (HLB) em pomares experimentais de combinações de porta-enxertos e cultivares de laranja doce e outros citros**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2018. 33p. (Documentos, 227).

TOMAZELA, M.S.; XAVIER, N.J.D. Certificação de mudas cítricas, garantia de qualidade. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.1, n.2, p.11-13, 2004.

Manejo da virose do endurecimento dos frutos do maracujazeiro-azedo em Santa Catarina

Henrique Belmonte Petry¹, Diego Adílio da Silva², Edson Bertolini³, Daniel Remor Moritz⁴, Alexandre Mees⁵ e Mauro Ferreira Bonfim Júnior¹

Resumo – O endurecimento dos frutos do maracujazeiro (EFM), causado pelo Cowpea aphid-borne mosaic virus (CABMV), é uma das doenças mais importantes da cultura. Trata-se de uma doença endêmica nas principais regiões produtoras do Brasil. A principal forma de controle do EFM é a utilização de diversas estratégias dentro do manejo integrado de doenças e exige uso de mudas sadias, com pelo menos 80cm de altura, produzidas em ambiente protegido sob telado antiafídeo, cuidados nas operações de poda e desbaste, eliminação sistemática de plantas com sintomas até o início do florescimento, utilização de quebra-ventos, a realização do plantio em períodos de menor incidência de afídeos no campo e a realização de cultivo anual associado à adoção de vazio sanitário.

Palavras-chave: *Passiflora edulis*; CABMV; Vazio sanitário.

Sour passion fruit woodiness management in Santa Catarina, Brazil

Abstract – Sour Passion fruit woodiness (SPW), caused by the Cowpea aphid-borne mosaic virus (CABMV), is one of the most important diseases of the culture. It is an endemic disease in the main producing regions of Brazil. The central form of SPW control is the use of several strategies within the integrated management of diseases and requires the use of healthy seedlings, with at least 80cm in height, produced in a protected environment under an anti-aphid screen, care in pruning and thinning operations, the systematic roguing of plants with symptoms until the beginning of flowering, use of windbreaks, planting in periods of lower incidence of aphids in the field and annual cultivation associated with the adoption of a sanitary vacuum.

Index terms: *Passiflora edulis*; CABMV; Sanitary vacuum.

Introdução

Santa Catarina vem se destacando como um dos principais estados produtores de maracujá do Brasil nos últimos anos. No Sul Catarinense a cultura do maracujazeiro é uma das cadeias produtivas mais importantes, pois é cultivada em pequenas áreas por agricultores familiares e a qualidade da fruta produzida na região se destaca em nível nacional (PETRY et al., 2020).

A cultura é acometida por uma série de doenças de origem fúngica e bacteriana, mas principalmente pela virose do endurecimento dos frutos do maracujazeiro (EFM). A doença é endêmica nas principais regiões produtoras do Brasil, causando redução da produção

de até 70%. Os principais sintomas do EFM nas folhas são: mosaico severo com pontuações cloróticas, rugosidade, formação de bolhas e distorção foliar; nos frutos, ocasiona principalmente o endurecimento e a deformação (Figura 1A), irregularidade na espessura do pericarpo, redução na cavidade da polpa e redução do número de sementes (COLARICCIO et al., 2018).

O EFM é causado pelo Cowpea aphid-borne mosaic virus (CABMV), gênero *Potyvirus*, transmitido por enxertia, ferramentas de corte, pelas mãos na realização de podas e desbrota e principalmente por afídeos vetores (COLARICCIO et al., 2018).

A transmissão por afídeos é classificada como não circulativa, em que

a aquisição e a inoculação do vírus estão restritas ao canal alimentar, mais precisamente no estilete e esôfago e não persistente, de modo que o afídeo adquire as partículas virais em poucos segundos, através de picadas de prova (Figura 1B) realizadas em plantas de maracujá infectadas e realiza a transmissão em poucos minutos para as plantas sadias (COLARICCIO et al., 2018). São consideradas espécies vetoras de CABMV os afídeos *Myzus persicae* Sulzer, *Myzus nicotianae* Blackman, *Aphis gossypii* Glover, *Aphis fabae* Scopoli, *Aphis solanella* Patch, *Aphis craccivora* Bock, *Toxoptera citricidus* Kirkaldy, *Uroleucon ambrosiae* Thomas, *Ropalosiphum maidis* Fitch, *Acyrtosiphon pisum* Harris e *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, Bre-

Recebido em 05/10/2022. Aceito para publicação em 25/11/2022.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1561>

¹ 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; maurojunior@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Epagri/Gerência Regional de Criciúma, Rua General Lauro Sodré, 200, Bairro Comerciário, 88802-330, Criciúma, SC, e-mail: diegosilva@epagri.sc.gov.br.

³ Engenheiro-agrônomo, Dr., Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Avenida Bento Gonçalves, 7712, bairro Agronomia, 91540-000, Porto Alegre, RS, e-mail: edson.bertolini@ufrgs.br.

⁴ Engenheiro-agrônomo, Mestre, Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc), Departamento Regional de Criciúma, e-mail: daniel@cidasc.sc.gov.br

⁵ Engenheiro-agrônomo, MBA em agronegócios, Cidasc/Departamento Estadual de Defesa Sanitária Vegetal, e-mail: amees@cidasc.sc.gov.br

vicorine brassicae Linnaeus e *Sitobion avenae* Fabricius (MORITZ, 2020)

Por não existir um método de controle específico desta doença, recorre-se a uma série de medidas baseadas no manejo integrado, como o uso de mudas sadias com 80cm de altura produzidas em ambiente protegido sob telado antiafídeo, cuidados nas operações de poda e desbaste (RODRIGUES et al., 2016; PERUCH et al., 2018), eliminação sistemática de plantas com sintomas (SPADOTTI et al., 2019), realização do plantio em períodos de menor incidência de afídeos no campo, utilização de quebra-ventos adequados (NARITA et al., 2012), e adoção de vazio sanitário sincronizado (COLARICCIO et al., 2018).

A partir da primeira detecção do CABMV na região, em 2016, o manejo integrado da virose do endurecimento dos frutos do maracujazeiro em Santa Catarina foi convencionado entre técnicos da iniciativa pública e privada e os passicultores do Sul Catarinense. Foram publicadas portarias pela Secretaria de

Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural de Santa Catarina (SAR/SC), SAR/SC nº 06/2020, SAR/SC nº 41/2021 e SAR/SC nº 17/2022, e uma resolução nº 04/2022, da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc), que normatizaram o período de vazio sanitário e a produção de mudas em ambiente protegido no território catarinense. Desta maneira, as duas principais estratégias de manejo da doença puderam ser regulamentadas pelo Estado (PETRY et al., 2020), sendo passíveis de fiscalização e de políticas de incentivo.

Produção de mudas em ambiente protegido

A produção de mudas em ambiente protegido é de fundamental importância, pois elimina o risco de disseminação de alguns patógenos e pragas através das mudas, principalmente da virose do endurecimento dos frutos do maracu-

jazeiro. Deve-se produzir as mudas em ambiente protegido (Figura 1C), com cobertura plástica, antecâmara e tela anti-insetos (PETRY et al., 2020), conforme as portarias e resoluções vigentes.

A transformação do cultivo do maracujazeiro-azedo para ciclo anual, devido à imposição do período de vazio sanitário, exige que os produtores antecipem a entrada em produção dos seus pomares para aproveitar ao máximo a janela produtiva disponível na região. O maracujazeiro-azedo floresce potencialmente desde outubro até abril ou maio do ano seguinte em Santa Catarina (LORENZI et al., 2022), pois é uma planta de ciclo indeterminado. A adoção de mudas maiores que 80cm no momento do plantio possibilita que, quando há condições favoráveis de temperatura (dias mais quentes) e fotoperíodo (maior que 12 horas), as plantas possam iniciar seu florescimento com maior intensidade, garantindo um início de safra com maior volume produzido, o que diminui os impactos da virose na produtividade

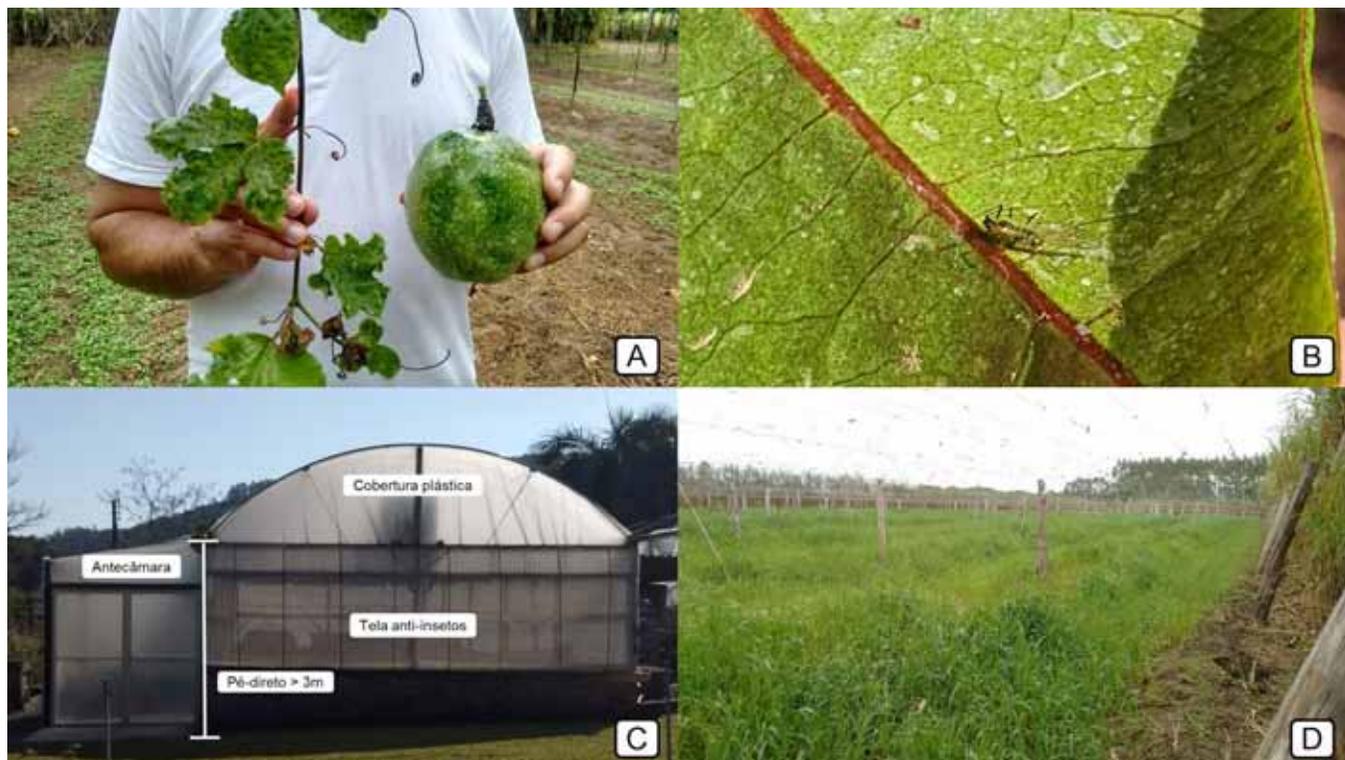


Figura 1. Sintomas do endurecimento em frutos do maracujazeiro-azedo (A); pulgão realizando picada de prova em folha de maracujazeiro-azedo (B); abrigo para produção de mudas de maracujazeiro-azedo livre de vírus (C); pomar em período de vazio sanitário com plantio de aveia-preta (*Avena strigosa*) como planta de cobertura (D)

Fotos: Henrique Belmonte Petry

Figure 1. Symptoms of the passion fruit woodiness virus (A); aphid performing a test bite on sour passion fruit leaf (B); shelter for the production of virus-free sour passion fruit seedlings (C); orchard in a period of sanitary vacuum with planting of black oat (*Avena strigosa*) as cover crop (D)

Photos: Henrique Belmonte Petry

e na qualidade dos frutos ao longo da safra (NARITA et al., 2012). Além disso, o maior preço praticado nas centrais de abastecimento se dá justamente no início da safra catarinense (ALMEIDA et al., 2017), que se for antecipada pela adoção de mudas avançadas e manejo dos pomares adequados, proporciona maior renda aos produtores.

Manejo do pomar

A implantação de quebra-ventos serve para a proteção do pomar dos ventos predominantes da região é uma prática importante recomendada por contribuir no manejo de doenças do maracujazeiro (PERUCH et al., 2018). Os quebra-ventos funcionam também como um “filtro” onde os pulgões realizam a limpeza de seu aparelho bucal, diminuindo as chances de transmissão do patógeno de um pomar doente para um sadio.

O sistema de plantio direto tem sido indicado para a cultura do maracujazeiro-azedo em Santa Catarina (PETRY et al., 2019), com utilização de plantas de cobertura nas linhas e entrelinhas em todo ciclo de cultivo, principalmente no período de vazio sanitário e durante a primavera e início do verão, período em que o pomar está em crescimento e há incidência solar na superfície do solo, possibilitando o crescimento adequado das plantas de cobertura.

No Brasil, o CABMV tem extrema importância e foi identificado em espécies da família Fabaceae: *Arachis hypogaea* L., *Cajanus cajan* L., *Canavalia ensiformes* (L.) D.C., *Cassia hoffmannseggii* Mart. ex Benth., *Crotalaria juncea* L., *C. incana* L., *C. spectabilis* Roth, *Desmodium sp.*, *Glycine max* (L.) Merr.; *Lupinus albus* L., *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb., *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) HollandM. *cinerea* Piper & Tracy, *Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) Lackey., *Phaseolus lunatus* L., *P. vulgaris* L., *Pisum sativum* L., *Senna occidentalis* (L.) Link e *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Além das espécies da família Fabaceae, o CABMV infecta outras hospedeiras, incluindo espécies de Passiflora de interesse econômico, causando o sintoma de endurecimento dos frutos do maracujazeiro, e Amaranthaceae

(*Chenopodium amaranticolor* H.J. Coste & A. Reyn e *C. quinoa* Willd.), Pedaliaceae (*Sesamum indicum* L.) e Solanaceae (*Nicotiana benthamiana* Domin.) (KITA-JIMA, 2020).

O plantio de gramíneas, principalmente aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) e misturas de gramíneas, como aveia-branca (*Avena sativa* L.), aveia-preta e centeio (*Secale cereale* L.) com nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.), tem sido amplamente utilizado nos pomares de maracujazeiro-azedo em Santa Catarina, logo após a erradicação das plantas, no período de vazio sanitário. As gramíneas e o nabo-forrageiro são plantas que podem auxiliar na menor dispersão da virose dentro do pomar, visto que não são portadoras do CABMV e podem servir para limpeza do aparelho bucal dos pulgões, durante suas picadas de prova. É importante evitar-se o plantio de espécies portadoras do CABMV (PETRY et al., 2019).

A condução das plantas em haste única, desde o plantio até a chegada ao arame, com desbrotas periódicas, requer cuidado no uso das mãos e de ferramentas, como tesouras e canivetes de poda, pois esta é uma forma de contágio entre as plantas no pomar (COLARICCIO et al., 2018). A higienização das ferramentas é indicada e deve ser realizada com desinfestantes como a amônia quaternária e/ou hipoclorito de sódio (um terço de água sanitária comercial diluída em água) antes de se realizar a operação de poda em cada planta.

A eliminação de plantas do pomar com sintomas do endurecimento dos frutos, técnica conhecida como *roguing*, resulta em menor dispersão do patógeno e da doença resultante no ambiente de cultivo e na diminuição dos impactos da virose na produção e na qualidade dos frutos. No entanto, para que seja efetiva, recomendam-se vistorias semanais para avaliação e eliminação das plantas com incidência da doença até o início do florescimento (adaptado de SPADOTTI et al., 2019).

A adubação deve ser realizada de acordo com as curvas de absorção dos nutrientes, atentando para a fonte e a quantidade de fertilizante aplicada, bem como seu parcelamento. Para os pomares do litoral catarinense, com solos arenosos, indica-se o parcelamento

quinzenal para acompanhar a curva de crescimento vigorosa do maracujazeiro-azedo (PETRY et al., 2022).

A aplicação de óleo mineral ou vegetal a 1% mostrou-se eficiente para interferir no processo de aquisição e transmissão do CABMV por pulgões vetores, reduzindo em mais de 60% a transmissão do vírus pelos afídeos em experimentos realizados em casa de vegetação (MORITZ et al., 2021). Ensaios de campo estão sendo conduzidos para comprovar a efetividade de tal manejo em ambiente de produção, bem como o teste de outros produtos que apresentem potencial para interferir no processo de transmissão do vírus e auxiliar no controle do EFM.

Vazio sanitário: renovação anual dos pomares

O vazio sanitário sincronizado do maracujazeiro-azedo no território catarinense foi a primeira medida de convivência com o endurecimento dos frutos, visando a uma redução radical do inóculo inicial da doença, retardando ao máximo a entrada da mesma nos pomares da safra seguinte (PETRY et al., 2020). O período de vazio adotado de 30 dias coincide com o final da safra catarinense e com o menor preço do maracujá praticado nas centrais de abastecimento de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, onde se comercializa grande parte do maracujá catarinense (ALMEIDA et al., 2017).

Para que o vazio sanitário seja realizado de forma efetiva, é imprescindível que as plantas sejam arrancadas totalmente do solo e não apenas cortadas em sua base, evitando assim que a rebrota das plantas contaminadas da safra anterior sirvam de fonte de inóculo para as mudas de maracujazeiro que serão plantadas na nova safra.

Considerações finais

A produção de maracujazeiro-azedo em Santa Catarina, nas áreas de ocorrência do CABMV, causador do endurecimento dos frutos, é possível com a adoção do manejo integrado desta virose, em ciclo anual de produção, principalmente com o período de vazio

sanitário sincronizado, produção de mudas avançadas em ambiente protegido e utilização do plantio direto como base para o manejo dos cultivos. Novas tecnologias estão em fase de teste, podendo ser adotadas futuramente na região para aumentar a eficiência do manejo integrado do endurecimento dos frutos do maracujazeiro-azedo.

Referências

ALMEIDA, G.V.B.; PETRY, H.B.; CAMARA, F.M.; SOUZA, J.S. Comercialização do maracujá-azedo. In: JUNGHANS, T.G., JESUS, O.N. **Maracujá: do cultivo à comercialização**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 329-341.

COLARICCIO, A.; GARCÊZ, R.M.; RODRIGUES, L.K.; EIRAS, M.; PERUCH, L.A.M.; CHAVES, A.L.R. Doenças causadas por vírus na cultura do maracujazeiro (*Passiflora edulis*). In: PERUCH, L. A. M.; SCHOREDER, A. L. (org.). **Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças**. Florianópolis: Epagri, 2018. p.171-201.

LORENZI, É.F.P.; PEREIRA, B.E.; MICHELS, V.F.; PETRY, H.B.; HARTE-MARQUES, B. Desenvolvimento reprodutivo do maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis*) no sul de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 27, 2022, Florianópolis. **Anais[...]** Jaboticabal, SP: SBF, 2022. p.1617-1619.

KITAJIMA, E.W. An annotated list of plant viruses and viroids described in Brazil

(1926-2018). **Biota Neotropica**, v.20, n.2, p. e20190932. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0932>.

NARITA, N.; YUKI, V. A.; NARITA, H. H.; HIRATA, A. C. S. **Maracujá amarelo: tecnologia visando a convivência com o vírus do endurecimento dos frutos**. Pesquisa & Tecnologia, v.9, n.1, 2012.

MORITZ, D.R. **Monitoramento de afídeos em pomares de maracujazeiro-azedo e interferência do óleo vegetal na transmissão do Cowpea aphid-borne mosaic virus**. 2020. 85p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, RS, 2020.

MORITZ, D.R.; SANTOS, N.S.; ZANINI, F.; PACINI, B.A.; PETRY, H.B.; BERTOLINI, E. Effect of vegetable oil on the efficiency of transmission of Cowpea aphid-borne mosaic virus by *Aphis gossypii* Glover in passion fruit plants. **Tropical Plant Pathology**, Berlin, v.46, n.6, p.1-5, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40858-021-00476-8>.

PERUCH, L.A.M.; COLARICCIO, A.; BATISTA, D.C. Controle de doenças do maracujazeiro: situação atual e perspectivas. **Agropecuária Catarinense**, v.31, n.1, p.37-40, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2018.v31n1.2>.

PETRY, H. B.; MARCHESI, D. R.; FERREIRA, S. M.; DA SILVA, D. A.; ROSSONI, E. A cultura do maracujazeiro. In: FAYAD, J. A; ARL, V; COMIN, J. J.; MAFRA, A. L.; MARCHESI, D.

R. **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças**. Epagri: Florianópolis, 2019. p.423-428.

PETRY, H.B.; MORITZ, D.R.; SILVA, D.A.; MEES, A.; SANTOS, F.; MARCHESI, D.R.; TERNUS, R.M. Ações conjuntas entre produtores de maracujá e iniciativa pública no combate da virose-do-endurecimento-dos-frutos em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 10-13, 2020. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1044/972>. Acesso em: 28 nov. 2022.

PETRY, H. B.; SILVA, D. A.; GUIMARÃES, G. G. F.; FERREIRA, S. M.; ESPÍNDOLA, F.; BACK, A. J. Calagem, adubação e nutrição do maracujazeiro-azedo. In: HAHN, L.; BRUNETTO, G. **Atualização técnica sobre calagem e adubação em frutíferas**. Santa Maria: Palotti, 2022. p.251-267.

RODRIGUES, L. K.; CHAVES, A. L. R.; DAMATO JUNIOR, E. R. Epidemiological aspects of the transmission and management of Cowpea aphid-borne mosaic virus in a passion fruit orchard. **Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.98, n.3, p.531-539, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.4454/JPP.V98I3.037>.

SPADOTTI, D.M.A.; FAVARA; NOVAES, Q.S.; MELLO, A.P.O.A.; FREITAS, D.M.S.; MOLINA, J.P.E.; REZENDE, J.A.M. Long-lasting systematic roguing for effective management of CABMV in passionflower orchards through maintenance of separated plants. **Plant Pathology**, Oxford, v.68, p.1259-1267, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.13054>.

Não deixe sua consciência escorrer pelo ralo:
preserve a água e evite o desperdício.

Cuide do planeta com carinho.

Epagri

GOVERNO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, DA PESCA E DO DESENVOLVIMENTO RURAL

Câmara com iluminação artificial e sistema *Bluetooth* para aquisição de imagens digitais dos quadros do ninho de colônias de *Apis mellifera*

Hamilton Justino Vieira¹, André A. Sezerino², Tânia Patrícia Schafaschek³, Éverton Blainski⁴ e Carlos Eduardo Salles de Araujo⁵

Resumo – A utilização de tecnologias digitais (IOT, Agricultura 4.0) para aumentar a eficiência das práticas e a produção agropecuária em um cenário de mudanças climáticas está se tornando papel decisivo para o bem-estar da “Saúde Única” (Saúde animal, humana e ambiental). Neste contexto, o desenvolvimento de inovações tecnológicas digitais na apicultura, por ser um dos grandes alicerces do meio ambiente, é prioridade inquestionável. Um dos métodos tradicionais de coleta de informações relacionadas ao desempenho de colônias de *Apis mellifera*, como áreas de cria, pólen, mel e alimento dos favos é utilizado a marcação com canetas em folhas de acetato transparentes e observações analógicas. Como alternativa a este método foi desenvolvida uma câmara de compensado naval para aquisição de imagens digitais. A câmara mede 50cm de largura, 25cm de altura e 55cm de profundidade, com graduação interna em eixos cartesianos “x” e “y” em milímetros, com grade de 2cm x 2cm, confeccionados com barras de aço estrutural para construção civil. O sistema de iluminação é composto de lâmpadas de “led” com fluxo luminoso de 55-100lm., temperatura de cor 6.500K, com autonomia de 3 horas na potência máxima ou 6 horas na potência mínima. As imagens são feitas com a fixação de um aparelho celular na parte externa da câmara e com auxílio de acionador Bluetooth com distância de comunicação de até 10 metros para aparelhos celulares (Androide 4.2.2 ou superior e sistema operacional da Apple IOS 6.0 ou versão mais recente). Esta inovação resultou na diminuição do tempo de trabalho para aquisição das informações, maior conforto ao apicultor/pesquisador, aumento da fidelidade do levantamento dos dados e diminuição das ações invasivas nas colmeias.

Termos para indexação: Área de cria; Padrão de cria; Estoque de mel; Estoque de pólen; Análise digital de imagens.

Camera with artificial lighting and Bluetooth system for digital image acquisition of *Apis mellifera* colony nest frames

Abstract – The use of digital technologies (IOT, Agriculture 4.0) to increase the efficiency of agricultural practices and production in a scenario of climate change is becoming a decisive role for the well-being of “One Health” (animal, human and environmental health). In this context, the development of digital technological innovations in beekeeping, as one of the great foundations of the environment, is an unquestionable priority. One of the traditional methods of collecting information related to the performance of *Apis mellifera* colonies, such as breeding areas, pollen, honey and comb food is the use of marking with pens on transparent acetate sheets and analog observations. As an alternative to this method, a marine plywood camera was developed for digital image acquisition. The chamber measures 50cm wide, 25cm high and 55cm deep, with internal graduation in Cartesian axes “x” and “y” in millimeters, with a 2x2cm grid made with structural steel bars for civil construction. The Lighting system consists of LED lamps with a luminous flux of 55-100lm., color temperature of 6500K, with autonomy of 3 hours at maximum power or 6 hours at minimum power. Images are taken by attaching a cell phone to the outside of the camera and using a Bluetooth trigger with a communication distance of up to 10 meters for cell phones (Android 4.2.2 or higher and Apple operating system IOS 6.0 or higher version). This innovation resulted in a decrease in working time for acquiring information, greater comfort for the beekeeper/researcher, an increase in the fidelity of data collection and a decrease in invasive actions in the hives.

Index terms: Breeding area; Breeding pattern; Honey stock; Pollen stock; Digital image analysis.

Submetido em 05/08/2021. Aceito para publicação em 24/10/2022.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1232>

¹ Eng.-Agr. PhD., Epagri - Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Epagri/Ciram), C.P.502, 88034-901, Florianópolis, SC, e-mail: vieira@epagri.sc.gov.br

² Eng.-agr. Dr., Epagri - Estação Experimental de Caçador, Rua Abílio Franco, 1500 – Cx. Postal 591, CEP: 89501-032, Caçador - SC, email: andresezerino@epagri.sc.gov.br

³ Eng.-agr. Dra., Pesquisadora em Zootecnia - Produção Animal, Epagri - Estação Experimental de Videira, Rua João Zardo, 1660, Bairro Campo Experimental, CEP: 89560-000 Videira, SC, e-mail: tancias@epagri.sc.gov.br

⁴ Eng.-agr. Dr., Pesquisador em Física de solos Epagri - Epagri/Ciram, Florianópolis, SC, e-mail evertonblainski@epagri.sc.gov.br

⁵ Oceanógrafo, Dr., Epagri/Ciram, C.P.502, CEP 88034-901, Florianópolis, SC, e-mail: kadu_araujo@epagri.sc.gov.br

A dinamicidade da apicultura requer constantes e detalhadas análises das colmeias e interação com o meio. Entre as formas de avaliar o estado geral, monitorar e estimar o desenvolvimento de colônias de abelhas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), as metodologias propostas por Al-Tikrity et al. (1971) e Delaplane et al. (2013) são as mais utilizadas atualmente. Silva da & Freitas (1984) usaram estes procedimentos para analisar a performance de novas colônias e os métodos de multiplicação de colmeias de abelhas africanizadas. Nessas metodologias são utilizadas folhas de acetato transparentes sobre os quadros de cria determinando-se nas folhas, com caneta adequada, as áreas de crias abertas e fechadas (operculadas) de operárias e de zangões e as áreas de alimento (pólen e mel). Para tal se utiliza uma folha transparente graduada de 2 x 2cm ou de 5 x 5cm com dimensões e área iguais a de um quadro de ninho (retângulo com aproximadamente 48x23,5cm), cujos pequenos quadrados possuem áreas de 4cm² ou 25cm². Estas áreas de interesse circunscritas na folha transparente, a campo, são avaliadas no laboratório e/ou escritório posteriormente. Este método, apesar de ser importante para a pesquisa e largamente utilizado no campo, é dificultoso, demorado e invasivo.

Este trabalho teve por objetivo desenvolver uma câmara para captura de imagens digitais dos quadros de ninhos

de *Apis mellifera*, de modo a reduzir o tempo de registro das informações a campo e aumentar a acuracidade das medidas e determinações.

Esta nova tecnologia possibilita a utilização de algoritmos de processamento para o reconhecimento de padrões de imagens dos favos e de comportamento das abelhas através do uso de topologia matemática, permitindo a identificação do estado geral das colônias. Ela também permite compatibilizar com técnicas de sensoriamento remoto a análise temporal do *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* sobre a área de atuação das colmeias, além de indicar o manejo mais adequado, como período e tipo de alimentação ou substituição de rainhas, entre outras práticas relacionadas. Inúmeras outras tecnologias relacionadas à Internet das Coisas (IOT) e aos avanços na agricultura digital podem ser sustentadas pelos resultados.

Esta câmara constitui-se de um caixa de compensado naval de 50x55x25cm, pintada internamente com tinta fosca de cor cinza (Munsell n°8). Na parte frontal, ela dispõe de um armário com uma porta e um orifício central de 3cm de diâmetro para ajuste da câmera de celular. A fixação da câmera de celular é feita externamente com auxílio de um dispositivo com espuma expandida de poliuretano de fibra sintética (Figura 1a).

Na parte posterior da câmara há uma abertura para a inserção do quadro

de ninho padrão *Langstroth* (Figura 1b). É possível também inserir uma grade com quadriculados de 2cm x 2cm (4cm²) de aço estrutural de 6mm de diâmetro pintados com tinta anticorrosiva e fios de cobre de 0,1mm (Figura 2), objetivando o quadriculado na imagem digital do favo de ninho (Figura 1b).

Na parte interna, a câmara possui fitas métricas flexíveis, em sistema de eixos cartesianos “x” e “y” à frente do compartimento de inserção do quadro de ninho da colmeia a ser fotografado (Figuras 2 e 3).

O sistema de iluminação é composto por uma lanterna de emergência com 30 lâmpadas “led”, bateria bivolt recarregável em 220 ou 110 Volts, autonomia de 3 a 6 horas, posicionada de modo centralizado na parte de trás da porta frontal (Figura 4b).

Para permitir melhor ergonomia e agilidade foi utilizado um acionador Bluetooth (Figura 4a) com transmissão em frequência aproximada de 2,4GHz e distância de comunicação de até 10m. Esse acionador pode ser utilizado em aparelhos celulares (Androide 4.2.2 ou superior e sistema operacional *Apple IOS 6.0* ou versão mais recente). Para os celulares com Androide, pode-se fazer o download do software “Câmera 360”. Com o aplicativo aberto, clicando no ícone “Configurações”, em seguida “Configurações avançadas” e após, as “Configurações da câmera”, definindo o botão de volume para tirar fotos.

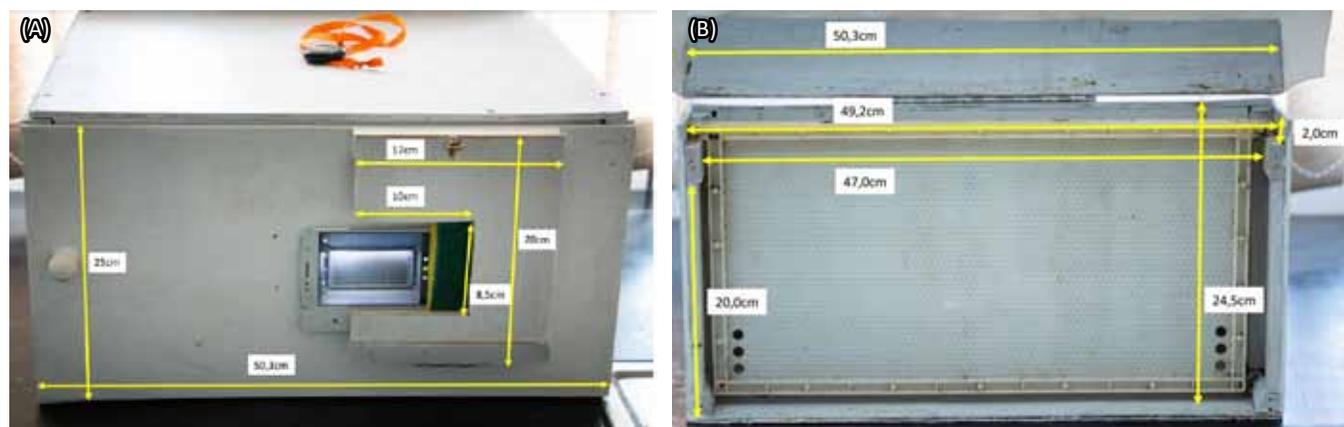


Figura 1. Vista frontal (1a) e posterior (1b) da câmara para captura de imagens de favos de colmeias padrão Langstroth

Foto: André Amarildo Sezerino

Figure 1. Front (a) and posterior (b) view of the camera for capturing images of standard Langstroth hive combs

Photo: André Amarildo Sezerino

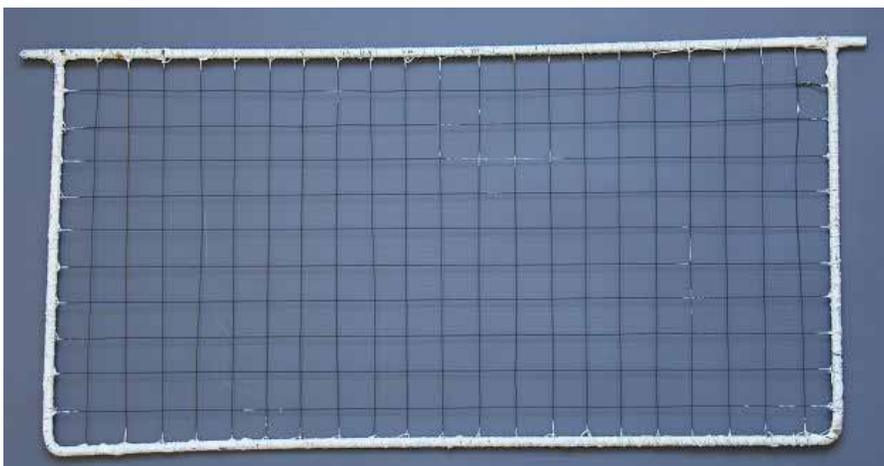


Figura 2. Grade quadriculada
Foto: Hamilton Justino Vieira
Figure 2. Checkered grid
Photo: Hamilton Justino Vieira



Figura 3. Vista interna da câmara onde pode se observar a fita graduada nos eixos "x" e "y" utilizada como escala e a imagem de um quadro do ninho com favo com a tela de arame quadriculada 2X2cm
Foto: André Amarildo Sezerino
Figure 3. Internal view of the chamber where the tape graduated in the "x" and "y" axes can be seen, used as a scale and the image of a frame of the nest with a comb with a 2X2cm checkered wire mesh
Photo: André Amarildo Sezerino



Figura 4. Acionador Bluetooth para disparo da câmera do celular (a) e luminária para iluminação da câmara de aquisição de imagens digitais (b)
Foto: Hamilton Justino Vieira
Figure 4. Bluetooth trigger for triggering the cell phone camera (a) and luminaire for lighting the digital image acquisition camera (b)
Photo: Hamilton Justino Vieira

A câmara foi testada nos apiários das Estações Experimentais da Epagri em Videira e em Caçador. Foram tomadas imagens de 80 favos de crias de ambas as faces totalizando 160 imagens. O tempo médio decorrido para cada colmeia (ou seja, dez favos da cada colmeia) foi de 12,4 minutos. Na utilização da câmara a campo verificou-se grande praticidade e eficiência, permitindo a captura das imagens de ambos os lados dos 10 quadros de ninho da colmeia em um período de tempo menor que aquele tradicional, utilizando-se folhas de acetato transparentes (Tabela 1).

O curto espaço de tempo transcorrido para a captura das imagens, em média 12,4 minutos, possibilita a avaliação do desenvolvimento das colônias de várias colmeias e o desempenho de rainhas. O desempenho das rainhas pode ser inferido com o uso de topologia matemática, identificando-se o número total de alvéolos, número de alvéolos vazios, com cria aberta e ou fechados (ovos e larvas), com néctar, pólen, mel operculado, tamanho do favo (cm²) e percentual do caixilho construído com favo. Pelo método convencional, o tempo para aquisição das informações a campo pode ser de 30 a 40 minutos ou mais.

A construção da câmara para aquisição de imagens digitais é de complexidade mediana e de baixo custo financeiro, oferecendo uma alternativa ao método tradicional de coleta das informações com folhas transparentes e observações analógicas. Além de permitir economia de tempo ao apicultor/pesquisador, oferece conforto no manuseio, acuracidade das estimativas das áreas de cria, alimento e outras. A ferramenta ainda pode ser utilizada para o desenvolvimento de algoritmos matemáticos para o reconhecimento automático dos padrões de imagens de favos.

Agradecimentos.

Aos Servidores do Instituto Federal Catarinense (IFC) Campus Santa Rosa do Sul, Maurício Duarte Anastácio e Miguellangelo Arboitte pelas sugestões para o desenvolvimento do trabalho.

Tabela 1. Tempo para a captura de imagens de favos a campo com a utilização da câmara
 Table 1. Time for capturing images of combs in the field using the camera

N° da colmeia	Quantidade de quadros	Imagens capturadas	Tempo para a captura das imagens (min)	Local
01	10	20	13	EEV
02	10	20	16	EEV
03	10	20	14	EEV
04	10	20	9	EECd
05	10	20	14	EECd
06	10	20	13	EECd
07	10	20	10	EECd
08	10	20	10	EECd
Média ou total	80	160	12,4	

EEV e EECd. – Estações Experimentais da Epagri em Videira SC e Caçador, respectivamente
 EEV and EECd. – Epagri Experimental Stations in Videira SC and Caçador, respectively

Referências

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

DELAPLANE, K.S.; VAN DER STEEN, J.; GUZMAN-NOVOA, E. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *Journal of Apicultural Research*, v. 52, n. 1, p.1-12, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3896/IBRA/1.52.1.03>

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

Avalie regularmente a qualidade da água que você consome.

Laboratórios de Análises de Águas:

Fone : (49) 3328-4277
 E-mail: cepaf@epagri.sc.gov.br
 Chapecó, SC

Fone: (48) 3465-1933
 E-mail: eeur@epagri.sc.gov.br
 Urussanga, SC

Fone: (49) 3341-5244
 E-mail: eei@epagri.sc.gov.br
 Itajaí, SC



Yellow Sigatoka monitoring methods in the subtropical climate of Southern Brazil

Luiz Augusto Martins Peruch¹, Márcio Sônego², Mauro Ferreira Bonfim Junior² and Tarinks Sangaleti³

Abstract - The adoption of monitoring systems to control the Sigatoka disease complex represents one of the most significant advances in banana production worldwide. In this paper four methodologies for evaluating Yellow Sigatoka (Biological Pre Warning - BPW, Stage of Evolution - SE, Infection Index - II, and Youngest Leaf Spotted - YLS) were compared under experimental conditions, and two methods were selected for commercial orchards in subtropical conditions. These monitoring systems were submitted to correlation ($P < 0.05$ error) and statistic descriptive analysis. The disease monitoring systems presented different values depending on the methodology in the experimental phase. The highest absolute values were verified in the BPW (8450 points), followed by SE (3213 points), II (36.3%), and YLS (9.7). The YLS presented a strong negative correlation with BPW (-80.7%), while the BPW and SE had a weak correlation (37%). In the commercial orchards BPW and YLS were compared, but the low frequency of the variable YLS limited its application for Sigatoka evaluation. After comparing the two systems in commercial orchards, we found that BPW should continue being the standard disease monitoring method on the coast of the state of Santa Catarina.

Index terms: *Mycosphaerella*; Biological pre warning; Youngest leaf spotted; Severity.

Métodos de monitoramento da sigatoka amarela da bananeira nas condições de clima subtropical no Sul do Brasil

Resumo - A adoção de sistemas de monitoramento para o controle do complexo de manchas de sigatoka representa um dos avanços mais significativos na produção de banana no mundo. Neste trabalho foram comparadas quatro metodologias de avaliação da sigatoka-amarela (Pré-aviso Biológico - PAB, Estágio de Evolução - EE, Índice de Infecção - II e Primeira folha Manchada - PFM), em regime experimental no período de 2012-2014 e duas metodologias foram selecionadas para ensaios comerciais no período de 2016-2018 em condições subtropicais. Esses sistemas de monitoramento foram submetidos à correlação ($P < 0,05$) e análise estatística descritiva. Os sistemas de monitoramento de doenças na fase experimental apresentaram valores diferentes dependendo da metodologia. Os maiores valores foram observados no PAB (8450 pontos), seguido de EE (3213 pontos), II (36,3%) e PFM (9,7). O PFM apresentou forte correlação negativa com o PAB (-80,7%), enquanto o PAB e EE tiveram uma correlação fraca (37%). Nos ensaios comerciais, a baixa frequência da variável PFM detectada nas plantas limitou sua aplicação para avaliação da Sigatoka. Ao comparar os dois sistemas em pomares comerciais, verificou-se que a PAB deve continuar sendo o método padrão de monitoramento do mal-de-sigatoka no litoral catarinense.

Termos para indexação: *Mycosphaerella*; Pré-aviso biológico; Primeira Folha Manchada; Severidade.

Sigatoka disease complex (*Mycosphaerella* spp.) and Fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) cause significant losses within banana producing regions of the state of Santa Catarina, South of Brazil. Black Sigatoka, caused by *Mycosphaerella fijiensis*, stands out for its aggressiveness and the significant losses it causes in tropical countries. Yellow Sigatoka, caused by *M. musicola*, is less aggressive, but still relevant in subtropical climate conditions. These diseases destroy the leaves, reduce the photosynthetic area, and cause drops in production (CHILLET et

al., 2009). Yellow Sigatoka still is more prevalent in the banana production of the state of Santa Catarina, but this situation is slowly changing. Studies report that the incidence of Black Sigatoka is growing in the north of the state (DOS SANTOS et al., 2022).

Sigatoka complex monitoring methods have already been tested under field conditions, some of which have been applied in production regions of different countries. However, two systems stand out for being the most commonly used for monitoring the Sigatoka complex in different parts of the

world: the Stage of Evolution (GANRY et al., 2008) method and the Biological Pre Warning System (BUREAU et al., 1992). Both methods are based on the evaluation of plant and disease variables to determine their development and the right time for disease control. The Biological Pre Warning has been used for Sigatoka control, with success, since 2000 in Santa Catarina (SÔNEGO et al., 2013), reducing the number of sprays by 50% within the state.

However, other methods based on the Youngest Leaf Spotted, Infection Index, and climate variables have already

Received on 10/07/2022. Accepted for publication on 05/10/22.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1520>

¹ Eng. Agr. Dr. em fitopatologia, Epagri/ DEMC, C.P.49, CEP 88034-901, Florianópolis, SC, lamperuch@epagri.sc.gov.br

² Eng. Agr. Dr., Epagri/ Estação experimental de Urussanga, C.P.49, CEP 88840-000, Urussanga, SC, sonego@epagri.sc.gov.br, maurojunior@epagri.sc.gov.br

³ Eng. Agr., Acadêmico Fundação Educacional Barriga Verde-UNIBAVE, Rua Padre João Leonir Dall'Alba, 601, Bairro Murialdo, 88870-000, Orleans, SC, e-mail: tarinksbs@gmail.com

been tested under field conditions (OROZCO-SANTOS et al., 2013), but few studies have been conducted on Sigatoka complex monitoring in subtropical climates. This study aims to compare Yellow Sigatoka monitoring methods under experimental and commercial orchard conditions in the subtropical climate of the state of Santa Catarina, Brazil.

This study was carried out in two phases: experimental and commercial. The experimental phase was composed of an experimental orchard formed with *in vitro* plantlets of cv. Dwarf Prata (AAB) bananas, evaluated from May 2012 to May 2014. Banana plants were cultivated with a spacing of 2.5 × 2.5m, in a 2420m² experimental area. Banana plantation management was carried out according to technical recommendations for this crop, except for fungicide spraying (LIVRAMENTO & NEGREIROS, 2016). The families were conducted in the mother-daughter-granddaughter system, with shoots being thinned when necessary. Plantation and maintenance fertilizers were applied based on soil analysis. Weed management was carried out by hand, during the first six months of their implantation, followed by manual mowing during the experiment. The region's climate is classified as subtropical humid with a hot summer (Cfa), according to the Köppen classification.

Four methods of disease monitoring were tested under experimental conditions: Biological Pre Warning (BPW); Stage of Evolution (SE); youngest Leaf Spotted (YLS); Infection Index (II). The BPW system evaluates the youngest leaves (2, 3, and 4), assigning a value for each type of lesion present, as well as for intensity of the lesion on the leaves (BUREAU et al., 1992). The SE evaluates more leaves (1, 2, 3, 4, and 5) and scores only the most advanced symptoms of leaf disease, but without considering lesion intensity (GANRY et al., 2008). The SE calculation also corrects the gross sum of the disease according to leaf emission. The leaf emission rate was calculated using the Brun scale, which evaluates cigar leaf growth in decimals from 0.0 to 0.8. YLS is evaluated as the first leaf that has 10 spots with gray centers (CARLIER et al., 2003). Sigatoka Infection Index is quantified by assess-

ing the severity of banana leaf disease using the Stover scale, with indexes from 0 to 50%, by means of the following formula: Infection Index =% (IF): $[\sum n \times b / (N - 1) \times T] \times 100$, in which: n = the number of leaves at each Stover scale level; b = degree according to the scale; N = the number of degrees employed in the scale (6); T = the total number of leaves evaluated (CARLIER et al., 2003). Disease monitoring methods were evaluated weekly for ten plants marked in the experimental area under natural infection conditions.

In the second phase of the study, two monitoring methods were applied in commercial orchards in order to compare the standard model (Biological Pre-Warning – BPW) with the alternative method selected in the experimental phase (Youngest Leaf Spotted – YLS). The methods were applied, as described in the experimental phase, in three sites in Criciúma (site 1) and Siderópolis (sites 2 e 3), municipalities in the southern coast of the state of Santa Catarina, from March 2016 to November 2018. During this period, 37 disease evaluations were performed at each location.

The monitoring sites were located on small plantations of Grande Naine (AAA) cultivars. Banana plantation management was conducted according to technical recommendations for this crop (LIVRAMENTO & NEGREIROS, 2016), including fungicide spraying for Sigatoka disease complex control, as indicated by the BPW method. Alerts for control practices, such as defoliation and spraying, were issued when the gross sum of the disease reached 800 points. The fungicides were sprayed with a cannon sprayer coupled to a tractor. The spray suspensions were prepared by mixing fungicides, mineral oil, and water. Fungicide doses and spray solution volume were determined following the manufacturers' recommendations.

The disease data from the experimental phase were submitted to descriptive analysis, using Pearson correlation at 5% probability of error. Disease progress curves were also plotted. The disease development data in commercial orchards were analyzed by plotting disease progress curves for BPW and by frequency distribution (%) for the YLS variable during all period of the experiment.

The disease monitoring systems in the experimental orchard presented very different values depending on the methodology. The highest absolute values were verified in the BPW system, followed by SE, II, and YLS (Figure 1ABCD). The BPW system resulted in the highest disease values, reaching 8450 points, followed by the SE system with 2662 points, II with 37, and YLS with 10 points during the colder seasons (autumn-winter). Notably, higher values in the BPW, SE, and II systems mean greater disease severity, whereas the opposite is true for the YLS variable. So, lower values of YLS in an orchard means that the young leaves are probably heavily infected and Sigatoka severity is progressing.

In spring and summer, the BPW and SE methods resulted in similar disease values (Figure 1AB). The similarity of the systems is related to the leaf emission rates: high leaf emission rates (> 0.8 leaves week plant⁻¹) make the values similar, whereas low rates (< 0.4 leaves week plant⁻¹) resulted in distinct disease values for BPW and SE systems. The different curves in the seasons evaluated resulted in a weak correlation (37.7%) of the methods.

Comparisons of the other methods indicated a strong correlation between BPW with II and YLS, with 81.2% and -80.7%, respectively. In the case of the Stage of Evolution (SE), the correlations were weaker with 52.5% for II and -36.2% for YLS (Table 1).

During the validation phase in commercial orchards, there was great variation of disease severity in the commercial sites (Figure 2), fact related with the management of the orchards. The delay of the fungicide application after the recommendation to spray in site 2 was detected in a previous experiment (SONEGO et al., 2013), fact that reduces the efficiency of the system. In terms of absolute values, the BPW system again reached the highest values with disease peaks reaching 3100 points during the cold seasons. The YLS variable, in turn, wasn't always detected since many plants had no advanced symptoms of the disease. This variable was probably affected by the removal of the older leaves, a common practice for Sigatoka control. Histograms show that the frequency of plants with the YLS variable

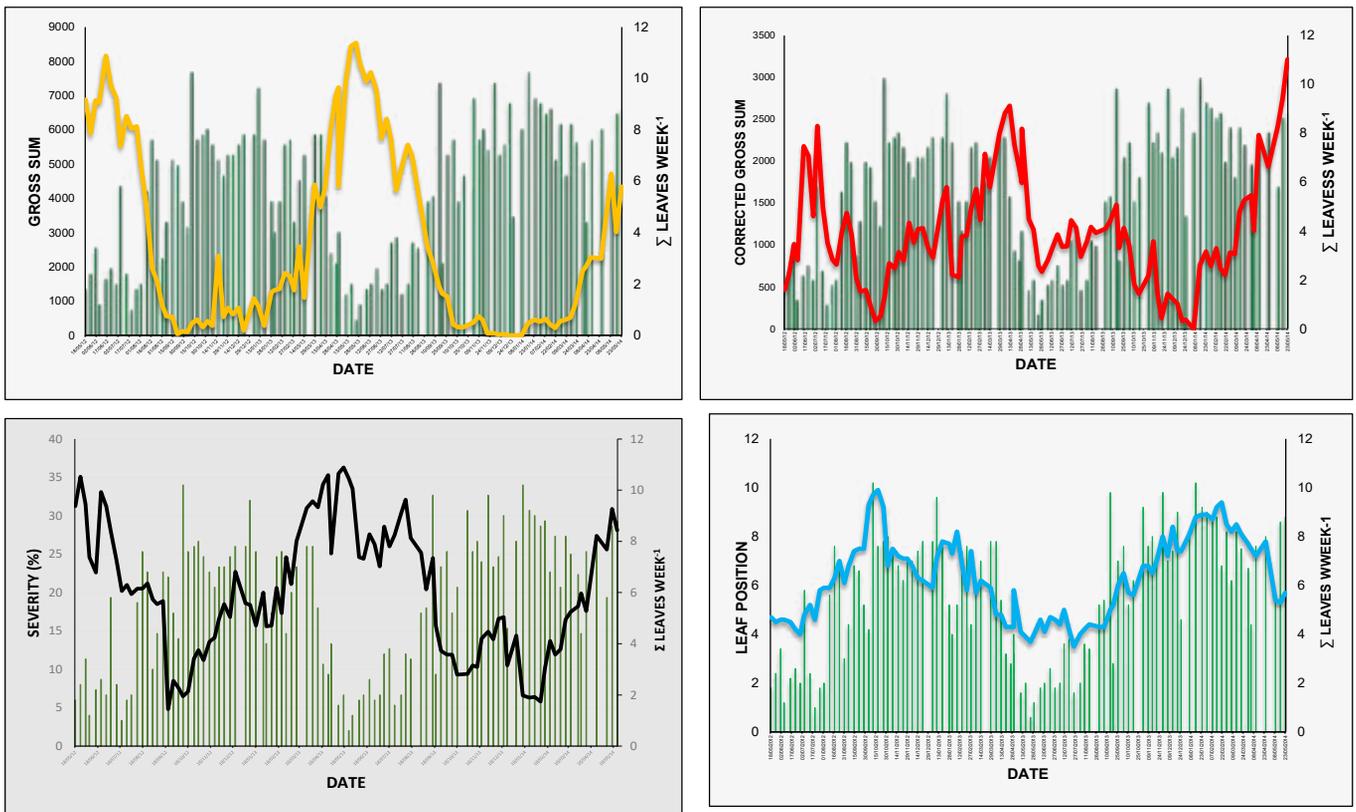


Figure 1. Yellow Sigatoka progress curves for the Bioclimatic Pre-warning (A), Stage of Evolution (B), Infection Index (C), and Youngest Leaf Spotted (D) methods and how they relate to leaf emission in Dwarf Prata banana cultivar, under experimental conditions in the subtropical climate of the southern coast of the state of Santa Catarina, Brazil, 2012-2014

Figura 1. Curvas de progresso da Sigatoka Amarela pelos métodos do Pré-aviso bioclimático (A), do Estágio de Evolução (B), do Índice de Infecção (C), da Primeira folha manchada (D) e sua relação com a emissão foliar em bananeira do cultivar Prata Anã, em condições experimentais no clima subtropical do Litoral Sul de Santa Catarina no período de 2012-2014

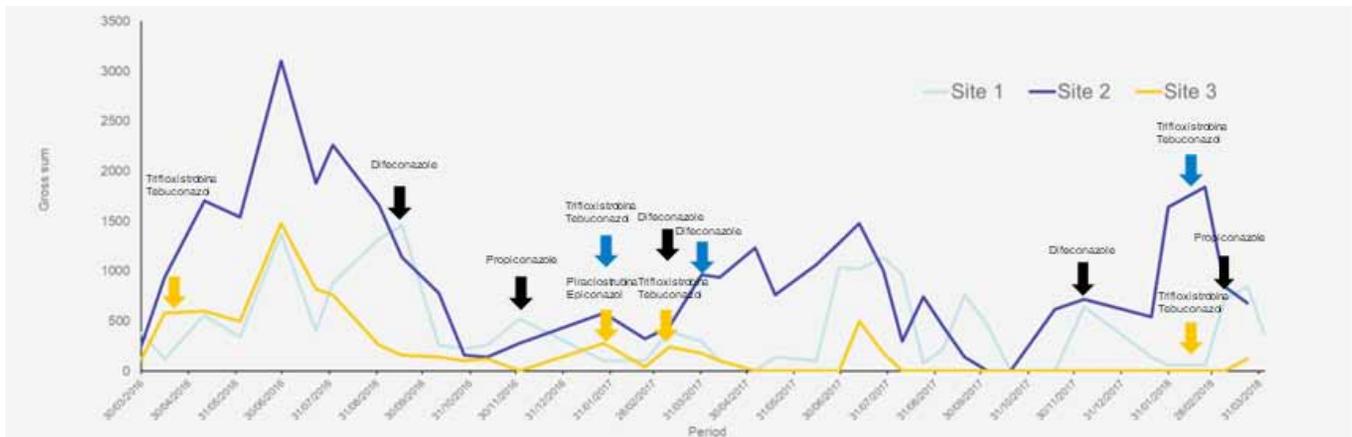


Figure 2. Sigatoka progress curves for the Bioclimatic Warning System at three disease monitoring sites in commercial banana orchards, under subtropical climate conditions, from 2016 to 2018

Figura 2. Curvas de progresso da Sigatoka pelo método Pré aviso bioclimático em três pontos de monitoramento da doença em pomares comerciais de bananeira sob condições de clima subtropical no período de 2016 a 2018

was very low at the sites (Figure 3). The higher frequency of YLS in 10 plants occurred in site 2, in only 5% of evaluations.

The YLS and II methods have already been used to evaluate disease evolution in some studies (QUIRINO et al., 2014;

ROCHA et al., 2012), but none suggested its application under commercial conditions. However, our data showed that the low frequency of YLS on commercial properties was problematic. To overcome this problem the correction $N + 1$ (in which N = number of leaves)

should be adopted in commercial conditions. Further studies should quantify standard values for YLS in commercial conditions since this is an easy and fast method to be applied directly by producers in the future. The II method stands out for quantifying the disease

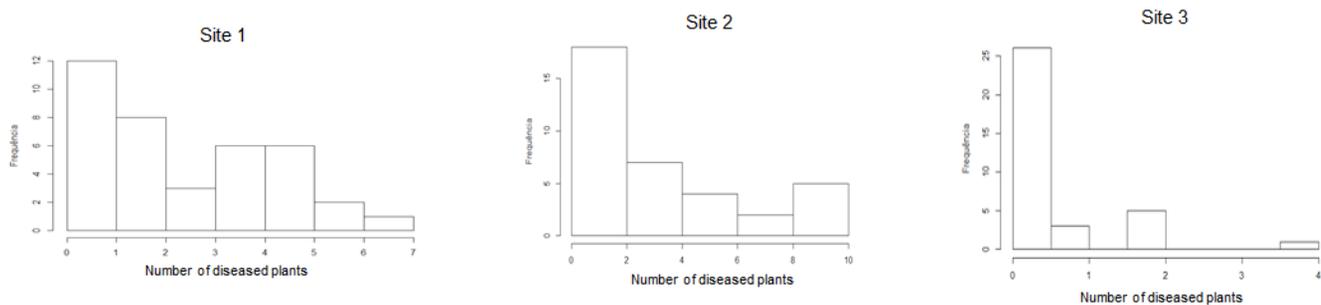


Figure 3. Frequency distribution (%) for the number of plants/evaluations with Sigatoka lesions according to YLS at three Site monitoring sites in commercial banana orchards, under subtropical climate conditions, from 2016 to 2018

Figura 3. Distribuição de frequência (%) do número de plantas com lesões da Sigatoka, de acordo com a variável YLS em três pontos de monitoramento em condições de clima subtropical no período de 2016 a 2018

Table 1. Correlations between the variables Leaf Emission (LE) and Gross Sum (Bioclimatic pre-warning), Correct Gross Sum (Stage of evolution), severity (Infection Index), leaf position (Youngest leaf spotted) in the monitoring of Sigatoka for Dwarf Prata cultivar in the southern coast of the state of Santa Catarina, Brazil, 2012-2014

Tabela 1. Correlações entre as variáveis para as variáveis de Emissão foliar (EF), Soma Bruta (Pré Aviso Bioclimático), severidade (Índice de Infecção), Primeira Folha Manchada (YLS) e Soma Bruta corrigida (Estágio de Evolução) no monitoramento da Sigatoka em bananeira do cultivar Prata Anã no Litoral Sul de Santa Catarina, no período de 2012-2014

Variables	Leaf Emission	Gross Sum	Corrected Gross Sum	Infection Index	YLS
Leaf emission	-	-78.7**	1.2	-59.3**	69.9**
Gross Sum		-	37.7**	81.4**	-80.7**
Corrected gross sum			-	52.3**	-36.2**
Infection index				-	-80.0**
YLS					-

ns- not significant, * - significant at 5% of probability and ** - significant at 1% of probability by F test.

on all leaves, which, despite being interesting, makes this method laborious. The BPW method, in turn, is the standard disease evaluation system in several producing regions, especially on Santa Catarina's coast. In Brazil, some authors have successfully tested the application of BPW with slight modifications to decision criteria (FERREIRA et al., 2003; RIOS et al., 2013).

Based on these results, Biological Pre-Warning should remain being the standard disease evaluation system. Not only has this method proven to be effective but it can also help monitor the evolution of Sigatoka complex disease in different producing regions of Santa Catarina's coast.

References

BUREAU, E.; MARIN, D.; GUZMAN, J.A. El sistema de preaviso para el combate de la Sigatoka negra en banana y platano. UPEB, Panamá, 40p. 1992.

CARRIER J.; WAELE; D. DE; ESCALANT, J.V. **Global evaluation of Musa germplasm for resistance to Fusarium wilt, Mycosphaerella leaf spot diseases and nematodes.** The International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France. 2003. 57p. (INIBAP Technical Guidelines, 6).

CHILLET, M.; ABADIE, C.; HUBERT, O.; CHILIN-CHARLES, Y.; LAPEYRE DE BELLAIRE, L. Sigatoka disease reduces greenlife of bananas. **Crop Protection**, Amsterdam, v.28, n.1, p.41-45, 2009.

DOS SANTOS, F.; MIOLA, A.; CARDOSO, F.K.; MEES, A.; PERUCH, L.A.M.; MOJOLLA, G.S. Avaliação temporal da ocorrência da sigatoka-negra em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22, 2022, Florianópolis. **Anais[...]** Jaboticabal: SBF, 2022. p. 262.

FERREIRA, D. M. V.; CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. de. Sistema de pré-aviso para o controle da Sigatoka-amarela da bananeira no Recôncavo Baiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, n.25, p.429-431, 2003.

GANRY, J.; DE LAPEYRE DE BELLAIRE, L.; MOURICHON, X. A biological forecasting system to control Sigatoka disease of bananas and plantains. **Fruits**, Paris, v. 63, n. 6, p. 381-387. 2008. DOI: <http://doi:10.1051/fruits:2008038>

LIVRAMENTO, G.; NEGREIROS, R.J.Z. **Banana: Recomendações técnicas para o cultivo no litoral norte de Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 2016. 101p. (Epagri. Sistema de Produção, 49).

OROZCO-SANTOS, M.; GARCÍA-MARISCAL, K.; MANZOSÁNCHE Z, G.; GUZMÁN-GONZÁLEZ, S.; MARTÍNEZ-BOLAÑOS, L.; BELTRÁN-GARCIA, M.; GARRIDO-RAMIREZ, E.; TORRES-AMEZCUA, J. A.; CANTO-CANCHÉ, B. **La sigatoka negra y su manejo integrado em banano.** Tecmán: SAGARPA, 2013. 152p.

QUIRINO, Z.B.R.; TALAMINI, V.; LÉDO, A.S.; SILVA, A.V.C.; SILVA JUNIOR, J.F.; OLIVEIRA, F.O.A. Progresso da Sigatoka amarela na cultivar Prata-anã em Sergipe. **Sciencia Plena**, v.10, n.10, 2014.

RIOS, S.A.; DIAS, M.S.C.; CORDEIRO, Z.J.M.; SOUZA, W.M.; SILVA, J.J.C.; BARBOSA, J.A.A.; PINHO, R.S.C.; ABREU, S.C.; SANTOS, L.O. Sistema de pré-aviso para controle de Sigatoka-amarela no norte de Minas Gerais. **Biotemas**, Florianópolis, v.26, n.3. p.109-115, 2013

ROCHA, H.S., POZZA, E.A., UCHÔA, C.D., CORDEIRO, Z.J., DE SOUZA, P.E., SUSSEL, Â.A.; DE REZENDE, C.A. Temporal Progress of Yellow Sigatoka and Aerobiology of *Mycosphaerella musicola* Spores. **Journal of Phytopathology**, v.160, p.277-285. 2012. DOI: <http://doi:10.1111/j.1439-0434.2012.01897.x>

SÔNIGO, 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. In: ISHS-Pro Musa SYMP. ON BANANAS AND PLANTAINS, 1, 2012. **Proceedings [...]**. Acta Hort. 986, ISHS 2013.

Four new grape hybrids resistant to *Meloidogyne javanica*

Marlon Henrique Hahn¹, Leonardo Packer de Quadros², Danielle Dutra Martinha³, Luiz Antonio Biasi⁴ e Henrique da Silva Silveira Duarte⁴

Abstract – Root-knotting nematodes are found in vineyards and are associated with grapevine decline. This study aimed to evaluate the resistance of four new hybrids, obtained by crossing *Vitis labruscana* and *Vitis rotundifolia* (IBRE 421, IBBT 481, IBRK 504 and IBMG 631), to *Meloidogyne javanica*. This study also evaluated three rootstocks (IAC 766, Paulsen 1103, VR 043-43), widely used and showing resistance levels to *M. javanica*. The plants were obtained from cuttings, then grown in pots, and inoculated with a population of *M. javanica*. One year after inoculation, the plants presented no galls on their fine roots. The root nematodes were extracted and quantified. The reproduction factor of *M. javanica* in all genotypes was close to zero. The tested hybrids are not good hosts for the multiplication of *M. javanica*. Thus, these new hybrids can be used as a genetic control strategy of *M. javanica*.

Index terms: *Vitis labruscana*; *Vitis rotundifolia*; root-knot nematode.

Quatro novos híbridos de videira resistentes a *Meloidogyne javanica*

Resumo - Os nematoides formadores de galhas são encontrados em vinhedos e estão associados ao declínio das videiras. O objetivo do trabalho foi avaliar a resistência de quatro novos híbridos obtidos pelo cruzamento entre *Vitis labruscana* e *Vitis rotundifolia* (IBRE 421, IBBT 481, IBRK 504 e IBMG 631) quanto a resistência a *Meloidogyne javanica*. Foram avaliados também 3 porta-enxertos (IAC 766, Paulsen 1103, VR 043-43) amplamente utilizados e que apresentam níveis de resistência a *M. javanica*. As plantas foram obtidas por estaquia, cultivadas em vasos e inoculadas com uma população de *M. javanica*. Um ano após a inoculação, as plantas não apresentavam galhas em suas raízes finas. Os nematoides nas raízes foram extraídos e quantificados. O fator de reprodução de *M. javanica* em todos os genótipos foi próximo de zero. Os híbridos testados não são bons hospedeiros para a multiplicação de *M. javanica*. Assim, esses novos híbridos podem ser utilizados como estratégia para o controle genético de *M. javanica*.

Termos de indexação: *Vitis labruscana*; *Vitis rotundifolia*; nematoide das galhas.

Brazilian grape production in 2019 was estimated at 1.4 million tons grown on 74.2 thousand ha⁻¹, with an average productivity of 19.4 tons ha⁻¹ (IBGE, 2021). The south of the country concentrates about 60% of the national grape production (IBGE, 2021). The Brazilian viticulture is diverse, including production chains formed by fine grape cultivars of the species. Thus, development of new grape genotypes is necessary for the consumer market, adapting them to edaphoclimatic conditions, with high productivity and resistance to the main pests and diseases.

In Brazil, nematodes in the genus *Meloidogyne*, known as the root-knot

nematodes, is the major economic important group, and the *Meloidogyne javanica* is frequently found in grapevine roots (SOMAVILLA, 2011). In sandy soils and in mild temperatures, they cause great damage to the culture (TÉLIZ et al., 2007). The increase of the root-knot nematode population in the grapevine roots affects plant growth, productivity, evolving to the decline of grapevines. Eradication of nematodes in the soil is practically impossible, and the growers must constantly manage the nematode population to maintain it at levels that have little effect on production. Chemical control is frequently used, but it is associated with increased production costs due to

the numerous applications necessary, in addition to environmental and human health impacts. In this context, the use of rootstocks resistant to nematodes is an effective and economical strategy for the control of root-knot nematodes. However, information on the resistance of grapevine rootstocks to nematodes in Brazil is scarce. Thus, this study aimed to evaluate four new grapevine rootstocks hybrids for resistance to *M. javanica*.

The cuttings of the rootstocks IAC 766 (*Vitis caribaea* x (*Vitis riparia* x (*Vitis rupestris* x *Vitis cordifolia*))), Paulsen 1103 (*Vitis berlandieri* x *V. rupestris*), and VR 043-43 (*V. vinifera* x *V. rotundifolia*); and the hybrids IBRE 421, IBBT 481, IBRK 504, and IBMG 631

Received on 25/03/2022. Accepted for publication on 14/09/2022.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1453>

¹ Eng. Agrônomo, aluno de doutorado, Universidade Federal do Paraná – UFPR/ Pós-graduação em Produção Vegetal (Agronomia). Rua dos Funcionários, 1540 CEP: 80035-050, Curitiba, PR fone: (41) 3350-5684, e-mail: marlonhhahn@gmail.com

² Aluno de Agronomia, Universidade Federal do Paraná - UFPR / Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade. Rua dos Funcionários, 1540 CEP: 80035-050, Curitiba, PR fone: (41) 3350-5684, e-mail: leonardopackerdequadros@gmail.com

³ Eng. Agrônomo, aluna de doutorado, Universidade Federal do Paraná – UFPR/ Pós-graduação em Produção Vegetal (Agronomia). Rua dos Funcionários, 1540 CEP: 80035-050, Curitiba, PR fone: (41) 3350-5684, e-mail: danielledmartinha@gmail.com

⁴ Eng. Agrônomo, Dr., Universidade Federal do Paraná - UFPR / Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade. Rua dos Funcionários, 1540 CEP: 80035-050, Curitiba, PR fone: (41) 3350-5684, biasi@ufpr.br

(*Vitis labruscana* x *V. rotundifolia*) were obtained from matrix plants grown at the Experimental Farm Canguiri in the municipality of Pinhais, PR, Brazil. Bare-root cuttings were transplanted into 2 dm³ aluminum pots, containing OXISOL and sand in the proportion of 1:1 (v v⁻¹), previously autoclaved at 121°C for 1 h. Eight months later, the cuttings with the soil were transplanted into 8 dm³ plastic pots. The experiment was carried out in a randomized block design with seven genotypes and three replicates, each replication was a plant. Tomato seedlings of the cultivar Santa Clara were used as control to test the inoculum viability

The *M. javanica* inoculum was extracted from tomato plants using the sucrose centrifugal flotation technique with caulin (COOLEN & D'HERDE, 1972). Nematodes were counted in a Peters chamber under an optical microscope at 40x magnification. The nematodes were counted in all quadrants of the Peters chamber and multiplied by the total root fresh mass, thus obtaining the final population of the sample. One milliliter of suspension with 5,000 eggs (initial population — IP) was deposited in each plant. After 370 days, the root system was evaluated to check for the presence of galls. Samples of 10 g of roots were collected from each plant to extract the nematodes, using the sucrose centrifugal flotation technique with caulin (COOLEN & D'HERDE, 1972). Nematodes were counted in the same way as for inoculum production. The final population (FP) was estimated by multiplying the number of nematodes per gram of roots to the fresh mass of roots. The reproduction factor (RF) was calculated by dividing the FP by the IP of nematodes (OOSTENBRINK, 1966). The gall index (GI) was determined considering: 0 = no gall, 1 = 1-2 galls, 2 = 3-10, 3 = 11-30, 4 = 31-100, 5 > 100 (TAYLOR & SASSER, 1978). The data were subjected to analysis of variance and Tukey's test (p<0.05) in the ExpDes.pt package in R software.

Regarding mean gall index, Table 1 shows the number of nematodes per gram of roots and the RF for the grapevine genotypes. No galls were found in the roots of the grapevine genotypes. The number of nematodes in the genotypes was less than 12 nematodes per gram of

roots. Consequently, the reproduction factor of *M. javanica* for all tested grapevine genotypes was close to zero. Tomato plants showed intense gall formation (Figure 1), presenting a high reproduction factor (RF=68.6). This indicates that the inoculum was viable, giving reliability to the results that showed that the tested hybrids are not good hosts for the multiplication of *M. javanica*.

The IAC-766 rootstock is not a suitable host for *M. javanica*, confirming the observations by Moura et al. (2014). This rootstock is not a suitable host for *M. incognita* (MOURA et al., 2014), *Meloidogyne enterolobii* (FREITAS et al., 2017) and *Meloidogyne arenaria* (SOMAVILLA, 2011). Moreover, the VR 043-43 rootstock is not a suitable host for *M. javanica*. This rootstock was developed to be resistant to *Xiphinema index* (FERRIS et al., 2012).

The hybrids IBBT 481, IBRK 504, IBMG 631 and IBRE 421, obtained by interspecific hybridization between the cultivar Isabel of the American species *V. labruscana* and cultivars of muscadine grapevines of the species *V. rotundifolia* (SCHUCK et al., 2011), showed reproduction factors to *M. javanica* close to zero. Cultivars of the species *V. rotundifolia* are a source of resistance to several species of nematodes (FERRIS et al., 2012).

The use of resistant rootstocks is frequent. However, resistance superseded by virulent populations

of *M. arenaria* and *M. incognita* has been reported in California (FERRIS et al., 2012), and *M. javanica* in Australia (SMITH et al., 2017).

When considering the importance of nematodes regarding geographic distribution and difficulty in control, genetic control of nematodes via resistant rootstocks constantly needs new grapevines genotypes adapted to edaphoclimatic conditions, and that can replace rootstocks with superseded resistance or inferior agronomic characteristics. Thus, the hybrids IBRE 421, IBBT 481, IBRK 504 and IBMG 631 are not good hosts for the multiplication of *M. javanica* and appear as new options to be used in the control of *M. javanica* in grapevines.

Acknowledgements

This study was financed in part by the 'Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil' (CAPES) — Finance Code 001. The LAB and HSSD authors thank the 'Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico' (CNPq)/Brazil for its research fellowship.

References

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. **A method for the quantitative extraction of eggs and second stage juveniles of *Meloidogyne* spp. from soil.** Ghent, Belgium. State Agriculture Research Centre, State Entomology and

Table 1. Reaction of grapevine rootstock hybrids to *Meloidogyne javanica* grown for 370 days after inoculation, based on gall index (GI), number of nematodes per gram of roots (N) and the reproduction factor (RF)

Tabela 1. Reação de híbridos de porta-enxertos de videira a *Meloidogyne javanica* cultivados por 370 dias após a inoculação, com base no índice de galhas (IG), número de nematóides por g de raízes (N) e fator de reprodução (FR)

Genotypes	IG	N	FR
IAC-766	0.00 ± 0.00 ^{ns}	1.22 ± 0.57 ^{ns}	0.04 ± 0.02 ^{ns}
Paulsen 1103	0.00 ± 0.00	11.51 ± 8.24	0.14 ± 0.08
IBRE 421	0.00 ± 0.00	6.77 ± 5.80	0.08 ± 0.07
IBBT 481	0.00 ± 0.00	4.23 ± 3.43	0.09 ± 0.10
IBRK 504	0.00 ± 0.00	5.14 ± 1.80	0.03 ± 0.02
IBMG 631	0.00 ± 0.00	8.82 ± 4.13	0.21 ± 0.12
VR 043-43	0.00 ± 0.00	5.63 ± 3.45	0.18 ± 0.13

^{ns} Means did not differ significantly by Tukey's test, p<0.05.

^{ns} Médias não diferiram significativamente pelo teste Tukey, p<0.05.



Figure 1. Roots of vine rootstock genotypes (resistant) and tomato roots (susceptible) infested with *Meloidogyne javanica*. A) IAC-766; B) Paulsen 1103; C) IBRE 421; D) IBBT 481; E) IBRK 504; F) IBMG 631; G) VR 043-43; and, H) Tomato of the cultivar Santa Clara with detail of the female of *M. javanica* inside a gall

Photo: Marlon Henrique Hahn

Figura 1. Raízes de genótipos de porta-enxertos de videira (resistente) e raízes de tomateiro (suscetível) infestadas com *Meloidogyne javanica*. A) IAC-766; B) Paulsen 1103; C) IBRE 421; D) IBBT 481; E) IBRK 504; F) IBMG 631; G) VR 043-43; e, H) Tomate da cultivar 'Santa Clara' com detalhe da fêmea de *M. javanica* no interior de uma galha.

Foto: Marlon Henrique Hahn

Nematology Research Station, Merelbeke, Belgium, 36p., 1972.

FERRIS, H.; ZHENG, L.; WALKER, M.A. Resistance of grape rootstocks to plant-parasitic nematodes. **Journal of Nematology**, v. 44, p. 377–386, 2012.

FREITAS, V.M.; SILVA, J.G.P.; GOMES, C.B.; CASTRO, J.M.C.; CORREA, V.R.; CARNEIRO, R.M.D.G. Host status of selected cultivated fruit crops to *Meloidogyne enterolobii*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 148, p. 307–319, 2017.

IBGE. 2021. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/uva/br> > Acesso em:

MOURA, M.F.; TECCHIO, M.A.; DIAS-ARIEIRA, C.R.; PUERARI, H.H.; CUNHA, T.P.L.; CHIAMOLERA, F.M. Reaction of grape

rootstocks to *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica*. **Acta Horticulturae**, v. 1046, p. 109–112, 2014.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen voor Landb Hoogeschool Wageningen**, v. 66, p. 3-46, 1966.

SCHUCK, M.R.; BIASI, L.A.; MARIANO, A.M.; LIPSKI, B.; RIAZ, S.; WALKER, M. A. Obtaining interspecific hybrids, and molecular analysis by microsatellite markers in grapevine. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1480–1488, 2011.

SMITH, B.P.; MORALES, N.B.; THOMAS, M.R.; SMITH, H.M.; CLINGELEFFER, P.R. Grapevine rootstocks resistant to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 23, p. 125–131, 2017.

SOMAVILLA, L. **Levantamento, caracterização do nematoide das galhas em videira nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina e estudo da resistência de porta-enxertos a *Meloidogyne* spp.** Pelotas, BR. Universidade Federal de Pelotas. 81p. 2011.

TAYLOR, A.; SASSER, J. **Biology, Identification and Control of Root-knot Nematodes (*Meloidogyne* Species)**. North Carolina State University. Graphics Raleigh, 111p, 1978.

TÉLIZ, D.; LANDA, B.B.; RAPOPORT, H.F.; PÉREZ CAMACHO, F.; JIMÉNEZ-DÍAZ, R.M.; and CASTILLO, P. Plant-parasitic nematodes infecting grapevine in southern Spain and susceptible reaction to root-knot nematodes of rootstocks reported as moderately resistant. **Plant Disease**, v. 91, p. 1147-1154, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-91-9-1147>.

O mexilhão invasor *Mytilus galloprovincialis* e seu risco para a maricultura de Santa Catarina

Felipe Matarazzo Suplicy¹

Resumo – O mexilhão *Mytilus galloprovincialis* é uma espécie considerada invasora em vários países. Em Santa Catarina, esta espécie tem sido observada em fazendas de mexilhões desde 2016, inicialmente no município de Bombinhas, e com menor frequência nos demais locais com produção de moluscos. Nesta nota científica, apresentamos os resultados de um levantamento preliminar da presença deste mexilhão na Baía Sul da Ilha de Florianópolis, principal região produtora de mexilhões do estado. Os resultados evidenciam a presença de *M. galloprovincialis* em frequências que variam de 11,2% a 77,4%, com uma média de 40% (± 21). A nota complementa esta informação com recomendações de esforços de pesquisa aplicada para gerenciar a dispersão da espécie invasora, associada com técnica de manejo nas fazendas, de forma a reduzir o impacto econômico e social na maricultura catarinense.

Termos para indexação: Mexilhão azul; Mtilicultura; Maricultura catarinense.

The invasive mussel *Mytilus galloprovincialis* and its risk for mariculture in Santa Catarina

Abstract – The mussel *Mytilus galloprovincialis* is an invasive species in several countries. In Santa Catarina, this species has been observed in mussel farms since 2016, initially in the municipality of Bombinhas, and less frequently in other places with mollusk production. In this scientific note, we present the results of a preliminary survey of the presence of this mussel in the South Bay of Florianópolis Island, the main mussel-producing region in the state. The results show the presence of *M. galloprovincialis* in frequencies ranging from 11.2% to 77.4%, with an average of 40% (± 21). The note complements this information with recommendations for applied research efforts to manage the dispersion of the invasive species, associated with management techniques on farms, in order to reduce the economic and social impact on mariculture in Santa Catarina.

Index terms: Blue mussel; Mtiliculture; Santa Catarina mariculture.

O mexilhão do Mediterrâneo *Mytilus galloprovincialis* tornou-se invasivo na maior parte das regiões em que foi introduzido e é classificado como uma das 100 principais espécies invasoras do mundo (LOWE et al., 2000). As incrustações por bivalves invasores são amplamente relatadas como um problema significativo no cultivo de mexilhões em todo o mundo, e a espécie *Mytilus galloprovincialis*, está entre os principais bivalves citados como tendo impactos significativos (PADILLA et al. 2011; FORREST & ATALAH, 2017). Na costa oeste da África do Sul a população do mexilhão nativo foi totalmente substituída pelo *M. galloprovincialis* em menos de vinte anos após a primeira detecção do invasor (HANEKOM, 2008). Na Nova Zelândia, onde esta espécie invasora está presente nos cultivos de *Perna ca-*

nalculus com percentuais médios de 9,17% e máximas de 99%, as perdas econômicas associadas à invasão foram estimadas em US\$16,4 milhões por ano (FORREST & ATALAH, 2017).

O primeiro registro da presença de *M. galloprovincialis* em Santa Catarina se refere a setembro de 2016 nas Baías Norte e Sul da Ilha de Santa, tanto no município de Florianópolis como no de Palhoça (BELZ et al., 2020). Os locais onde foram observados os mexilhões invasores foram Santo Antônio de Lisboa, Tapera, Costeira do Ribeirão e Caieira Barra do Sul, em Florianópolis; e Ponta do Tomé, Ponta do Cedro, e Pedras Altas, em Palhoça. Em novembro de 2018, Lins et al. (2021) coletaram *M. galloprovincialis* para estudos moleculares em quatro pontos da costa catarinense, sendo dois pontos em Bombinhas, um

ponto em Florianópolis e um ponto em Palhoça. A descoberta de alguns indivíduos grandes (> 7 cm) nos cultivos mostra não apenas tolerância à temperatura de verão, mas também o crescimento rápido de alguns indivíduos indica uma adaptação e seleção natural da espécie invasora às águas mais quentes. Nesta ocasião, a presença de *M. galloprovincialis* nas Baías da Ilha de Santa Catarina ainda era reduzida, sendo o principal foco da invasão as fazendas marinhas do município de Bombinhas.

Um estudo realizado sobre o assentamento natural de *M. galloprovincialis* em placas experimentais de polietileno na região de Bombinhas detectou um recrutamento sazonal e semelhante para ambas as espécies ao longo do ano. Isto é um indicativo que *M. galloprovincialis* possa estar se adaptando a

Recebido em 22/04/2022. Aceito para publicação em 01/07/2022.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1463>

¹ Biólogo, Ph.D., Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Epagri/Cedap), Rod. Admar Gonzaga, 1188, Itacorubi, 88010-970, Florianópolis, SC, e-mail: felipesuplicy@epagri.gov.sc.br

temperaturas mais elevadas, o que favorece a sua dispersão na costa catarinense (LINS et al. 2021).

Motivados por essa preocupação, realizamos um levantamento da presença do mexilhão *M. galloprovincialis* na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, região que responde por 78% das 14 mil toneladas de mexilhão produzidas anualmente em Santa Catarina (INFOAGRO, 2022). O levantamento foi realizado entre janeiro e março de 2022 em oito pontos de amostragem, todos em fazendas de mexilhões, sendo três no município de Florianópolis e cinco no de Palhoça (Figura 1). Em cada ponto foram colhidas três amostras com todos os mexilhões presentes em uma seção de 33cm de um cabo de cultivo de mexilhões. No laboratório, os mexilhões foram desagregados e lavados com jato de água, as espécies separadas visualmente pela coloração da concha (*Perna perna* tem a concha marrom com borda

interna rosada e *Mytilus galloprovincialis* tem a concha azul escuro com borda interna preta), e os indivíduos de cada espécie contados e pesados coletivamente. Em cada ponto de amostragem, foi anotado o tempo que o cabo havia sido instalado no mar e a temperatura da água. Uma amostragem preliminar em um dos pontos, com sete amostras de 33cm, permitiu constatar que o número amostral de três amostras por ponto é suficiente para caracterizar a frequência relativa do mexilhão invasor nas fazendas.

O levantamento constatou fazendas com 11,2% a 77,4% da espécie invasora em seus cultivos, com uma média de 40% (± 21) (Figura 2). Embora exemplares de até 10cm de altura possam ser encontrados, a grande maioria dos mexilhões da espécie *M. galloprovincialis* não passa de 6cm (Figura 3). Produtores locais reportam que após o invasor atingir um tamanho de 6cm, eles

tendem a despencar da corda nos dias de mar mais agitado, pois seu bisso (filamento pelo qual a espécie se prende ao substrato) é mais fraco do que o de *Perna perna*. Assim, apesar da frequência elevada em termos de indivíduos por metro, o peso relativo dos mexilhões *M. galloprovincialis* é menor, variando de 1,3% a 11,4% do peso total dos mexilhões, com uma média de 32% (± 22) (Tabela 1).

O percentual de 42% (± 28) da frequência do mexilhão invasor nas amostras de Palhoça é maior do que o percentual de 36% (± 4) observado nas fazendas analisadas em Florianópolis. Em termos de peso, este percentual é de 36% (± 27) e 31% (± 12), respectivamente. Com base nestas informações é possível estimar que das 10.200 toneladas de mexilhões produzidos atualmente em Palhoça e das 793 toneladas produzidas em Florianópolis, cerca de 3.672 e 245 toneladas seriam de *M. galloprovincialis*.



Figura 1. Baía Sul da Ilha de Santa Catarina com marcadores em amarelo dos pontos de amostragem para quantificação de *Mytilus galloprovincialis* nas fazendas de cultivo de mexilhão

Figure 1. South Bay of Santa Catarina Island with yellow markers of sampling points for quantification of *Mytilus galloprovincialis* in mussel farms



Figura 2. Corda de cultivo de mexilhões com presença de 64,7% de mexilhão da espécie *Mytilus galloprovincialis*. Foto: Felipe Matarazzo Suplicy
Figure 2. Mussel rope with 64.7% of *Mytilus galloprovincialis*. Photo: Felipe Matarazzo Suplicy



Figura 3. Mexilhão invasor *Mytilus galloprovincialis*, à esquerda, ao lado do mexilhão nativo *Perna perna*, à direita. Foto: Felipe Matarazzo Suplicy
Figure 3. Invasive mussel *Mytilus galloprovincialis*, on the left, next to the native mussel *Perna perna*, on the right. Photo: Felipe Matarazzo Suplicy

lis, respectivamente.

Apesar de ser impossível deter a dispersão de *M. galloprovincialis* na maricultura catarinense, é possível implementar medidas para gerenciar o problema, com base em resultados de pesquisa aplicada. A maioria dos estudos sobre este assunto relata genericamente o problema fornecendo poucas evidências para elucidar ou documentar a magnitude, extensão espacial ou duração dos efeitos adversos. Estudos que incluem *M. galloprovincialis* não são exceção (FORREST & ATALAH, 2017).

É preciso investigar, por exemplo, se os resultados observados a partir de estudos realizados com *Perna perna* e *M. galloprovincialis* em outros países, se aplicam à costa de Santa Catarina. Estudos conduzidos na África do Sul relatam que, embora *M. galloprovincialis* tenha a capacidade de dispersão a longa distância devido a uma duração larval planctônica de cerca de um mês, é mais comum observar seu recrutamento dentro de alguns quilômetros de distância das populações de origem (MCQUAID & PHILLIPS, 2000).

O conhecimento da velocidade de dispersão da espécie invasora, de seu ciclo reprodutivo e da fixação de sementes nos cultivos pode auxiliar no desenvolvimento de modelos preditivos da abundância de *M. galloprovincialis* no tempo e no espaço, e em relação às variáveis ambientais e hidrodinâmica nas baías da Ilha de Santa Catarina (ATALAH et al. 2016). O monitoramento contínuo também possibilita que a intensidade de sementes de *Perna perna* e *M. galloprovincialis* por metro de cabo coletor seja apresentada para os produtores em um aplicativo para smartphones, como o desenvolvido pelo Cawthron Institute na Nova Zelândia (<https://cawthron.shinyapps.io/BMOP/>).

Além de monitorar a distribuição e prever o assentamento de sementes de *Mytilus*, é possível adotar práticas de cultivo nas fazendas que podem auxiliar os produtores a evitar maiores perdas econômicas decorrentes desta invasão. Por exemplo, o estudo da morfome-

Tabela 1. Resultados do levantamento da frequência relativa e peso relativo de mexilhão *Mytilus galloprovincialis* por metro de cabo de cultivo em oito fazendas de mexilhões na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina. Valores apresentados como frequência e peso médio, com respectivos desvios-padrão

Table 1. Results of the survey of the relative frequency and relative weight of *Mytilus galloprovincialis* mussels per meter of farming cable in eight mussel farms in the South Bay of Santa Catarina Island. Values presented as frequency and mean weight, with respective standard deviations

Data	Local	Ponto de coleta	Período do cabo no mar	Temperatura do mar (°C)	Indivíduos por metro		Peso por metro (kg)			
					Perna	<i>Mytilus</i>	Frequência relativa de <i>Mytilus</i>	Perna	<i>Mytilus</i>	Peso relativo de <i>Mytilus</i>
19/01/2022	Palhoça	Praia do Pontal	14 meses	29	772 (±276)	1373 (±212)	64,7% (±4,5)	8,2 (±0,8)	11,4 (±1,3)	58,1% (±3,7)
20/01/2022	Palhoça	Ponta do Cedro	5 meses	29	1136 (±126)	410 (±74)	26,4% (±2,7)	11,0 (±3,2)	1,3 (±0,3)	11,6% (±4,5)
03/02/2022	Palhoça	Enseada do Brito	9 meses	25	1198 (±333)	588 (±322)	31,9% (±7,7)	10,2 (±2,6)	3,1 (±1,3)	23,5% (±7,5)
03/02/2022	Palhoça	Pedras Altas	7 meses	25	2065 (±1052)	238 (±63)	11,2% (±3,0)	11,7 (±9,3)	1,2 (±0,2)	14,1% (±11,7)
10/02/2022	Palhoça	Barra do Aririú	7 meses	26	232 (±176)	722 (±23)	77,4% (±13,2)	2,6 (±2,0)	6,6 (±2,1)	71,9% (±21,5)
16/02/2022	Florianópolis	Freguesia do Ribeirão	14 meses	27	600 (±82)	328 (±32)	35,5% (±2,6)	2,6 (±2,0)	5,4 (±3,2)	37,1% (±1,3)
22/02/2022	Florianópolis	Tapera	4 meses	29	491 (±145)	330 (±97)	40,3% (±4,2)	4,1 (±1,4)	2,5 (±1,0)	39,4% (±5,9)
25/03/2022	Florianópolis	Ribeirão da Ilha	4 meses	24	521 (±43)	248 (±84)	31,6% (±6,4)	9,8 (±1,9)	2,1 (±0,8)	17,5% (±3,3)

tria da concha de *M. galloprovincialis* pode auxiliar no desenvolvimento de máquinas classificadoras para separar as sementes de *Perna perna* das de *M. galloprovincialis*, similarmente ao que é realizado na Nova Zelândia para separar *M. galloprovincialis* da espécie local, *Perna canaliculus*. A relação distinta entre a altura e a largura das conchas das duas espécies é o que permite esta separação mecanizada.

Outra alternativa para redução do impacto econômico resultante da invasão seria a avaliação do emprego da farinha de *M. galloprovincialis* na nutrição de peixes e camarões. Em média, o rendimento de farinha de mexilhão é de cerca de 5% do peso de um mexilhão fresco, e aproximadamente 20kg de *M. galloprovincialis* vivos são necessários para produzir 1kg de farinha de mexilhão (LINDAHL, 2013).

Enfim, estas são algumas recomendações de esforços de pesquisa que devem ser executados para gerenciar melhor o problema da invasão do *M. galloprovincialis* na maricultura catarinense. Os resultados destas pesquisas, aliados a ações de extensão junto aos produtores, poderão contribuir para redução dos inevitáveis prejuízos decorrentes desta nova ameaça para o setor.

Referências

ATALAH, J.; RABEL, H.; FORREST, B.M. **Blue mussel over-settlement predictive model and web application**. Nelson: Cawthron Institute. Cawthron Report N°. 2801. 19p. 2016.

BELZ, C.E.; SIMONE, L.R.L. DE; SILVEIRA JÚNIOR, N.; BAGGIO, R.A.; GERNET, M. DE V.; BIRCKOLZ, C.J. First record of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* (Bivalvia, Mytilidae) in Brazil. **Pa-péis Avulsos de Zoologia**, v.60, e20206007, 2020. DOI: <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2020.60.07>

FORREST, B.; ATALAH, J. Significant impact from blue mussel *Mytilus galloprovincialis* biofouling on aquaculture production of green-lipped mussels in New Zealand. **Aquaculture Environment Interactions**, v.9. DOI: <http://doi.org/10.3354/aei00220>, 2017.

HANEKOM, N. Invasion of an indigenous *Perna perna* mussel bed on the south coast of South Africa by an alien mussel *Mytilus galloprovincialis* and its effect on the associated fauna. **Biological Invasions**, v.10, p.233-244, 2008.

INFOAGRO. **Produção de moluscos**. Disponível em: <https://www.infoagro.sc.gov.br/index.php/safra/producao-animal-2>. Acesso em: 24 jun. 2022.

LINDAHL, O. **Mussel meal production based on mussels from the Baltic Sea**. Reports of Aquabest project 6/2013. Helsinki: Finnish Game and Fisheries Research Institute, 2013. 11p.

LINS, D.; ZBAWICKA, M.; ROMAN, W.; POĆWIERZ-KOTUS, A.; MOLINA, J.; ALVES, L.; ROCHA, R. Ecology and genetics of *Mytilus galloprovincialis*: A threat to bivalve aquaculture in southern Brazil. **Aquaculture**, v.540, 736753, 2021.

LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAIS, S.; DE POORTER, M. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. **Aliens: The Invasive Species Bulletin**, v.12, p.1-12, 2000.

MCQUAID, C.D.; PHILLIPS, T.E. Limited wind-driven dispersal of intertidal mussel larvae: in situ evidence from the plankton and the spread of the invasive species *Mytilus galloprovincialis* in South Africa. **Marine Ecology Progress Series**, v.201, p.211-220, 2000.

PADILLA, D.K.; MCCANN, M.J.; SHUMWAY, S.E. Marine invaders and bivalve aquaculture: sources, impacts and consequences. In: SHUMWAY, S.E. (Ed.) **Shellfish aquaculture and the environment**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. p.395-424.

Desempenho produtivo de cultivares de morangueiro Pircinque e Jonica em quatro datas de plantio em cultivo sem solo

Tiago Antonio Naidk¹, Adinor José Capellesso²; Francieli Lima Cardoso²; Micael Júnior Ternus¹ e Claudinei Bazi¹

Resumo – O presente estudo objetivou avaliar a produtividade dos cultivares de morangueiro Pircinque e Jonica em função de quatro épocas de plantio no Extremo Oeste Catarinense. O experimento foi conduzido na Safra 2020, em São Miguel do Oeste, SC, em sistema de cultivo semi-hidropônico com *slabs*, sobre bancadas protegidas por túnel plástico. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x4 (dois cultivares e quatro épocas de plantio). Os tratamentos foram as datas de plantio: 10/03/2020, 30/03/2020, 19/04/2020 e 09/05/2020. Os tratamentos possuíam cinco repetições, com seis plantas por unidade amostral (*slab*), sendo adotadas bordaduras nas extremidades longitudinais. A maior produção total foi obtida com o plantio em 19/04 (758,6g planta⁻¹). A massa de frutas comercial não diferiu no plantio de 30/03 (422,6g planta⁻¹), 19/04 (450g) e 09/05 (419,3g). A data de 10/03 resultou em menor peso comercial (347g planta⁻¹), peso total (585,3g planta⁻¹) e número de frutas comerciais, sendo considerada a época de plantio menos produtiva. A implantação nas datas de 30/03 e 19/04 resultou em maior retorno econômico esperado, tanto para a venda de frutas comerciais (R\$ 5,10 planta⁻¹; R\$ 5,47 planta⁻¹, respectivamente), quanto para venda de frutas totais (R\$ 6,67 planta⁻¹; R\$ 7,32 planta⁻¹).

Termos para indexação: Viabilidade econômica; Colheita precoce; *Slabs*.

Productivity performance of Pircinque and Jonica strawberry crops on four planting dates in semihydroponic system

Abstract – This study aims to evaluate strawberry cultivars Pircinque and Jonica productivity on four planting seasons in São Miguel do Oeste, West of Santa Catarina, Brazil. The experiment was carried out during the 2020 harvest, in a semihydroponic system with slabs, on support protected by a plastic tunnel. The experimental design was completely randomized in a 4 x 2 factorial scheme with four planting seasons and two cultivars, and five replications. The planting dates treatments were: 03/10/2020, 03/30/2020, 04/19/2020, and 05/09/2020. The sampling unit (*slab*) had six plants, with borders being adopted at the longitudinal ends. The highest total productivity was obtained with planting on 04/19/20 (758.6g plant⁻¹). Commercial production did not differ in the planting of 03/30/20 (422.6g plant⁻¹), 04/19/20 (450g), and 05/09/20 (419.3g). The date of 03/10/20 was the productive planting season with lower commercial (347g plant⁻¹) and total weight (585.3g plant⁻¹), and number of commercial fruits. The dates of 03/30/20 and 04/19/20 resulted in a higher expected economic return, both for the sale of commercial (R\$ 5.10 plant⁻¹; R\$ 5.47 plant⁻¹, respectively) and total fruits (R\$ 6.67 plant⁻¹; R\$ 7.32 plant⁻¹).

Index terms: Economic viability; Early harvest; *Slabs*.

Em 2017, a produtividade média nacional do morangueiro era de 36,76t ha⁻¹, valor abaixo do considerado potencial da cultura de 60t ha⁻¹ (ANTUNES & BONOW, 2020). A melhoria dos índices de produtividade pode se dar em diversas variáveis, a exemplo da escolha de cultivares, tecnologias e sistemas de produção. Quando do uso de cultivares de dia curto, o aumento do fotoperíodo associado a temperaturas elevadas estimula a emissão de estolões e limita a produção (MOLINA, 2016). Diante da inviabilidade para estender a produção no verão, a antecipação na época de plantio pode ampliar o ciclo produtivo da cultura e a produtividade desses materiais.

A análise de risco climático para a cultura do morangueiro em Santa Catarina registra probabilidade $\geq 20\%$ de temperaturas médias das máximas decenais $\geq 27^\circ\text{C}$ em São Miguel do Oeste de 1º de janeiro até 20 de abril – decênio 1 ao 12 – e de 1º de outubro a 31 de dezembro – decênio 28 ao 36 (PANDOLFO et al., 2017). Para os cultivares de dia curto, as temperaturas ótimas para a floração estão em torno dos 10 a 25°C, quando combinadas com um fotoperíodo abaixo de 12 horas (FAGHERAZZI, 2017). Por sua vez, o fotoperíodo é menor que 12h entre 20 de março e 20 de setembro, período mais favorável ao plantio de cultivares de dia curto no município de São Miguel do Oeste

(MOLINA, 2016). Seguindo esses parâmetros, este estudo objetivou avaliar as possibilidades de antecipar a época de plantio de dois cultivares de morangueiro de dias curtos, Pircinque e Jonica, no Extremo Oeste Catarinense a partir da avaliação do desempenho produtivo dos cultivares em diferentes épocas de plantio em sistema de cultivo sem solo.

O experimento foi conduzido no município de São Miguel do Oeste – SC (26°43'S, 53°31'W, 648m), entre 10 de março a 15 de dezembro de 2020. Os cultivares utilizados foram Pircinque e Jonica, de mudas com torrão obtidas em viveiro local, sem vernalização. Seguindo a análise de risco climático, o plantio ocorreu em quatro datas: 1ª)

Recebido em 02/06/2022. Aceito para publicação em 12/09/2022.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1500>

¹ Engenheiro-agrônomo, IFSC-SMO. Rua 22 de abril, 2440, Bairro São Luiz, São Miguel do Oeste, SC, e-mail: tiago.an@aluno.ifsc.edu.br, micaelternus@hotmail.com, claudinei.bazi@yahoo.com.br

² Engenheiro(a)s-agrônomo(a)s, Dr., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Câmpus São Miguel do Oeste (IFSC-SMO), fone: (49) 3631-0400, e-mail: adinor.capellesso@ifsc.edu.br, francieli.cardoso@ifsc.edu.br

10/março, 2ª) 30/ março, 3ª) 19/ abril e 4ª) 09/maio.

Utilizou-se sistema de cultivo sem solo com substrato (*slabs*) da marca Carolina Soils®, sobre bancadas com 0,7m de altura cobertas por túnel de plástico de 0,7m de altura, 0,5m de largura (duas filas de *slabs*), e corredor de 0,7m. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2X4 (dois cultivares e quatro épocas de plantio), com cinco repetições. A unidade amostral foi o *slab*, com 1,25m de comprimento e seis plantas espaçadas em 20cm entre si. A irrigação e a fertirrigação foram realizadas através do sistema de gotejo, com gotejadores espaçados entre 0,1m e vazão de gotejo de 1,1L h⁻¹. A solução nutritiva utilizada seguiu o padrão estabelecido por Gonçalves et al. (2016), substituindo a solução de micronutrientes pelo produto comercial Oligogreen®. Buscou-se manter a condutividade elétrica (CE) próxima a 1,5mS cm⁻¹, usando água sem sais quando o drenado atingia CE >1,5mS cm⁻¹, e solução quando a CE <1,5mS cm⁻¹.

O estudo analisou o tempo entre o plantio e o início da colheita, sendo esta considerada quando 50% das plantas de cada repetição apresentassem um fruto colhido. Para as variáveis produtivas, foram analisadas: produção total, produção comercial, número de frutas totais, número de frutas comerciais (com massa ≥10 gramas), percentual de produção comercial, produção semanal de frutas e emissão de estolões. Na análise econômica, avaliou-se a receita bruta estimada. Para o cálculo, utilizou-se o preço médio semanal na Central de Abastecimento do estado de Santa Catarina (Cecasa) para frutas comerciais, enquanto o preço para frutas não comerciais foi de R\$ 6,00 por kg durante todo o ciclo. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F no programa Sisvar e, quando significativos, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

As análises de variância não foram significativas para interação entre os fatores de variação (FV) cultivares x datas de plantio para nenhuma das variáveis analisadas. O tempo para início da colheita foi a única variável com diferença significativa para o FV cultivar: 97,2 dias (a) para Jonica e 88,5 dias (b) para Pircinque. Esse tempo também diferiu

para o FV datas: 1ª) 10 de março: 116 dias (a); 2ª) 30 de março: 100 dias (b); 3ª) 19 de abril: 71 dias (d); e 4ª) 09 de maio: 82 dias (c). As demais variáveis de produção não diferiram para o FV cultivar, optando-se por utilizar a média de produção como representativa dos dois genótipos. A variáveis de análise produtiva e a receita bruta estimada diferiram para o FV datas de plantio.

A produção total do experimento foi de 678,4g planta⁻¹ (61t ha⁻¹). Ao utilizar sistema de cultivo em substrato, a produção total ficou acima da média esperada para esses cultivares no cultivo em solo, de 500 a 550g planta⁻¹ (GONÇALVES et al., 2014). A maior produção total foi observada na 3ª data de plantio, com 758g planta⁻¹ (Tabela 1), similar às 744,3g planta⁻¹ observada por Fagherazzi et al. (2021) para o cultivar Pircinque na Safra 2014/2015 em Lages, SC, mas inferior às 838,3g planta⁻¹ na Safra 2015/2016.

O maior número de frutas totais foi observado na 2ª e na 3ª data, com 80,6 em 30 de março e 83,4 em 19 de abril, não diferindo entre si. Já para o número de frutas comerciais não se registraram diferenças entre 30 de março, 19 de abril e 09 de maio, mas elas foram superiores à 1ª data. A 4ª data equipara-se com a 2ª e a 3ª em produção comercial (g planta⁻¹). O percentual da massa de frutas comerciais não diferiu significativamente entre as datas: 10 de março: 59,6%; 30 de março: 60,4% e 19 de abril: 59,6% e 09 de maio: 62,7%.

Em relação à produção semanal, observa-se que o plantio nas três pri-

meiras datas permitiu obter o primeiro pico de produção comercial no mês de julho (Figura 1), o que ocorreu em 09 de agosto para a 4ª data. Geralmente a produção é concentrada por ciclos de floração, gerando essa oscilação. Na 4ª data, o segundo pico foi superior ao primeiro, o que indica que o plantio tardio resulta em plantas com menor produção inicial. Já no mês de setembro passa a ocorrer queda na produção de frutas comerciais, com elevação de frutas não comerciais. Esse resultado tem correlação com a ampliação do fotoperíodo associada a temperaturas >27°C. Essa condição tende a reduzir o tamanho das frutas e aumentar os defeitos, quando se comparam os frutos deste período com os das floradas iniciais (PEREIRA et al., 2009).

A emissão de estolões antes da colheita foi registrada para as datas de 10 de março e 30 de março (Figura 2). Com plantio antecipado, as plantas demoram a receber o estímulo das baixas temperaturas para entrada em produção (JANISCH et al., 2008). As temperaturas > 27°C e o fotoperíodo >12h direcionam os carboidratos à emissão de estolões e não ao acúmulo de reservas, o que pode explicar a menor produção na 1ª data de plantio em todas as variáveis analisadas (FAGHERAZZI, 2017; MOLINA, 2016). Já no plantio da 4ª data, embora não estimule emissão de estolões antes da colheita, registra menor tempo de desenvolvimento, com redução e produção similar registrada na 1ª data. Tal condição impacta o resultado econômico, com receita bruta total estimada de

Tabela 1. Produção de frutas, número de frutas e receita bruta estimada total e comercial por planta de morangueiros de dia curto (Pircinque e Jonica) segundo quatro datas de plantio em São Miguel do Oeste, SC – safra 2020. Letras iguais na coluna não diferiram significativamente entre si pelo teste de Scoot-Knot a 5% de probabilidade

Table 1. Fruit production, number of fruits, total and commercial estimated gross revenue per strawberry plant (Pircinque and Jonica) according to four planting data in São Miguel do Oeste, SC – 2020. Means followed by the same letter vertically do not differ by the Scoot-knot test ($p \leq 0.05$)

	Produção de frutas (g planta ⁻¹)		Número de frutas por planta		Receita bruta estimada (R\$ planta ⁻¹)	
	total	comercial	total	comercial	total	comercial
10/mar	585,3 c	347,0 b	71,1 b	22,8 b	5,64 b	4,21 b
30/mar	700,3 b	422,6 a	80,1 a	27,6 a	6,67 a	5,10 a
19/abr	758,6 a	450,0 a	83,4 a	27,8 a	7,32 a	5,47 a
09/mai	669,8 b	419,3 a	67,4 b	25,7 a	6,10 b	4,60 b

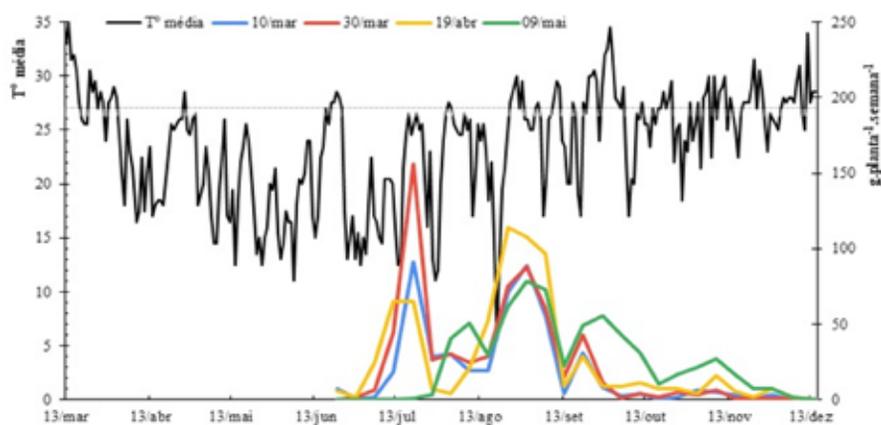


Figura 1. Temperatura média diária e curva de produção comercial semanal por planta de morangos obtidos em sistema de cultivo sem solo segundo quatro datas de plantio de cultivares de dia curto (Pircinque e Jonica) em São Miguel do Oeste, SC – safra 2020
Nota: linha pontilhada aos 27°C

Figure 1. Average daily temperature and weekly commercial production curve per Strawberry plant obtained in a semihydroponic system second four planting dates for short-day cultivars (Pircinque and Jonica) in São Miguel do Oeste, SC – 2020 harvest
Note: dotted line at 27°C

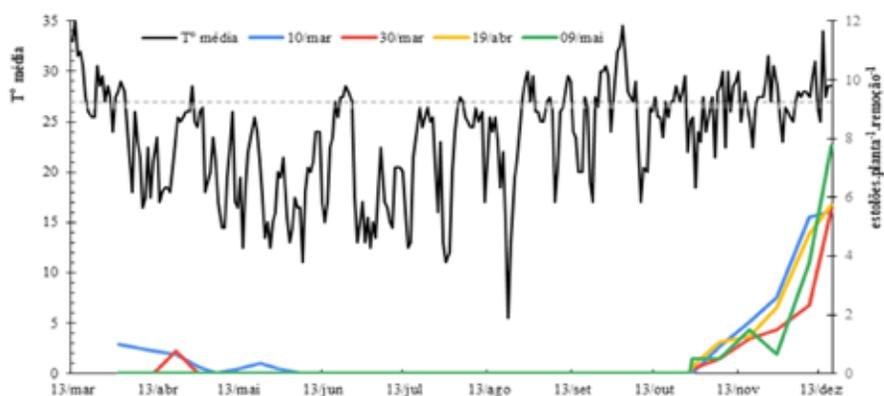


Figura 2. Temperatura média no ciclo e curva de emissão de estolões semanal por planta de morangueiros em sistema de cultivo sem solo segundo quatro datas de plantio de cultivares de dia curto (Pircinque e Jonica) em São Miguel do Oeste (SC) – safra 2020
Nota: linha pontilhada aos 27°C

Figure 2. Average temperature in the cycle and weekly stolon emission curve per strawberry plant in a semihydroponic system according to four planting dates of short-day cultivars (Pircinque and Jonica) in São Miguel do Oeste, SC - 2020 crop
Note: 2020 crop dotted at 27°C

R\$ 5,64 a 7,32 planta⁻¹, sendo superiores nos plantios de 30/março (R\$ 6,67 planta⁻¹) e 19/abril (R\$ 7,32 planta⁻¹).

Por fim, não houve diferença significativa de produção entre os cultivares Pircinque e Jonica, embora o Pircinque tenha iniciado a produção em média oito dias antes. As datas de plantio alteraram os resultados produtivos e econômicos. Os plantios em 10/03 e 09/05 foram desfavoráveis em termos de produção e de receita bruta estimada. Na região Extremo Oeste Catarinense, recomenda-se o plantio de mudas de Pircinque e Jonica entre 30 de março e

19 de abril, antecipando-se ao indicado pela análise de risco climático para cultivares de dia curto (que seria após 21 de abril). A produção de frutas comerciais torna-se extremamente reduzida a partir do início de dezembro devido ao direcionamento das plantas ao desenvolvimento vegetativo, expresso pelo número de estolões emitidos.

Referências

ANTUNES, L.E.C.; BONOW, S.; JUNIOR, C.R. Morango crescimento constante em área e produção. *Revista Campo e Negócio*, Piracicaba, Anuário HF, v. 37, p.88-92, 2020. Dis-

ponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/213216/1/Anuario-HF-2020-LEC-Antunes.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2022.

GONÇALVES, M. A.; MALTONI, M. L.; COCCO, C. et al. Novas opções de morango italianas podem ampliar base genética do plantio no Brasil. *Revista Cultivar*. Pelotas. Ano XII, n°. 88, Nov., 2014. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/novas-opcoes>. Acesso em: 20 fev. 2022.

GONÇALVES, M. A.; COCCO, C.; ANTUNES, L. E. C. **Produção de morango fora do solo**. Documentos 410. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/145140/1/Documento-410.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2022.

FAGHERAZZI, A.F. **Adaptabilidade de novas cultivares e seleções de morangueiro para o planalto sul catarinense**. 2017. 144f. Tese (Doutorado em Pós-graduação em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2017.

FAGHERAZZI, A. F.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; DOS SANTOS, M. F. S.; SBIRIGHI, P.; LUCCHI, P. BARUZZI, G.; FAEDI, W. Pircinque: new strawberry cultivar for Brazilian producers. *Horticultura Brasileira*, v. 39, n.4, p.458-463, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20210416>.

JANISCH, D.I.; OLIVEIRA, C.; COCCO, C.; ANDRIOLO, J.L.; ERPEN, L.; VAZ, M. A. B. Produção de frutos do morangueiro em diferentes épocas de plantio em Santa Maria, R.S. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48ª, 2008. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n.2, s.1975-S1978, 2008. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/eventos/trabalhos/ev_2/A1274_T1739_Comp.pdf. Acesso em: 20 fev. 2022.

MOLINA, A.M.R. **A cultura do morangueiro (Fragaria X Ananassa Duch.) no estado de Santa Catarina: sistemas de produção e riscos climáticos**. 2016, 95f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2016.

PANDOLFO, C.; RICCE, W.S.; MASSIGNAN, A.M.; VIANNA, L.F.N.; SILVA, P.F. **Análise de riscos climáticos para a cultura do Morango no estado de Santa Catarina**. Setembro, 2017. p.13. Disponível em: https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/site/boletins_culturas/risco_climatico/SC_Morango.pdf. Acesso em: 30 jun. 2021.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

SCS206 Potência: high-yield and anthracnose-resistant black bean cultivar with superior adaptability and stability for Southern Brazil

Sydney Antonio Frehner Kavalco¹, Waldir Nicknich² and Maria Cristina Canale³

Abstract - SCS206 Potência is a common black bean cultivar developed by the Agricultural Research and Rural Extension Company of Santa Catarina (EPAGRI). This cultivar has excellent grain yield and high adaptability and stability associated with improved plant health, especially moderate resistance to anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*). Its plants are semi-erect and have an indeterminate growth habit, as they are adapted to mechanical harvesting.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*; genetic resistance to plant diseases; breeding; cultivar description; seed production.

SCS206 Potência: cultivar de feijão preto de alta produtividade e resistência à antracnose com adaptabilidade e estabilidade superiores para o Sul do Brasil

Resumo - SCS206 Potência é um cultivar de feijão comum, do grupo de sementes preta, desenvolvida pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Esta nova cultivar apresenta excelente produtividade de grãos, alta adaptabilidade e estabilidade associada à melhor sanidade de plantas, especialmente com resistência moderada à antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*). As plantas possuem arquitetura semi-eretas com hábito de crescimento indeterminado, sendo adaptadas à colheita mecanizada.

Termos de indexação: *Phaseolus vulgaris*; resistência genética a doenças; melhoramento genético; descrição de cultivares; produção de sementes.

Introduction

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) has the third largest planted area of grain crops in Brazil, with more than 2.6 million hectares cultivated and about 2.9 million tons produced, which is nearly 20% of world production (IBGE, 2022). Southern Brazil is responsible for about 40% of total national production and 96% of black bean production in the country (KAVALCO et al., 2017). Common bean is one of the most important sources of vegetable protein, calcium, iron, phosphorus, and B-complex vitamins for human consumption, as well as a staple food for more than 300 million people in parts of Eastern Africa and Latin America and the source of 65% of total protein consumed (PETRY et al., 2015). The biggest challenge for producers is to identify genotypes with superior

agronomic performance, including yield stability under different environmental conditions for the further agronomical success of cultivars (CRUZ & REGAZZI, 1997). The Common Bean Genetic Breeding Program of the Agricultural Research and Rural Extension Company of Santa Catarina (EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) aims to obtain high-yield cultivars with grain quality, drought tolerance, and resistance to anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) and other diseases, such as angular leaf spot (*Phaeoisariopsis griseola*), common bacterial blight (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*), and Fusarium wilt (*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* and *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*) (CANALE et al., 2020). For the development of common bean cultivars, EPAGRI performs about 50 crossbreeding combinations each year and evaluates

almost 1,000 segregating families in the field in each generation, besides performing phenotypic selection, Value for Cultivation and Use (VCU) tests, and tests for resistance to diseases, grain quality, and drought tolerance. The SCS206 Potência cultivar has high grain yield, moderate resistance to anthracnose and other diseases, agronomic superiority for adaptability and stability, precocity and improved plant health, and should be cultivated in fertile soils and areas without water deficit.

Genetic origin and development of SCS206 Potência

Figure 1 presents the steps to obtain SCS206 Potência. In the Common Bean Genetic Breeding Program of

Received on 24/08/2022. Accepted for publication on 13/10/22.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1492>

¹ Eng.- agrônomo, Dr., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) - Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar (CEPAF), Chapecó/SC. Rua Serv. Ferdinando Tusset, s/n, Bairro São Cristóvão, Chapecó/SC. E-mail: sydneykavalco@epagri.sc.gov.br

² Eng.- agrônomo, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) - Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar (CEPAF), Chapecó/SC. E-mail: nicknich@epagri.sc.gov.br

³ Enga.- agrônoma, Dra., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) - Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar (CEPAF), Chapecó/SC. E-mail: cristinacanale@epagri.sc.gov.br

EPAGRI, the BRS Campeiro and FTS Soberano cultivars were hybridized in the 2004/2005 harvest season in order to combine grain yield, rusticity, and disease resistance, and around 20 F_1 plants underwent generation advancement in the 2005/2006 harvest season to obtain F_2 plants. Another generation advancement was performed in the 2008/2009 season, including around 3,000 F_2 plants to obtain F_3 seeds. The F_3 generation was conducted in the field for seed multiplication in the 2009/2010 season without selection, in 20-m-long plots of four lines with the mass harvested plants, using the bulk population method. F_4 was conducted in the field during the 2010/2011 harvest season with family selection and bulk harvest for agronomic traits of interest, such as disease resistance, number of pods per plant, agronomic morphology, and grain color and size. In the following season (2011/2012), by the evaluation of black bean families, F_5 plants were selected by plant and grain size, health, and the number of pods. The selection of families by grain quality and color was evaluated after the harvest period. F_6 was conducted in a preliminary field trial with the selection of superior lines during the 2012/2013 harvest season, when the CHP 04-239-01 lineage met the requirements for the agronomic traits of plant size, disease resistance, number of pods, and grain quality and color. In the following season (2013/2014), an intermediate test was conducted in the field and F_7 lines were evaluated. Selections were based on plant size, yield, disease resistance, and grain quality. The F_8 generation was evaluated in the 2014/2015 season by the Southern Brazilian VCU test. These tests were conducted in different municipalities in Santa Catarina, Paraná, and Rio Grande do Sul, via a collaborative evaluation network, with common breeding programs of other Southern and Southeastern Brazilian institutes, by the selection of strains to evaluate yield performance, grain quality, and disease resistance. In the 2015/2016 and 2016/2017 harvest seasons, VCU tests in Santa Catarina were performed with the F_9 , F_{10} , and F_{11} generations and yield and grain color, size, and uniformity

were observed in a randomized complete block experiment design with four replications and plots of four 4m rows in 30 different environments in Santa Catarina. This study identified the promising CHP 04-239-1 lineage, which was subjected to the registration and protection of the National Service for Cultivar Protection (SNPC – *Serviço Nacional de Proteção de Cultivares*) of the Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (MAPA). The genetic seed production started in the 2019/2020 harvest season. All selection cycles were conducted in Chapecó, SC (geographic coordinates: 27°05'24.0"S 52°38'16.6"W; altitude of 668 m).

In 2015, 2016, 2017, 2018, and 2019, the stability and adaptability analyzes performed to select lines and compare cultivars in different tests showed that this lineage had high grain yield associated with stability and adaptability. During this period, it was maintained in tests due to these results, which were part of other studies that

were already published or would be published soon. Although this was not the most productive cultivar, it was tested for many years and remained among the best genotypes, which is of great interest to the Common Bean Genetic Breeding Program and rural producers looking for this type of genotype for grain production.

Yield potential of SCS206 Potência

CHP 04-239-1 was approved as SCS206 Potência (Figure 2) for plant architecture, disease resistance, and grain yield in all growing bean regions in Santa Catarina, Paraná, and Rio Grande do Sul, Southern Brazil, in the first and second sowing seasons.

The yield performance of SCS206 Potência was evaluated in the municipalities of Canoinhas, Campos Novos, Chapecó, Ituporanga, Ponte Serrada, Urussanga, and Xanxerê, Santa Catarina, in the 2014/2015,

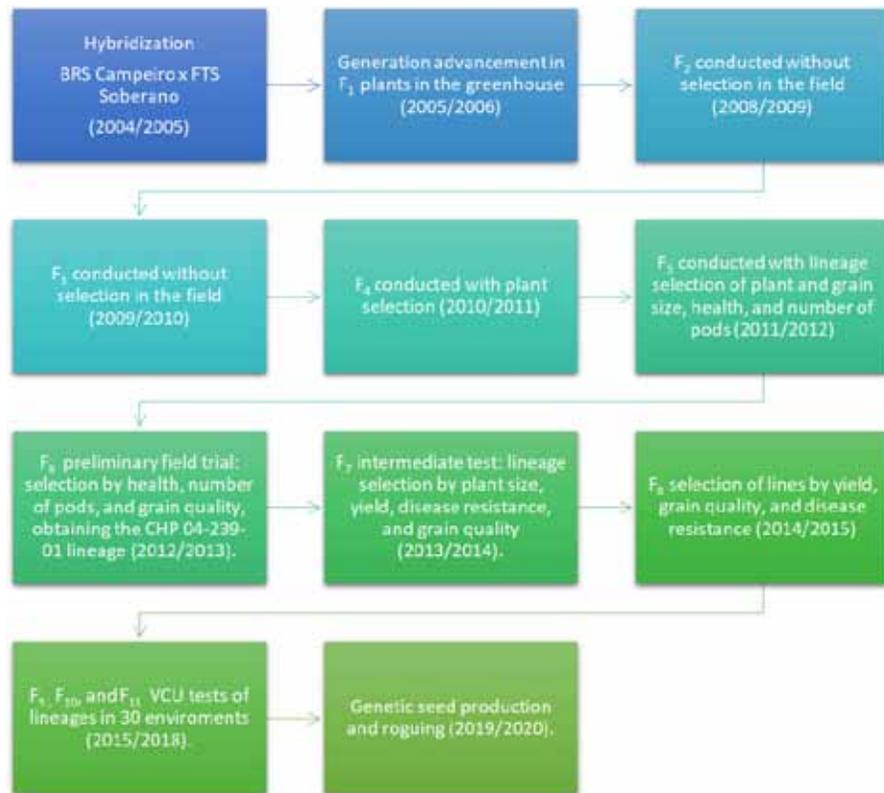


Figure 1. Improvement methodology and selection cycles of the Common Bean Genetic Breeding Program of EPAGRI to obtain SCS206 Potência

Figura 1. Metodologia de melhoramento e ciclos de seleção do Programa de Melhoramento Genético de Feijão da Epagri, em Chapecó – SC, para obtenção do cultivar de feijão comum SCS206 Potência



Figure 2. SCS206 Potência characterization. A) Plants in vegetative development. B) Characterization of black beans. C) High flowering potential of plants

Photos: Sydney Antonio Frehner Kavalco

Figura 2. Caracterização do cultivar SCS206 Potência. A) Plantas em desenvolvimento vegetativo. B) Caracterização dos grãos com fundo preto. C) Elevado potencial de floração das plantas

Fotos: Sydney Antonio Frehner Kavalco

2015/2016 and 2016/2017 harvest seasons. Experimental crops were conducted in two sowing seasons: October and February (Table 1). BRS Campeiro and IPR Uirapuru were used for comparison, as these cultivars are highly productive and widely used in Santa Catarina. Experiments were conducted in a randomized block design with four replications and without

fungicide treatment and supplemental irrigation. Plots with four 5m-long lines, spaced 0.45m apart, and two center rows were evaluated. For statistical analysis (R CORE TEAM, 2020), the effects of genotypes were fixed and others effects were random. For all VCU evaluation cycles and intermediate and preliminary tests, ANOVA and the Scott-Knott clustering test (5%) for each

location and grain yield adaptability and stability per year were performed, and the cultivar presented promising results in consecutive years in both analyzes. F tests for each location showed differences among cultivars (data not show).

SCS206 Potência exceeded BRS Campeiro and IPR Uirapuru production by 6.02% and 16.52%, respectively,

Table 1. VCU performed in Santa Catarina, Brazil, in the 2014/2015, 2015/2016, and 2016/2017 crop years during the first and second sowing seasons for SCS206 Potência (CHP 04-239-1) compared with BRS Campeiro and IPR Uirapuru

Tabela 1. VCU realizado em Santa Catarina/Brazil nas safras de 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017, durante a primeira e segunda safra, para a cultivar SCS206 Potência (CHP 04-239-1), em comparação com as cultivares BRS Campeiro e IPR Uirapuru

Location	Sowing season	Year	SCS206 Potência (kg ha ⁻¹)	Comparison cultivars (kg ha ⁻¹)		Comparison cultivars Mean (kg ha ⁻¹)	CV (%)
				Campeiro	Uirapuru		
Canoinhas	First	2014/15	3423.11	3359.45	3111.96	3235.71	12.14
Chapecó	First	2014/15	3323.86	3596.81	3050.58	3323.70	13.68
Ponte Serrada	First	2014/15	3083.02	2787.95	2878.57	2833.26	23.80
Chapecó	Second	2014/15	2479.70	2347.22	2199.08	2273.15	9.99
Urussanga	Second	2014/15	2330.36	2487.75	1420.42	1954.09	22.27
Xanxerê	Second	2014/15	2423.48	2422.58	2442.11	2432.35	11.83
Canoinhas	First	2015/16	3886.00	3700.80	3655.90	3678.35	12.20
Chapecó	First	2015/16	3353.80	3407.40	2191.60	2799.50	14.17
Ponte Serrada	First	2015/16	2401.60	1495.90	1416.50	1456.20	26.89
Canoinhas	Second	2015/16	1405.20	1323.60	1064.60	1194.10	14.91
Chapecó	Second	2015/16	3127.40	2806.50	2609.20	2707.85	9.53
Ituporanga	Second	2015/16	1410.50	1300.70	1352.60	1326.65	13.31
Canoinhas	First	2016/17	3520.60	2962.60	3555.80	3259.20	16.07
Chapecó	First	2016/17	4192.30	3812.70	3452.40	3632.55	10.39
Campos Novos	First	2016/17	3699.20	3501.00	2988.60	3244.80	13.58
Chapecó	Second	2016/17	2747.30	2571.80	2600.40	2586.10	10.43
Ituporanga	Second	2016/17	2433.80	2435.30	2048.50	2241.90	18.47
Urussanga	Second	2016/17	2461.30	2447.20	2332.60	2389.90	14.60
Mean			2872.36	2709.29	2465.08	2587.19	
Relation (%)				106.02	116.52	111.02	

Relation: percentage ratio for the average grain yield of SCS206 Potência compared with other cultivars.

Relação: razão percentual para a produtividade média de grãos da SCS206 Potência comparada com outros cultivares.

for all locations and seasons (Table 1). On average, SCS206 Potência showed agronomic superiority of 11.02% for all evaluated locations. SCS206 Potência resulted in an average yield of 3431.50kg ha⁻¹ and 2313.23kg ha⁻¹ in the first and second seasons, respectively. Both values were higher than the average for BRS Campeiro (3180.51 and 2238.23kg ha⁻¹) and IPR Uirapuru (2922.43 and 2007.72kg ha⁻¹) in the first and second seasons, respectively.

Other characteristics

The main phenotypic characteristics of SCS206 Potência are the presence

of anthocyanin in its hypocotyl and stem, an indeterminate growth habit, a moderate resistance to anthracnose and angular leaf spot, the adaption to mechanical harvesting, a crop cycle of 86 days, its semi erect stature, a medium-green leaf in the 4th node, black grains, and purple flowers (Figure 1 and Table 2).

The cooking time of SCS206 Potência, which was evaluated according to Proctor and Watts (1987) with grains harvested in the 2016/2017 and 2017/2018 seasons, was 28 minutes. The protein content of grains was 21%. The cooking time of IPR Uirapuru and BRS Campeiro was 28.5 minutes and 29.5 minutes and both present 22%

protein content.

SCS206 Potência has a higher grain yield, with potential of 4.800kg ha⁻¹. This cultivar has resistance to 83 and 337 and intermediate reaction to 65, 73, 81, 89, and 91 *C. lindemuthianum* breeds, based on a scale by Pastor-Corrales et al. (1995). SCS206 Potência has agronomic superiority for adaptability and stability, precocity, and disease resistance. The period from its emergence to flowering was around 37 days and from its emergence to maturity was about 86 days. These plants have a semi-erect stature, type-3 indeterminate growth habit, and are adapted to mechanical harvesting (Table 2).

Table 2. Phenotypic and biological characteristics of SCS206 Potência

Tabela 2. Características fenotípicas e biológicas do cultivar de feijão comum SCS206 Potência

CHARACTERISTICS	SCS206 POTÊNCIA
Plant	
Hypocotyl color	Green/violet
Plant structure	Semi erect
Growth habit	Undetermined type III
Guide length	Medium
Stem	With anthocyanin
Leaf color (4th node)	Medium green
Average cycle from emergence to flowering	37 days
Average cycle from emergence to harvest	86 days
Adaptation to mechanical harvesting	Adapted
Grain	
Grain color	Black
Flower color	Violet
Grain shape	Medium elliptical
Degree of flatness	Full
Weight of 1,000 grains	236 grams
Average cooking time	28 minutes
Average protein content	21%
Disease resistance	
Anthraxnose (<i>Colletotrichum lindemutianum</i>)	MR
Angular leaf spot (<i>Phaeoisariopsis griseola</i>)	MR
Common bacterial blight (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>phaseoli</i>)	MS
Fusarium wilt (<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>phaseoli</i> and <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>phaseoli</i>)	MS
Growing region	SC, PR and RS

Abbreviations: MR: moderately resistant; MS: moderately susceptible; SC: Santa Catarina; PR: Paraná; and RS: Rio Grande do Sul.

Abreviaturas: MR: moderadamente resistente; MS: moderadamente suscetível; SC: Santa Catarina; PR: Paraná; e RS: Rio Grande do Sul.

Technical recommendations and seed production

Considering its high yield potential and adaptability and stability, SCS206 Potência is recommended for growing in the first and second sowing seasons in Santa Catarina, Paraná, and Rio Grande do Sul.

SCS206 Potência was registered by the Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply on November 20, 2018 (no. 39.427) and is protected by the SNPC since April 3, 2019 (no. 21806.000213/2018). The Common Bean Genetic Breeding Program of EPAGRI produces the genetic and certified seed.

References

CANALE, M.C.; RIBEIRO, L.P.; CASTILHOS, R.V.; WORDELL FILHO, J.A. **Pragas e doenças do feijão: diagnose, danos e estratégias de manejo**. Florianópolis, SC, 2020. 98p. (Epagri. Boletim Técnico 197).

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

IBGE, **Produção de Feijão no Brasil**, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/feijao/br>>. Acesso em: 20 out. 2022.

KAVALCO, S.A.F.; NICKNICH, W.; HÖFS, A.; HEMP, S.; VOGT, G.A.; BACKES, R. SCS205 Riqueza: Carioca common bean cultivar for Southern Brazil. **Agropecuária Catarinense**, n.30, p.48-51, 2017.

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

PETRY, N.; BOY, E.; WIRTH, J.P.; HURRELL, R.F. Review: The potential of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) as a vehicle for iron biofortification. **Nutrients**, v.7, p.1144-1173, 2015.

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

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020.

Manejo da palhada da aveia-preta na cultura do feijão-preto em sistema plantio direto

Willian Junior Partica Nogara¹; Jean Francisco dos Santos²; Náiali Maidl de Souza³ e Silvana Ohse⁴

Resumo – Com o objetivo de determinar o melhor manejo da aveia-preta na cultura do feijão-preto, conduziu-se um experimento em blocos casualizados com 4 repetições, em esquema fatorial, com 3 níveis do fator época de dessecação da aveia (30, 15 e 0 dias antes da semeadura-DAS) e 3 níveis do fator manejo da palhada (rolagem transversal, longitudinal e sem rolagem). A porcentagem de cobertura do solo pela aveia foi maior quando da rolagem transversal e na ausência de rolagem. O menor número de plantas daninhas por unidade de área aos 30 dias depois da semeadura (DDS) foi obtido com a dessecação no dia da semeadura. A ausência de rolagem da aveia proporcionou menor massa fresca e seca de plantas daninhas aos 30 DDS e na colheita, com reflexos na produtividade do feijão, tendo sido superior à utilização das rolagens transversal e longitudinal. Assim, pode-se inferir que a dessecação poder ser realizada no mesmo dia da semeadura do feijão, cv. IPR-Graúna, sem prejuízos à produtividade de grãos, bem como o custo com a rolagem da cultura antecessora, no caso a aveia-preta, é desnecessário.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris* L.; Cobertura morta; Rolagem; Dessecação.

Management methods of black oat straw on black bean crop in no-tillage

Abstract – In order to determine the best management of black oat in the black bean crop, a randomized block experiment with 4 replicates was conducted, in a factorial scheme, consisting of 3 levels of the oat desiccation time factor (30, 15 and 0 days before of the sowing-DBS) and 3 levels of the straw management factor (transverse, longitudinal and non-rolling). The percentage of soil cover by oats was higher when transverse rolling and no rolling. The lowest number of weeds per unit area at 30 days after sowing (DAS) was obtained with desiccation on the 0 DBS. The absence of rolled oats provided a lower fresh and dry mass of weeds at 30 DAS and at harvest, with bean yield reflections, which was superior to the use of transverse and longitudinal rolls. Thus, it can be inferred that desiccation can be carried out on the same day as the black bean sowing, cv. IPR-Graúna, without damage to grain yield, as well as, the cost of rolling the predecessor crop, in the case of black oats, is unnecessary.

Index terms: *Phaseolus vulgaris* L.; Mulching; Rolling; Desiccation.

Introdução

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de feijão-comum. A primeira safra brasileira de feijão-comum preto (2021/22) apresentou queda de 7,4% na área plantada, porém, com aumento de 5,4% na produtividade, saiu de 1.529kg ha⁻¹ em 2020/21 para 1.611kg ha⁻¹ na atual. Sua produção, contudo, encontra-se aquém da demanda interna. No Paraná, safra 2021/22, a cultura do feijão-preto primeira safra ocupou 230.900ha de área, produzindo 347.200Mg de grãos com produtividade média de 1.504kg ha⁻¹ (CONAB, 2022). Dada a importância da cultura para a

economia regional, ressalta-se a necessidade de incentivo ao seu cultivo.

A cultura do feijão possui ampla adaptação edafoclimática, integrando o sistema de agricultores familiares e do agronegócio. A sustentabilidade nas propriedades é fundamental, contexto no qual o plantio direto tem se mostrado excelente opção para endereçar o pilar relacionado ao ambiente e à economia. Em contrapartida, a agricultura brasileira baseia-se no uso indiscriminado de agroquímicos, demandando alto consumo energético, o que onera custos e causa sérios desequilíbrios biológicos, principalmente na monocultura, consequência do manejo inadequado do solo, de pragas, doenças e plantas

daninhas (KATNA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2018).

Dentre os fatores que podem limitar a produtividade das culturas encontram-se as plantas que infestam áreas agrícolas, denominadas daninhas. Por ser o feijoeiro cultivado em diversas épocas do ano e apresentar ciclo vegetativo curto, torna-se bastante sensível à competição, sobretudo nos estádios iniciais de desenvolvimento, a depender da densidade, do tipo de plantas daninhas e da época em que a competição ocorre (PITELLI, 2015), tornando-se imprescindível o uso de estratégias que atrasem a competição (PROCÓPIO et al., 2005), ressaltando que o custo para seu controle representa em média 20% a

Recebido em 15/03/2022. Aceito para publicação em 23/06/2022.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1444>

¹ Eng.-agr. Forquímica Agrícola LTDA - Centro de Distribuição - 2024, RS-135, 1910 - Petrópolis, Passo Fundo - RS, e-mail: willian_partica@yahoo.com.br

² Eng.-agr. Granex Control. R. Olindo Periolo, 1757 - Pacaembu, Cascavel - PR, 85816-330, e-mail: jean@granexcontrol.com

³ Eng^a-agr^a. Dra. UEPG/Departamento de Solos, Ponta Grossa - PR, Brasil. Av. Carlos Cavalcanti, n.4748 - Uvaranas - CEP 84030-900, e-mail: natali.maidl@gmail.com

⁴ Eng^a-agr^a. Dra. UEPG/Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Ponta Grossa - PR, e-mail: sohse@uepg.br

30% do total (SILVA et al., 2000).

A cobertura morta do solo é o principal componente do sucesso do Sistema Plantio Direto (SPD). Ela atua como supressora da emergência de plantas daninhas (BORTOLUZZI & ELTZ, 2000; BRAZ et al., 2006; GOMES & CHRISTOFFOLETI, 2008), o que pode ocorrer por processos físicos, biológicos e químicos com possíveis interações entre eles. O físico relaciona-se às sementes fotoblásticas positivas e à necessidade de grande amplitude térmica diária para a germinação. Efeito biológico da palha ocorre por criar condições para instalação de densa e diversificada microbio-cenose na camada superficial do solo (GOMES & CHRISTOFFOLETI, 2008). O efeito químico relaciona-se à alelopatia, alterações na relação C/N, imobilização e reciclagem de nutrientes (CORREIA et al., 2006). Outro pilar do SPD é a supressão do preparo do solo, também denominado revolvimento mínimo do solo, que além de preservar a cobertura do solo pela atenuação da oxidação da matéria orgânica, resulta em maior conservação do solo e da água, reduzindo gastos com a depreciação de maquinários, combustível e mão de obra. Somada a isso, a rotação de culturas influencia consideravelmente no sucesso do SPD, tanto pela intensidade e diversidade da rotação, como pela persistência da palha (DENARDIN et al., 2011).

No Paraná, o uso da aveia-preta visando à proteção do solo tem demonstrado excelentes resultados, produzindo de 4 a 11,5kg ha⁻¹ de massa seca, aumentando a produção de culturas subsequentes como soja e milho (SANTOS et al., 2011), além de ser de fácil manejo e demonstrar eficiência na supressão de plantas daninhas (CERETTA et al., 2002). Este fato não exige a necessidade de outras medidas de controle de plantas daninhas, como o uso de herbicidas (COBUCCI et al., 2004). Assim, torna-se importante buscar técnicas de manejo que aprimorem o sistema de cultivo e otimizem operações agrícolas. Posto isso, o trabalho teve por objetivo avaliar épocas de dessecação da aveia-preta e seu manejo mecânico (sentido de rolagem da palha) sobre a infestação de

plantas daninhas na cultura do feijão sob Sistema Plantio Direto e seus reflexos na produtividade.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na "FESCON", situada à Rodovia PR-513, Ponta Grossa-PR, Latitude 25°05'49"S e Longitude 50°03'11"W. O clima da região é Cfb subtropical úmido mesotérmico, conforme classificação de Köppen (NITSCHKE et al., 2019) e o solo da área é um CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico de textura média (EMBRAPA, 2006). O feijão-preto, cv. IPR-Graúna, foi semeado em 14 de novembro de 2007, distribuindo-se 16 sementes m⁻¹ em espaçamento entre linhas de 0,45m e profundidade de 3 a 5cm. Simultaneamente à operação de semeadura, foi feita adubação com 300kg ha⁻¹ de NPK na formulação 04-20-20. Em esquema fatorial 3 x 3, os tratamentos constaram de três épocas de dessecação em pré-semeadura da aveia-preta [30, 15 e 0 dias antes da semeadura (DAS) da cultura do feijão] e 3 diferentes manejos da palhada (rolagem longitudinal e transversal ao sentido de semeadura e ausência de rolagem), distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições, perfazendo 36 parcelas, constituídas de 20m² de área total (5 x 4 m) e 5,4m² de área útil (1,8 x 3m).

A dessecação, nas três épocas, foi realizada com o herbicida glyphosate (Roundup Transorb®), na dose de 960g i.a ha⁻¹, equivalendo a 2L ha⁻¹ do produto comercial. As aplicações foram feitas com pulverizador costal, utilizando-se pressão constante de 26psi por CO₂ comprimido, provido de barra com 2m e 4 bicos com pontas de jato em leque 110.02 e volume de calda de 200L ha⁻¹. As aplicações foram realizadas nos dias 17 e 31 de outubro (30 e 15 DAS) e 14 de novembro (0 DAS). A massa fresca da palhada da aveia-preta foi de 22.500kg ha⁻¹ e a seca de 6.900kg ha⁻¹. A rolagem da palhada foi efetuada no dia da semeadura, 6 horas após a última aplicação do dessecante com rolo-faca.

As avaliações de cobertura do solo foram realizadas aos 3 dias depois da

semeadura (DDS), lançando-se aleatoriamente sobre a área útil de cada parcela uma haste com pontos marcados e espaçados em 10cm uns dos outros, verificando-se se o local onde esses pontos marcados tocavam o solo estavam ou não cobertos por palha. Aos 7 DDS, iniciou-se a avaliação do índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962). Foram feitas avaliações da infestação de plantas daninhas aos 15 e 30 DDS, através de contagens, diferenciando as infestantes por espécies. Na avaliação aos 30 DDS foram determinadas também as massas frescas e secas de plantas daninhas.

Em relação à cultura do feijão avaliaram-se a altura de plantas, número de ramificações por planta, número de nós, número de folhas por planta, número de vagens por planta e número de grãos por vagem, determinadas no estágio R₈, amostrando-se 10 plantas por parcela. A área foliar foi avaliada aos 30 dias após a emergência (DAE), utilizando-se o medidor eletrônico de área foliar Licor LI-3100, calculando-se o índice de área foliar. Ao final do ciclo da cultura, colheu-se a área útil de cada parcela, determinando-se a produtividade e a massa de 1.000 grãos (MMG), padronizando-se a umidade em 14% b.u, além do estande final (número de plantas m⁻¹). A colheita deu-se em 14 de fevereiro, totalizando 90 dias de ciclo.

Os dados de cada variável foram submetidos à análise da variância pelo teste F. Quando de significância, procedeu-se a aplicação do teste Tukey para comparação das médias. Quando de interação entre os fatores, desdobrou-se o fator época de dessecação dentro do fator manejo da palhada da aveia-preta, utilizando-se o programa estatístico Assisstat 7.7 beta (SILVA & AZEVEDO, 2009).

Resultados e discussão

Não houve interação entre os fatores época de dessecação e manejo da palhada da aveia-preta para a variável cobertura do solo. A rolagem da palha da aveia-preta no sentido transversal à semeadura (RAPST) e a ausência de rolagem (ARAP) proporcionaram 9,3 e

12,7% a mais de cobertura do solo que a rolagem longitudinal (RAPSL). A cobertura de palhada da aveia-preta variou de 66 a 82% independentemente da época de dessecação, não obstante a dessecação realizada no dia da semeadura (0 DAS) tenha proporcionado em média 6,5% a mais de cobertura em relação às demais épocas (Tabela 1). Tal fato pode estar relacionado à alta eficiência da semeadora no corte da palhada, dado que não houve praticamente exposição do solo quando da RAPST e da ARAP. Por outro lado, a RAPSL pode ter aumentado a exposição do solo no sulco de semeadura.

Ao avaliarem a porcentagem de cobertura do solo aos 0, 20 e 30 dias após a aplicação dos tratamentos (DAAT), Bortoluzzi & Eltz (2000) obtiveram valores superiores aos registrados neste estudo quando da ausência de rolagem e da rolagem da palha da aveia-preta aos 0 e 20 DAAT, todavia, quando da avaliação aos 30 DAAT, obtiveram valores médios semelhantes (81,1 e 74,0%), independentemente da época de dessecação. Os valores médios obtidos para a variável demonstraram que os manejos da palhada da aveia-preta adotados são

conservacionistas, uma vez que qualquer sistema que mantenha no mínimo 30% da superfície do solo coberta por resíduos entre a colheita da cultura anterior até logo após a implantação da cultura subsequente é considerado como tal (BOLLER & CALDATO, 2001), sendo fundamental para a sustentabilidade do Sistema Plantio Direto (CERETTA et al., 2002).

O índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de feijão não foi afetado significativamente pelos tratamentos, com valor médio de 1,2. Estudando diferentes coberturas do solo associadas a sistemas de preparo do solo, Boller & Caldato (2001) e Leite et al. (2013) não detectaram influência dos tratamentos sobre o IVE do feijão. Bortoluzzi & Eltz (2000) não constataram efeito do manejo da palha da aveia-preta, entretanto, detectaram menor IVE da soja quando da ausência de palha e de plantas daninhas.

O número de plantas daninhas por unidade de área (NPDA) não foi influenciado pelos fatores quando avaliada aos 15 dias depois da semeadura do feijão (DDS), apresentando média de 360,3 plantas m⁻². A dessecação da aveia-

preta ao 0 DAS do feijão imprimiu efeito supressor no NPDA quando da avaliação realizada aos 30 DDS, redução de 65,3% em relação à dessecação realizada aos 15 DAS (Tabela 1). O resultado pode estar relacionado ao período que o dessecante (Roundup Transorb®) levou para agir sobre as plantas daninhas existentes na área, visto que aos 15 DDS a diferença não foi observada. Bortoluzzi & Eltz (2000) não detectaram diferenças para a variável na avaliação aos 15 DDS da soja quando submetida a diferentes manejos da palhada da aveia-preta. Não obstante, obtiveram entre 167 a 227 plantas daninhas m⁻², valores estes inferiores aos obtidos neste experimento para a mesma época de avaliação.

Houve interação entre os fatores para as variáveis massa fresca (MFPD) e seca das plantas daninhas (MSPD) avaliadas aos 30 DDS. As MFPD e MSPD diferiram entre épocas de dessecação apenas quando da RAPSL, onde a dessecação aos 30 DAS proporcionou reduções de 43,7 e 35,7% (726,5 e 80,5g m⁻²) em relação à dessecação ao 0 DAS (Tabela 2). O resultado demonstra que a supressão deste manejo da palhada sobre as variáveis, provavelmente decorra da competição entre plantas daninhas emergidas após o efeito da dessecação. Além disso, o feijão, cv. IPR-Graúna, apresenta ciclo curto, desta forma a competição da cultura com as daninhas também pode ter influenciado, principalmente pelo sombreamento, quando da RAPSL, manejo que conferiu menor cobertura do solo (Tabela 1).

A MFPD aos 15 DAS nos manejos RAPST e ARAP foram 46,8 e 54,3% menores que na RAPSL (Tabela 2). Todavia, o menor valor observado foi quando da dessecação ao 0 DAS na ARAP, tendo reduzindo em 78,9 e 68,8% a MFPD em relação à RAPSL e RAPST, resultado refletido em MSPD, correspondendo a reduções de 77,5 e 64,8%. As MFPD e MSPD foram reduzidas em média 61,8 e 42,6% na ARAP em relação às RAPSL e RAPST (Tabela 2). Este resultado pode estar associado ao aumento do fototropismo positivo da parte aérea das plantas daninhas (PD), devido à menor interceptação da radiação fotos-

Tabela 1. Cobertura do solo pela aveia preta e número de plantas daninhas emergidas por unidade de área (NPDA) aos 30 dias depois da semeadura do feijão (DDS), em função da época de dessecação e da rolagem da palhada da aveia-preta - Ponta Grossa, PR
Table 1. Soil cover by black oat and number of weeds emerged per unit of area (NPDA) at 30 days after bean sowing (DDS), as a function of the desiccation season and black oat straw management, Ponta Grossa, PR

Épocas de Dessecação	Cobertura do solo (%)			30 DDS (NPDA m ⁻²) ^{1,2}				
	Rolagem			Médias	Rolagem			Médias
	RAPSL	RAPST	ARAP		RAPSL	RAPST	ARAP	
30 DAS	66,0	78,5	78,0	74,2 a	170,0	282,0	264,0	238,7ab
15 DAS	68,5	73,0	80,5	74,0 a	304,0	342,0	290,0	312,0a
0 DAS	75,5	80,0	82,0	79,2 a	170,0	188,0	208,0	188,7b
Médias	70,0B	77,2A	80,2A		214,7A	270,7A	254,0A	
CV (%)	7,32				15,7			

RAPSL= rolagem da aveia-preta no sentido longitudinal; RAPST= rolagem da aveia-preta no sentido transversal; ARAP= ausência de rolagem da aveia-preta. DAS = dias antes da semeadura do feijão. *Médias seguidas da mesma letra minúscula, comparadas na coluna, e letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).

¹ Infestação composta de: 24,4 % de Ipomoea spp.; 3,6% de B. pilosa; 51,5% de B. plantaginea e 20,5% de E. heterophylla.

² ANAVA realizada com os dados transformados para $\sqrt{x} + 1,5$.

Tabela 2. Massa fresca (MFPD) e massa seca de plantas daninhas (MSPD) aos 30 dias depois da semeadura da cultura do feijão (DDS), em função da época de dessecação e da rolagem da palhada da aveia-preta - Ponta Grossa, PR

Table 2. Fresh mass (MFPD) and weed dry mass (MSPD) at 30 days after bean sowing (DDS), as a function of the desiccation season and black oat straw management - Ponta Grossa, PR

Épocas de Dessecação	MFPD ^{1,2} aos 30 DDS (g m ⁻²)				MSPD ^{1,2} aos 30 DDS (g m ⁻²)			
	Rolagem			Médias	Rolagem			Médias
	RAPSL	RAPST	ARAP		RAPSL	RAPST	ARAP	
30 DAS	937,9Ab	802,4Aa	548,2Aa	762,8a	144,9Ab	125,5Aa	78,5Ba	116,3a
15 DAS	1.316,7Aab	700,1Ba	601,5Ba	872,8a	192,1Aab	100,4Ba	84,9Ba	125,8a
0 DAS	1.664,4Aa	1.125,5Aa	350,8Ba	1.046,9a	225,35Aa	144,2Ba	50,7Ca	140,0a
Médias	1.306,3A	876,0B	500,2C		187,4A	123,3B	71,3C	
CV (%)		14,39				13,2		

RAPSL= rolagem da aveia-preta no sentido longitudinal; RAPST= rolagem da aveia-preta no sentido transversal; ARAP= ausência de rolagem da aveia-preta. DAS = dias antes da semeadura do feijão. *Médias seguidas da mesma letra minúscula, comparadas na coluna, e letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).

¹ Infestação composta de: 24,4 % de Ipomoea spp.; 3,6% de B. pilosa; 51,5% de B. plantaginea e 20,5% de E. heterophylla.

² ANAVA realizada com os dados transformados para $\sqrt{x + 1,5}$.

sinteticamente ativa (RFA), posto que a aveia-preta mantida em pé pode ter aumentado o sombreamento sobre as PD, causando estiolamento, uma vez que o NPDA não diferiu em função do tipo de rolagem (Tabela 1). Este resultado corrobora com o fato de a cobertura do solo com a ARAP ter sido superior em 12,7% à RAPSL, independentemente da época de dessecação (Tabela 1). Além disso, quanto mais próximo à semeadura for a dessecação, maior a influência do manejo da palhada sobre a comunidade de PD, uma vez que estas terão que se estabelecer submetidas aos efeitos do manejo da palhada. Todavia, quando a dessecação é significativamente antecipada, a comunidade de PD pode estar estabilizada, tendo o manejo da palhada pouco a contribuir, considerando estas condições.

As variáveis massa fresca (MFPDC) e seca (MSPDC) das plantas daninhas determinadas na colheita foram influenciadas pelo manejo da palhada da aveia-preta. A MFPDC na ARAP foi 24,9% (880g m⁻²) menor que na RAPST e 21,9% (743,8g m⁻²) menor que na RAPSL, porém não diferiram estatisticamente. Para a variável MSPDC houve redução de 34,5 e 28,0% (309,5 e 228,6g m⁻²) quando da ARAP em comparação com as RAPST e RAPSL (Tabela 3). Bortoluzzi & Eltz (2000) obtiveram valores de MSPDC entre 65 e 364g m⁻² aos

84 DDS de soja, sob diferentes manejos da palha de aveia-preta, ou seja, inferiores aos obtidos neste trabalho aos 90 DDS do feijão (Tabela 3). As diferenças obtidas para as variáveis MFPDC e MSPDC podem estar relacionadas à velocidade em cobrir o solo pela própria cultura durante seu ciclo de vida. As MFPD e MSPD, quando da RAPSL e RAPST, que aos 30 DDS mostraram-se diferentes (Tabela 2), equipararam-se na colheita do feijão (Tabela 3), demonstrando que a longo prazo as comunidades infestantes acabam se nivelando em termos de massas fresca e seca, provavelmente pela estabilização no desenvolvimento da população, sendo reduzidas quando a palhada da aveia-preta é mantida em pé (Tabela 3).

A altura das plantas de feijão (APF) não foi influenciada pelos fatores testados, apresentando média de 103,9cm. Riquetti et al. (2012) não observaram diferenças para altura de plantas de milho em função de manejos da palhada da aveia-preta. O número de folhas por planta de feijão (NFP) aumentou em 21,2% (3,6 folhas) quando da dessecação aos 30 DAS em comparação com a realizada aos 15 DAS (Tabela 4), não repercutindo, porém, em aumento significativo da produtividade (Tabela 6). O número médio de grãos por vagem de feijão (NGV) foi de 5,1. A dessecação ao 0 DAS suscitou aumento de 2,7 (18,6%)

vagens por planta de feijão (NVP) quando comparada à dessecação realizada aos 15 DAS, independentemente do manejo da palhada da aveia-preta, com média de 13,3 (Tabela 4). Para esta variável, Rezende et al. (2002) encontraram valores entre 2,0 e 15,3 NVP em função de sistemas de irrigação.

Não houve efeito dos tratamentos para a variável número de nós por planta de feijão (NNP), apresentando média de 14,3. Entretanto, o número de ramificações por planta de feijão (NRP) foi reduzido em 23,3% quando da dessecação aos 15 DAS em comparação com a dessecação realizada aos 30 DAS, demonstrando que a antecipação da dessecação permite aumentar o NRP, provavelmente em função da redução da barreira física imposta pela competição interespecífica entre PD, reduzindo o estiolamento (Tabela 5).

O estande final e o Índice de Área Foliar (IAF) não variaram significativamente em função dos tratamentos, apresentando médias de 12,1 plantas m⁻¹ e 0,53 (30 dias após a emergência-DAE). Rezende et al. (2002) obtiveram IAF médio aos 30 DAE de 0,69 para o cv. Iapar 57 e Villa Nova et al. (2003) 0,57 para o cv. de feijão Goiano precoce aos 32 DAE, demonstrando que o IAF varia entre cultivares, bem como com as condições edafoclimáticas e de manejo.

A massa de 1.000 grãos do feijão

Tabela 3. Massas fresca (MFPDC) e seca (MSPDC) de plantas daninhas na colheita da cultura do feijão, em função da época de dessecação e da rolagem da palhada da aveia-preta - Ponta Grossa, PR

Table 3. Fresh (MFPDC) and dry (MSPDC) weights of weeds in the bean crop harvest, as a function of the desiccation season and black oat straw management - Ponta Grossa, PR

Épocas de Dessecação	MFPDC ^{3,4} (g m ⁻²)				MSPDC ^{3,4} (g m ⁻²)			
	Rolagem			Médias	Rolagem			Médias
	RAPSL	RAPST	ARAP		RAPSL	RAPST	ARAP	
30 DAS	2.847,4	3.303,8	2.473,0	2.874,7a	852,6	921,1	667,3	813,7a
15 DAS	3.623,5	3.840,6	3.144,8	3.536,3a	852,4	925,7	596,6	791,6a
0 DAS	3.726,2	3.461,3	2.347,8	3.178,4a	743,8	844,7	499,3	695,9a
Médias	3.399,0AB ²	3.535,2A	2.655,2B		816,3A	897,2A	587,7B	
CV (%)	13,4				13,6			

RAPSL= rolagem da aveia-preta no sentido longitudinal; RAPST= rolagem da aveia-preta no sentido transversal; ARAP= ausência de rolagem da aveia-preta. DAS = dias antes da semeadura do feijão. *Médias seguidas da mesma letra minúscula, comparadas na coluna, e letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).

¹ Infestação composta de: 24,4 % de Ipomoea spp.; 3,6% de B. pilosa; 51,5% de B. plantaginea e 20,5% de E. heterophylla.

² ANAVA realizada com os dados transformados para $\sqrt{x} + 1,5$.

Tabela 4. Número de folhas por planta (NFP) e número de vagens por planta (NVP) em função da época de dessecação e da rolagem da palhada da aveia-preta - Ponta Grossa, PR

Table 4. Number of leaves per plant (NFP) and number of pods per plant (NVP) as a function of the desiccation season and black oat straw management - Ponta Grossa, PR

Épocas de Dessecação	NFP				NVP			
	Rolagem			Médias	Rolagem			Médias
	RAPSL	RAPST	ARAP		RAPSL	RAPST	ARAP	
30 DAS ¹	15,9	16,9	18,1	17,0 a	12,3	13,4	15,6	13,7 ab
15 DAS	13,8	14,5	12,0	13,4 b	11,8	11,9	11,7	11,8 b
0 DAS	12,9	18,1	13,6	14,9 ab	12,9	15,5	15,0	14,5 a
Médias	14,2A	16,5A	14,6A		12,3A	13,6A	14,1A	
CV (%)	20,7				15,2			

RAPSL= rolagem da aveia-preta no sentido longitudinal; RAPST= rolagem da aveia-preta no sentido transversal; ARAP= ausência de rolagem da aveia-preta. DAS = dias antes da semeadura do feijão. *Médias seguidas da mesma letra minúscula, comparadas na coluna, e letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).

Tabela 5. Número de nós por planta (NNP) e número de ramificações por planta de feijão (NRP) em função da época de dessecação e da rolagem da palhada da aveia-preta - Ponta Grossa, PR

Table 5. Number of nodes per plant (NNP) and number of branches per bean plant (NRP) as a function of the desiccation season and black oat straw management - Ponta Grossa, PR

Épocas de Dessecação	NNP				NRP			
	Rolagem			Médias	Rolagem			Médias
	RAPSL	RAPST	ARAP		RAPSL	RAPST	ARAP	
30 DAS	14,3	14,5	14,8	14,5 a	2,9	2,7	3,6	3,0 a
15 DAS	14,0	13,9	14,4	14,1 a	2,2	2,5	2,3	2,3 b
0 DAS	14,3	14,2	13,6	14,1 a	2,4	2,8	2,6	2,6 ab
Médias	14,2 A	14,2 A	14,3 A		2,5 A	2,7 A	2,8 A	
CV (%)	7,7				23,0			

RAPSL= rolagem da aveia-preta no sentido longitudinal; RAPST= rolagem da aveia-preta no sentido transversal; ARAP= ausência de rolagem da aveia-preta. DAS = dias antes da semeadura do feijão. *Médias seguidas da mesma letra minúscula, comparadas na coluna, e letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).

(MMG), cv. IPR-Graúna, não foi alterada significativamente pelo manejo da aveia-preta, todavia foi reduzida em 9,8 e 8,7g (4,8 e 4,3%) quando da dessecação aos 15 DAS em comparação às dessecações realizadas aos 30 e 0 DAS (Tabela 6). A MMG média foi de 199,5g, valor que se encontra dentro do intervalo de 152 e 239g obtido por Rezende et al. (2002) para o feijoeiro, cv. Iapar 57, em função de sistemas de irrigação.

A época de dessecação da aveia-preta não afetou a produtividade do feijão-preto, todavia houve acréscimo de 318,7 e 271,1kg ha⁻¹ (19,7 e 16,7%) quando da ARAP em relação às RAPST e RAPSL (Tabela 6). Argenta et al. (2001) observaram aumento de 13,5% na produtividade do milho quando da dessecação da aveia-preta aos 15 DAS. Bortoluzzi & Eltz (2001) não observaram significância para a produtividade da soja em função do manejo da palhada da aveia-preta quando do controle de plantas daninhas em pós-emergência. Por outro lado, na ausência deste controle, os tratamentos palha picada e distribuída, palha em pé e palha rolada mantiveram a produtividade semelhante à testemunha sem palha e sem invasoras. Segundo Fontaneli et al. (2009) o emprego da aveia-preta como cobertu-

ra do solo, manejada por meio de métodos exclusivamente mecânicos em qualquer estágio de desenvolvimento, é ineficiente, podendo se tornar planta daninha nas culturas de inverso subseqüentes, ressaltando a importância da dessecação.

A média brasileira de produtividade de feijão-preto primeira safra é estimada em 1.611kg ha⁻¹ (CONAB, 2022), valor semelhante aos obtidos na ARAP para as dessecações aos 30 e 0 DAS. Por outro lado, as produtividades obtidas em função das rolagens da aveia-preta, independentemente da época de dessecação, foram inferiores (Tabela 6). A maior produtividade obtida quando da ARAP pode estar associada à redução da competição interespecífica com as plantas daninhas, uma vez que os menores valores de MFPD e MSPD foram observados com este manejo, tanto na avaliação realizada aos 30 DDS como na colheita (Tabelas 2 e 3).

Conclusões

- A cobertura do solo pela palhada de aveia-preta foi maior quando da rolagem no sentido transversal e ausência de rolagem.
- A população de plantas daninhas

por unidade de área aos 30 dias depois da semeadura foi reduzida com a dessecação no dia da semeadura do feijão.

- A ausência de rolagem da aveia-preta proporcionou menor massa fresca e seca de plantas daninhas aos 30 dias depois da semeadura e na colheita do feijão, aumentando em 318,7 e 271,1kg ha⁻¹ a produtividade do feijão em relação às rolagens transversal e longitudinal.

- A dessecação poder ser realizada no dia da semeadura do feijão, cv. IPR-Graúna, sem prejuízos ao desenvolvimento e à produtividade, dispensando o gasto com a rolagem da aveia-preta.

Referências

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; FLECK, N.G.; BORTOLINI, C.G.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.6, p.851-860, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000600002>

BOLLER, W.; CALDATO, D.E. Desenvolvimento da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes condições de cobertura e de preparo do solo. **Engenharia Agrícola**, v.21, n.2, p.167-173, 2001.

Tabela 6. Massa de 1000 grãos (MMG) e produtividade da cultura do feijão em função da época de dessecação e da rolagem da palhada da aveia-preta - Ponta Grossa, PR

Table 6. Mass of 1000 grains (MMG) and productivity of the bean crop as a function of the desiccation season and black oat straw management - Ponta Grossa, PR

Épocas de Dessecação	MMG (g)			Médias	Produtividade (kg ha ⁻¹)			Médias
	Rolagem				Rolagem			
	RAPSL	RAPST	ARAP		RAPSL	RAPST	ARAP	
30 DAS	206,6	197,5	205,3	203,1 a	1.515,0	1.308,4	1.751,2	1.524,9 a
15 DAS	189,9	197,7	192,3	193,3 b	1.173,5	1.203,0	1.434,6	1.270,4 a
0 DAS	197,2	207,9	200,9	202,0 a	1.361,2	1.395,6	1.677,4	1.478,1 a
Médias	197,9A	201,0 A	199,5A		1.350B	1.302B	1.621A	
CV (%)	3,9				18,5			

RAPSL= rolagem da aveia-preta no sentido longitudinal; RAPST= rolagem da aveia-preta no sentido transversal; ARAP= ausência de rolagem da aveia-preta. DAS = dias antes da semeadura do feijão. *Médias seguidas da mesma letra minúscula, comparadas na coluna, e letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).

- BORTOLUZZI, E.C.; ELTZ, F.L.F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.2, p.449-457, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832000000200021>
- BORTOLUZZI, E.C.; ELTZ, F.L.F. Manejo da palha de aveia preta sobre as plantas daninhas e rendimento de soja em semeadura direta. **Ciência Rural**, v.31, n.2, p.237-243, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782001000200008>
- BRAZ, A.J.B.P.; PROCÓPIO, S.O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; COBUCCI, T.; BRAZ, G.B.P. Emergência de plantas daninhas em lavouras de feijão e de trigo após o cultivo de espécies de cobertura de solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, n.4, p.621-628, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582006000400002>
- CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; HERBES, M.G.; POLETTO, N.; SILVEIRA, M.J. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v.32, p.49-54, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000100009>
- COBUCCI, T.; PORTELA, C.M.O.; SILVA, W.; NETO MONTEIRO, A. Efeito residual de herbicidas em pré-plantio do feijoeiro, em dois sistemas de aplicação em plantio direto e sua viabilidade econômica. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 583-590, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582004000400013>
- CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos. Brasília, DF: Conab, 2022. **v.9, n.4 - Safra 2021/22 - 4º levantamento**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra>. Acesso em: 02 de janeiro de 2022.
- CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C.; KLINK, U.P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta daninha**, v.24, n.2, p.245-253, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000200006>
- DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; SILVA JUNIOR, J.P. da; WIETHÖLTER, S.; FAGANELLO, A.; SATTTLER, A.; SANTI, A. **Sistema plantio direto: evolução e implementação**. In: PIREZ, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. da (Ed.). Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável. Cap. 7, p.185-216. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128243/1/2011-LVtrigonobrasil-cap7.pdf>
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FONTANELI, R.S.; FAGANELLO, A.; SATTTLER, A.; VARGAS, L. Métodos de manejo de aveia preta para evitar sua ressurgência como planta daninha em trigo. **Ciência Rural**, v. 39, n.7, p.1983-1986. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000148>
- GOMES JR., F.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta daninha**, v.26, n.4, p.789-798, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582008000400010>
- KATNA, S.; DUBEY, J.K.; PATYAL, S.K.; DEV, N.; CHAUHAN, A.; SHARMA, A. Residue dynamics and risk assessment of Luna Experience® (fluopyram + tebuconazole) and chlorpyrifos on French beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Environmental Science and Pollution Research**, v.25, n.27, p.27594-27605, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-018-2733-4>
- LEITE, D.M.; VIEIRA, L.B.; FERNANDES, H.C.; CARNEIRO, J.E.S.; RISSO, L.F.C. Desempenho da cultura do feijão em função de diferentes sistemas de cultivo. **Engenharia na agricultura**, v.21, n.6, p.539-546, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.v21n06a02>
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962. DOI : <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X00020020033x>
- NITSCHKE, P.B. et al. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019. Disponível em: <http://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Atlas-Climatico>
- OLIVEIRA, J.L. de; CAMPOS, E.V.; FRACETO, F.L. Recent Developments and Challenges for Nanoscale Formulation of Botanical Pesticides for Use in Sustainable Agriculture. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.66, n.34, p.8898-8913, 2018. DOI:10.1021/acs.jafc.8b03183
- PITELLI, R.A. O termo planta-daninha. **Planta daninha**, v.33, n.3, p.622-623. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582015000300025>
- PROCÓPIO, S.O.; SANTOS, J.B.; PIREZ, F.R.; SILVA, A.A.; MENDONÇA, E.S. Absorção e utilização do fósforo pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.29, p.911-921, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000600009>
- REZENDE, R.; GONÇALVES, A.C.A.; FRIZZONE, J.A.; FREITAS, P.S.L. de; BERTONHA, A.; ANDRADE, C.A.B. Uniformidade de aplicação de água, variáveis de produção e índice de área foliar da cultivar de feijão lapar 57. **Acta Scientiarum**, v.4, n.5, p.1561-1568, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagr.v24i0.2420>
- RIQUETTI, N.B.; SOUSA, S.F.G. de; TAVARES, L.A.F.; CORREIA, T.P. da S.; SILVA, P.R.A.; BENEZ, S.H. Diferentes manejos da palha de aveia preta na produtividade de milho em plantio direto. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.22, n.2, p.1-8, 2012. DOI: <http://hdl.handle.net/11449/140783>
- SANTOS, J.A.B. dos; ROSA, J.A.; BENASSI, D.A.; JUSTINO, A. Manejo da aveia preta na decomposição da biomassa e na cobertura do solo em semeadura direta de milho. **Scientia Agraria**, v.12, n.4, p.211-217, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v12i4.40828>
- SILVA, A.A.; SILVA, J.F.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. Controle de plantas daninhas. Brasília, DF: Abeas, módulo 3, 2000. 260p.
- SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- VILLA NOVA, N.A.; SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.P. Evapotranspiração máxima do feijoeiro, cv. goiano preceço, em função do índice de área foliar e da evaporação do tanque classe A. **Revista Publicatio**, v.9, n.2, p.41-45, 2003. DOI: <https://doi.org/10.5212/publicatio.v9i02.808>

Acurácia de três modelos de alimentadores automáticos de eixo helicoidal para piscicultura

Raphael de Leão Serafini¹, Bruno Corrêa da Silva², Haluko Massago³, Natalia Marchiori⁴ e André Luís Tortato Novaes⁵

Resumo – O gasto com a alimentação dos peixes é o principal custo de produção na piscicultura, e desta forma o manejo alimentar deve ser realizado de maneira precisa, evitando desperdícios. Uma forma de obter maior controle é através da automação. Este estudo objetivou avaliar diferentes tipos de alimentadores automáticos de eixo helicoidal, dois comerciais (AC1 e AC2) e um protótipo desenvolvido pela Epagri. Para cada modelo foram realizados testes avaliando quatro granulometrias de rações (1,3mm; 2,5mm; 4-5mm, e 6-8mm), com diferentes níveis de enchimento do silo (cheio, médio e vazio), e com tempos de fornecimento de 1, 3, 5, 10, 20 e 30s. O parâmetro avaliado foi a acurácia no fornecimento de ração (g), representado pelo erro médio observado (K). O protótipo foi eficaz no fornecimento de todas as rações, já o alimentador comercial AC1 não foi adequado para dietas de 1,3mm, e o alimentador AC2 funcionou apenas para as granulometrias de 4-5mm e 6-8mm. Os resultados dos ensaios possibilitam concluir que o protótipo desenvolvido pela Epagri apresentou uma boa acurácia, assim como os modelos comerciais avaliados, além de ser eficaz para todas as granulometrias avaliadas.

Termos para indexação: Aquicultura; Automação; Ração de peixes.

Accuracy of three models of spiral screw automatic feeders for fish farming

Abstract – The fish feed is the main cost of production in fish farming, and thus feed management must be carried out accurately, avoiding waste. One way to gain more control is through automation. This study aimed to evaluate different types of automatic feeders, two commercial (AC1 and AC2) and a prototype developed by Epagri. For each model, tests were performed evaluating four feed particle sizes (1.3mm; 2.5mm; 4-5mm, and 6-8mm), with different levels of hopper filling (full, medium and empty), and with supply times of 1, 3, 5, 10, 20 and 30s. The parameter evaluated was the accuracy of feed supply (g), represented by the mean observed error (K). The prototype was effective in supplying all feeds, the commercial AC1 feeder was not suitable for 1.3mm diets, and the AC2 feeder only worked for 4-5mm and 6-8mm feed sizes. The test results make it possible to conclude that the prototype developed by Epagri showed good accuracy, as well as the commercial models evaluated, in addition to being effective for all evaluated feed particle sizes.

Index terms: Aquaculture; Automation; Fish feed.

Introdução

A piscicultura é uma das atividades que mais crescem dentre as cadeias produtivas de proteína animal, passando de 758.006 toneladas produzidas em 2019 para cerca de 802.930 toneladas em 2020 (PEIXE BR, 2021). Parte deste crescimento deve-se à profissionalização da atividade e aos investimentos constantes realizados para a modernização das estruturas de criação. Dentre as espécies cultivadas, a tilápia atualmente representa 60,6% da produção piscícola nacional, destacando os estados do Paraná e São Paulo como os maiores

produtores (PEIXE BR, 2021).

O estado de Santa Catarina atualmente é o 4º maior produtor de pescado cultivado do Brasil, sendo responsável pela produção de 51.700 toneladas de peixes (PEIXE BR, 2021). Conforme dados da Epagri, cerca de 73,4% desse montante é produzido por piscicultores profissionais (EPAGRI, 2021).

Entre os principais fatores responsáveis pelo sucesso da atividade de piscicultura, destaca-se o manejo alimentar adequado, pois a alimentação representa de 70 a 80% do custo de produção (SILVA et al., 2020; SILVA & MARCHIORI, 2018). A utilização inadequada de

ração no sistema produtivo pode prejudicar o desenvolvimento zootécnico dos animais, piorar a taxa de conversão alimentar e até mesmo prejudicar os índices de qualidade de água (SILVA et al., 2019). Uma alternativa para minimizar esses problemas relacionados ao manejo alimentar inadequado é a automação desse processo por meio da utilização de alimentadores automáticos.

Alimentador automático de peixes é um dispositivo eletromecânico capaz de fornecer uma determinada quantidade de alimento por um período de tempo em intervalo predefinidos. Os principais modelos de alimentadores para peixes

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

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1456>

¹ Biólogo, Dr., Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Epagri/Cedap), CEP 88318-112, Itajaí, SC, e-mail: raphaelserafini@epagri.sc.gov.br

² Engenheiro de Aquicultura, Dr., Epagri/Cedap, CEP 88318-112, Itajaí, SC, e-mail: brunosilva@epagri.sc.gov.br

³ Engenheira de Pesca, Dra., Epagri/Cedap, CEP 88318-112, Itajaí, SC, e-mail: halukomassago@epagri.sc.gov.br

⁴ Bióloga, Dra, Departamento Estadual de Gestão de Pesquisa e Inovação, Epagri/DEGPI, CEP 88034-901, Florianópolis, SC, e-mail: nataliamarchiori@epagri.sc.gov.br

⁵ Engenheiro-agrônomo, Msc., Epagri/Cedap, CEP 88034-901, Florianópolis, SC, e-mail: novaes@epagri.sc.gov.br

existentes no mercado são compostos por um silo de armazenamento acoplado a um motor elétrico, geralmente de corrente contínua, capaz de movimentar um eixo helicoidal, que é responsável pelo transporte da ração até o tubo de fornecimento. A dosagem da ração ocorre por meio de um controlador horário (temporizador) que aciona o motor elétrico nos horários estipulados (MARTINELLI, 2017).

Existem no mercado diversos modelos para viveiros de grande porte que podem lançar a ração a até 60 metros de distância (SILVA et al., 2019). Contudo, conforme um estudo realizado recentemente por MARCHIORI et al. (2021), em alguns municípios, nos polos catarinenses de produção de peixes, uma parte significativa dos piscicultores do estado de Santa Catarina situa-se em pequenas áreas alagadas (até 1 ha) e com viveiros de pequeno porte. Sendo assim, torna-se necessário o desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias que possibilitem a automatização da alimentação para viveiros menores.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o funcionamento de três alimentadores automáticos de eixo helicoidal para peixes, com rações comerciais de diferentes granulometrias, quantificar o nível de acurácia de cada equipamento e estimar as equações de regressões necessárias para calcular o tempo que o mesmo deve funcionar para fornecer uma determinada quantidade de ração.

Material e métodos

O presente estudo foi realizado no Campo Experimental de Piscicultura de Itajaí (Cepit/Cedap) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Foram avaliados três modelos de alimentador automático com eixo helicoidal para peixes, sendo um protótipo e dois modelos comerciais (AC1 e AC2).

Protótipo da Epagri

O modelo de alimentador da Epagri foi desenvolvido com materiais de baixo custo, como conexões de PVC de esgoto, suportes metálicos, motor 12V de limpador de para-brisa automotivo e

eixo helicoidal confeccionado em náilon (figura 1). A ligação elétrica foi feita por meio de uma bateria elétrica conectada a um painel de energia solar e a programação do acionamento do motor através de um temporizador digital. O silo foi confeccionado em tubo de PVC de 150mm e com capacidade de armazenamento de 8 litros, o que corresponde a aproximadamente 3,5kg de ração.

Alimentadores comerciais

O primeiro alimentador comercial (AC1) possui estrutura confeccionada com aço galvanizado e polietileno rotomoldado, podendo ser instalado em uma base fixa ou acoplado a flutuador. A capacidade de armazenamento do silo é de 70 litros comportando 30kg de ração e possui um controlador digital com alguns programas preestabelecidos além de possibilitar a programação de acordo com as necessidades do usuário. O motor é semelhante ao utilizado no protótipo (limpador de para-brisa) de 12V e a ligação do alimentador é em corrente alternada com uma fonte alternada para corrente contínua de 12V.

O segundo alimentador comercial (AC2) é um dispositivo confeccionado em plástico injetado e um eixo helicoidal de aço acoplado a um motor de corrente contínua de 12V (motor de vidro elétrico de automóvel). Esse modelo poder ser fixado em um balde ou tambor, e no presente trabalho o silo utilizado foi um balde alimentício de 20 litros, possibilitando uma capacidade de armazenamento de 8kg de ração.

Para cada alimentador foram realizados testes avaliando quatro granulometrias de rações comerciais extrusadas (1,3mm; 2,5mm; 4-5mm; 6-8mm), três níveis de enchimento do silo de armazenamento (cheio, médio e vazio) e seis tempos de fornecimento (1, 3, 5, 10, 20 e 30 segundos). O desenho experimental utilizado foi fatorial 4x3x6 (granulometria x nível do silo x tempo), com dez repetições, totalizando 720 aferições do peso de ração fornecido por ciclo para cada tipo de alimentador.

Os dados obtidos para cada um dos alimentadores nos diferentes tempos de fornecimentos foram submetidos à análise de variância fatorial (two-way Anova) possibilitando identificar o efei-

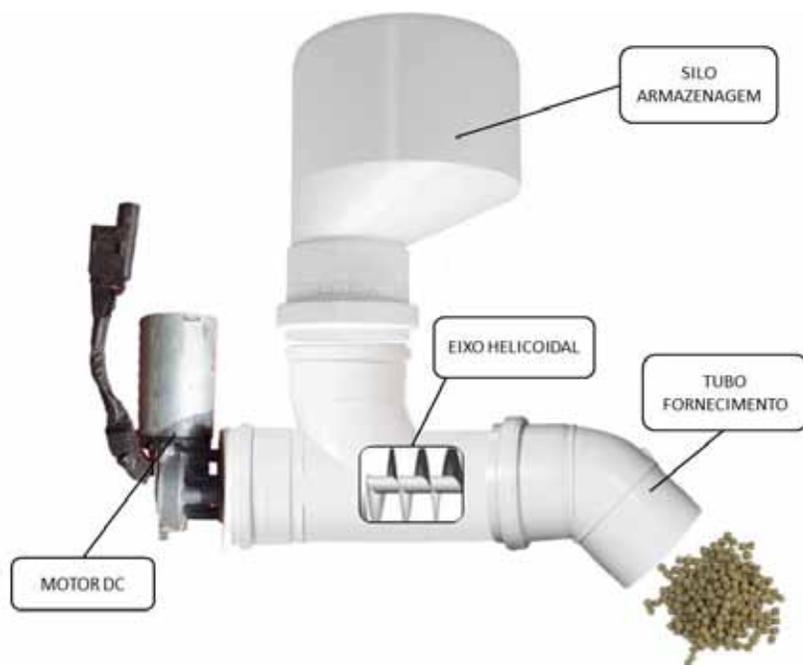


Figura 1. Esquema do protótipo de alimentador de eixo helicoidal desenvolvido

Autor: Raphael de Leão Serafini.

Figure 1. Schematic of the screw feeder prototype developed

Author: Raphael de Leão Serafini.

to do nível de enchimento do silo e dos tipos de ração no funcionamento dos alimentadores automáticos.

Para cada ração comercial avaliada foram realizadas 4 amostragens de 1 litro para pesagem e cálculo das densidades das rações. O nível de enchimento do silo foi de 1/3, 2/3 e 3/3 da capacidade total para os grupos considerado vazio, médio e cheio, respectivamente.

Os tempos de fornecimento foram programados por meio de um único temporizador digital para todos os alimentadores, para garantir a repetitividade dos dados e, após a pesagem em balança eletrônica (acurácia de 1g), a ração era devolvida nos silos para iniciar um novo ciclo de pesagens.

Com base na análise estatística descritiva, foram calculadas as médias e desvios-padrões das 10 repetições de pesagens. A partir desses valores foi realizado o cálculo dos intervalos de confiança superior e inferior (95%) dos dados, por meio da aplicação da seguinte equação:

$$IC = \bar{x} \pm \frac{t_{\alpha/2; GL} \times s}{\sqrt{n}}$$

Onde:

IC = intervalo de confiança

\bar{x} = média amostral

$t_{\alpha/2; GL}$ = valor crítico da distribuição *t* bicaudal

α = nível de significância (0,05); *GL* = grau de liberdade (9)

s = desvio padrão amostral

n = número amostral

Com base nos intervalos de confiança máximos e mínimos calculados (IC 95%), foi determinado o erro observado ($K_{observado}$), o qual foi utilizado como parâmetro de acurácia dos equipamentos, calculado por meio da seguinte equação:

$$K_{observado} = \frac{IC_{superior} - IC_{inferior}}{\bar{x}}$$

Onde:

\bar{x} = média amostral

IC = intervalo de confiança

Resultados e discussão

Os valores médios de densidade das rações avaliadas, nível de proteína bruta e granulometria estão indicados na Tabela 1.

Os coeficientes de erro observado ($K_{observado}$) dos alimentadores em diferentes intervalos de fornecimento estão indicados na Tabela 2. Com base nesses resultados é possível observar que intervalos curtos de tempo de funcionamento dos alimentadores geram aumento do $K_{observado}$, sendo assim, é recomendável para todos os modelos de alimentadores e tipos de rações utilizar ciclos de alimentação com tempos superiores a 5 segundos.

Avaliando o resultado da análise de variância é possível observar que todos os alimentadores tiveram a quantidade de ração fornecida influenciada pelo tipo de ração utilizada (Tabela 3). Já o nível de enchimento do silo apresentou diferença no fornecimento de ração no protótipo e no alimentador AC2.

Nas equações de regressão da Tabela 4 é possível observar que o coeficiente angular das equações de regressão

linear diminui com o aumento da granulometria das rações. Esse resultado mostra a importância de conhecer a equação de regressão linear para cada ração que será administrada, possibilitando dessa forma a programação de tempo correta para fornecer a quantidade pretendida por alimentação.

O protótipo da Epagri foi o único que funcionou com a ração de 1,3mm. Nos alimentadores comerciais a ração não parava de sair do tubo de fornecimento mesmo com o equipamento desligado. Isso ocorreu porque a distância entre a crista da hélice do eixo e a parede desse tubo é superior ao tamanho da ração. Para ração de 2,5mm o alimentador protótipo e o alimentador AC1 foram eficientes no fornecimento de ração, porém o alimentador AC2 não funcionou com essa granulometria. Com a ração de 4-5mm e 6-8mm todos os alimentadores testados funcionaram.

As rações de menores granulometrias, também chamadas de rações micro extrusadas, são importantes para a fase de berçário ou recria, quando o piscicultor engorda o alevino I (0,5g) até 30 a 50g para formação do juvenil. Esta fase é importante para eficiência

Tabela 1. Densidade das rações avaliadas

Table 1. Density of evaluated feeds

Granulometria da ração	Proteína Bruta (%)	Densidade (média ± DP)
1,3mm	45%	470,0 ± 2,1 g/l
2,5mm	36%	404,8 ± 4,0 g/l
4-5mm	32%	400,2 ± 2,9 g/l
6-8mm	32%	375,3 ± 4,1 g/l

Tabela 2. Médias dos coeficientes de erro observado ($K_{observado}$) dos diferentes alimentadores para cada tempo de fornecimento de ração

Table 2. Means of observed error coefficients ($K_{observado}$) of the different feeders for each feed supply period

Alimentador	$K_{observado}$					
	1s	3s	5s	10s	20s	30s
¹ Protótipo	31,04%	4,95%	5,31%	2,74%	1,60%	1,32%
² AC1	22,16%	6,35%	6,19%	3,84%	2,10%	1,61%
³ AC2	234,63%	6,63%	3,65%	1,75%	1,05%	1,03%

¹ Média das rações de granulometria 1,3mm; 2,5mm; 4-5mm; 6-8mm e três níveis do silo (n=12).

² Média das rações de granulometria 2,5mm; 4-5mm; 6-8mm e três níveis do silo (n=.9)

³ Média das rações de granulometria 4-5mm; 6-8mm e três níveis do silo (n=6).

Tabela 3. Análise de variância e nível de significância das fontes de variações em relação à quantidade de ração fornecida pelos diferentes alimentadores automáticos

Table 3. Analysis of variance and significance level of the sources of variations in relation to the amount of feed provided by the different automatic feeders

Fonte de Variação	Tempo de fornecimento					
	1s	3s	5s	10s	20s	30s
Epagri						
Tipo de ração (R)	***	***	***	***	***	***
Enchimento do silo (S)	ns	*	***	***	***	***
Interação (R x S)	ns	ns	ns	***	ns	***
AC1						
Tipo de ração (R)	***	***	***	***	***	***
Enchimento do silo (S)	ns	ns	ns	ns	*	Ns
Interação (R x S)	ns	ns	ns	ns	ns	Ns
AC2						
Tipo de ração (R)	**	***	***	***	***	***
Enchimento do silo (S)	ns	***	***	*	***	***
Interação (R x S)	ns	ns	ns	ns	ns	Ns

ns – não significativo; * p<0,05; ** p<0,01; ***p<0,001.

Tabela 4. Quantidade média de ração fornecida (g) pelos alimentadores testados para cada tipo de ração

Table 4. Mean amount of feed supplied (g) by the feeders tested for each feed type

Alimentador	Tempo de fornecimento						Regressão (R ²)
	1s	3s	5s	1 s	20s	30s	
1,3mm							
Protótipo	23,1	77,0	127,0	258,5	532,3	794,9	Y=26,69x-4,79 (R ² =0,9986)
AC1	-	-	-	-	-	-	-
AC2	-	-	-	-	-	-	-
2,5mm							
Protótipo	19,8	64,9	109,5	221,3	451,3	679,0	Y=22,75-4,03 (R ² =0,9989)
AC1	19,4	64,2	107,7	220,2	442,9	668,1	Y=22,36x-3,44 (R ² =0,9996)
AC2	-	-	-	-	-	-	-
4-5mm							
Protótipo	19,8	66,2	111,2	224,2	457,3	686,2	Y=23,00x-3,66 (R ² =0,9993)
AC1	16,4	54,7	91,1	187,3	371,9	562,6	Y=18,80x-2,19 (R ² =0,9995)
AC2	6,6	127,8	270,2	623,5	1343,6	2052,6	Y=71,00-79,06 (R ² =0,9996)
6-8mm							
Protótipo	16,7	57,9	99,2	198,0	413,1	615,9	Y=20,73x-5,08 (R ² =0,9987)
AC1	11,7	41,5	70,4	144,3	292,7	441,3	Y=14,81x-3,47 (R ² =0,9990)
AC2	1,2	114,1	241,3	552,5	1198,8	1837,5	Y=63,61x-73,93 (R ² =0,9996)

e escalonamento da produção e, para que se tenha sucesso nela, é essencial a utilização adequada das rações micro extrusadas (SILVA et al., 2019).

A fase de berçário pode ser realizada em diferentes sistemas de cultivo, tanto em viveiros escavados de pequeno porte, como em sistemas intensivos (SILVA et al., 2021), podendo-se utilizar em ambos os modelos de alimentadores automáticos helicoidais.

Modelos de alimentadores de fácil construção possibilitam que o próprio produtor familiar produza seu equipamento na propriedade com baixo custo. Com isso, torna-se possível difundir a automatização na alimentação de peixes nas pisciculturas, obtendo-se melhores resultados econômicos e ambientais. Iniciativas como estas se tornam importantes para ampliar a efetividade do esforço tecnológico voltado às realidades da agricultura familiar e aumentar a competitividade do pequeno piscicultor (SOUZA FILHO et al., 2004).

Na maioria das fazendas de criação de peixes no Brasil a alimentação dos animais é feita de forma manual, o que pode ocasionar erro da pessoa responsável por essa atividade caso não tenha experiência na percepção do comportamento alimentar (CARMELIN Jr., 2014). O fornecimento de ração abaixo da quantidade ideal pode ocasionar um comportamento agressivo entre os peixes por disputa por alimento (JOBILING et al., 2012), além de prejudicar a homogeneidade do lote. Por outro lado, o aumento excessivo da taxa de alimentação pode ocasionar desperdício de alimento, aumento na taxa de conversão alimentar, além de reduzir a eficiência reprodutiva dos animais (FØRE et al., 2016) e gerar impactos ambientais negativos devido ao aporte de nutrientes, principalmente de nitrogênio e fósforo.

Nesse sentido, uma das vantagens da utilização de alimentadores automáticos é a possibilidade de realizar a alimentação dos animais nas quantidades e horários mais adequados conforme a biologia da espécie cultivada. A automatização na alimentação durante criação de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) permite uma maior frequência alimentar diária, que possibilita a obtenção de melhores resultados para peso médio final, ganho em peso diário, por-

centagem de ganho em peso, ganho em peso relativo e uniformidade dos alevinos ao final da fase de inversão sexual (SCHÄFER, 2015). Souza et al. (2012) avaliaram diferentes frequências e períodos de alimentação de tilápias produzidas em tanques-rede por meio de dispensadores automáticos e obtiveram uma conversão alimentar mais eficiente no tratamento onde as tilápias foram alimentadas 24 vezes ao dia, resultando em uma economia de até 360kg de ração por tonelada de peixe produzido.

A automação da alimentação é comum em países onde a piscicultura é realizada de forma tecnificada, proporcionando maior sustentabilidade da produção, além de reduzir possíveis impactos ambientais da atividade (BRITO et al., 2017).

Apesar dos avanços recentes no Brasil no que se refere à utilização de alimentadores automáticos, quando se procuram equipamentos compactos capazes de serem utilizados em viveiros pequenos ou em unidades compactas utilizadas em cultivos intensivos, como o caso de sistemas de recirculação de água (RAS) ou de bioflocos, o mais comum é encontrar dispositivos utilizados em aquariofilia que apresentam resultados pouco satisfatórios para essas condições de cultivo. O protótipo desenvolvido pela Epagri se mostrou eficaz para diversas tipos de rações (diferentes granulometrias) e o aperfeiçoamento do mesmo por meio de sistemas de microcontroladores de automação de baixo custo, como o caso do Arduino ou Raspberry Pi, pode ser uma boa opção para se avançar na automação da alimentação em pequenos viveiros e unidades de cultivo intensivo de peixes.

Conclusões

- O protótipo de alimentador automático desenvolvido pela Epagri é eficaz para o fornecimento de rações com granulometrias entre 1,3 e 8mm.
- Tempos de fornecimento de ração inferiores a 5 segundos interferem na acurácia de todos os alimentadores automáticos analisados.
- Equações de regressões possibilitam estimar com exatidão a taxa de fornecimento de ração (quantidade de

ração/tempo) para cada granulometria de ração utilizada.

- A adoção de processos de fabricação mecânica de baixo custo e materiais alternativos possibilita o desenvolvimento de componentes do alimentador mais precisos que podem conferir maior acurácia ao equipamento.

Referências

BRITO, J.M.; PONTES, T.C.; TSUJII, K.M.; ARAÚJO, F.E.; RICHTER, B.L. Automação na tilapicultura: revisão de literatura. **Nutritime**, Viçosa, v.14, n.3, p.5053-5062. 2017. Disponível em: https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo_422.pdf. Acesso em: 21 dez. 2021.

CARMELIN Jr., C.A. **Sistema automatizado de alimentação de juvenis de tilápia**. 2014. 36p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2014.

EPAGRI, 2021. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri/Cepa. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2019_20.pdf. Acesso em: 13 nov. 2021,

FØRE, M.; ALVER, M.; ALFREDSEN, J.A.; MARAFIOTI, G.; SENNESET, G.; BIRKEVOLD, J.; WILLUMSEN, F.V.; LANGE, G.; ESPMARK, Å.; TERJESEN, B.F. Modelling growth performance and feeding behavior of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in commercial-size aquaculture net pens: Model details and validation through full-scale experiments. **Aquaculture**, Amsterdam, v.464, p.268–278, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.045>.

JOBLING, M.; ALANÄRÄ, A.; NOBLE, C.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, J.; KADRI, S.; HUNTINGFORD, F. Appetite and feed intake. In: HUNTINGFORD, F.; KADRI, S.; JOBLING, M. (ED). **Aquaculture and Behavior**. Oxford, UK. Wiley-Blackwell, 2012. p.183–210.

MARCHIORI, N.C.; NOVAES, A.L.T.; SILVA, B.C. Desenvolvimento de um sistema piloto de informações geográficas para a gestão da piscicultura continental catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.34, n.2, 18-21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v34i2.1040>.

MARTINELLI, G.M. **Automação do fornecimento de ração e fracionamento da ração**

diária para tilápias criadas em ambiente controlado com dieta balanceada. 2017. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2017.

PEIXE BR. **Anuário 2021 Peixe BR da Piscicultura**. Disponível em: <https://www.peixe-br.com.br>. Acesso em: 10 jul. de 2021.

SCHÄFER, M.R. **Otimização do arraçamento no cultivo de tilápias GIFT em sistema automatizado de alimentação**. 2015. 41f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Paraná. Palotina, PR, 2015.

SILVA, B.C.; DELLA-GIUSTINA, E.G.; MASSAGO, H.; MARCHIORI, N.C.; GARCIA, S. **Monocultivo de tilápia em viveiros escavados em Santa Catarina**. Florianópolis, SC. Epagri, 2019. 126p. (Epagri. Sistemas de Produção, 52).

SILVA, B.C.; MARCHIORI, N.C. **Importância do manejo alimentar na criação de tilápia**. Florianópolis, SC: Epagri, 2018. 18p.

SILVA, B.C.; MASSAGO, H.; CANDIA, E. W. S.; VIEIRA, F. N.; SERAFINI, R. L. Recria de tilápia-do-nilo em diferentes sistemas de cultivo durante o outono em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, 9, 2021, Online. **Anais[...]**. Manaus: Aquabio, 2021.

SILVA, B.C.; MASSAGO, H.; MARCHIORI, N.C.; BIZ, V.; SILVA, T.C. Desempenho zootécnico e econômico da tilápia, linhagem GIFT-Epagri SC02, em cultivo semi-intensivo em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.33, n.2, p.19-21, 2020. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v33i2.486>.

SOUZA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P.K.; AGOSTINHO, S.M.M. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.64, n.1, p.192-197, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000100027>.

SOUZA FILHO, H.M.; BUAINAIN, A.M.; GUANZIROLI, C.E.; BATALHA, M.O. Agricultura Familiar e Tecnologia no Brasil: características, desafios e obstáculos. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, SOCIOLOGIA E ADMINISTRAÇÃO RURAL, 42º. **Anais[...]**. Cuiabá, v.1, p.1-20, 2004.

Influence of temperature on the pupal development of the cassava shoot fly (*Neosilba perezii*, Diptera, Lonchaeidae)

Betina Emerick Pereira¹, Érica Frazão Pereira De Lorenzi², Renato Colares Pereira³ and Birgit Harter-Marques⁴

Abstract – The cassava shoot fly (*Neosilba perezii*, Lonchaeidae) (Romero & Ruppel) is a key pest of cassava in Southern Brazil. Females oviposit in shoots and larvae, when feeding, reduces the growth of the plant, after destroying its apical meristem, causing losses in propagative material and root production, depending on the cultivar. Few studies address the biology of this fly. Thus, this study aimed to analyze the influence of different temperatures on the pupal development of the cassava shoot fly. Cassava shoot fly pupae were maintained under laboratory conditions at 10°C, 25°C, and 30°C. Significant differences were found between the temperatures tested. The temperature of 25°C provided the best development and emergence of viable adults while 10°C delayed the development and provided a greater number of deformed adults. At 30°C, the pupal time was shorter, but the number of deformed adults was greater. These results show that the survival of the cassava shoot fly is directly related to temperature. The colder the winter during off-season, the smaller the fly population in the next season.

Index terms: *Manihot esculenta*; integrated pest management; insect rearing; population dynamics; insect biology.

Influência da temperatura no desenvolvimento pupal da mosca-do-broto da parte aérea da mandioca (*Neosilba perezii*, Diptera, Lonchaeidae)

Resumo – A mosca-do-broto da mandioca, *Neosilba perezii* (Diptera: Lonchaeidae), é uma praga chave da cultura da mandioca no Sul do Brasil. As fêmeas desta espécie ovipositam nas brotações e as larvas, ao se alimentarem, impedem o crescimento da planta, após destruírem seu meristema apical. Isto resulta em perdas de ramas e na produção de raízes dependendo do cultivar. Existem poucos estudos sobre sua biologia, assim, esta pesquisa teve como objetivo analisar a influência da temperatura no desenvolvimento pupal da mosca-do-broto da mandioca. As pupas da mosca-do-broto foram mantidas em laboratório em três diferentes temperaturas constantes: 10°C, 25°C e 30°C. Foram detectadas diferenças significativas entre as temperaturas testadas. A temperatura de 25°C proporcionou o melhor desenvolvimento pupal com maior formação de adultos viáveis, enquanto a baixa temperatura (10°C) retardou o desenvolvimento e resultou em maior número de adultos deformados. A 30°C, o tempo pupal foi menor, porém o número de adultos deformados também foi maior. Esses resultados indicam que a sobrevivência da mosca-do-broto está diretamente relacionada à temperatura. Durante o período de entressafra, ou seja, quanto mais frio for o inverno na região, menor tenderá ser a população de moscas no próximo ciclo de cultivo.

Termos para indexação: *Manihot esculenta*; manejo de pragas; criação de insetos; dinâmica populacional; biologia de insetos.

Introduction

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is essential for food supply in poor and developing countries due to its high energy content and great capacity to adapt to different climatic and edaphic conditions (ELIAS & NEUBERT, 2018). Despite being tolerant to pest attack, according to some authors (BELLOTTI et

al., 1999; OLIVEIRA & PAULA-MORAES, 2011), the cassava shoot fly (*Neosilba perezii*, Diptera, Lonchaeidae) (Romero & Ruppel) has been a key pest of the plant for some decades in Southern Brazil (FARIAS, 1991). Females oviposit in cassava shoots, from where their larvae hatch from two to four days and start to feed and develop for about 15 to 23 days. After this period, the larvae

leaves the plant to pupate in the soil, completing their life cycle in 40 or 50 days, depending on the temperature (BELLOTTI, 2002; DE LORENZI & NORA, 2016; GISLOTTI & PRADO, 2013).

Feeding larvae in the meristematic region of the plant can delay its growth and consequently cause losses in propagating material and roots, depending on the variety and infestation

Received on 19/05/2022. Accepted for publication on 10/11/2022.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1468>

¹ Master's Student in Environmental Sciences, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). Av. Universitária, 1105, Universitário, 88806-000, Criciúma, SC. Email: betina.emerick01@gmail.com.

² PhD and Researcher at Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). Rodovia Admar Gonzaga, 1347, Itacorubi, 88034-901, Florianópolis, SC. Email: ericapereira@epagri.sc.gov.br.

³ Master in Environmental Sciences, UNESC. Av. Universitária, 1105, Universitário, 88806-000, Criciúma, SC. Email: renatocolares@unesc.net.

⁴ PhD and Professor at UNESC. Av. Universitária, 1105, Universitário, 88806-000, Criciúma, SC. Email: bhm@unesc.net.

level (DE LORENZI, 2018).

The biology of this fly is poorly known and the existing studies focus on simulating the damage caused by the fly in different cassava genotypes (LOURENÇÃO et al., 1996); on its morphology, biology, and population dynamics (GISLOTI & PRADO, 2011; 2013); on parasitoid records (AROUCA & PENTEADO-DIAS, 2011; GISLOTI & PRADO, 2012); and on the occurrence of the species in other crops and parts of cassava (RAGA et al., 2015; STRIKIS et al., 2012). Few studies address the survival of this species in relation to abiotic factors.

Temperature is one of the most crucial factors in insect development, directly affecting the reproductive success and the duration of the stages of larval development (TAYLOR, 1981). The emergence, distribution range, and fluctuation of each insect population are directly regulated by the temperature of the environment (KANG et al., 2009). Thus, understanding the thermal requirements of insect pests is important to develop integrated pest management (IPM) programs.

Regarding the influence of temperature on the population dynamics of the cassava shoot fly, Gisloti & Prado (2011), in field conditions, found that temperatures higher than 23°C negatively influence the population growth of *N. perezi* larvae.

In Southern Santa Catarina, Brazil, cassava shoot flies cause serious problems for farmers (DE LORENZI, 2018). In this region, cassava is usually planted in September and harvested in June or July (SÔNIGO & MASSIGNAN, 2018). Shoot flies usually appear in the crops when the temperature begins to rise (monthly average temperature of about 25°C). Their critical period of occurrence is from November to February, with a peak in January in the beginning of the vegetative development of the crop (DE LORENZI et al., 2021).

In order to contribute to the implementation of IPM programs for cassava crops in this region, this study aimed to analyze the influence of different temperatures on the pupal development of the cassava shoot fly.

Material and methods

Pupae were extracted from 300 5–10cm cassava shoots with symptoms of infestation by *N. perezi*, which were collected from December to January during the 2016/2017 harvest season in commercial crops located in the municipality of Sangão, Santa Catarina (28°36'30.66"S and 49°7'14.30"W). The climate of the municipality is humid subtropical (Cfa, according to the Köppen-Geiger climate classification) and according to the Environmental Resources and Hydrometeorology Information Center of Santa Catarina, its mean temperature is about 25°C in summer and 15°C in winter, reaching 0°C (CIRAM, 2002).

After collection in the field, the shoots were taken to the Laboratory of Entomology, Agricultural Research and Rural Extension (EPAGRI) in the municipality of Urussanga, state of Santa Catarina. In the laboratory, about 30 shoots with few or without leaves were placed in individual plastic boxes with 2cm autoclaved moistened vermiculite, which were covered with voile cloth and maintained at room temperature (25±3°C) until the larvae were transformed into pupae. The humidity of the vermiculite layer was preserved by spraying distilled and autoclaved water every two days.

For 25 days the mean time for the development from larval to pupal stage, according to Gisloti & Prado (2013) the material was screened three times a week. Pupae were transferred to Petri dishes (10 per plate) with autoclaved filter paper and later stored in BOD chambers at 10°C, 25°C, and 30°C (±1°C). The filter paper was moistened

with autoclaved water every two days.

Experiments were performed in BOD chambers with relative humidity of 70±10% until adult emergence (adapted from GISLOTI & PRADO, 2013). In total, 200 pupae per temperature were used. Adult emergence was monitored daily. Emerging adults were collected and placed in glass bottles with 70% alcohol. Specimens were identified with the help of a specialist and specific keys for Lonchaeidae.

To evaluate the relationship between temperature and time to adult emergence, generalized linear models (GLM) and the Poisson distribution were used, according to the log link function (NELDER & WEDDERBURN, 1972). All models were built considering simple and second-order polynomial functions and the model that best fit for each treatment was selected.

The effect of temperatures on the emergence of viable (completely developed) and deformed adults was evaluated by the Chi-square test of independence (AGRESTI, 2007). Test data were plotted in mosaic charts with details of the residual values for each category.

All analysis were performed using the R software (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2021) with the packages “vegan” (OKSANEN et al., 2020) and “vcd” (MEYER et al., 2007).

Results and discussion

All male flies that emerged during the experiment were *N. perezi*. The temperatures of 10°C and 30°C had the longest and shortest incubation time and an average pupal period of 19.15 and 9.19 days, respectively. At 10°C, cassava shoot flies started emerging from the 14th day and at 30°C, from the third day. At 25°C, they started emerging from the seventh day and completely emerged in an average of 13.55 days (Figure 1).

The R² test showed an explanation

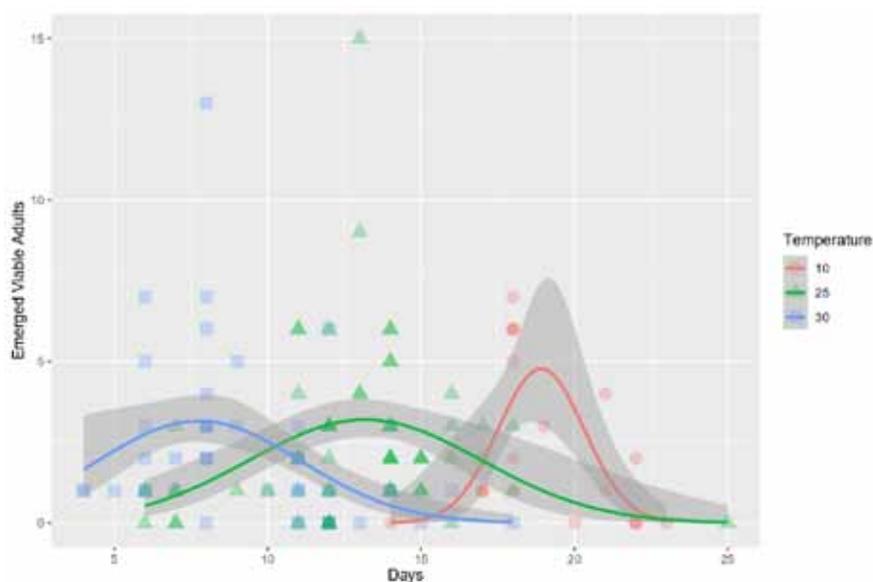


Figure 1. Development time of viable adult cassava shoot flies at different temperatures, according to the GLM test

Figura 1. Tempo de desenvolvimento de adultos viáveis da mosca-do-broto da mandioca em diferentes temperaturas, de acordo com o teste GLM

potential of 49.6% for 10°C, followed by 18.4% for 30°C and 17.8% for 25°C. Therefore, cassava shoot flies take longer to develop at lower temperatures (Figure 1).

During the experiment, a percentage of emerging adults was deformed, that is, they were unable to fully open their wings or free themselves from the pupae after 24 hours. The Chi-square test of independence showed that the non-viability of adults that were exposed to 25°C during larval stage was significantly low. Thus, this temperature promoted the best pupal development. On the other hand, 10°C and 30°C caused high non-viability among adults (Figure 2).

Among the temperatures evaluated in this study, 25°C was the most suitable for pupal development, with a lower rate of deformed adults and 87.5% of viable adults. According to Gisloti & Prado (2013), under laboratory conditions and at 22±1°C and 70±10% UR, pupal viability was 60.5% and the mean pupal period was 23±0.35 days. In Colombia, Peñaranda et al. (1986) found, under laboratory conditions and at 23±1°C and 74.3% UR, an average pupal period of 12.9 days and pupal viability of 40.93% for *Dasiops inedulis* Steyskal. However, in this study, 25°C was more suitable than the temperatures used by these authors (22°C and 23°C).

The temperature of 30°C, despite providing the shortest development time, with an emergence peak on the eighth day (Figure 1) and a percentage of 67,85% of viable adults, provided the largest number of deformed adults, which could have occurred due to low humidity in the BOD chamber, but may show that higher temperatures can negatively influence the development of cassava shoot flies.

In this study, at 10°C, the rate of viable adults was 61.33% and the number of deformed adults was high, which shows that low temperatures also can negatively affect plant

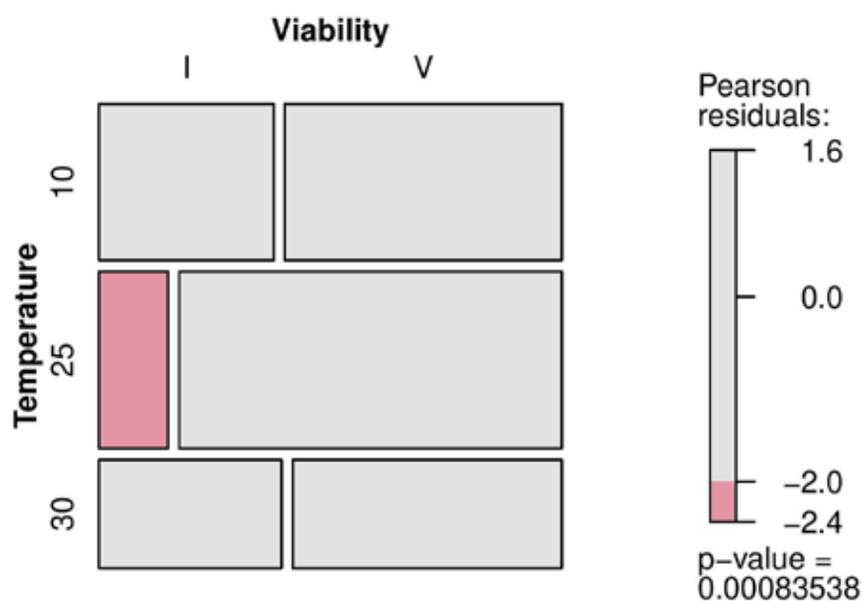


Figure 2. Emergence of viable (V) and deformed (I) adults exposed to 10°C, 25°C, and 30°C, with emphasis on the Pearson residue

Figura 2. Emergência de adultos viáveis (V) e deformados (I) expostos às temperaturas de 10, 25 e 30°C, com destaque para o resíduo de Pearson

development. On the other hand, Gislotti & Prado (2013) found that 10°C promotes a higher emergence of viable adults than 22°C, but the authors used autoclaved and humidified sand as substrate for pupae. In Florida, Waddill (1978) showed that severe winters were responsible for lowering the shoot fly population levels in crops. Calado & Silva (2002) studied the influence of temperature on the development of *Aedes albopictus* under laboratory conditions and showed that flies in immature stages are more susceptible to low temperatures due to the longer time required to complete their cycle, which may help in the development of control strategies. However, lowering the metabolism to enter in diapause or temporary hibernation in low temperature conditions may be a survival strategy of insects (GALLO et al., 2002).

Cassava is cultivated in a wide range of temperatures and the optimum range is 20°C to 27°C (SÔNEGO & MASSIGNAN, 2018). Average temperatures of about 15°C, a typical condition in Southern Brazil, delay germination and can paralyze the vegetative activity, causing dormancy (NUNES, 2018; SÔNEGO & MASSIGNAN, 2018). In Santa Catarina, according to the agroecological zoning, the period from July to October is the most suitable for cassava cultivation.

This implies the need to store branches for about two months in some regions to avoid losses in propagating material due to frost or water deficit soon after planting (SÔNEGO & MASSIGNAN, 2018). Considering that cassava is cultivated from July to October in Santa Catarina, the most important period to monitor and control the pest is the first four months after planting. Gislotti & Prado (2011) reported preferential infestation of younger plants by immature shoot flies and Lourenção et al. (1996) corroborated these results, since pest damage after this period

does not result in loss of propagating material or roots.

According to the GLM test, the temperature of 10°C best explains the relationship between temperature and the pupal period, as its average adult emergence time was 19.15 days. Thus, the temperature drop at the end of the productive cycle during off-season delays adult emergence, as flies remain in the pupal stage for a longer time.

On the other hand, according to our results, about 62% of pupae at 10°C emerged viable. During off-season, viable flies are able to survive if the temperature increases in crops left for two productive cycles, in stems stored in the crop area, or even in possible alternative host plants, which increases their population.

Therefore, shoot fly infestation in the field is related to temperature and during off-season, if conditions are favorable for their increase, these flies can cause more damage to cassava crops.

However, besides abiotic factors, we should consider biotic factors that can influence the population dynamics of insects, such as food availability, possibly existing host plants adjacent to cassava crops, and the presence of natural enemies (THOMAZINI, 2002). Therefore, in order to establish IPM programs for cassava crops in the region, future studies should consider these biotic factors, aiming to find alternative hosts and natural enemies.

Conclusions

- The temperature of 25°C was the most suitable for pupal development and provided a higher rate of viable adult cassava shoot flies;

- The temperature of 10°C increased the pupal period and at 30°C, this time was shorter. At both temperatures, the number of deformed adults was high;

- These results show that the survival of the cassava shoot fly is directly related to temperature and, thus, the colder the winter during off-season, the smaller the fly population in the next season.

References

AGRESTI, A. **An introduction to categorical data analysis**. New York: John Wiley & Sons, 2007.

AROUCA, R.G.; PENTEADO-DIAS, A.M. A new species of *Phaenocarpa* Foerster (Hymenoptera: Braconidae: Alysiinae) from Brazil parasitizing *Neosilba perezi* (Diptera: Lonchaeidae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Abingdon, v. 6, n.1, p.63-67, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1080/01650521.2010.543317>.

BELLOTTI, A.C. Arthropod pests. In: HILLOCKS, R.J.; THRESH, J.M.; BELLOTTI, A.C. (ed.). **Cassava: biology, production, and utilization**. Oxon: CAB International, 2002. p.209-235.

BELLOTTI, A.C.; SMITH, L.; LAPOINTE, S.L. Recent advances in Cassava pest management. **Annual Review of Entomology**, San Mateo, v.44, p.343-370, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.44.1.343>.

CALADO, D.C.; SILVA, M.A.N. Avaliação da influência da temperatura sobre o desenvolvimento de *Aedes albopictus*. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.36, n.2, p.173-179, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102002000200009>.

CIRAM. Atlas Climatológico. **Epagri/Ciram**, Florianópolis, 2002. Disponível em: http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=708&Itemid=484. Acesso em: 12 mar. 2021.

DE LORENZI, E.F.P. Pragas da mandioca e métodos de controle. In: NUNES, E.C.; PERUCH, L.A.M. (org.). **Recomendações técnicas para a produção de mandioca de indústria e mesa em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2018. p.57-61. (Sistema de Produção, n.51).

- DE LORENZI, E.F.P.; MORETO, A.L.; PEREIRA, B.E.; PEREIRA, R.C. Monitoramento da mosca-do-broto em genótipos de mandioca sob diferentes sistemas de cultivo. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 17.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO E CARIBENHO DE MANDIOCA, 2., 2021, Belém. **Anais [...]**. Cruz das Almas: Sociedade Brasileira de Mandioca; Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca, 2021. p. 220-224.
- DE LORENZI, E.F.P.; NORA, I. Danos e manejo da mosca-do-broto da mandioca. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.29, n. 3, p.38-41, 2016.
- ELIAS, H.; NEUBERT, E.O. Mandioca: produção e mercados. *In*: NUNES, E.C.; PERUCH, L.A.M. (org.) **Recomendações técnicas para a produção de mandioca de indústria e mesa em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2018. p.9-14, (Sistema de Produção, n.51).
- FARIAS, A.R.N. **Insetos e ácaros pragas associadas à cultura da mandioca no Brasil e meios de controle**. Cruz das Almas: Embrapa, 1991.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.
- GISLOTI, L.J.; PRADO, A.P. Aspectos da biologia e morfologia de machos da mosca-dos-brotos (Diptera: Lonchaeidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n.4, p.416-423, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1808-16572013000400007>.
- GISLOTI, L.J.; PRADO, A.P. Cassava shoot infestation by larvae of *Neosilba perezii* (Romero & Ruppell) (Diptera: Lonchaeidae) in São Paulo State, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.40, n.3, p.312-315, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000300004>.
- GISLOTI, L.J.; PRADO, A.P. Parasitism of *Neosilba perezii* (Diptera: Lonchaeidae) larvae by a braconid, *Phaenocarpa neosilba* (Hymenoptera: Braconidae: Alysiniinae). **Florida Entomologist**, Lutz, v.95, n.4, p.900-904, 2012.
- KANG, L.; CHEN, B.; WEI, J.N.; LIU, T.X. Roles of thermal adaptation and chemical ecology in *Liriomyza* distribution and control. **Annual Review of Entomology**, San Mateo, v.54, p.127-145, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090507>.
- LOURENÇÃO, A.L.; LORENZI, J.O.; AMBROSANO, G.M.B. Comportamento de clones mandioca em relação a infestação por *Neosilba perezii* (Romero & Ruppell) (Diptera: Lonchaeidae). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.53, n.2-3, p.304-308, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161996000200019>.
- MEYER, D.; ZEILEIS, A.; HORNIK, K. Residual-based shadings for visualizing (conditional) independence. **Journal of Computational and Graphical Statistics**, Abingdon, v.16, n.3, p.507-525, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1198/106186007X237856>.
- NELDER, J.A.; WEDDERBURN, R.W.M. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society**, Hoboken, v.135, n.3, p.370-384, 1972. DOI: <https://doi.org/10.2307/2344614>.
- NUNES, E.C. Crescimento e desenvolvimento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *In*: NUNES, E.C.; PERUCH, L.A.M. (org.) **Recomendações técnicas para a produção de mandioca de indústria e mesa em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2018. p.23-28. (Sistema de Produção, n.51).
- OKSANEN, J.; GUILLAUME, F.B.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; HENRY, M.; STEVENS, H.; WAGNER, H. Vegan: community ecology package. **R package version 2.4-3**, Vienna, 2020. Disponível em: <http://CRAN.Rproject.org/package=vegan>. Acesso em: 10 jun. 2021.
- OLIVEIRA, C.M.; PAULA-MORAES, S.V. Principais pragas da mandioca no Cerrado. *In*: FIALHO, J.F.; VIEIRA, E.A. (ed.). **Mandioca no Cerrado**: orientações técnicas. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011. p. 93-115.
- PEÑARANDA, I.À.; ULLOA, P.C.; HERNÁNDEZ, M.R. Biología de la mosca de los botones florales del Maracuyá *Dasiops inedulis* (Diptera: Lonchaeidae) en el Valle del Cauca. **Revista Colombiana de Entomología**, Cali, v. 12, n. 1, p. 16-22, 1986. DOI: <http://doi.org/10.25100/socolen.v12i1.10224>
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2021.
- RAGA, A.; SOUZA-FILHO, M.F.; STRIKIS, P.C.; MONTES, S.M.N.M. Lance fly (Diptera: Lonchaeidae) host plants in the state of São Paulo, Southeast Brazil. **Entomotropica**, Maracay, v.30, n.7, p.57-68, 2015.
- SÔNIGO, M.; MASSIGNAN, A.M. Aspectos climáticos e a cultura da mandioca em Santa Catarina. *In*: NUNES, E.C.; PERUCH, L.A.M. (org.) **Recomendações técnicas para a produção de mandioca de indústria e mesa em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2018. p.15-18. (Sistema de produção, n. 51).
- STRIKIS, P.C.; MARSARO JÚNIOR, A.L.; ADAIME, R.; LIMA, C.R. First report of infestation of cassava fruit, *Manihot esculenta*, by *Neosilba perezii* (Romero & Ruppell) (Lonchaeidae) in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.72, n.3, p.631-632, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000300029>.
- TAYLOR, F. Ecology and evolution of physiological time in insects. **The American Naturalist**, Chicago, v.117, n.1, p.1-23, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1086/283683>.
- THOMAZINI, M.J. Flutuação populacional e intensidade de infestação da broca-dos-frutos em cupuaçu. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.3, p.463-468, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162002000300009>.
- WADDILL, V.H. Biology and economic importance of a cassava shoot fly, *Neosilba perezii* (Romero & Ruppell). *In*: CASSAVA PROTECTION WORKSHOP, 1., 1977, Cali. **Proceedings [...]**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 209-214.

Economic analysis of common snook, *Centropomus undecimalis*, cultured in floating cages in southern Brazil

Fabiano Müller Silva¹, Vinicius Ronzani Cerqueira² and Giovanni Lemos de Mello³

Abstract - The economic viability of common snook culture was evaluated from a simulated marine farm with 20 cages of 225m³, with a production cycle of two years, fish with a final weight of 500g and annual production of 45 tons. To scale the production costs, the effective operating cost (EOC), total operating cost (TOC), total production cost (TPC) were considered. The indices for evaluating profitability were the Internal Rate of Return (IRR), the Return on Capital (RC) and the Net Present Value (NPV). The TPC was USD \$305,820 year⁻¹, with USD \$6.79 kg⁻¹. Sensitivity analysis by the variation of the feed conversion rate (FCR) reinforces the importance of good production practices, such as adequate food management, use of balanced diets. The factors: juvenile price, feed cost and sales price, more dependent on the market, require a greater ability of the producer to apply commercial and marketing strategies to contain the production cost and avoid the reduction of the sales price. The high cost of installing culture structures and management equipment suggests projects with a minimum rate of attractiveness of 23%, minimum volume of 6,500m³, productivity of 20kg m⁻³, annual production of 65 tons, FCR below 1.6 and marketing price above USD\$8.39 kg⁻¹.

Index terms: Marine fish farming; internal rate of return; production cost; economic indices.

Análise econômica do robalo-comum, *Centropomus undecimalis*, cultivado em gaiolas flutuantes no Sul do Brasil

Resumo - A viabilidade econômica do cultivo do robalo-flecha foi avaliada a partir de uma fazenda marinha simulada com 20 tanques-rede de 225m³, com ciclo de produção de dois anos, peixes com peso final de 500g e produção anual de 45 toneladas. Os custos de produção considerados foram o custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT), custo total de produção (CTP). Os índices para a avaliação da rentabilidade foram a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Retorno do Capital (RC) e o Valor Presente Líquido (VPL). O CTP foi de USD\$305,820 ano⁻¹, com USD\$6.79 kg⁻¹. A análise de sensibilidade pela variação da taxa de conversão alimentar (TCA) reforça a importância das boas práticas de produção, como o manejo alimentar adequado, uso de dietas balanceadas. Os fatores: preço dos juvenis, custo da ração e preço de venda, mais dependentes do mercado, necessitam de uma maior habilidade do produtor em aplicar estratégias comerciais e mercadológicas para conter o custo de produção e evitar a redução do preço de venda. O alto custo de instalação das estruturas de cultivo e equipamentos de manejo sugere projetos com taxa mínima de atratividade de 23%, volume mínimo de 6.500m³, produtividade de 20kg m⁻³, produção anual de 65 toneladas, TCA abaixo de 1,6 e preço de comercialização acima de USD\$8,39 kg⁻¹.

Termos para indexação: piscicultura marinha; taxa interna de retorno; custo de produção; índices econômicos.

Introduction

Cage aquaculture has grown rapidly during the past decades with the movement toward clustering existing cages as well as toward the development and use of more intensive cage-farming systems. In particular, the need for suitable sites has resulted in cage aquaculture accessing and expanding into new untapped open-water culture areas such as lakes, reservoirs, rivers, and coast-

al brackish and marine waters (FAO, 2007). Marine fish farming is one of the segments of aquaculture that arouses great interest and already accounts for 12.6% of fish farming in the world, totaling 6.3 million tons (FAO, 2016).

Marine fish farming is present in several countries, from snapper and European sea bass in the Mediterranean, groupers in Southeast Asia, Asian sea bass in Australia, red hake in the United States, and cobia in Central America, which are mostly carried out in marine

cages (TUCKER, 2012; ALVAREZ-LAJONCHÈRE et al., 2013).

In Brazil, marine fish farming is still in its incipient. Although the Dutch have experimented in the 17th century the cultivation of common snook (*Centropomus undecimalis*, *C. parallelus*), mullets (*Mugil cephalus*), and carapebas (*Eugerres brasiliensis*) in estuarine nurseries in the Recife region (PE) (CAVALLI, 2012), the only marine fish that are currently commercially cultivated on a small scale is the cobia (*Rachycentron*

Received on 24/06/2022. Accepted for publication on 31/10/22.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1472>

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestrado em Aquicultura, Epagri/Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. E-mail: fabiano@epagri.sc.gov.br

² Oceanólogo, Dr., Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Aquicultura, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. E-mail: vinicius.cerqueira@ufsc.br

³ Engenheiro de Aquicultura, Dr., Universidade do Estado de Santa Catarina, Laboratório de Aquicultura, Laguna, Santa Catarina, Brasil. E-mail: giovanni.mello@udesc.br

canadum). In this sense, several species are being prospected, among which is the common snook (*C. undecimalis*). Starting in 2009, young forms of common snook were produced through hormonal inductions from breeders kept in the laboratory (CARVALHO-FILHO, 2009), starting a series of experiments for the development of a technological package for the culture of the species.

In view of the potential that exists in Brazil for breeding the common snook, Sanches et al. (2014) proved the economic viability of cultivation on shrimp farms in the Northeast region of Brazil. In the case of cages, performance was evaluated by Oviedo-Pérez et al. (2013) in Mexico, obtaining an average final weight of 830g in two years of cultivation (from 3.3g juveniles), with an average temperature of 26.4°C. Market studies carried out by Barni et al. (2013) considered the slaughter weight of 500g for the species economically viable for the market.

The sustainability of aquaculture production systems is based on three interrelated aspects: production technology, social and economic environmental, and climatic impacts and influences (AGNESE et al., 2008; ELER et al., 2008; KIMPARA et al., 2010; ROCHA et al., 2013; GRILLONE et al., 2014). The structuring of a technological package depends on studies to understand the life cycle of the species that will technically make the reproduction, nutrition, and productive indicators of the culture of the species possible, but in addition also studies the biological area. The works must research the aspects of the bioeconomy culture of the species (MIAO & TANG, 2002; MELLO et al., 2009; SANCHES et al., 2013).

The objective of this article is to evaluate the economic and financial performance of the production of bass in cages, in the climatic conditions of the central-north coast of the state of Santa Catarina. Production and productivity indicators obtained in a study carried out between December/2013 and April/2015 were used to elaborate production costs. Two methods of analysis were used: the financial feasibility analysis that uses the net present value (NPV), the discounted payback (DPBT) and the internal rate of return (IRR) and

the economic analysis based on the production cost estimate of sea bass in the year 2016.

Material and methods

The economic and financial analysis was conducted on a simulate mariculture farm on the southern coast of Brazil that produced common snook (*C. undecimalis*). The inshore fish farm with 20 surface-based cages of 225m³, each with a flotation structural part constituted by annular tubes of high density polyethylene (HDPE), composed of 160mm tubes, 7mm wall thickness, and a 7.6m diameter. The cages were installed in 8.0m of which a set of nets with different mesh openings were coupled, varying according to different stages of culture (Table 1).

The culture cycle was 730 days. Fingerlings weighing 10g were fattened for 730 days, until reaching a slaughter weight of 500g. The estimated annual average production of common snook was 45t, deriving from a fish biomass of 20kg m⁻³, at an average water temperature of 23.3°C. Cultivation was based on technical indicators of production and

productivity: survival, starting density, flat feed conversion, specific growth rate, as well as the management strategies and diet used in the characterization of culture that followed data obtained in studies by Oviedo-Pérez et al. (2013) & Silva et al. (2021) (Table 2).

Zootechnical Assumptions

The system evaluated consisted of three growth phases with different stocking densities and quantities of cages used for each stage in 4 production cycles (Table 3).

The fish feed consisted of a commercial ration with high protein content (45% to 55% Crude Protein) and energy (100% to 120% Crude fat) that was supplied twice a day (8:00h and 17:00h) by means of automatic feeders in an amount corresponding to 1% to 3% of the stored biomass, varying according to the water temperature.

Economic analysis

The financial viability of the investment was analyzed by three main methods: the IRR (Internal

Table 1. Nets specifications used in cages (7.5 m Ø) for the growth of common snook
Tabela 1. Redes utilizadas nos tanques-rede (7,5 m de Ø) de cultivo do robalo-flecha

Fish Weight Range	Net Specifications
10–100 g	6 mm mesh, useful height of 3.50 m
100–250 g	12 mm mesh, useful height of 5.0 m
250–500 g	20 mm mesh, useful height of 5.0 m

Table 2. Phases of growth, density, and main zootechnical parameters for juvenile common snook, *Centropomus undecimalis*, in cages. Studies by Oviedo-Pérez et al. (2013) and Silva et al. (2016)

Tabela 2. Fases de crescimento, densidade e principais parâmetros zootécnicos para juvenis de robalo-comum, *Centropomus undecimalis*, em tanques-rede. Estudos de Oviedo-Pérez et al. (2013) e Silva et al. (2016)

Growth phase	Starting weight (g)	Final weight (g)	Survival (%)	Starting density (fish m ⁻³)	CP ¹ Feed	FCR ²	SGR ³ (% weight day ⁻¹)
Fingerling	10.0	100.0	85	195	55%	1.5	0.99
Pre-ongrowth	100.0	250.0	95	70	45%	1.9	0.37
Final-ongrowth	250.0	500.0	95	40	45%	2.3	0.37
Average						2.0	0.54

¹Crude Protein, ²Feed Conversion Rate, ³Specific Growth Rate

Table 3. Production schedule of common snook in cages, in the first four cycles
Tabela 3. Cronograma de produção de robalo-flecha em tanques-rede, nos quatro primeiros ciclos

Growth Phase	1st. Cycle	2nd. Cycle	3rd. Cycle	4º Cycle
Stock (10 g)	November/00 ¹	November /01	November /02	November /03
Transfer I (100 g)	July/01	July /02	July /03	July /04
Transfer II (250 g)	March/02	March /03	March /04	March /05
Harvest (500 g)	October /02	October /03	October /04	October /05

¹ years of project progress

Rate of Return) which equals the anticipated cash flow to the value of the investment, the Payback (Return Time) which calculates the time it will take for the investment if pay, and the NPV (Net Present Value) that compares the investment with the expected return, calculating the real investment gain. These indicators serve as minimum decision criteria to assess the feasibility of projects.

Before analyzing the investment evaluation methods, the cash flow calculation was performed for a period of 10 years, where the initial investment and working capital necessary to maintain the first production cycle were included in the first year. The NPV is the sum of the Present Value (PV) of all projected cash flows.

FV = Future Value
 i = fees (minimum attractiveness rate MAR)
 n = years

The value of the IRR varies with the conditions of remuneration of capital in the financial market, in this study we used a Minimum Attractiveness Rate (MAR) of 23% (ASSAF NETO, 1992; MAR-QUEZAN, 2012) and considered the full investment in the year zero.

Production Cost

Production costs were estimated according to the methodology proposed by Matsunaga et al. (1976) and corroborated in recent publications (SANCHES et al., 2008; KODAMA et al., 2011). This methodology evaluates production costs where:

EOC – Effective Operating Cost: all expenses incurred during a crop year

and that are spent in the period, plus the Opportunity Cost of the capital necessary to cover these expenses. This “simple” calculation is widely used by fish farmers who do not have adequate financial management of their ventures.

TOC – Total Operating Cost: (EOC + Depreciation) sum of the EOC with the calculation of the depreciation of machines, implements, equipment, and structures, over the years.

TC – Total Cost: (TOC + Opportunity Cost) sums the TOC and the Opportunity Cost on the fixed capital invested, including land remuneration.

Regarding the depreciation of works and equipment, it was considered a useful life of 20 years for the shed and 10 years for the cages, metal piles, ferry, and aluminum boat. The other equipment and material has a useful life of 5 years. The value of the interest on the invested capital was established at 12% p.a.

After quantifying the investment and operating costs, in order to provide a more exhaustive economic assessment of aquaculture common snook production systems, we apply a sensitivity analysis, varying the sale price of the fish. The two main cost items in the production process were: feed cost and fingerling cost. An indicator of zootechnical performance was the feed conversion rate and a structural dimensioning item (cage volume). Sensitivity analyses is a useful exercise to evaluate the influence of assumptions in the profitability calculations. Profitability analysis is useful to evaluate effects of one or several simultaneously changing cost factors. Each parameter was varied above and below its baseline value, determining for each aquaculture production a new financial index system and comparing

the effect on the IRR.

Results and discussion

The amount required for the implementation of the common snook marine farm analyzed was US\$317,422.28 (Table 4), with the costs of acquiring the cages, handling raft, shed and automatic feeders accounting for 68.2%, 6.8%, 6.4%, and 4.8% of the total investment, respectively. Among the few economic feasibility studies with marine fish farming in Brazil, Sanches et al. (2014) evaluated the culture of common snook in a shrimp farm (20.0ha) in northeast Brazil, where the implementation costs were considered only as structural adjustments on the farm, in the total amount of USD\$109.92 thousand, much lower than the USD\$305.8 thousand obtained in this study. Another study with offshore cages, Sanches et al. (2008) evaluated the economic feasibility of creating cobia, with an investment of USD\$181.79 thousand (updated by the National Consumer Price Index - INPC) for the installation of 24 cages (98m³ each) and 2,352m³, with a cost of USD \$7,557.25 per cage or USD\$77.10 m⁻³. In the present work, although the individual value of the cages reached a higher value (USD\$14.5 thousand), the cost of implantation of the cubic meter was lower (USD\$64.54 m⁻³).

Equipment depreciation totaled USD\$40,061.34 per year and the amount of interest on invested capital was USD\$38,252.50 per year. Cost, depreciation, and interest on invested capital items totaled USD\$78,202.91, and together, they were more representative compared to the annual expenditure on the purchase of juveniles and payment of labor. The production cost of the crop was USD\$305,820.06 with feed being the component with the highest production cost (USD\$97.10 thousand) around 32.0%, followed by juveniles of common snook (31.3%), depreciation (13.2%), interest on invested capital (12.6%), and labor (8.2%), which together represent 97.3% of the total cost of production (Table 5).

This strong impact of structures on production cost, raises a need to re-

Table 4. Investments necessary for growth of common snook in cages (2016) in USD^{1,2}. Exchange USD 1.00 = R\$ 3.93**Tabela 4.** Investimentos necessários para engorda do robalo-flecha em tanques-rede (2016) em USD^{1,2}. Câmbio USD 1.00 = R\$ 3.93

	Unity	Amount	Total price ¹	Lifespan (years)	Depreciation (a) ³	Annual investment interest (b) ⁴	Total (a)+(b)
1. Works and installations							
1.1. Shed (100 m ²)	Unity	1	20,356.23	20	1,017.81	2,442.75	3,460.56
1.2. Cage (7.6 m Ø)	Unity	20	149,236.64	10	14,923.66	17,908.39	32,832.06
1.3. Installation of stakes, cables, buoys	Several	114	8,702.29	10	870.23	1,044.27	1,914.50
2. Equipment							
2.1. Nets (cultivation and anti-bird)	Unity	20	67,253.30	5	13,450.66	8,070.40	21,521.06
2.2. Multiparameter probe, photocolorimeter	Several	1	7,124.68	5	1,424.94	854.96	2,279.90
2.3. Microcomputer and printer	Unity	1	5,343.51	5	1,068.70	641.22	1,709.92
2.4. Telephones and radio communicator	Unity	1	763.36	5	152.67	91.60	244.27
2.5. Freezer and refrigerator	Several	1	1,145.04	5	229.01	137.40	366.41
2.6. Digital scales 1 kg and 50 kg	Unity	1	1,272.26	5	254.45	152.67	407.12
2.7. Automatic feeders	Unity	20	15,267.18	5	3,053.44	1,832.06	4,885.50
2.8. High pressure water washer	Unity	2	1,017.81	5	203.56	122.14	325.70
2.9. Miscellaneous puddles	Several	1	254.45	5	50.89	30.53	132.32
2.10. Plastic boxes, trays and glassware	Several	1	2,137.40	5	427.48	256.49	683.97
2.11. PPE's: Vests, gloves, covers	Unity	10	508.91	5	101.78	61.07	162.85
2.12. Ferry handling 10 m, engine 150 HP	Unity	1	21,628.50	10	2,162.85	2,595.42	4,758.27
2.13. Aluminum boat, 6 m, 25 HP engine	Unity	1	6,692.11	10	669.21	803.05	1,472.26
3. Documentation and preparation							
3.1. Licensing fees	Unity	1	2,544.53			305.34	305.34
3.2. Preparation of Technical Project ⁵	%	3	6,174.07			740.89	740.89
Total (US\$)			317,422.27		40,061.35	38,090.67	78,202.90

¹ Values expressed in US\$² Average values based on a 3.5 hectare farm and 20 cages³ Calculation using the linear method⁴ 12% p.a. on invested capital⁵ Calculation of payment for project preparation and documentation [3.2. = (1. + 2. + 3.1.) X 2%]

search lower cost floating structures, but with equal functionality and strength. Structures of 7.6 m in diameter, built in galvanized steel, 100 L floats and wooden walkway, cost USD\$2,544.53 unit⁻¹, which would reduce investments to USD\$50,890.58, 34.10% of the value of HDPE. This represents a reduction of USD\$0.49 kg⁻¹ in the total cost of production, from USD\$6.78 to USD\$6.30 kg⁻¹. The reduction in investment also made it possible to reach an IRR of 23% with a sales price of USD\$7.00 kg⁻¹.

The production costs of a kilogram of common snook in the project were as follows: the EOC was USD\$4.62 kg⁻¹, TOC was equivalent to USD\$5.92 kg⁻¹, and TPC was equal to USD\$6.79 kg⁻¹. The difference between the calculation of EOC and TPC was USD\$2.17 kg⁻¹.

The TPC is high compared to the cost of USD\$3.67 kg⁻¹ obtained by Sanches et al. (2014) for the same species in excavated shrimp ponds, with an estimate of 1kg year⁻¹, well above the 0.5kg every two years proposed for the cage system in southern Brazil. The difference in growth generated a production cost that was 83.7% less for common snook semi-intensive culture in ponds, which may be associated with factors related to the production system, such as lower density and access to natural food (forage fish, crustaceans, insects, and benthos), which does not happen in the cage system where fish depend exclusively on balanced rations. The supplementation of fish nutrition by natural food may have been a determining difference in growth as we do not yet have a specific

ration for the nutritional requirements of common snook. Added to this, the fact that the common snook is a tropical species and does not grow well at medium or low temperatures. Mello et al. (2016), cultivating juveniles of the species at different temperatures and salinities, found a 65% higher growth at a temperature of 28°C when compared to a temperature of 25°C.

The study considered the average temperature of 23.3°C, recorded for the period, in Florianópolis. In Mexico, the growth of common snook in cages started from 3.3g, reaching 830.0g in 2 years, at an average temperature of 26.4°C (OVIEDO-PÉREZ et al., 2013), much lower than those presented by Sanches et al. (2014). Water temperature is considered one of the most im-

portant environmental variables, as it directly affects metabolism (JIAN et al., 2003). Most animals have wide ranged temperature tolerance, however, the range of environmental comfort, which provides the ideal conditions for the performance of the functions of growth and reproduction is specific (SCHMIDT-NIELSEN, 1996). For the common snook, stenothermia seems to strongly influence the economic viability of the enterprises (MARSHALL, 1958; HOWELLS et al., 1990).

Another important cost is spending on juveniles (31.3%), ranging from R\$1.00 to R\$2.00 unit⁻¹ (MELLO et al., 2009; SANCHES et al. 2014), depending on the commercial weight of juveniles. For southern Brazil, the reproduction of the common snook takes place in the summer (January to March). Thus, the laboratories will need to stock the juveniles for a few subsequent months in winter and spring (April to October), increasing the commercial price.

As there are no commercial culture of common snook in Brazil, we use as a reference the average price of USD\$7.88 kg⁻¹ practiced at Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) for snook from fishing. In addition to this value, the maximum value of USD\$8.91 kg⁻¹ was also used to calculate the profitability indicators (IRR and NPV) (Table 6).

For the value of USD\$7.88 kg⁻¹, the NPV only becomes positive when the MAR is equal to or less than 12% p.a. When raised, the sale price started at USD\$8.90 kg⁻¹, which was based on an annual interest rate of 12% p.a. It is possible to reach a positive NPV of USD\$249,5 thousand and see an increase in the IRR to 24.35%.

The IRR calculated at 14.59% was very close to the main financial investments of the study period², such as savings (8.3% p.a.), the Bank Deposit Certificate (BDC) (12.91% p.a.), the Certificates of Interbank Deposit (CID) (13.73% p.a.), and the Special System for Settlement and Custody (SELIC) (13.74% p.a.).

Despite these positive results, five sensitivity analyzes were conducted to find indications of improvements in production and marketing processes, which allowed for an increase in economic re-

Table 6. Indicators of profitability (IRR and NPV) and time of return on investment (pay-back) for a marine common snook fish farming in cages. (USD \$). Exchange USD 1.00 = R\$ 3.93

Tabela 6. Indicadores de rentabilidade (TIR e VPL) e tempo de retorno do investimento (pay-back) para piscicultura marinha de robalo-flecha, em tanques-rede. (USD \$). Câmbio USD 1.00 = R\$ 3.93

	Annual cash flow	Marketing price (kg)	
	Year	US\$ 7.88	US\$ 8.91
Investment in year zero	0	-317,422.28	-317,422.28
	1	-167,133.61	-167,133.61
	2	90,728.99	136,530.51
	3	90,728.99	136,530.51
	4	90,728.99	136,530.51
	5	90,728.99	136,530.51
	6	90,728.99	136,530.51
	7	90,728.99	136,530.51
	8	90,728.99	136,530.51
	9	90,728.99	136,530.51
	10	90,728.99	136,530.51
	11	185,805.32	231,606.85
Internal rate of return (IRR)		14.59	24.35
Net present value (NPV)	Rate 12% p.a.	18,396.84	249,458.31
	Rate 24% p.a.	-173,890.00	-37,894.32
	Rate 36% p.a.	-260,333.43	-171,106.21
Pay-back		10 years	7 years

sults.

The Sensitivity analysis for variations in feed conversion ratio (FCR) showed significant fluctuations in IRR values, which tend to increase as FCR decreases (Figure 1). Among the sensitivity analyzes evaluated, only the variation of FCR can be manipulated by the producer through good production practices, confirming the importance of adequate food management, use of balanced diets for the species at each stage of cultivation. It should also be noted that the FCR for common snook is dependent on weather conditions (higher temperatures) influencing the variation of the project's IRR.

The other factors analyzed: cost of feeding, price of juveniles and sale price, directly affect the economic viability of the enterprise, but are market dependent and cannot be manipulated by the producer, making it

difficult to reach a proposed IRR of 23%. These factors will make it difficult to reach a proposed IRR of 23%, increasing the producer's responsibility to apply commercial and marketing strategies to contain production costs and avoid reducing the sale price, properly negotiating their production on the market (SGROI et al., 2014; TUDISCA et al., 2014a, b).

The investment becomes more attractive with feed prices below US\$ 0.89 kg⁻¹ (Figure 2), mainly because feed is one of the main production costs of aquaculture. The cost of food in this study corresponded to 32% of the total cost, different from Barbosa et al. (2011), where they exceeded 50% of the total costs.

The price of fingerlings may vary with laboratory productivity and market availability (Figure 3). France, Spain and Greece, with commercial production of

sea bass and sea bream, sell the juvenile of 10g at 0.6 to 1.00 €, which leads us to believe that with the establishment of commercial common snook culture, prices of juveniles may also be more accessible.

The sale of common snook estimated at USD\$8.65 kg⁻¹ is far from the current reality of the market, whose average price is USD\$7.89 kg⁻¹. The simulations presented in Figure 4 show that prices below USD\$7.88 kg⁻¹ reduce the IRR, making the investment less attractive. On the other hand, the increase of USD\$1.03 in the kilo of fish, USD\$8.91 kg⁻¹, in addition to increasing the IRR to 24.35%, anticipates the return of the project from 10 to 7 years (Table 6).

Sensitivity analysis for variations in cage volume showed significant fluctuations in IRR values. By maintaining the stocking density of 20fish m⁻³, it is possible to observe a reduction in TPC (USD\$ kg⁻¹) as the volume of net cages increases, reflecting positively on the IRR. In the present study, depths of less than 4m with a volume of 175m³ generated a negative IRR. Thus, the IRR values ranged from -0.10 (TPC of USD\$6.67 kg⁻¹ and cage volume of 150m³) to 25.70 (TPC of USD\$5.28 kg⁻¹ and cage volume of 375m³), as shown in Table 7. An example of this is the cultivation of marine fish around the world, such as salmon, sea bass and sea bream, practiced in ponds of 25m to 50m in diameter and depths of 12m, reaching volumes from 5,800m³ to 23,550m³.

Conclusion

Under the conditions and assumptions attributed to the common snook culture in the present study, the marine farm demonstrates economic and financial viability. Based on the results obtained, we can conclude that the best scenarios depend directly on good production practices, the producer's ability to apply commercial and marketing strategies to contain production costs and avoid reducing the sale price.

Considering temperature as the main condition for the good zootechnical performance of the species, it is recommended to install common snook cultures in regions with average temperatures above 23.3°C.

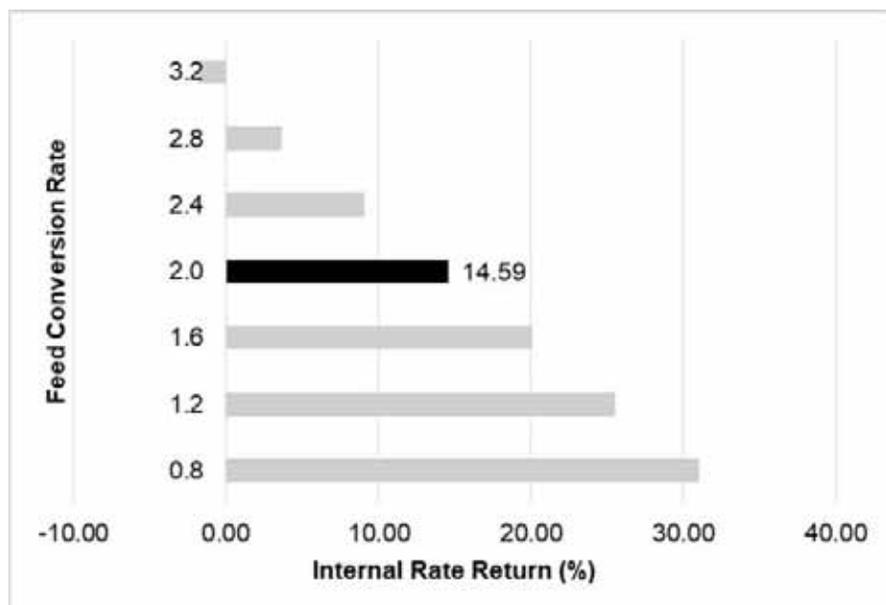


Figure 1. Sensitivity analysis based on the effect of Apparent Feed Conversion, on the Internal Rate of Return (IRR)

Figura 1. Análise de sensibilidade baseada no efeito da taxa aparente de conversão alimentar sobre a Taxa Interna de Retorno (TIR)

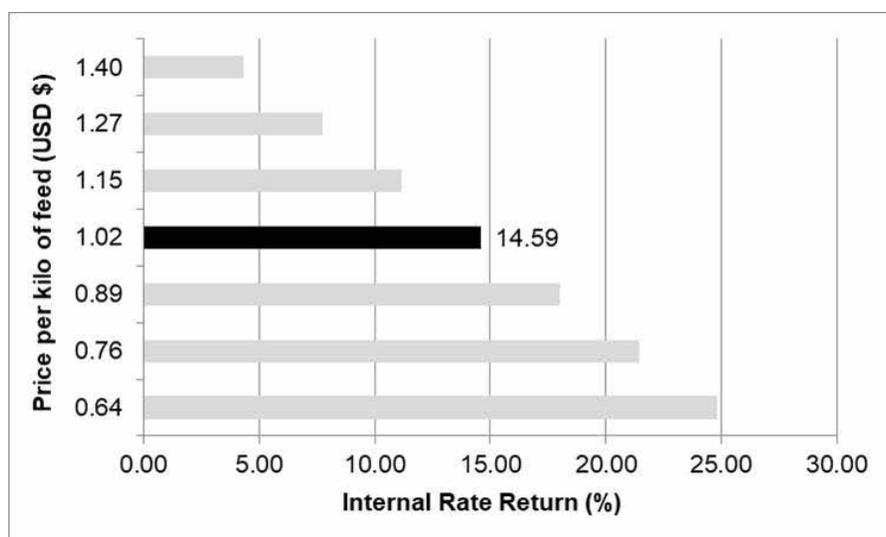


Figure 2. Sensitivity analysis based on the effect of the variation in the feed value on the Internal Rate of Return (IRR)

Figura 2. Análise de sensibilidade baseada no efeito da variação do valor da alimentação sobre a Taxa Interna de Retorno (TIR)

Acknowledgments

Research carried out with the support of the Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC nº 7048/2010-3 and the National Council for Scientific and Technological Development – CNPq nº 406844/2012-7

References

- AGNESE, C.; D'ASARO, F.; GRILLONE, G.; DRAGO, A. Comparison of temperature data collected in urban and agricultural areas surrounding. *Italian Journal of Agrometeorology*, v.13, p.48–49, 2008.
- ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.S.; IBARRA-CASTRO, L. Aquaculture species selection method applied to marine fish in the Carib-

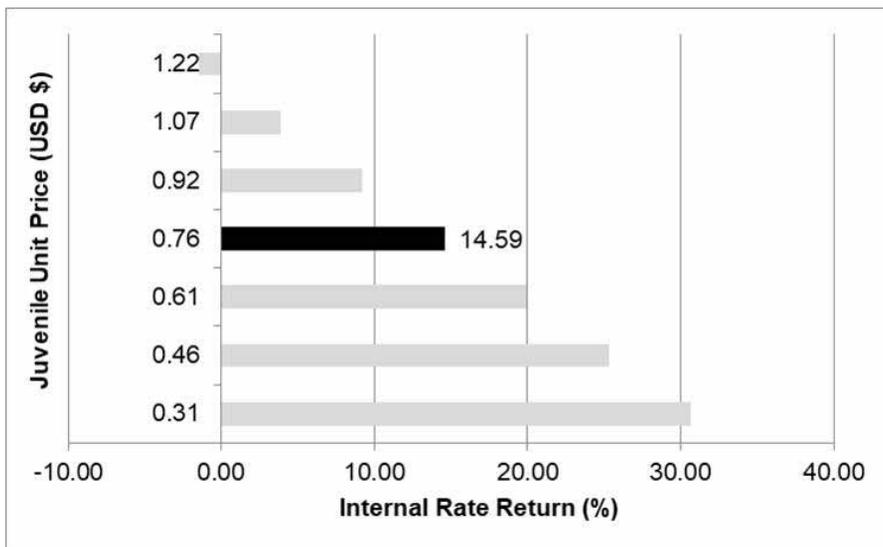


Figure 3. Sensitivity analysis based on the variation of the juvenile unit price on the Internal Rate of Return (IRR)

Figura 3. Análise de sensibilidade baseada na variação do preço unitário do juvenil na Taxa Interna de Retorno (TIR)

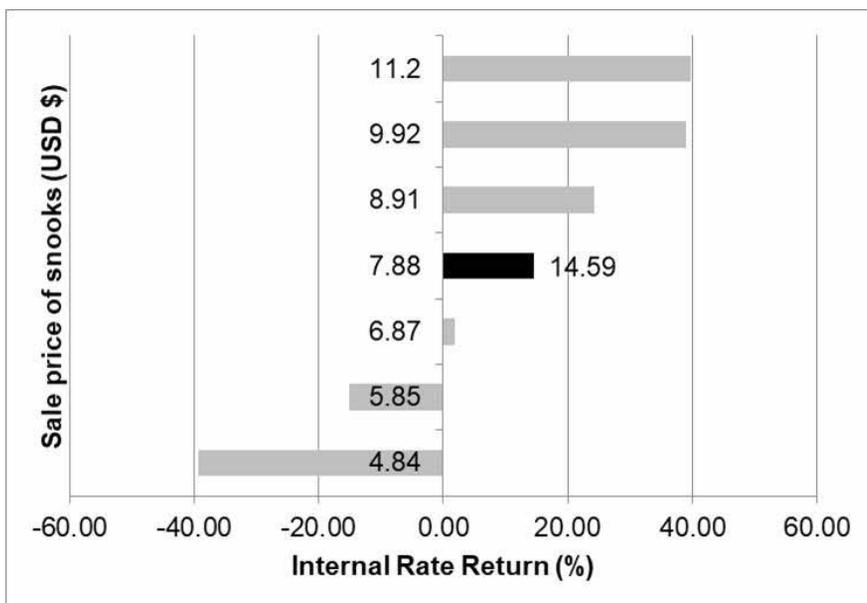


Figure 4. Sensitivity analysis based on the effect of the selling price of 500 g of common snook on the Internal Rate of Return (IRR)

Figura 4. Análise de sensibilidade baseada no efeito do preço de venda de 500 g de robalo-flecha sobre a Taxa Interna de Retorno (TIR)

bean. *Aquaculture*, v.408, p.20-29, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.05.020>.

ASSAF NETO, A. Os Métodos Quantitativos de Análise de Investimentos. *Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras*, Caderno de Estudos [online], n.6, p.01-16, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-92511992000300001>

BARBOSA, M.C.; NEVES, F.F.; CERQUEIRA, V.R. Taxa alimentar no desempenho de ju-

venis de robalo-peva em tanque-rede. *Acta Scientiarum. Animal Sciences [online]*, v.33, n.4, p.369-372. 2011. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i4.11413>.

BARNI, E.; AMARAL, H. DO; MELLO, G.L. DE; SILVA, M.C.; CERQUEIRA, V.R. E GARCIA, S. **Prospecção de mercado para o robalo de cultivo em municípios litorâneos de Santa Catarina**. Florianópolis, SC, 2013. 55p. (Epagri. Documentos, 243).

CARVALHO-FILHO, J. Especialista produz

com sucesso alevinos de robalo flecha. *Panorama da Aquicultura*, v.19, n.114, p.58-59. 2009.

CAVALLI, R.O. Com excelentes condições ambientais, piscicultura marinha carece de investimentos. *Visão Agrícola (Usp/Esalq)*, n.11, p.18-23. 2012.

ELER, M.N.; MILLANI, T.J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados à aquicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia [online]*, v.36, p.33-44. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000004>.

FAO. **Cage aquaculture – Regional reviews and global overview**. Rome, 2007. 241 p. (FAO. Fisheries Technical Paper, 498)

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Rome, 2016. 223p.

GRILLONE, G.; BAIAMONTE, G.; D'ASARO, F. Empirical determination of the average annual runoff coefficient in the Mediterranean area. *American Journal of Applied Sciences*, v.11, n.1, p.89–95. 2014. DOI: <https://doi.org/10.3844/ajassp.2014.89.95>.

HOWELLS, R.G.; SONSKI, A.J.; SHAFLAND, P.L.; HILTON B.D. Lower temperature tolerance of snook, *Centropomus undecimalis*. *Northeast Gulf Science*, v.11, p.55-158. 1990. DOI: <https://doi.org/10.18785/negs.1102.08>.

JIAN C-Y; CHENG, S.Y.; CHEN, J.C. Temperature and salinity tolerances of yellowfin sea bream, *Acanthopagrus latus*, at different salinity and temperatures levels. *Aquaculture Research*, v.34, n.2, p.175-185. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00800.x>.

KIMPARA, J.M.; ZAJDBAND, A.D.; VALENTI, W.C. Medindo a sustentabilidade na aquicultura. *Sociedade Brasileira de Limnologia*, V.38, n.2, p.73-79. 2010.

KODAMA, G.; ANNUNCIACÃO, W.F.; SANCHES, E.G.; GOMES, C.H.A.M.; TSUZUKI, M.Y. Economic feasibility of clown fish, *Amphiprion ocellaris*, in recirculation system. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.37, n.1, p.61-72. 2011.

MARQUEZAN, L.H.F.; BRONDANI, G. Análise de Investimentos. *Revista Eletrônica de Contabilidade*. v.3, n.1, p.35. 2012. DOI: <https://doi.org/10.5902/198109466137>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/contabilidade/article/view/21>. Acesso em: 4 out. 2022.

MARSHALL, A.R. A survey of the snook fishery of Florida, with studies of the biology of

Table 7. Sensitivity analysis based on the variation of the volume of cages, for the growth of common snook, on the Total Production Cost (TPC) and Internal Rate of Return (IRR) (in USD \$). Exchange USD 1.00 = R\$ 3.93.

Tabela 7. Análise de sensibilidade baseada na variação do volume dos tanques-rede, para o cultivo de robalo-flecha, sobre o Custo Total de Produção (CTP) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) (em USD \$). Câmbio USD 1.00 = R\$ 3.93

Net Useful Height (m)	Volume cage (m ³)	Revenue (US\$)	TPC (USD \$/ cycle) ^a	Production (kg/cycle) ^b	TPC USD\$/kg (a/b)	IRR
3.5	150	236,641.22	199,980.87	30,000	6.67	- 0.10
4	175	276,081.42	221,398.20	35,000	6.33	6.19
4.5	200	315,521.63	242,815.52	40,000	6.07	10.92
5*	225	354,961.83	264,232.85	45,000	5.87	14.59
5.5	250	394,402.04	285,650.17	50,000	5.71	17.53
6	275	433,842.24	307,067.50	55,000	5.58	19.93
6.5	300	473,282.44	328,484.83	60,000	5.47	21.93
7	325	512,722.65	353,705.21	65,000	5.44	22.88
7.5	350	552,162.85	375,122.53	70,000	5.33	24.39
8	375	591,603.05	396,539.86	75,000	5.29	25.70

* Cage volume used in the simulation of the evaluated culture structure.

the principal species, *Centropomus undecimalis* (Bloch). **Florida State Board Conservation Technical Series**, v.22, p.39, 1958.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. D.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; & PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo Instituto de Economia Agrícola. **Agricultura em São Paulo**, v.23, n.1, p.123-139, 1976.

MELLO, G.L.; FARIAS, A.P.; FRANCISCO, C.A.; SERAFIM, F.T.; VARELA, D.G.; AGUIAR, A.; PETERSEN, R.L. Policultivo de tilápias e camarões marinhos: consolidando um pacote tecnológico modelo para o Brasil - Parte 2. **Revista Aquicultura & Pesca**, v.1, p.48-55, 2009.

MELLO, G.L. DE; JERÔNIMO, G.T.; TANCREDO, K.R.; BROL, J.; ALMEIDA, E.J. DE; MARTINS, M.L.; TSUZUKI, M.Y. 2016. Development and

health status of *Centropomus undecimalis* parasitized by *Rhabdosynochus rhabdosynochus* (Monogenea) under different salinity and temperature conditions. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v.24, n.3, p.350-356, 2016. ISSN 0103-846X (Print), ISSN 1984-2961 (Electronic). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-29612015062>.

MIAO, S.; TANG, H.C. Bioeconomic analysis of improving management productivity regarding grouper *Epinephelus malabaricus* farming in Taiwan. **Aquaculture**, v.211, p.151-169, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00190-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00190-4).

OVIDO-PÉREZ, A.; SANCHEZ-ZAMORA, A.; OVIDO-ACEVES, A.; PINEDA-SANDOVAL, C. *Centropomus undecimalis* obtained in Lab: Growth of juvenile in floating cages in Veracruz, México. In: Strike A Chord for Sustainable Aquaculture. 2013, Nashville. **Anais**

Book of Abstracts, World Aquaculture Society. 2013.

ROCHA, C. M. C. D., RESENDE, E. K. D., ROU-TLEDGE, E. A. B.; LUNDSTEDT, L. M. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.48, n.8, p.4-6, 2013. ISSN 1678-3921. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800iii>.

SANCHES, E. G.; SECKENDORFF, R.W.V.; HENRIQUES, M.B.; FAGUNDES, L.; SEBASTIANI, E.F. Viabilidade econômica do cultivo do bijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistema offshore. **Informações Econômicas**, v.38, p.42-51, 2008.

SANCHES, E.G.; MELLO, G.L.; AMARAL JÚNIOR, H. First occurrence of skeletal anomalies in common snook juveniles. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.39, n.1, p.77-83, 2013.

SANCHES, E.G.; SILVA, F.C.; RAMOS, A.P.F.A. Viabilidade econômica do cultivo do robalo-flecha em empreendimentos de carcinicultura no Nordeste do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.40, p.577-588, 2014.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal: Adaptação e Meio Ambiente**. 5.ed. São Paulo, SP: Santos Livraria e Editora, 1996. 600 p.

SGROI, F.; DI TRAPANI, A.M.; TESTA, R.; TUDISCA, S. Strategy to increase the farm competitiveness. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v.9, n.3, p.394-400, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2014.394.40>.

SILVA, F.M.; SILVA, B.C.; CERQUEIRA, V.R. Different densities of common snook reared in marine cages in Southern Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.47, 2021. DOI: <https://doi.org/10.20950/1678-2305/bip.2021.47.e643>.

TUCKER, J.W. **Marine Fish Culture**. Ed. Springer Science & Business Media Publishing Company, 2012. 750p.

TUDISCA, S.; DI TRAPANI A.M.; DONIA E.; SGROI F.; TESTA R. Entrepreneurial strategies of Etna wine farms. **International Journal Entrepreneurship Small Bus**, v.21, p.155-164, 2014a. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJESB.2014.059470>.

TUDISCA, S.; DI TRAPANI A.M.; SGROI F.; TESTA R. Economic evaluation of PDO introduction in Sicilian orange farms. **Quality-Access Success**, v.14, n.139, p.99-103, 2014b.

Panorama da produção de alevinos de tilápia-do-nilo em Santa Catarina

Bruno Corrêa da Silva¹, Raphael de Leão Serafini² e Haluko Massago³

Resumo – O expressivo crescimento da tilapicultura tem sido observado nos últimos anos, e isto só é possível com aumento da produção de alevinos, que é a base da cadeia produtiva. As metodologias de manejo reprodutivo e produção de alevinos de tilápia são variadas, com diferentes níveis de adoção de tecnologias e, conseqüentemente, diferentes eficiências produtivas. Esse estudo objetivou mostrar um panorama da produção de alevinos de tilápia-do-nilo em Santa Catarina, por meio de questionário realizado com produtores de formas jovens. Pretendeu-se detectar gargalos e possibilidades de melhorias na produção catarinense de alevinos desta espécie. A produção de alevinos de tilápia em Santa Catarina cresceu 62,7% entre as safras de 2018/19 a 2020/21, concentrando-se nas regiões do Médio e Alto Vale do Itajaí. Observou-se contudo ampla dispersão em eficiência produtiva (alevinos produzidos por área e por fêmea) entre os piscicultores. Os pontos importantes que podem ser melhorados incluem a utilização de métodos mais eficientes para obtenção de larvas, o uso de tecnologias como aeradores associado ao monitoramento da qualidade de água, o uso de estufas na reprodução e alevinagem, o monitoramento da masculinização, além da reposição periódica de matrizes em centrais de seleção.

Termos de indexação: *Oreochromis niloticus*; Reprodução; Alevinagem; Eficiência de produção.

Overview of Nile tilapia fingerling production in Santa Catarina

Abstract – Tilapia farming is growing in recent years, and this is only possible with an increase in fingerling production, which is the basis of the production chain. The methodologies for reproductive management and production of tilapia fingerlings are varied, with different levels of technology adoption, and consequently, different production efficiencies. This study aimed to show an overview of the production of Nile tilapia fingerlings in Santa Catarina, through a questionnaire carried out with fingerling producers. It was intended to detect bottlenecks or problems and possibilities for improvement in the production of fingerlings of this species in Santa Catarina. The production of tilapia fingerlings in Santa Catarina grew 62.7% between the 2018/19 to 2020/21 seasons, concentrated in the Itajaí valley regions. However, there was a big variation in productive efficiency (fingerlings produced per area and per female) among fish farmers. Important points that can be improved include the use of more efficient methods to obtain larvae, use of technologies such as aerators associated with monitoring water quality, use of greenhouses in reproduction and hatchery, monitoring of sexual inversion rate, in addition to the periodic replacement of breeders in selection centers.

Index terms: *Oreochromis niloticus*; Reproduction; Hatchery; Production efficiency.

Introdução

No Brasil, o cultivo da tilápia-do-nilo representa 63,5% da produção de peixes continentais. Entre 2017 e 2021 esta atividade teve um dos maiores aumentos de produção percentual do país, crescendo 49,5% (PEIXE-BR, 2022). Apesar de ser uma espécie tropical, a região brasileira com maior produção de tilápia é a Sul, com destaque para os estados do Paraná e Santa Catarina (PEIXE-BR, 2022).

Em 2021, Santa Catarina produziu 41.700t de tilápia, representando 77,8%

do total da piscicultura continental no estado (PEIXE-BR, 2022). As principais áreas produtoras de tilápia em Santa Catarina são as regiões do Litoral Norte, Vale do Itajaí e Sul. O crescimento da tilapicultura, principalmente nestas regiões, é notável: entre 2015 e 2020 foi acima dos 28% (CEPA/EPAGRI, 2022).

O Estado é referência nacional quando se fala nos diversos setores da cadeia da piscicultura. Além de sete fábricas de ração, Santa Catarina possui 235 pesque-pagues, 7 fábricas de equipamentos e kits colorimétricos de análise de água, 76 estabelecimentos de processa-

mento de pescado com SIF, 8 fábricas de aeradores e alimentadores automáticos e 36 produtores que comercializam alevinos de peixes (MARCHIORI et al., 2021; SOUZA et al., 2022).

Para manter o crescimento da tilapicultura, é necessário o acompanhamento do crescimento das diferentes partes desta cadeia de produção. Uma das bases dessa cadeia é a produção de alevinos, que tem importante papel nas questões que envolvem a sazonalidade da produção, a genética e os aspectos sanitários da atividade (BARROSO et al., 2015; SILVA et al., 2019).

Recebido em 01/06/2022. Aceito para publicação em 26/08/2022.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1496>

¹ Engenheiro de Aquicultura, Dr., Epagri/Centro de Aquicultura e Pesca (Cedap) - Campo Experimental de Piscicultura de Itajaí (Cepit), Rodovia Antônio Heil, 6800, Bairro Itaipava, 88318-112, Itajaí, SC, fone: (47) 3398-9324, e-mail: brunosilva@epagri.sc.gov.br.

² Biólogo, Dr., Epagri/Cedap/Cepit, e-mail: raphaelserafini@epagri.sc.gov.br.

³ Engenheira de Pesca, Dra., Epagri/Cedap/Cepit, e-mail: halukomassago@epagri.sc.gov.br.

Os métodos de manejo reprodutivo e produção de alevinos de tilápia são variados, com diferentes índices de produtividades, níveis de adoção de tecnologias e, conseqüentemente, diferentes eficiências produtivas (KUBITZA, 2011). Assim, este estudo objetivou realizar um panorama da produção de alevinos de tilápia-do-nylo em Santa Catarina, com intuito de detectar gargalos e possibilidades de melhorias na produção catarinense de alevinos desta espécie.

Material e métodos

O levantamento de dados do estudo foi realizado através de questionário com produtores, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina – CEP/UESC (CAAE 51095821.4.0000.0118).

Através de um cadastro prévio do Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Cedap/Epagri), foram identificados 36 produtores que comercializam alevinos de peixes em Santa Catarina. Destes produtores, devido ao objetivo do estudo, foram contatados somente 13 produtores que realizam a reprodução da tilápia-do-nylo. Alguns dados dos produtores estão listados na tabela 1.

Entre outubro e dezembro de 2021, os produtores foram contatados via e-mail ou telefone e apresentados a um questionário elaborado no *GoogleForms* com questões sobre manejo reprodutivo e produção de alevinos de tilápia. Antes do preenchimento do questionário, havia informações para o entrevistado sobre os termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE), para que o mesmo pudesse afirmar através de uma pergunta objetiva (sim ou não) se concordava ou não com os termos da pesquisa. Esta resposta foi utilizada como assinatura digital da TCLE para o entrevistado.

O questionário elaborado possuía no total 20 perguntas objetivas relacionadas à produção de alevinos de tilápia, com intuito de levantar dados relacionados aos seguintes temas: produção de formas jovens em diferentes safras; área em lâmina de água utilizada para reprodução e alevinação de tilápia;

Tabela 1. Produtores de alevinos de tilápia de Santa Catarina
Table 1. *Tilapia fingerling producers in Santa Catarina*

Produtor	Mesorregião	Município	Anos de atividade	Área alagada ¹
1		Ituporanga	22 anos	5,0ha
2	Alto Vale do Itajaí	Presidente Getúlio	15 anos	1,2ha
3		Pouso Redondo	5 anos	0,7ha
4		Ilhota	25 anos	25,0ha
5	Médio Vale do Itajaí	Pomerode	30 anos	6,0ha
6		Pomerode	15 anos	2,0ha
7		Timbó	20 anos	4,0ha
8	Grande Florianópolis	Paulo Lopes	20 anos	1,5ha
9		Braço do Norte	26 anos	2,0ha
10	Sul	São Ludgero	35 anos	2,0ha
11		Turvo	21 anos	1,3ha
12		Turvo	21 anos	0,6ha
13	Oeste	Chapecó	4 anos	0,6ha

¹ Valor referente apenas à área alagada utilizada para produção de alevinos de tilápia (reprodução e alevinação).

quantidade de machos e fêmeas utilizados na reprodução; utilização de estufas e/ou aeradores na reprodução e alevinação; linhagens de tilápia utilizada, forma de reposição de matrizes; métodos de coleta utilizados para obtenção de larvas ou ovos; sobrevivência média na alevinação; monitoramento da efetividade de inversão sexual e parâmetros de qualidade de água; estruturas utilizadas na alevinação; nível de satisfação com a produção e aspectos que deseja melhorar.

Após a realização dos questionários, os dados foram analisados de forma descritiva e apresentados na forma de tabelas e gráficos (histogramas, *barplot*, *boxplot*, gráficos de setores).

Resultados e discussão

No total, os 13 produtores de formas jovens de tilápia de Santa Catarina utilizaram na safra de 2020/2021 aproximadamente 52 hectares de lâmina de água para reprodução e alevinação de tilápia; sendo 66.800 reprodutoras fêmeas,

e 25.500 reprodutores machos em produção. A razão sexual média utilizada de fêmea:macho foi de 2,6:1, variando de 2 a 3:1.

A Figura 1A apresenta a quantidade total de produção de alevinos de tilápia produzidos em Santa Catarina entre as safras de 2018/2019 a 2020/2021, com crescimento de 62,7% durante esse período.

O expressivo crescimento da tilapicultura no país tem sido observado nos últimos anos. Esse crescimento só é possível com aumento da produção de alevinos, que é a base da cadeia produtiva (FEIDEN et al., 2018). O crescimento na produção de alevinos no estado de Santa Catarina, demonstrado na Figura 1A, tem auxiliado a sustentar o crescimento da tilapicultura catarinense. Contudo, para manter o crescimento na produção é necessário que haja eficiência produtiva. Não é por acaso que, conforme relatado pelos próprios produtores no questionário, o aumento da eficiência de produção é o principal ponto a melhorar. A maioria dos produtores relatou no questionário a intenção de continuar

aumentando a produção de alevinos, principalmente através de melhorias na produção, aumento da produção de larvas por fêmea e aumento da sobrevivência das larvas. Somente três produtores relataram estarem satisfeitos com suas produções.

Dentre os tamanhos comercializados, 90% dos alevinos produzidos em Santa Catarina são comercializados como alevino I, com 2 a 3cm (Figura 1A). A maior venda de alevinos I por parte dos produtores de formas jovens se deve ao tipo de sistema de cultivo predominantemente adotado em Santa Catarina, monofásico (alevino I até o abate). Contudo, com a profissionalização da atividade e devido à necessidade de

aprimoramento da produção, é necessário que haja uma etapa intermediária nesse processo de produção – a fase do berçário. A grande vantagem da utilização dos berçários é possibilitar a melhor previsão da quantidade existente de peixes no viveiro ao longo da fase de crescimento, visto que as maiores perdas acontecem nas fases iniciais. Sendo assim, na terminação o produtor poderá ajustar melhor o manejo obtendo melhores resultados (SILVA et al., 2019).

Na Figura 1B observamos a quantidade de alevinos de tilápia produzidos por região, com destaque à região do Médio Vale do Itajaí com 76,9% da produção estadual, seguida do Alto Vale (14,7%) e da região Sul (7,6%). Podemos

observar que os produtores de alevinos estão concentrados próximos dos polos de produção de tilápia, como os municípios de Massaranduba, Armazém, Rio Fortuna e Petrolândia (CEPA/EPAGRI, 2022).

Entre os produtores há uma grande variação quanto à eficiência de produção de alevinos por área e pelo número de reprodutores utilizados. Para quantificar estes dados, apresentamos na Figura 2 os dados de dispersão de produção em milheiros de alevinos por hectare e por fêmea.

Na Figura 2A podemos observar que a mediana da produção de alevinos na safra de 2020/2021 foi de 1.230 milheiros por hectare, variando de 200

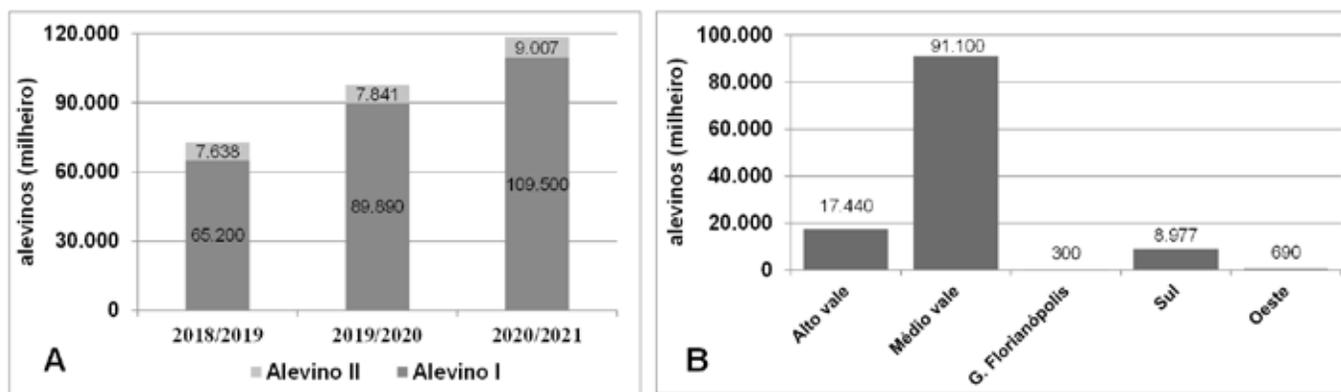


Figura 1. (A) Produção de alevinos de tilápia-do-nilo em Santa Catarina, por safra, e (B) por região na safra 2020/21
 Figure 1. Nile tilapia fingerling production in Santa Catarina, by season (A), and by region (B) in the 2020/21

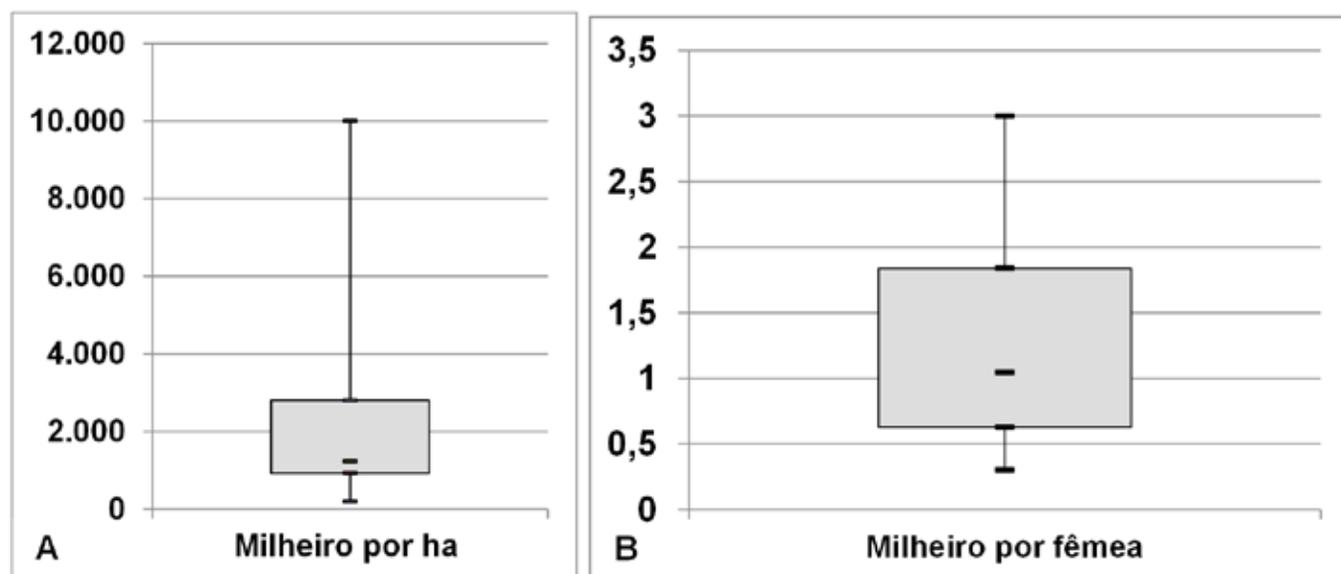


Figura 2. (A) Dispersão dos dados de produção em milheiros de alevinos de tilápia-do-nilo por área alagada (hectare de lâmina de água) e (B) por fêmea pelos produtores de alevinos de Santa Catarina durante a safra de 2020/2021
 Figure 2. Data dispersion (A) of production of Nile tilapia fingerlings in thousands per flooded area (hectare of water depth) and per female (B) by fingerlings producers in Santa Catarina during the 2020/2021 season

a 10.000 milheiros de alevinos produzidos por hectare de lâmina de água. A Figura 2B apresenta a mediana em aproximadamente 1 milheiro produzido por fêmea, mas podemos observar que há produtores variando de 0,3 a 3,0 milheiros por fêmea.

Foi observada uma variedade de métodos de coleta de ovos ou larvas de tilápia sendo adotada pelos produtores de formas jovens de Santa Catarina. No entanto, o método predominante foi o de coleta de nuvem (Figura 3). Pode-se observar também que alguns produtores praticam mais de um método de coleta, diversificando de acordo com a estrutura que possui.

O uso de estufa e aeração (Figura 4) nos viveiros de reprodução de tilápia são tecnologias utilizadas por somente 46,2% (Figura 4A) e 61,5% (Figura 4B) dos produtores, respectivamente. Na alevinagem, a estufa (Figura 4A) e a aeração (Figura 4B) são usadas por 15,4% e 69,2%, respectivamente.

Quanto aos parâmetros de qualidade de água, 100% dos produtores relataram monitorar a temperatura de água dos viveiros (Figura 5). Contudo, apenas entre 60 e 76% relataram monitorar outros parâmetros importantes, como oxigênio dissolvido, pH, amônia e nitrito. E somente 31 e 39% relataram monitorar a transparência e a alcalinidade.

A produtividade obtida pela maioria dos produtores catarinense de formas jovens fica abaixo da produtividade média relatada na literatura, que pode chegar acima das 5.000 larvas coletadas

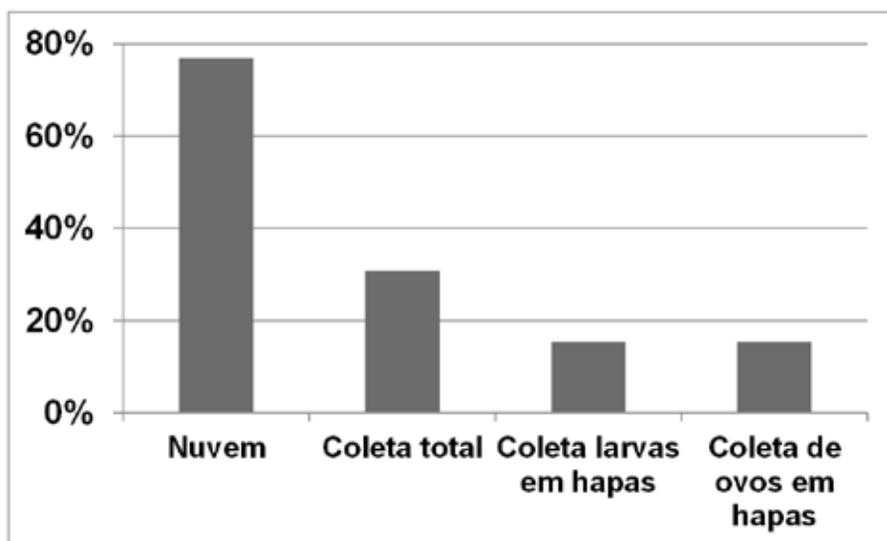


Figura 3. Métodos de coleta de ovo ou larva de tilápia adotada pelos produtores de alevino de Santa Catarina

Figure 3. Collection methods to tilapia eggs or larvae adopted by fingerling producers in Santa Catarina

por quilo de fêmea (KUBITZA, 2011; ALMEIDA et al., 2013; SILVA et al., 2020). De acordo com as respostas do questionário, podemos observar que a baixa produtividade por área de produção deve-se principalmente ao uso de baixa densidade de reprodutores, muito possivelmente devido à baixa utilização de aeração na reprodução, limitando a capacidade de suporte do viveiro (SILVA et al., 2019).

Já a baixa produtividade de alevinos por fêmea deve-se, principalmente, ao método de coleta utilizado. O método de coleta de nuvem é o menos produtivo e com menor nível tecnológico. Métodos como coleta de ovos ou larvas

em hapas podem ser 3 a 5 vezes mais produtivos, demandando menos água e utilizando a mesma ou até menos mão de obra (KUBITZA, 2011). Além disso, a falta de cuidado com o monitoramento e a manutenção de uma boa qualidade de água, bem como a falta de uso adequado dos aeradores na reprodução e na alevinagem, podem estar associadas às baixas produtividades (SENAR, 2017). Além disso, estes fatores podem interferir na qualidade dos alevinos e na sobrevivência da alevinagem, já que a qualidade de água é fundamental para o desenvolvimento do peixe e a manutenção da sanidade do animal (SILVA et al., 2019). Diversas doenças oportunistas

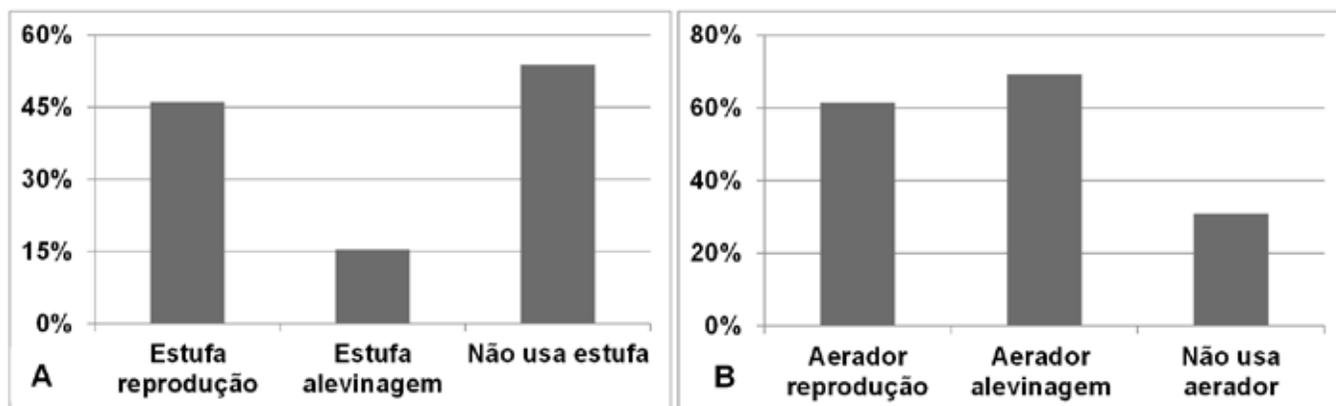


Figura 4. (A) Utilização de estufas e (B) aeração nos viveiros de reprodução e alevinagem de tilápia pelos produtores de alevino de Santa Catarina

Figure 4. Use of greenhouses (A) and aeration (B) in tilapia breeding and hatcheries ponds, by fingerling producers in Santa Catarina

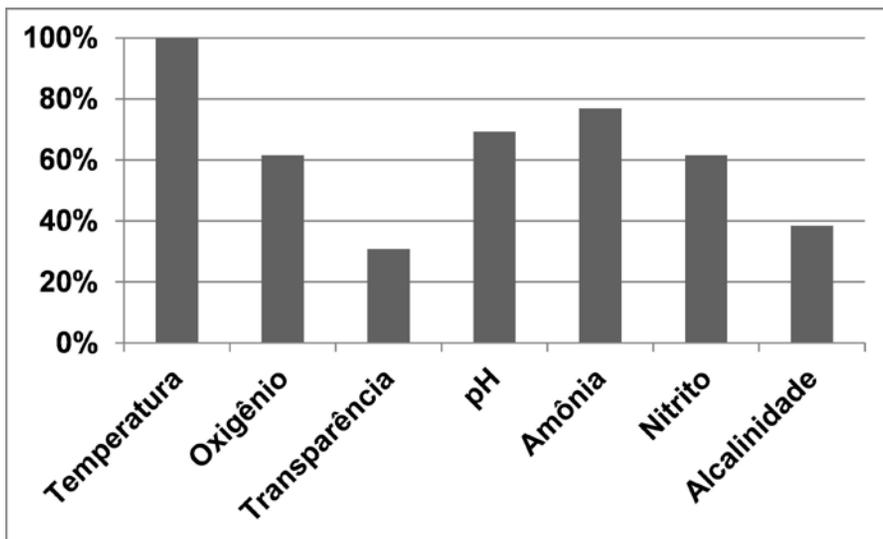


Figura 5. Porcentagem dos parâmetros de qualidade de água monitorados pelos produtores de alevino de tilápia de Santa Catarina

Figure 5. Percentage of water quality parameters monitored by tilapia fingerling producers in Santa Catarina

tas de origem bacterianas e parasitárias podem se desencadear com uma má qualidade da água e afetar a qualidade dos alevinos de tilápia-do-nilo (SILVA et al., 2019).

Outro recurso que pode aumentar a produção de alevinos é a utilização de estufas nas épocas com menor temperatura. O uso de estufas na reprodução de tilápias é uma estratégia de produção que pode ser utilizada para antecipar a produção de alevinos em regiões subtropicais, como Santa Catarina, diminuindo os problemas de sazonalidade e aumentando a produção de alevinos na safra (PINHEIRO et al., 1997).

Entre os produtores consultados, todos utilizam linhagens de tilápia derivadas da tilápia GIFT (GIFT-UEM, GIFT-Epagri, AquaAmérica, Tilamax). No total, 10 dos 13 produtores (77%) utilizam reprodutores da linhagem GIFT-Epagri. Dois produtores, apesar de usarem outras linhagens, responderam que ainda utilizam a linhagem Nilótica e Tailandesa (Figura 6). Apesar de a maioria dos produtores relatar que trabalham com linhagens compradas atualmente em centrais de seleção (por exemplo, GIFT-Epagri e Tilamax), muitos afirmaram que fazem suas próprias matrizes. Ou seja, o produtor compra algumas matrizes dessas centrais de seleção e utilizam estes animais para o desenvolvimento de reprodutores que serão utilizados na produção de alevinos.

A genética dos reprodutores é um dos assuntos mais comentados na produção quando se fala em qualidade de alevinos. A reposição do lote de reprodutores em uma central de seleção é importante para evitar a endogamia e obter melhoria contínua do plantel de animais (RIBEIRO & LEGAT, 2008). Contudo, a prática utilizada pelos produtores de formas jovens de produzir as próprias matrizes, como observado neste estudo, é preocupante, pois o produtor pode aumentar o nível de endogamia do seu plantel genético rapidamente,

causando perdas na reprodução e no rendimento zootécnico dos animais (SILVA et al., 2020). A Epagri pode auxiliar a cadeia produtiva da tilapicultura catarinense através do seu programa de melhoramento genético de tilápia adaptada às condições de Santa Catarina, com objetivo de atender os produtores catarinenses de formas jovens (CEDAP, 2020).

Com relação à alevinagem, os produtores relatam que a sobrevivência média da larva até alevino varia de 50 a 89%, porém, três produtores relataram não possuir controle da sobrevivência nesta fase. Assim como a ausência de parâmetros de qualidade de água, a falta de monitoramento de parâmetros importantes para o processo de produção, como a sobrevivência na alevinagem, é preocupante, pois a informação é o ponto-chave para as tomadas de decisões ao longo do cultivo (SILVA et al., 2019).

Quanto à checagem de inversão sexual, apenas 46% dos produtores relatam monitorar este parâmetro. A porcentagem de masculinização adequada para o cultivo de tilápia é acima de 99%, pois índices menores podem causar sérios problemas ao final do cultivo devido a desovas indesejadas na terminação da tilápia (KUBITZA, 2011). No campo não é raro encontrar cultivos que apresentam ao final da engorda problemas com superpopulação no viveiro em função

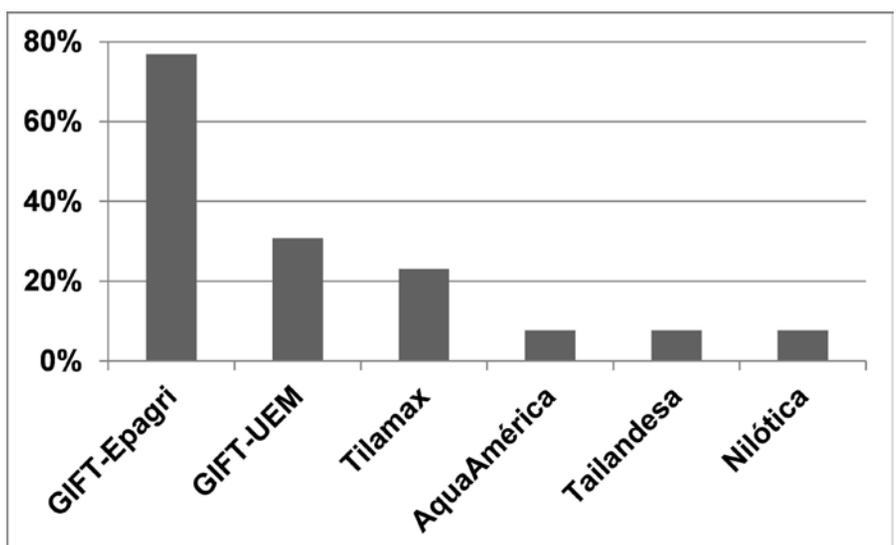


Figura 6. Linhagens de tilápia-do-nilo utilizadas pelos produtores de alevinos de Santa Catarina

Figure 6. Nile tilapia strains used by fingerling producers in Santa Catarina

destas desovas indesejadas, ocasionando perdas de desempenho zootécnico e econômicas ao cultivo consequentemente. A falta de monitoramento deste parâmetro pelo produtor de formas jovens leva à incapacidade de prever e corrigir este problema com maior antecedência.

Conclusões

- A produção de alevinos de tilápia em Santa Catarina vem crescendo rapidamente nas últimas safras;

- Pontos importantes que podem ser melhorados na produção de alevinos com intuito de aumentar os índices de produção por área e por fêmea, destacando-se o uso de métodos de coleta de ovos ou larvas mais eficientes, a adoção de tecnologias, e o maior controle sobre o processo produtivo.

Referências

- ALMEIDA, D.B.; DA COSTA, M.A.P.; BASSINI, L. N.; CALABUIG, C.I.P.; MOREIRA, C.G.A.; RODRIGUES, M.D.N.; PÉREZ, H.J.; TAVARES, R.A.; VARELA JR, A.S.; MOREIRA, H.L.M. Reproductive performance in female strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture International**, v.21, n.6, p.1291-1300, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-013-9630-0>.
- BARROSO, M.R.; TENÓRIO, R.A.; PEDROZA FILHO, M.X.; WEBBER, D.C.; BELCHIOR, L.S. **Gerenciamento genético da tilápia nos cultivos comerciais**. Palmas, TO, 2015. 64p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Documentos, 23).
- CEDAP - Centro de Pesquisa em Aquicultura e Pesca. **Tilápia GIFT-Epagri SC03**. Florianópolis, SC, 2020. 2 p. (Epagri. Folder técnico).
- CEPA/EPAGRI. **Mapa interativo da produção de peixes**. Disponível em: <https://www.infoagro.sc.gov.br/index.php/safra/producao-animal-2>. Acesso em: 11 de maio 2022.
- FEIDEN, A.; RAMOS, M.J.; CHIDICHIMA, A.C.; SCHMIDT, C.M.; FIORESE, M.L.; COLDEBELLA, A. A cadeia produtiva da tilápia no oeste do Paraná: uma análise sobre a formação de um arranjo produtivo local. **Redes**, v.23, n.2, p.238-263, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17058/redes.v23i2.8992>.
- KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Kubitza, 2011. 316p.
- MARCHIORI, N.C.; NOVAES, A.L.T.; DA SILVA, B.C. Desenvolvimento de um sistema piloto de informações geográficas para a gestão da piscicultura continental catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v.34, n.2, p.18-21, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.52945/rac.v34i2.1040>.
- PEIXE-BR. **Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixes BR 2022**. São Paulo: Associação Brasileira da Piscicultura, 2022. 79p.
- PINHEIRO, M.F.M.; ZIMMERMANN, S.; AIUB, J.A.S.; FIESCKI, L.A. Observações sobre a temperatura do ar e da água de estufa tipo túnel plástico para o cultivo de tilápias, *Oreochromis niloticus*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, n.Especial, p.157-160, 1997. Disponível em: <https://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/24especial157-160.pdf>. Acesso em: 31 maio 2022.
- RIBEIRO, R.P.; LEGAT, A.P. **Delineamento de programas de melhoramento genético de espécies aquícolas no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 25p. (Embrapa. Documentos 184).
- SENAR. **Piscicultura: reprodução, larvicultura e alevinagem de tilápias**. Coleção SENAR, Brasília: SENAR, 2017, 85p.
- SILVA, B.C.; MASSAGO, H.; MARCHIORI, N.C. **Monocultivo de tilápia em viveiros escavados em Santa Catarina**. Florianópolis, SC, 2019. 126p. (Epagri. Sistemas de Produção, 52).
- SILVA, A.C.F.; CORRÊA FILHO, R.A.C.; VENTURA, A.S.; NUNES, A.L.; LAICE, L.M.; RIBEIRO, R.P.; OLIVEIRA, C.A.L.; ALMEIDA, L.C.; BARBOSA, P.T.L.; POVH, J.A. Reproductive traits in different Nile tilapia genetic groups. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.72, n.5, p.1797-1804, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11764>.
- SOUZA, R.V. de; SILVA, B. C. da; NOVAES, A.L.T. **A aquicultura de Santa Catarina em números**. Florianópolis, SC, 2022. 39p. (Epagri. Documentos, 354).



Perfil dos meliponicultores e aspectos da criação de abelhas sem ferrão em Santa Catarina

Bruna Bianchini Gomes¹, Márcia Regina Fanta², André Amarildo Sezerino³ e Alex Sandro Poltronieri⁴

Resumo – As abelhas são responsáveis por polinizar 90% das plantas com flores, estimando-se a ocorrência de 300 espécies de abelhas sem ferrão nos diferentes biomas brasileiros. Devido à facilidade no manejo, a meliponicultura tem se destacado como atividade econômica e recreativa em Santa Catarina. Este trabalho teve o objetivo de avaliar aspectos socioeconômicos de meliponicultores em Santa Catarina. As informações foram obtidas por meio da aplicação de questionário online abordando temas relacionados à criação de abelhas sem ferrão. Foram obtidas 62 respostas de criadores de 31 municípios distribuídos em seis regiões do Estado. A meliponicultura é praticada por criadores de 26 a 45 anos que ingressaram na atividade há menos de três anos. Dos entrevistados, 75,8% estão em áreas urbanas, tendo a atividade como *hobby*. A espécie de abelha mais criada é a jataí (*Tetragonisca angustula*). Este é o primeiro estudo sobre o perfil dos meliponicultores de Santa Catarina que permitiu conhecer suas características, identificar as demandas e melhorias que podem ser feitas no setor.

Termos para indexação: Abelhas nativas; Meliponicultura; Meliponini; Aspectos socioeconômicos.

Profile of beekeepers and aspects of stingless bee breeding in Santa Catarina

Abstract – Bees are responsible for pollinating 90% of flowering plants. In different Brazilian biomes it is estimated the occurrence of 300 species of stingless bees. Due to the ease of handling, meliponiculture has stood out as an economic and recreational activity in Santa Catarina. This study aimed to evaluate the socioeconomic aspects of beekeepers in Santa Catarina state. The information was obtained through the application of an online questionnaire addressing topics related to the raising of stingless bees. Sixty two responses were obtained from beekeepers from 31 municipalities distributed across the state. Meliponiculture is practiced by breeders between 26 and 45 years old who started the activity less than three years ago. Among those who answered the questionnaire, 75.8% live in urban areas, having the activity as a hobby. The most raised bee species is the jataí (*Tetragonisca angustula*). This is the first study on the profile of stingless beekeepers in Santa Catarina and identifying the demands and improvements that can be made in the sector.

Index terms: Native bees; Meliponiculture; Meliponini; Socioeconomic aspects.

Introdução

A meliponicultura é considerada uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006), que gera incentivos para proteção de habitats naturais e favorece a polinização (SLAA et al., 2006). O mel é o principal produto valorativo de exploração, contribuindo na geração de receita (BILUCA, 2018). Em Santa Catarina, a Portaria SAR nº 37/2020, que regulamenta o mel das abelhas sem ferrão (ASF), estabelece os requisitos mínimos de qualidade para o mel de ASF produzido no estado (EPAGRI, 2020).

O estado de Santa Catarina, localizado no Sul do Brasil, se encontra no

bioma Mata Atlântica, com vegetação variando entre mangues, restingas, florestas, campos e dunas. A Mata Atlântica é considerada o 5º *hotspot* de biodiversidade do mundo, possuindo uma ampla diversidade de climas, paisagens e relevos, que favorece e estimula o desenvolvimento da meliponicultura. Os criadores de ASF possuem um perfil voltado à agricultura familiar e desenvolvem a atividade para um complemento de renda. Entretanto, apesar do crescimento destas atividades, há a necessidade de estudos que identifiquem o perfil destes criadores para a elaboração de políticas públicas que incentivem a meliponicultura.

O desenvolvimento de políticas pú-

blicas pode contribuir para o aperfeiçoamento de práticas de manejo de ASF e favorecer a meliponicultura, tornando-a mais produtiva e rentável (JAFFÉ et al., 2015). O conhecimento das demandas do setor pode contribuir com uma legislação que permita o desenvolvimento da meliponicultura como atividade econômica ambiental sustentável. Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar o perfil dos criadores e caracterizar aspectos socioeconômicos e ambientais da meliponicultura em Santa Catarina.

Material e métodos

O estudo foi realizado em Santa Catarina. Em 2017, o IBGE criou regiões

Recebido em 13/05/2022. Aceito para publicação em 22/09/2022.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1471>

¹ Bióloga, UFSC, Centro de Ciências Biológicas (CCB), Campus Universitário, Trindade, 88034-000, Florianópolis, SC, e-mail: bbianchinig@gmail.com,

² Bióloga, Dra., UFSC, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais (PPGRGV), 88034-000, Florianópolis, SC, e-mail: marcia.fanta@gmail.com

³ Eng.-Agrônomo, Dr., Epagri/Estação experimental de Caçador, 89500-000, Caçador, SC, e-mail: andresezerino@epagri.sc.gov.br

⁴ Eng.-Agrônomo, Dr., UFSC, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias (CCA), 88034-000, Florianópolis, SC, e-mail: alex.poltronieri@ufsc.br

geográficas intermediárias e imediatas e o Estado foi dividido em 24 regiões geográficas imediatas, agrupadas em sete regiões intermediárias: Florianópolis (Grande Florianópolis), Criciúma (Sul Catarinense), Lages (Serrana), Chapecó e Caçador (Oeste Catarinense), Joinville (Norte Catarinense) e Blumenau (Vale do Itajaí). Anteriormente o Estado era subdividido em Mesorregiões, nomenclatura apresentada entre parênteses, que adotaremos aqui para evitar confusões na interpretação de resultados, uma vez que algumas regiões geográficas intermediárias receberam o nome de municípios.

Os dados foram coletados a partir da aplicação de um questionário *on-line* através da ferramenta *Google Forms*. O questionário foi formado por 12 perguntas fechadas e duas abertas (S1) e foram levantadas informações sobre o município que reside, idade, tempo que pratica a atividade, a propriedade, a finalidade da criação, como o criador obtém as colônias, quantas espécies e quantas colônias de cada espécie o criador possui, se perdeu alguma colônia nos últimos 12 meses e a possível causa, se participa de associações, se possui cadastro na Cidasc e no Ibama, se recebe acompanhamento técnico, como aprimora a atividade e quais ações poderiam ser aplicadas para melhoria da meliponicultura em Santa Catarina.

O formulário virtual contendo as questões foi disponibilizado entre julho e agosto de 2021 aos meliponicultores, que foram convidados a respondê-lo. A divulgação do questionário foi realizada de forma eletrônica, a partir do compartilhamento do endereço enviado por e-mail e grupos de aplicativos multiplataforma de mensagens instantâneas e chamadas de voz para *smartphones* (WhatsApp e Telegram), com o apoio de técnicos extensionistas e líderes de associações de meliponicultores. Os meliponicultores foram informados sobre as finalidades e usos das informações prestadas, tendo a opção de não aceitarem as condições estabelecidas, de acordo com o Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento. Os dados foram submetidos à análise descritiva, onde as informações foram categorizadas de acordo com a característica de cada questão, permitindo sua sistematização

e interpretação. A proposta deste trabalho foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC), parecer número: 4.735.488.

Resultados e discussões

O questionário foi respondido por 62 criadores de ASF de 31 municípios, pertencentes a seis Mesorregiões de Santa Catarina. Não foram obtidas respostas na mesorregião Serrana. A mesorregião do Oeste Catarinense, formada por 118 municípios, apresentou o menor número de respostas (sete) (Tabela 1).

O maior número de respostas veio dos municípios de Joinville (13) e Florianópolis (12), sendo Joinville a maior cidade, além de possuir a mais populosa região metropolitana do Estado, seguida por Florianópolis. Em 2014, foi fundada a Associação de Meliponicultores de Joinville (AME-Joinville) que tem como um dos objetivos unir os meliponicultores para troca de informações e conhecimento, apoiando quem deseja iniciar ou ampliar seus meliponários. Em Florianópolis, em razão da ameaça de extinção, foi aprovado o projeto de lei nº 17834/2019 para proteção de ASF. O projeto estimula a instalação de colmeias em praças, parques e áreas verdes da cidade, escolas, creches, centros de saúde e hortas comunitárias. Pelo projeto ainda serão criados os “jardins de mel”, contribuindo com informações e educação ambiental.

A idade predominante entre os cria-

dores está entre 26 e 45 anos. A meliponicultura está despertando interesse e sendo praticada por pessoas jovens, fator importante para continuidade da atividade. Esta faixa etária está de acordo com Jaffé et al. (2015) e Dantas et al. (2020), que observaram idades entre 15-80 e 30-50 anos entre os meliponicultores do Brasil e dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, respectivamente. A amplitude na idade observada por Jaffé et al. (2015) pode estar associada a variações socioculturais entre as diferentes regiões geográficas do Brasil. Enquanto no Norte e Nordeste a meliponicultura é uma atividade difundida em comunidades tradicionais (SILVA & PAZ, 2012), no Sul ainda está em fase de desenvolvimento (BARROS, 2013).

O crescimento da meliponicultura na Região Sul fica evidente quando se observa que 58,1% dos criadores iniciaram a atividade há menos de três anos. Nossos resultados diferiram do que observou Rauber (2011), em entrevista com 17 meliponicultores do Extremo Oeste de Santa Catarina, onde 64,7% estão na atividade há mais de 10 anos. A maior participação de criadores das mesorregiões da Grande Florianópolis e do Norte Catarinense do que da mesorregião do Oeste Catarinense (Tabela 1) pode ter influenciado a variação no perfil dos criadores, evidenciando a necessidade de esforços para um diagnóstico preciso da meliponicultura e dos meliponicultores catarinenses.

A maioria dos meliponicultores desenvolve a atividade em área urbana

Tabela 1. Relação de respostas obtidas de meliponicultores nas Mesorregiões do estado de Santa Catarina.

Table 1. List of responses obtained from beekeepers in the Mesoregions of the state of Santa Catarina.

Mesorregião	Respostas
Grande Florianópolis	23
Sul Catarinense	8
Chapecó + Caçador (Oeste Catarinense)	7
Norte Catarinense	16
Vale do Itajaí	7
Serrana	0
Total	62

(59,7%). Esse resultado indica a importância ecológica das cidades na conservação de espécies de ASF (HALL et al., 2017). As ASF são de fácil manejo, não oferecendo riscos (DANTAS et al., 2020) e há muitas espécies que se adaptam a áreas antropizadas como cidades (BERGALLO, 2009; MENEZES, 2020). Deste modo, a arborização de cidades e a construção de jardins com plantas melitófilas devem ser incentivadas para disponibilizar recursos tróficos para ASF, uma vez que a maior parte do néctar produzido em ambiente urbano é oriundo de jardins (TEW et al., 2021). Além disso, habilidades técnicas e não físicas determinam a capacidade de meliponicultores para manejar ASF e administrar o meliponário, tornando a meliponicultura acessível (JAFFÉ et al., 2015).

Entretanto, muitas espécies não sobrevivem em ambiente urbano, sendo encontradas apenas em seu habitat natural, como a maioria das ASF do gênero *Melipona*, que nidificam em ocos de árvores de grande porte (MENEZES, 2020). O desmatamento tem prejudicado suas populações, que são utilizadas como bioindicadores da qualidade ambiental em áreas conservadas e florestas primárias (SILVA & PAZ, 2012).

Com relação às finalidades da criação, os meliponicultores responderam que desenvolvem a atividade principalmente por *hobby* (75,8%) e consumo familiar de mel (43,5%), sendo este perfil também reportado por Dantas et al. (2020) e Rauber (2011). A comercialização de enxames e mel de ASF correspondeu a 35,5% e 4,8% das respostas, respectivamente. Nesse contexto, Jaffé et al. (2015) verificaram que uma minoria dos meliponicultores comercializa mel (30%) ou colônias (25%). Além do *hobby* e da comercialização de mel ou colônias, ocorreram respostas que se referiram a utilização e comércio de própolis, preservação e conservação de espécies de abelhas sem ferrão, educação ambiental, turismo e produção de meliprodutos, como sabonetes, extrato de própolis, comércio de cera e finalidades pedagógicas em projetos e atividades de extensão. Em conjunto, estas opções somaram 34% das respostas, considerando que os meliponicultores podiam marcar mais de uma opção.

As finalidades da criação de ASF

podem ser variadas. A criação de ASF pode gerar produtos diretos (mel, cera, própolis e colmeias) e indiretos (polinização, insumos, educação ambiental, turismo e paisagismo) (VILLAS-BÔAS, 2012), proporcionando renda extra para agricultores familiares (BARROS, 2013). Deste modo, incentivar a comercialização de produtos diretos é essencial para transformar a meliponicultura em uma atividade lucrativa (JAFFÉ et al., 2015). Além disso, o uso de ASFs como polinizadoras de culturas comerciais pode se tornar mais uma fonte de renda devido à viabilidade de uso nesta atividade (VILLAS-BÔAS, 2012).

Em Santa Catarina, a comercialização do mel de ASF é pouco explorada. A quantidade de mel produzido por ASF é menor, quando comparada à *Apis mellifera* L., limitando o interesse dos produtores e a oferta de mel. Em colônias fortes de abelhas jataís (*T. angustula*), por exemplo, a produtividade é de 0,5kg a 1,5kg por colmeia ano⁻¹ (NOGUEIRA-NETO, 1997), enquanto que em *A. mellifera*, a produtividade média é de 50kg colmeia ano⁻¹ (ALVES-JÚNIOR et al., 2008). Entretanto, méis de ASF são produtos únicos da biodiversidade brasileira, sendo mais valorizados devido a características como elevado teor de umidade e acidez, baixo teor de açúcares, apresentando cor e sabor variáveis conforme a espécie de ASF (BILUCA, 2018). Enquanto o valor médio do mel de *A. mellifera* é de R\$30,00 kg⁻¹, o mel de *T. angustula* pode custar R\$120,00 o litro.

As entrevistas indicaram que a divisão ou compra de colônias são os métodos mais utilizados para se obter enxames (79% e 77,4%, respectivamente). Como os entrevistados podiam assinalar mais de uma opção como resposta, a captura (59,7%) e a troca entre criadores (48,4%) também foram mencionadas. A multiplicação de colônias é uma forma racional de ampliação do meliponário (BLOCHTEIN et al., 2008), sendo a divisão de ninhos importante para a conservação e o manejo de ASF, pois evita a captura de colônias de seu habitat natural e promove o repovoamento de populações em ambientes degradados (VILLAS-BÔAS, 2012). A resolução CONAMA nº 496, de 19 de agosto de 2020, define que a troca de colônias entre criadores é permitida para o melho-

ramento genético ou a diversificação da espécie para atividade de manutenção de colônias sem finalidade comercial ou econômica, para produtores dentro de um mesmo bioma com até 49 colônias. A captura de colônias também é permitida pela resolução para a aquisição e manutenção de criatórios de produtores com até 49 colônias e sem fins comerciais.

O questionário indicou a criação de 23 espécies de ASF. As espécies mais criadas são *Tetragonisca angustula* (jataí), *Melipona quadrifasciata* (mandaçaia), *Plebeia droryana* (mirim-droryana), *Melipona mondury* (bugia) e *Melipona marginata* (manduri-preta) (Figura1).

As ASF jataí (*T. angustula*) e mandaçaia (*M. quadrifasciata*) já foram reportadas como as espécies mais presentes em meliponários (JAFFÉ et al., 2015). Mas estes autores relatam 19 espécies citadas pelos entrevistados, quatro a menos do que no presente estudo. A abelha jataí é a mais comum entre os meliponicultores. Em Joinville e Florianópolis, 100% e 90% dos entrevistados respectivamente mantêm a jataí em seus meliponários, entretanto, os meliponicultores dos municípios de Capinzal e São José não criam esta espécie. A jataí é uma das abelhas mais abundantes do território brasileiro, sendo seu mel utilizado como produto medicinal por indígenas (FERREIRA, 2010). A sua popularidade pode estar ligada à capacidade de adaptação a ambientes urbanos e às condições climáticas do Estado, com grandes variações de temperaturas no decorrer do ano (STUCH, 2006). A mandaçaia também possui uma criação expressiva, não sendo reportada apenas em meliponários de Urussanga. A espécie menos expressiva foi a iratim-vermelha (*Lestrimelitta ehrhardti*), sendo mantida por um meliponicultor da cidade de Araranguá.

Entre as ASFs mantidas em meliponários, algumas espécies que não ocorrem naturalmente no Estado foram reportadas no questionário. Entre as espécies que não ocorrem naturalmente em Santa Catarina estão a boca-de-renda ou urucu (*Melipona seminigra*), urucu-nordestina (*Melipona scutellaris*) e manduri-rajada (*Melipona asilvai*). Em geral, as abelhas urucu são encontradas

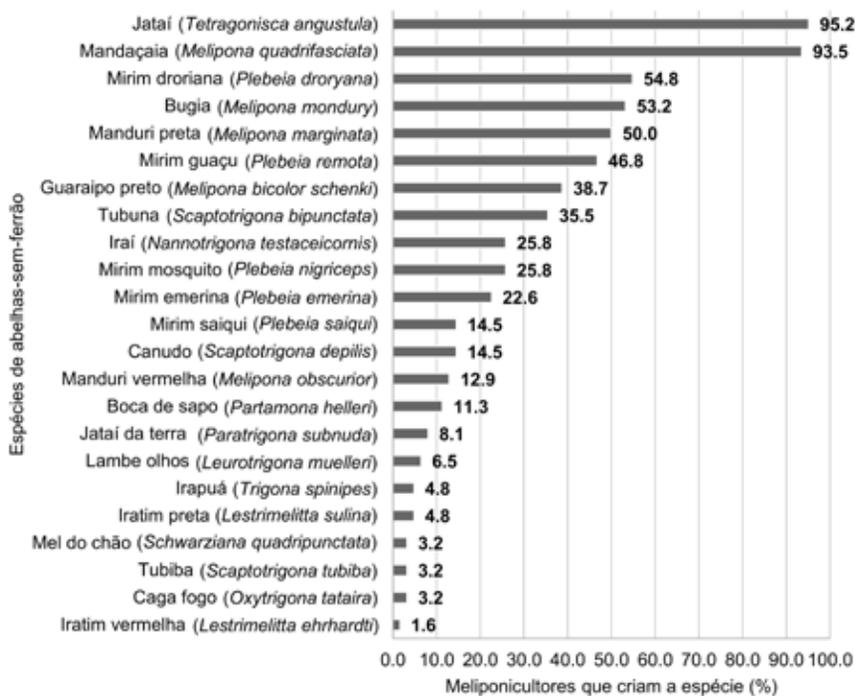


Figura 1. Espécies de abelhas sem ferrão criadas em Santa Catarina, Brasil
 Figure 1. Species of stingless bees raised in Santa Catarina, Brazil

nas regiões mais quentes do país, como *Melipona asilvai*, de ocorrência natural nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil (PEREIRA, 2017). Entre as bugias, a única espécie de ocorrência natural na Região Sul é a urucu-amarela ou bugia (*Melipona mondury*).

As ASFs são dependentes do ambiente onde vivem. Esta dependência está ligada à coevolução com as espécies melitófilas e ao clima específico do bioma ao qual pertencem. A escolha de espécies de ASF nativas da região onde se pretende desenvolver a atividade é o primeiro passo para implantação de um meliponário, sendo relevante o conhecimento das espécies que ocorrem na região (VILLAS-BÔAS, 2012). Além disso, o conhecimento de nomes científicos de ASF pode reduzir erros de identificação devido a variações nos nomes populares (NOGUEIRA-NETO, 1997). Adicionalmente, para criação de espécies fora do seu local de origem, deve ser observada a resolução CONAMA, que define que “a criação de espécies de abelhas nativas-sem-ferrão fora da região de sua ocorrência natural poderá ser autorizada pelo órgão ambiental competente,

segundo sua análise de risco”.

Quando questionados sobre a perda de colônias nos últimos 12 meses (julho/agosto de 2020 a julho/agosto de 2021), 37 meliponicultores (59,7%) confirmaram a perda de colônias, enquanto 25 meliponicultores (40,3%) não perderam colônias durante o mesmo período.

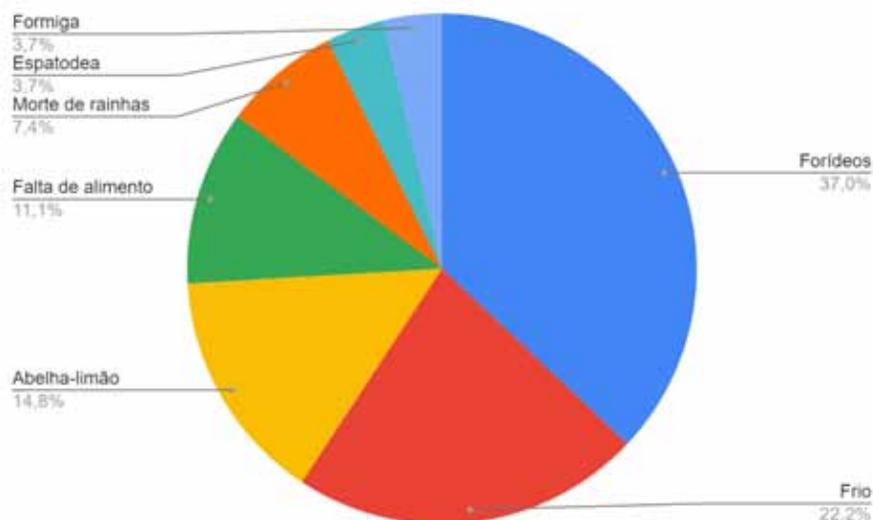


Figura 2. Perda de colônias de abelhas-sem-ferrão entre os meses de julho/agosto de 2020 a julho/agosto de 2021
 Figure 2. Loss of stingless bee colonies between July/August 2020 to July/August 2021

do. Entre as principais causas da perda de colônias estão o ataque de forídeos *Pseudohyocera kerteszi* e *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae) e abelha-limão (*Lestrimelitta limao*), além de baixas temperaturas, falta de alimento e outros fatores (Figura 2).

O ataque de forídeos é um dos principais problemas para os meliponicultores. Os forídeos são moscas ágeis atraídas pelo cheiro azedo, típico do pólen fermentado, que pode ser exposto durante o manejo das ASFs. Ao entrar nas caixas esses dípteros podem ovipositar nos potes de pólen abertos ou favos de cria, comprometendo a colônia (NOGUEIRA-NETO, 1997). A falta de alimento também é um problema recorrente para os meliponicultores. Nestas situações pode ser fornecido xarope (água + açúcar) ou mel de outras espécies. Entretanto, o fornecimento de mel de outras espécies pode estar sujeito a contaminações, afetando a sanidade da colônia. Nesse contexto, o xarope, além de seguro, pode ser mais prático e econômico (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Entre os entrevistados, 49 disseram não participar de associações ou organizações, enquanto 13 participam. As associações permitem a disseminação de conhecimentos técnicos, científi-

cos e culturais entre seus integrantes através de reuniões, debates, feiras e cursos. Além disso, em Santa Catarina, os meliponicultores devem realizar seu cadastro na Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc) e o Cadastro Técnico Federal (CTF) do Ibama, independentemente do número de colônias. Entre os entrevistados, 75% não possui cadastro na Cidasc e 85,5%, dos que possuem menos de 50 colônias não têm o CTF-Ibama. Entre os meliponicultores com 50 ou mais colônias, 9,7% não possuem o CTF e apenas 4,8% estão exercendo a atividade de forma regular.

O cadastro na Cidasc é importante para o planejamento de ações de Defesa Sanitária Animal, como educação sanitária, monitoramento, controle e prevenção de pragas e doenças, com o intuito de manter a sanidade de colmeias saudáveis (CIDASC, 2020). O cadastro permite emitir a Guia de Trânsito Animal (GTA), utilizada para controle do trânsito e rastreamento sanitário, indispensável para o transporte de animais. O CTF-Ibama é um instrumento de regulamentação que viabiliza a identificação de meliponicultores no Sistema Nacional do Meio Ambiente do IBAMA, gerando informações para a gestão ambiental no Brasil (DANTAS, 2020).

Quando questionada sobre acompanhamento técnico, a maior parte dos entrevistados (83,9%) diz que não recebe acompanhamento. O conhecimento para o manejo de ASF é adquirido pela troca de informações com outros meliponicultores ou de outras fontes como a *Internet* (66,1%). Entretanto, apesar do elevado volume de informação disponível *on-line*, é preciso cuidado para que informações errôneas não comprometam o manejo de ASF.

Na questão aberta, os entrevistados podiam expor sua opinião sobre como a meliponicultura pode ser melhorada. As respostas obtidas foram categorizadas conforme apresentado a seguir e, em alguns casos, foram incluídas em mais de uma categoria: 1. Conscientização e informação (23); 2. Divulgação e valorização

dos produtos (17); 3. Mudanças na legislação (16); e 4. Instrução e capacitação (10). A conscientização e informação foi a categoria com maior adesão entre os entrevistados. De acordo com as respostas, a meliponicultura e a existência de ASF ainda são desconhecidas da grande parcela da sociedade. Entre as sugestões para reverter esse cenário, foram propostas a educação ambiental com divulgação em escolas e centros infantis, implantação de meliponários em instituições de ensino, a conscientização sobre a importância das abelhas e os cuidados com estes polinizadores e a preservação ambiental.

A falta de incentivo à meliponicultura também foi relatada. É preciso dissociar a ideia de que a meliponicultura deve ter finalidade econômica direta, pois o estímulo a sua prática já contribui significativamente com a biodiversidade local. O cuidado com espécies florestais tóxicas e o fortalecimento dos sistemas agroecológicos de produção também são fatores importantes para o desenvolvimento do setor. Além disso, muitos entrevistados acreditam que a meliponicultura poderia ser incrementada pela divulgação do valor nutritivo, medicinal do mel e dos diferentes subprodutos oriundos de ASF.

A falta de uma legislação adequada é uma barreira para o desenvolvimento da meliponicultura. Muitos entrevistados apontam como um aspecto negativo a atividade ser burocratizada e alegam encontrar dificuldades para exercer a atividade de modo legal. Há a necessidade de desburocratizar o processo de produção, e a criação de leis que regulamentem o sistema produtivo, caracterizando a criação de abelhas nativas como uma atividade produtiva e não extrativista. A organização e a regulamentação da cadeia produtiva foram consideradas fundamentais para que o desenvolvimento da meliponicultura, em termos de exigências legais, seja equiparado à apicultura, além de considerar durante o desenvolvimento de políticas públicas a valorização da agricultura familiar por meio de um

pagamento pelo passivo ambiental. De acordo com Jaffé et al. (2015), a legislação vigente e a falta de habilidade de manejo corresponderam à resposta fornecida por mais da metade dos 250 entrevistados por estes autores, indicando que são problemas recorrentes entre os meliponicultores.

Outros fatores relatados como desejáveis pelos entrevistados são a realização de capacitações, cursos e acompanhamento técnico. Organizar associações e cooperativas como forma de difundir novas tecnologias, trocar experiências e capacitar grupos de produtores e facilitar os processos de produção e comercialização. Sendo este o primeiro estudo sobre o perfil dos meliponicultores de Santa Catarina, foi possível identificar características e demandas que podem ser feitas de modo a melhorar a atividade da meliponicultura.

Este é o primeiro estudo sobre o perfil dos meliponicultores em Santa Catarina. Nossos resultados permitem conhecer as potencialidades e dificuldades do setor. A meliponicultura deve ser vista como importante instrumento para o desenvolvimento econômico e sustentável, com práticas que permitam a preservação de ASF em Santa Catarina.

Conclusões

- A maioria dos criadores de ASF de Santa Catarina tem idade entre 26 e 45 anos, desenvolve a atividade há menos de três anos como *hobby* e situa-se em áreas urbanas dos municípios que compõem as mesorregiões da Grande Florianópolis e Norte Catarinense;

- Entre as espécies mantidas pelos criadores, *T. angustula* e *M. quadrifasciata* são as mais frequentes. A perda de colônias é recorrente entre os criadores, sendo o ataque por forídeos e o frio as principais causas;

- De modo geral, os criadores de ASF não participam de associações, não possuem cadastrados na Cidasc e nem recebem acompanhamento técnico, obtendo informações sobre a criação de

abelhas na internet. Por fim, concordam que a atividade seria beneficiada com aumento da conscientização e informação, divulgação e valorização dos produtos, além de mudanças na legislação.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) - Código de Finanças 001 pela bolsa à MRF.

Referências

AME-Joinville. **Associação de meliponicultores de Joinville**. Disponível em: <https://ame-joinville.blogspot.com/p/pagina-inicial.html>. Acesso em: 23 ago. 2021.

ALVES-JUNIOR, V. V.; CARBONARI, V.; CARBONARI, O.; ROSSINI, F. L. Seleção de rainhas: uma opção rentável aos apicultores de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.3, n.2, 2008.

BARROS, H.M. **Manejo racional de colônias de Meliponíneos**. Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

BERGALLO, H.G.; UZÊDA, M.C.; FIDALGO, E.C.C.; ALVES, M.A.S.; ROCHA, C.F.D.; SLUYS, M.V.; COSTA, T.C.C.; COSTA, M.B.; SANTOS, M.A.; COZZOLINO, A.C.R.; ALENCAR, R.S. **Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro**: Uma nova abordagem. Rio de Janeiro: Instituto Biomass, 2009.

BILUCA, F.C. **Caracterização química e bioativa de méis de abelhas sem ferrão (Meliponinae) produzidos no estado de Santa Catarina**. 2018, 180p. Tese (Doutorado). Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2018.

BLOCHTEIN, B.; FERREIRA, N.R.; TEIXEIRA, J.S.G.; FERREIRA JUNIOR, N.T.; WITTER, S. CASTRO, D. **Manual de boas práticas para criação e manejo racional de abelhas sem ferrão no RS**. EDIPUCRS: Porto Alegre, 2008. 48p.

CIDASC. **Apicultor e meliponicultor, informe-se!** 2020. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2020/05/09/apicultor>

e-meliponicultor-informe-se-2/. Acesso em: 24 ago. 2021.

CORTOPASSI-LAURINO M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; ROUBIK, D.W.; DOLLIN, A.; HEARD, T.; AGUILAR, I.; VENTURIERI, G.C.; EARDLEY, C.; NOGUEIRA-NETO, P. **Global meliponiculture: challenges and opportunities**. *Apidologie*, v.37, p.275-292, 2006.

DANTAS, M.C.A.M.; BATISTA, J.L.; DANTAS, I.M.; DIAS, V.H.P.; ANDRADE FILHO, F.C. **Abelha sem ferrão e seu potencial socioeconômico nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**. *Research, Society and Development*, v.9, n.10, e3309107939, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.7939>

EPAGRI. **Mel de abelhas sem ferrão é regulamentado em Santa Catarina**. 2020. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/11/13/mel-de-abelhas-sem-ferrao-e-regulamentado-em-santa-catarina/#:~:text=A%20portaria%20SAR%20n%C2%BA%2037,produto%2C%20destinado%20ao%20consumo%20humano>. Acesso em: 05 mar. 2021.

FERREIRA, M. N.; BALLESTER, W. C.; DORVAL, A.; COSTA, R. B. **Conhecimento tradicional dos Kaiabi sobre abelhas sem ferrão no Parque Indígena do Xingu, Mato Grosso, Brasil**. *Tellus*, Campo Grande, v.10, n.19, p.131-137, 2010. DOI: <https://doi.org/10.20435/tellus.v0i19.212>

GIANNINI, T. C.; BOFF, S.; CORDEIRO, G. D.; CARTOLANO JUNIOR, E. A.; VEIGA, A. K.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. **Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions**. *Apidologie*, 2014. DOI: 10.1007/s13592-014-0316-z

HALL, D. M.; GERARDO, R. C.; TONIETTO, R. K.; OLLERTON, J.; AHRNÉ, K.; ARDUSER, M.; ASCHER, J. S.; BALDOCK, K. C. R.; FOWLER, R.; FRANKIE, G.; GOULSON, D.; GUNNARSSON, B.; HANLEY, M. E.; JACKSON, J. I.; LANGELOTTO, G.; LOWENSTEIN, D.; MINOR, E. S.; PHILPOTT, S. M.; POTTS, S. G.; SIHORI, M. H.; SPEVAK, E. M.; STONE, G. N.; THRELFALL, C. G. **The city as a refuge for insect pollinators**. *Conservation Biology*, v.31, n.1, p. 24-29, 2017.

JAFFÉ, R.; POPE, N.; MAIA, U. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping**. *Plos One*, v.10, n.3, p.

e0121157, 2015.

MENEZES, C. **Meliponicultura: Aspectos Biológicos [recursos eletrônicos]** / Menezes, Cristiano, coordenação de Patrícia Ortiz Monteiro; Coord. de Curso de Apicultura Meliponicultura Experimental de Prof.ª Dra. Lídia Maria Ruv Carelli Barreto -- Dados eletrônicos. – Taubaté. Ed. Unitau, 2020. 101p.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo, Nogueirapis. 1997.

PEREIRA, F de M.; SOUZA, B. de A.; LOPES, M. T. do R. **Criação de abelhas-sem-ferrão**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2017. 31p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1079116>.

RAUBER, A.T. **Meliponicultura e seus desafios: proposta de uma nova alternativa com sustentabilidade**. 2011, 22p. Especialização (Captação de Recursos e Projetos de Investimentos) – Unoesc- SMO, 2011.

SILVA, W.P.; PAZ, J.R.L. **Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica**. *Natureza online*, p.146 – 152, 2012. Disponível em: http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/09_Silva_Paz_146152.pdf. Acesso em: 23 mar. 2021.

SLAA, E. J.; CHAVES, L. A. S.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; HOFSTEDTE, F. E. **Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives**. *Apidologie*, v.37, n.2, p.293-315, 2006.

STUCH, A.L.P.B. **Estrutura de População em Abelhas Jataí (Tetragonisca angustula Le-treille) por meio de Isoenzimas**. 2006. 48p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR, 2006.

TEW, N. E.; MEMMOTT, J.; VAUGHAN, I. P.; BIRD, S.; STONE, G. N.; POTTS, S. G.; BALDOCK, K. C. R. **Quantifying nectar production by flowering plants in urban and rural landscapes**. *Journal of Ecology*, 2021. DOI <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13598>

VILLAS-BÔAS, J. **Mel de abelhas sem ferrão, Manual Tecnológico Mel de Abelhas sem Ferrão**. 1ª edição. Brasília, DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPAN), Brasil, 2012.

Adaptability and stability of wheat genotypes for the expression of amino acids in their grains

Thalia Aparecida Segatto¹, Ivan Ricardo Carvalho², Kassiana Kehl³, Jéssica Fernanda Hoffmann⁴, Matheus Guilherme Libardoni Meotti⁵, Eduarda Donadel Port⁵, Murilo Vieira Loro⁶, Inaê Carolina Sfalcin⁷, Leonardo Cesar Pradebon⁵ and Rafael Soares Ourique⁵

Abstract – This study aimed to select wheat genotypes based on the adaptability and stability of their amino acid expression in their grains. Our experiment was conducted during the 2019 harvest in five environments in the state of Rio Grande do Sul (RS). An experimental design was used with randomized blocks which were organized in a factorial scheme with five wheat genotypes cultivated in five environments, with three replicates per environment. The BRS Parrudo genotype potentiates the expression of amino acids in its grains when cultivated in Cachoeira do Sul-RS. By the BLUP methodology, it also best expresses all assessed amino acids in its grains. Research can identify and position wheat genotypes to obtain higher amino acid concentration in their grains. The amino acids aspartate, proline, and tryptophan show the highest broad-sense heritability, favoring the selection of genotypes to increase these characteristics.

Index terms: *Triticum aestivum*; REML/BLUP; AMMI; GGE.

Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo para a expressão de aminoácidos em seus grãos

Resumo – Este trabalho teve como objetivo selecionar genótipos de trigo com base na adaptabilidade e estabilidade da expressão de aminoácidos em seus grãos. Nosso experimento foi conduzido durante a safra 2019 em cinco ambientes no estado do Rio Grande do Sul (RS). Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso organizados em esquema fatorial com cinco genótipos de trigo cultivados em cinco ambientes, com três repetições por ambiente. O genótipo BRS Parrudo potencializa a expressão de aminoácidos em seus grãos quando cultivado em Cachoeira do Sul-RS. Pela metodologia BLUP, também expressa melhor todos os aminoácidos avaliados em seus grãos. A pesquisa pode identificar e posicionar genótipos de trigo para obter maior concentração de aminoácidos em seus grãos. Os aminoácidos aspartato, prolina e triptofano apresentam as maiores herdabilidades no sentido amplo, favorecendo a seleção de genótipos para aumentar essas características.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*; REML/BLUP; AMMI; GGE.

Introduction

Wheat is one of the main winter cereals in southern Brazil, a region which concentrates about 91% of the total wheat produced in the country (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2021). The insufficient supply of wheat grains to meet the domestic Brazilian demand reflects that its production has greater magnitude only in the Brazilian South region. Thus, research aimed to develop superior genotypes and expand wheat cultivation (especially to the Brazilian Midwest) to increase national grain production (PASINATO et al., 2018).

However, grain yield must be associated with good quality (i.e., its chemical composition and content of reserve proteins such as gluten), which defines the quality of its flour and how the dough behaves during baking (SCHEUER et al., 2011). Cultivar characteristics, management practices (such as nitrogen fertilization), and environmental conditions (such as varying temperatures and atmospheric CO₂ concentration) especially affect these parameters.

Wheat proteins have a low amount of some essential amino acids (especially lysine and threonine) but show large quantities of glutamine and

proline, which can change according to the interaction between genotypes and the environment. This can modify the levels of proteins such as threonine, lysine, valine, methionine, and histidine, an aspect which may potentiate genetic improvement. If the phenotypic expression of a genotype for a given trait depends on environmental conditions, measures of its heritability may vary according to environmental conditions (SANTOS et al., 2018). To explore this potential, we can find which amino acids the environment will promote and which of the latter will form a specific amino acid. Thus, research can complement diets and nutritional

Received on 08/06/2022. Accepted for publication on 04/11/2022.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1502>

¹ Engenheira Agrônoma, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, e-mail: thali_segatto@gmail.com.

² Professor de Agronomia, Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, e-mail: carvalhoirc@gmail.com.

³ Engenheira Agrônoma, Fundação Pró-Sementes, Passo Fundo, RS, e-mail: kassiana@fundancaoprosementes.com.br.

⁴ Professora de Tecnologia de alimentos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, e-mail: jessica_hoff@gmail.com.

⁵ Engenheiro(a) Agrônomo(a), Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, e-mail: matheus_meotti@gmail.com, port.duda@gmail.com, leopradebon@gmail.com, rafa_ourique@gmail.com.

⁶ Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, e-mail: muriloloro@gmail.com

⁷ Bióloga, Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, e-mail: sfalcin_inae@gmail.com.

deficiencies by, for example, elaborating lysine- and threonine- rich flours, amino acids lacking in commercial flours found on the market nowadays.

Several cultivars are available for commercialization. They show different flour colors, gluten strength, stability, and absorption. For example, pasta requires stronger flour, whereas Bread, protein balance. Thus, industries, to meet the demand for adequate rheological characteristics, provide bonuses to certain genotypes with superior rheological quality, developing then a niche market. Therefore, even at smaller magnitudes, the development of wheat genotypes biofortified with amino acids can easily be expanded. Industries already have specialized structures to produce flour according to genotypes.

Research still greatly lacks bibliographic references on this subject and on zones which better form gluten strength (W) and greater potential to produce specific and essential amino acids. In this context, this study aimed to select wheat genotypes based on the adaptability and stability of the amino acids in their grains.

Materials and methods

Our experiment was conducted during the 2019 harvest in five wheat-growing environments in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. A randomized block design was used with five culture environments and five cultivars with three replicates. The fields used as cultivation environments were located in the following municipalities: Cachoeira do Sul (A_1), Passo Fundo (A_2), Santo Augusto (A_3), São Gabriel (A_4), and São Luiz Gonzaga (A_5), which were chosen due to their varied locations within Rio Grande do Sul. According to Köppen, their climate is classified as Cfa, humid subtropical (KÖPPEN, 1936). The wheat cultivars used were BRS Parrudo (C1), TBIO Marfim (C2), Quartzo (C3), TBIO Mestre (C4), and TBIO Sinuelo (C5).

Experimental units consisted of five five-meter-long sowing rows spaced 0.20 meters apart. Our population density was composed of 330 viable seeds per square meter. Sowing was carried out on the same day for all genotypes in each environment, considering the

recommended agricultural zoning for each region. Nutritional management consisted of 250kg ha⁻¹ of 08-25-20 NPK at the base of sowing and 50kg ha⁻¹ of nitrogen was used per cover in the form of urea (46% of N) in a single application in the full tillering stage. Crops were agronomically managed to avoid biotic damage by weeds, insect pests, and diseases. Management was standardized for all environments and genotypes.

Each experimental unit was individually harvested and the collected seeds had their mass adjusted to 13% moisture. Production was estimated in kg ha⁻¹. The harvested seeds were milled into flour and 500-gram samples from each treatment, separated. Then, LC-ESI-qToF-MS mass spectrometry was used to quantify amino acid levels in the seeds of each experimental unit. The amino acids leucine (LEU, pmol), isoleucine (ISOL, pmol), glycine (GLY, pmol), serine (SER, pmol), threonine (THRE, pmol), proline (PRO, pmol), aspartate (ASPA, pmol), phenylalanine (PHEN, pmol), glutamine (GLU, pmol), asparagine (ASPG, pmol), and tryptophan (TRY, pmol) were evaluated.

Model assumptions, residual normality, and variance homogeneity were assessed (RAMALHO et al., 2012) and interactions between growing environments (E) and wheat genotypes (G) at 5% probability were described. When a significant G × E interaction was found, additive main effect and multiplicative interaction (AMMI) was used, combining the variances of the additive effects of genotypes and cultivation environments with the multiplicative effects of G × E interactions. Best linear unbiased prediction (BLUP), genotype main effects + genotype × environment interaction biplot method (GGE), and the simultaneous selection for mean performance and stability (MTSI) (OLIVOTO et al., 2019) were also applied.

A restricted maximum likelihood (REML) method was used to estimate variance components and genetic parameters, whose significance was obtained via deviance analysis at 5% probability by the Chi-squared test (RESENDE, 2007). Thus, genotypic variance (σ^2G), genotypic variance × environmental interaction (σ^2INT),

phenotypic variance (σ^2PV), residual variance (RVe), broad-sense heritability (H^2), broad-sense heritability of the mean of the genotype (\hat{h}^2mg), genotype selection accuracy ($Acgen$), coefficient of determination of genotypic effects × environmental interaction (C^2INT), genotypic correlation between the performance of environments ($rgloc$), the coefficient of genotypic variation (CVg), and the coefficient of residual variation (CVe) were estimated. R was used (R CORE TEAM, 2021) for statistical analyses.

Results and discussion

We assessed likelihood ratio test values at 5% for all evaluated characters to find the possible significance of our results. We found statistical significances for all aspects. We observed a high significance for the interaction between genotypes and environment for the evaluated factors, associated to the interaction between genotypes and the environment in amino acid expression, indicating a complex interrelation.

We found that the BRS Parrudo genotype showed the highest average expression of leucine, aspartate, phenylalanine, glutamine, asparagine, threonine, proline, and tryptophan (Figure 1). Although it failed to show the highest expression for the remaining amino acids, their concentration was higher than the general genotypic average for the remaining genotypes. TBIO Mestre, TBIO Marfim, and TBIO Sinuelo expressed higher mean isoleucine, glycine, and serine levels, respectively, indicating that genetic improvement programs may use these genotypes as parents to develop genotypes which better express these traits.

Due to the ease of viewing the results, research widely uses AMMI to position soybean (CARVALHO et al., 2016) and wheat genotypes (SZARESKI et al., 2021; SCHNEIDER et al., 2021). The first two main components explained more than 80% of our total data amino acid variability, except for asparagine (77.3%) (Figure 2). All genotypes showed good leucine, aspartate, glutamine, and tryptophan expression since they lie at the vertices of the polygon.

However, the Quartzo genotype had

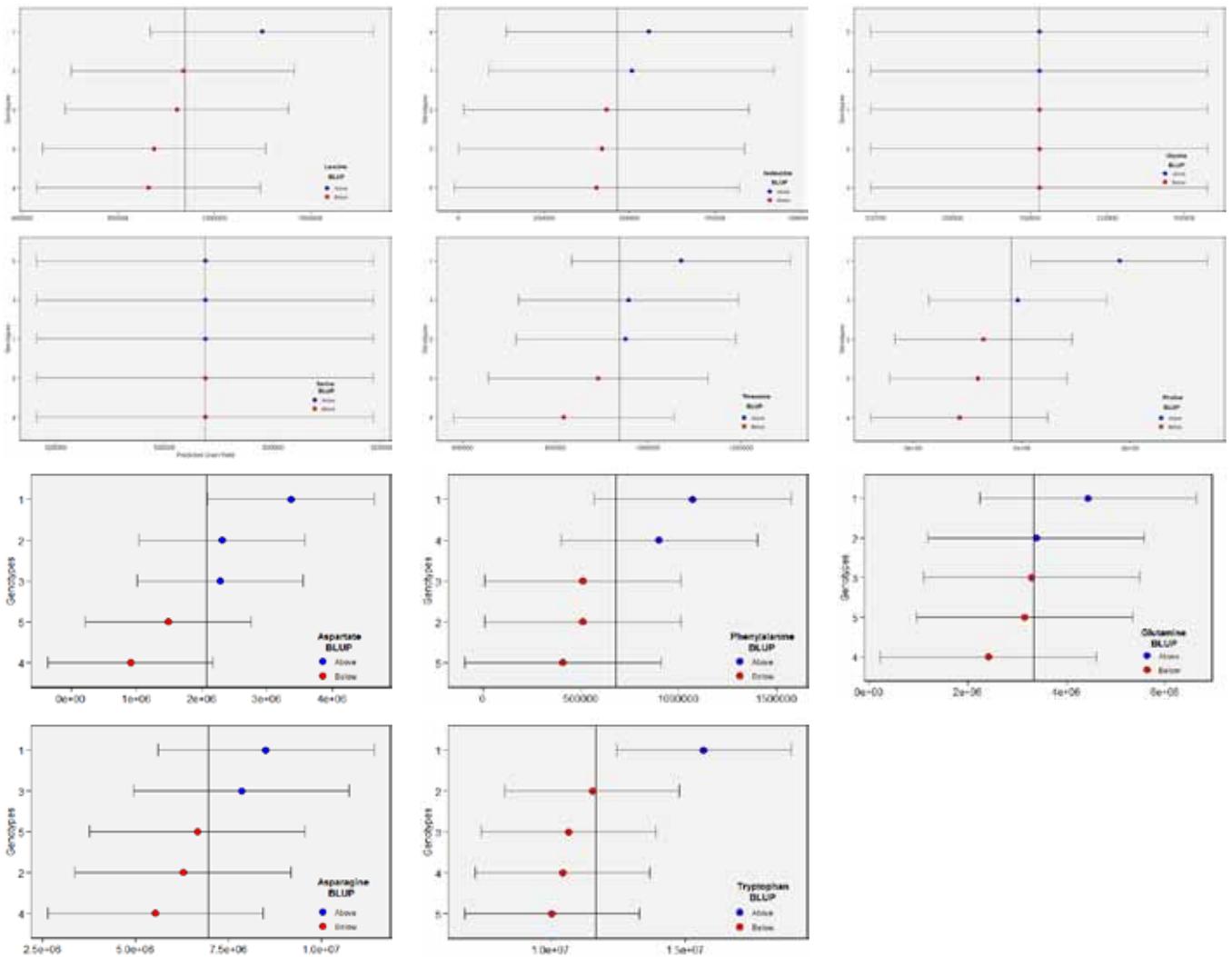


Figure 1. Representation of estimates obtained by the restricted maximum likelihood analysis method/best unbiased linear predictor (REML/BLUP) for the amino acids measured in five wheat genotypes: BRS Parrudo (C1), TBIO Marfim (C2), Quartzo (C3), TBIO Mestre (C4), and TBIO Sinuelo (C5)

Figura 1. Representação das estimativas obtidas pelo método de análise de máxima verossimilhança restrita/melhor preditor linear imparcial (REML/BLUP) para os aminoácidos medidos em cinco genótipos de trigo: BRS Parrudo (C1), TBIO Marfim (C2), Quartzo (C3), TBIO Mestre (C4), e TBIO Sinuelo (C5)

the lowest isoleucine, phenylalanine, serine, and threonine concentrations. Similarly, TBIO Marfim also expressed lower isoleucine, glycine, and serine concentrations. We found lower phenylalanine and proline levels in TBIO Mestre and TBIO Sinuelo, respectively. Both genotypes also expressed less asparagine. All other unmentioned genotypes performed better for specific amino acids.

São Luiz Gonzaga and Cachoeira do Sul showed favorable environmental conditions for the highest genotypic performance for all evaluated amino acids. Passo Fundo showed conditions resembling those two but its conditions reduced the expression of tryptophan

and aspartate by the genotypes. Santo Augusto promoted favorable conditions for the high expression of only glycine, threonine, proline, and leucine. On the other hand, São Gabriel provided unfavorable conditions for the expression of all amino acids.

We found that some environments promoted the greater expression of amino acids in the grains of some genotypes. However, positioning a specific genotype for each environment is an unfeasible practice for companies. Thus, it is essential to identify the formation of megaenvironments to position genotypes.

We managed to form high performance megaenvironments for

some amino acids. Those in Santo Augusto and Cachoeira do Sul formed a megaenvironment which greatly expressed glycine. Moreover, BRS Parrudo performed the best in this megaenvironment. On the other hand, Cachoeira do Sul and Passo Fundo show similar environmental conditions to favorably express serine via TBIO Sinuelo. Similarly, Santo Augusto and Passo Fundo form a megaenvironment with similar conditions and high threonine production via TBIO Sinuelo.

When we evaluated proline and isoleucine, we found that São Luiz Gonzaga and Cachoeira do Sul could form a megaenvironment, in which TBIO Sinuelo and BRS Parrudo expressed the

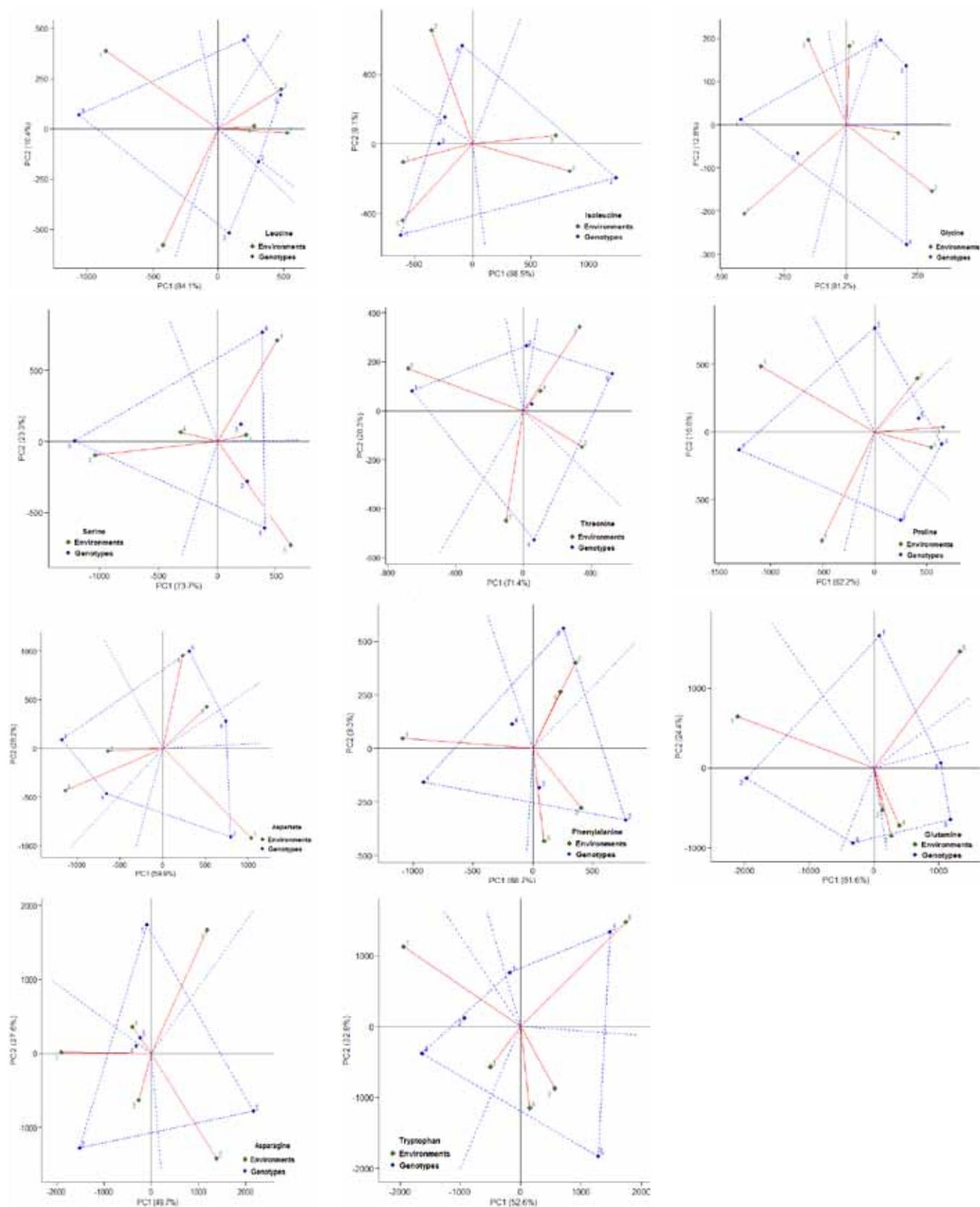


Figure 2. AMMI Biplot for the amino acids evaluated in five wheat genotypes and five growing environments: Cachoeira do Sul (A1), Passo Fundo (A2), Santo Augusto (A3), São Gabriel (A4), and São Luiz Gonzaga (A5). Genotypes: BRS Parrudo (C1), TBIO Marfim (C2), Quartzo (C3), TBIO Mestre (C4), and TBIO Sinuelo (C5)

Figura 2. AMMI Biplot para os aminoácidos avaliados em cinco genótipos de trigo e cinco ambientes de cultivo: Cachoeira do Sul (A1), Passo Fundo (A2), Santo Augusto (A3), São Gabriel (A4) e São Luiz Gonzaga (A5). Genótipos: BRS Parrudo (C1), TBIO Marfim (C2), Quartzo (C3), TBIO Mestre (C4) e TBIO Sinuelo (C5)

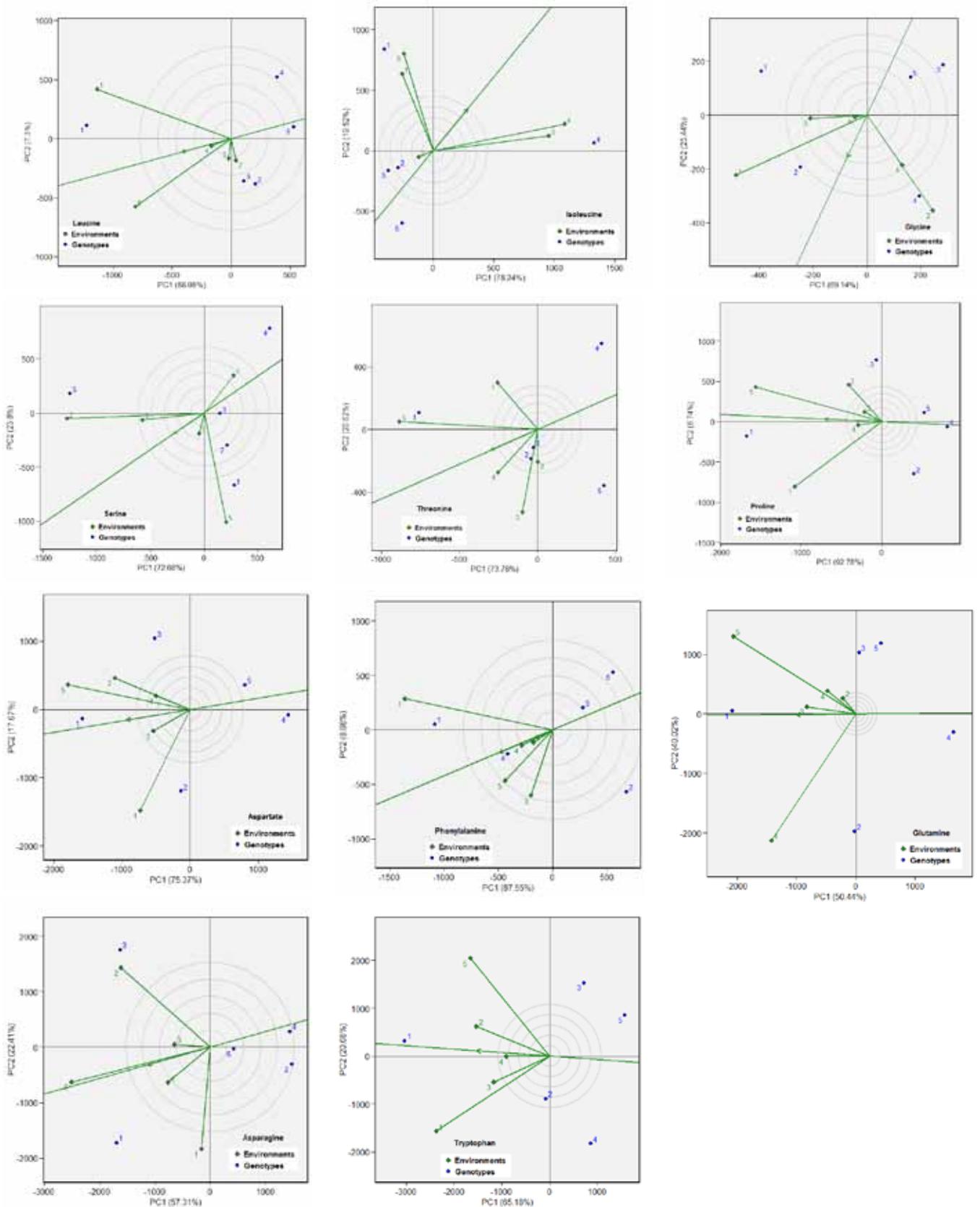


Figure 3. GGE Biplot for the amino acids evaluated in five wheat genotypes and five growing environments: Cachoeira do Sul (A1), Passo Fundo (A2), Santo Augusto (A3), São Gabriel (A4), and São Luiz Gonzaga (A5). Genotypes: BRS Parrudo (C1), TBIO Marfim (C2), Quartzo (C3), TBIO Mestre (C4), and TBIO Sinuelo (C5)

Figura 3. GGE biplot para os aminoácidos avaliados em cinco genótipos de trigo e cinco ambientes de cultivo: Cachoeira do Sul (A1), Passo Fundo (A2), Santo Augusto (A3), São Gabriel (A4) e São Luiz Gonzaga (A5). Genótipos: BRS Parrudo (C1), TBIO Marfim (C2), Quartzo (C3), TBIO Mestre (C4) e TBIO Sinuelo (C5)

highest levels of these amino acids. We also managed to form another megaenvironment for leucine, consisting of Santo Augusto and Passo Fundo, indicating it for TBIO Sinuelo. It was impossible to form megaenvironments for the other evaluated amino acids. This indicates that it was impossible to show similarities between the evaluated environments in the expression of these amino acids.

The first two main components by the GGE method, showed an explaining factor greater than 80% of our total

data variability for all evaluated amino acids (Figure 3). We observed that TBIO Marfim and Quartzo expressed similar leucine contents in their grains. Passo Fundo, Santo Augusto, and São Gabriel constituted similar environments. Cachoeira do Sul and São Luiz Gonzaga performed the best. Moreover, the simultaneous selection for mean performance and stability model (Figure 4) showed that Quartzo, TBIO Marfim, and BRS Parrudo showed greater phenotypic stability for leucine.

Isoleucine failed to show similarities

among genotypes. Cachoeira do Sul and São Luiz Gonzaga resemble each other, as do Santo Augusto and São Gabriel. According to the results obtained in the simultaneous selection for mean performance and stability model (figure 4), BRS Parrudo and TBIO Marfim showed a greater phenotypic stability for isoleucine.

For the other amino acids, we found no similarity in their expression among the evaluated genotypes. Santo Augusto and São Gabriel showed similar glycine expressions. Moreover, Cachoeira do

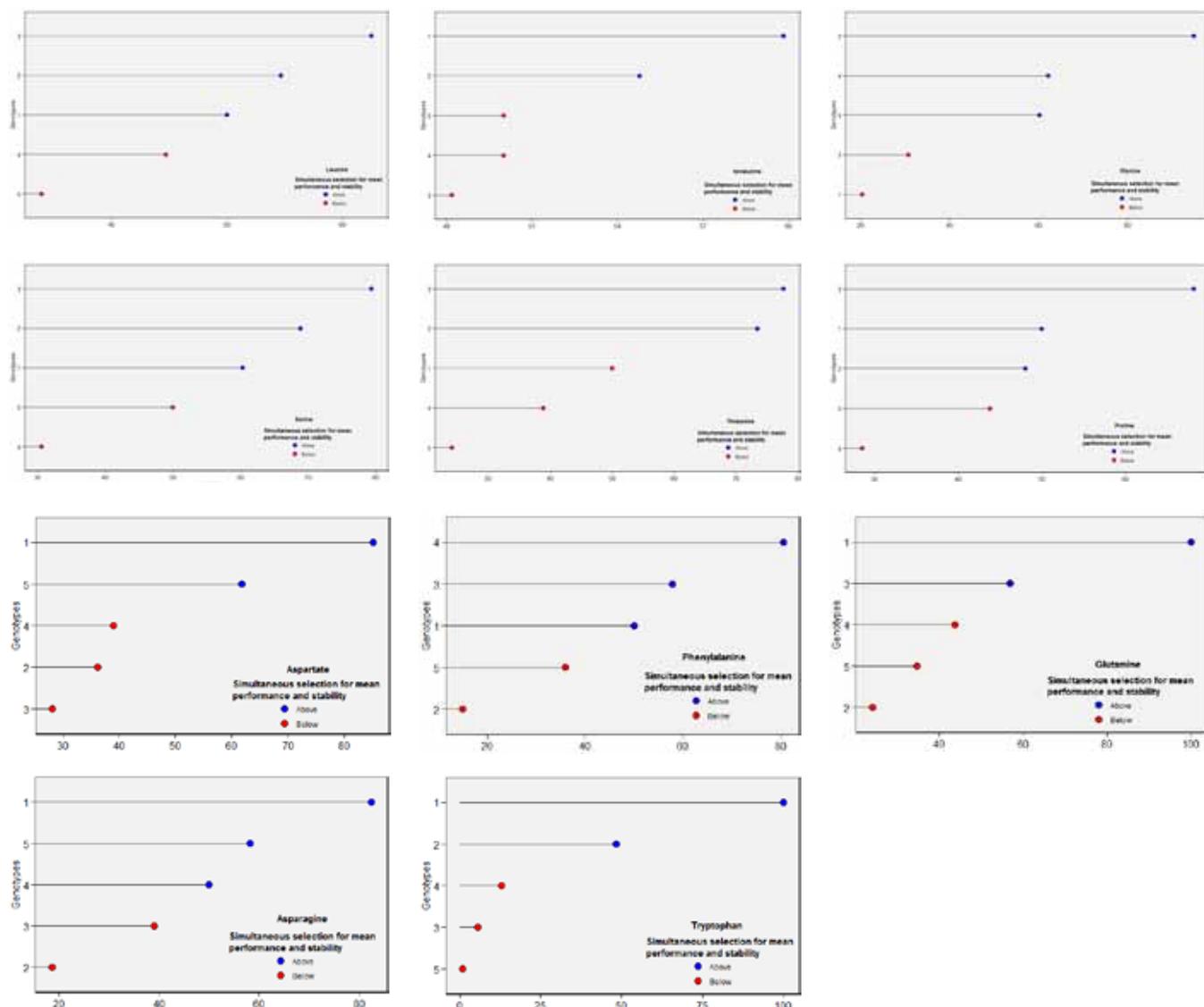


Figure 4. Representation of estimates obtained by the simultaneous selection for mean performance and stability model for the character of aspartate (ASPA), asparagine (ASPG), phenylalanine (PHEN), threonine (THRE), glutamine (GLU), serine (SER), tryptophan (TRY), leucine (LEU), proline (PRO), isoleucine (ISOL), and glycine (GLY), measured for five wheat genotypes: BRS Parrudo (C1), TBIO Marfim (C2), Quartzo (C3), TBIO Mestre (C4), and TBIO Sinuelo (C5)

Figura 4. Representação das estimativas obtidas pelo modelo de seleção simultânea para desempenho médio e estabilidade, para o caráter dos aminoácidos aspartato (ASPA), asparagina (ASPG), fenilalanina (PHEN), treonina (THRE) e glutamina (GLU), serina (SER), triptofano (TRY), leucina (LEU), prolina (PRO), isoleucina (ISOL) e glicina (GLY) medidos para os cinco genótipos de trigo: BRS Parrudo (C1), TBIO Marfim (C2), Quartzo (C3), TBIO Mestre (C4) e TBIO Sinuelo (C5)

Sul and Passo Fundo showed great amino acid expressions. By the MTSI index, TBIO Marfim, Tbio Mestre, and Tbio Sinuelo showed stable phenotypic expressions of glycine.

We found no ideal genotypes for serine expression. Passo Fundo and São Luiz Gonzaga expressed similar conditions. The MTSI index indicated the great stability of serine expression in BRS Parrudo, TBIO Marfim, and Quartzo. São Luiz Gonzaga expressed the most threonine. TBIO Marfim and Quartzo showed greater stability and average performance of threonine (Figure 4).

Cachoeira do Sul (A1), Passo Fundo, and São Luiz Gonzaga showed high performance but without similarity for proline. According to simultaneous selection for average performance and stability, BRS Parrudo, TBIO Marfim and Quartzo showed similarly stable proline phenotypic expression.

Santo Augusto and São Gabriel expressed similar aspartate levels. Moreover, Cachoeira do Sul, Passo Fundo, and São Luiz Gonzaga showed high expression of that amino acid. Still according to simultaneous selection for average performance and stability, BRS Parrudo and Tbio Sinuelo showed phenotypic stability for aspartate expression.

Tbio Mestre came closest to the ideal for phenylalanine. Cachoeira do Sul promoted favorable conditions to potentiate the levels of this amino acid. We observed that BRS Parrudo, Quartzo, and Tbio Mestre showed stable phenylalanine expression by the MTSI method.

It was impossible to identify the ideal genotype for glutamine. While Cachoeira do Sul and São Luiz Gonzaga performed well no environment showed similar phenotypic expressions. According to the simultaneous selection model for average performance and stability, BRS Parrudo and Quartzo showed stable glutamine phenotypic expression.

We found no occurrence of an ideotype for asparagine. Cachoeira do Sul, Passo Fundo, and São Luiz Gonzaga promoted the best performance of this amino acid. According to the simultaneous selection method for average performance and stability, BRS Parrudo, Tbio Mestre, and Tbio Sinuelo

show stable asparagine phenotypic expression (Figure 4).

We found no genotype close to the ideal tryptophan expression. Environments showed no similarities and those in Cachoeira do Sul and São Luiz Gonzaga showed conditions to potentiate this amino acid. According to the evaluation of the simultaneous selection method for average performance and stability, we observed that BRS Parrudo and TBIO Marfim showed stable tryptophan phenotypic expression.

Heritability shows the fraction of genetic variance in phenotypic variance, which may indicate reliability and experimental precision for a phenotype (RAMALHO et al., 2012). We found that proline, aspartate, phenylalanine, and tryptophan obtained a heritability above 39%. This indicates that these amino acids suffer greater influence from the environment, since their characteristics are associated with environmental manifestations (Table 1).

We also evaluated the broad-sense heritability of genotype means without these environmental effects (H^2_{mg}), assessing how their absence affected phenotypic expression. We considered these as high for proline (83%), aspartate (84%), and tryptophan (83%).

According to Resende & Duarte (2007), accuracy refers to a correlation between the real genotypic value of genetic treatments and that which experimental information estimates or predicts. We found an accuracy greater than 75 for all evaluated amino acids. This indicates the high experimental precision of our research. The coefficient for determining the effects of genotype \times environmental interaction (C^2_{int}) indicates a participation of the effects of total interaction in character variation, in which parameters showed a great intensity, especially for isoleucine, glycine, serine, and glutamine, which showed 0.99, 0.98, 0.99, and 0.81 values, respectively.

The genotypic correlation of genotype performance between cultivation environments (RGE) classifies the nature of the interactions, in which the higher the magnitude of this parameter, the simpler its characterization and the less distortions in the classification of genotypes

(PUPIN et al., 2015). Thus, we found the following mean RGE values: proline (0.50), aspartate (0.51), and phenylalanine (0.40), whereas we observed low RGE leucine (0.26), isoleucine (0.004), glycine (0.004), serine (0.0007), threonine (0.24), glutamine (0.19), asparagine (0.26), and tryptophan (0.49) coefficients. This shows the complex genotype \times environment interactions for characters with low RGE coefficients. In other words, environmental conditions strongly influence the expression of these characters.

Thus, we can infer that proline, aspartate, and phenylalanine tend to be expressed in similar magnitudes among environments. This favors the selection of genotypes for these characters. However, the other amino acids with genotypic performance correlations in low-magnitude environments tend to hinder the selection of ideal genotypes since the environment strongly influences the expression of these characters.

The coefficient of genotypic variation (CVg^*) is a parameter used to quantify the percentage of total variation from genetic effects. We observed values greater than 48% for proline, aspartate, and phenylalanine, indicating a high genotypic variation. The experimental variation coefficient ($CVr^*\%$) represents the precision obtained in conducting the experiment and has a statistical and non-genetic nature (ROSA et al., 2021). We observed that this coefficient was low for all parameters, below 10% in all evaluated parameters and above 5% only for proline (7.2%) and isoleucine (6.4%), showing good experimental precision.

Conclusions

- The Parrudo genotype potentiates the expression of amino acids in its grains if cultivated in Cachoeira do Sul.
- By the BLUP methodology, BRS Parrudo better expresses all amino acids in its grains.
- We managed to identify and position wheat genotypes for higher concentration of amino acids in their grains.
- Aspartate, proline, and

Table 1. Estimates of variance components and genetic parameters for the amino acids present in flour obtained from wheat grains grown in different environments in the state of Rio Grande do Sul, Brazil

Tabela 1. Estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos para os aminoácidos presentes em farinha obtida de grãos de trigo cultivados em diferentes ambientes no estado do Rio Grande do Sul, Brasil

Parameters	LEU	ISOL	GLY	SER	THRE	PRO
Heritability	0.256	0.004	0.005	0.001	0.242	0.500
H ² mg	0.632	0.020	0.022	0.003	0.616	0.834
Accuracy	0.795	0.141	0.149	0.059	0.785	0.913
C ² int	0.741	0.993	0.981	0.997	0.748	0.495
RGE	0.257	0.004	0.005	0.001	0.244	0.502
CVg*(%)	22.147	7.695	1.953	1.543	12.657	71.298
Cvr*(%)	2.734	6.419	3.493	2.966	2.648	7.233
LRT	Signif.	Signif.	Signif.	Signif.	Signif.	Signif.

Parameters	ASPA	PHEN	GLU	ASPG	TRY
Heritability	0.509	0.394	0.188	0.260	0.493
H ² mg	0.838	0.765	0.536	0.637	0.830
Accuracy	0.916	0.875	0.732	0.798	0.911
C ² int	0.490	0.605	0.809	0.736	0.500
RGE	0.509	0.395	0.188	0.261	0.496
CVg*(%)	49.148	48.492	29.576	21.539	21.649
Cvr*(%)	2.692	2.913	3.736	2.946	2.416
LRT	Signif.	Signif.	Signif.	Signif.	Signif.

H²mg: Mean genotype heritability of the; *Ac gen*: accuracy for genotype selection; C²int: coefficient to determine the effects of genotype x environment interaction; RGE: The genotypic correlation of genotype performance between cultivation environments; CVg*: Genotypic variation coefficient; Cvr*: Coefficient of residual variation; LRT: Likelihood Ratio Test. FV: Factor of variation, DF: Degree of freedom, LEU: Leucine, ISOL: Isoleucine, GLY: Glycine, SER: Serine, THRE: Threonine, PRO: Proline, ASPA: Aspartate, PHEN: Phenylalanine, GLU: Glutamine, ASPG: Asparagine, TRY: Tryptophan.

tryptophan showed the highest broad-sense heritability, favoring the selection of genotypes to increase these characters.

References

CARVALHO, L.P.; FARIAS, F.J.C.; MORELLO, C.L.; TEODORO, P.E. Uso da metodologia REML/BLUP para seleção de genótipos de algodoeiro com maior adaptabilidade e estabilidade produtiva. *Bragantia*, Campinas, v. 75, n. 3, p. 314-321, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.275>.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento safra brasileira de grãos*. Brasília, DF: Conab, 2021. Safra 2021 v. 8, n.3.

KÖPPEN, W. *Das geographische System der Klimate*. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1936.

OLIVOTO, T.; LÚCIO, A.D.; DA SILVA, J.A.; MARCHIORO, V.S.; DE SOUZA, V.Q.; JOST, E.

Mean performance and stability in multi-environment trials I: combining features of AMMI and BLUP techniques. *Agronomy Journal*, Hoboken, v.111, n.6, p.2949-2960, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2134/ agronj2019.03.0220>.

PASINATO, A.; CUNHA, G.R.; FONTANA, D.C.; MONTEIRO, J.E.B.A.; NAKAI, A.M.; OLIVEIRA, A.F. Potential area and limitations for the expansion of rainfed wheat in the Cerrado biome of Central Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.53, n.7, p.779-790, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000700001>.

PUPIN, S.; ARAÚJO DOS SANTOS, A.V.; ZARUMA, D.U.G.; MIRANDA, A.C.; SILVA, P.H.M.; MARINO, C.L.; SEBBENN, A.M.; MORAES, M.L.T. Produtividade, estabilidade e adaptabilidade em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus urophylla* ST Blake. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v.43, n.105, p. 127-134, 2015.

RCORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna: R

Foundation for Statistical Computing, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 25 jan. 2021.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P.; SOUZA, E.A.; GONÇALVES, F.M.A.; SOUZA, J.C. *Genética na agropecuária*. 5. ed. Lavras: UFLA, 2012.

RESENDE, M.D.V. *Software Selegem – REML/BLUP*: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.

RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.37, n.3, p.182-194, 2007.

ROSA, T.C.; CARVALHO, I.R.; SILVA, J.A.G.; SZARESKI, V.J.; SEGATTO, T.A.; PORT, E.D.; LORO, M.V.; ALMEIDA, H.C.F.; OLIVEIRA, A.C.; MAIA, L.C.; SOUZA, V.Q. Genetic parameters and multi-trait selection of white oats for forage. *Genetics and Molecular Research*, Ribeirão Preto, v.20, n.2, p.1-13, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4238/gmr18451>.

SANTOS, O.P.; CARVALHO, I.R.; SZARESKI, V.J.; PELEGRIN, A.J.; BARBOSA, M.H.; LAUTENCHLEGER, F.; CONTE, G.G.; PIMENTEL, J.R.; TROYJACK, C.; VILLELA, F.A.; PEDÓ, T.; SOUZA, V.Q. Multivariate approach in eucalyptus breeding and its effect on genotype x environment interactions. *Genetics and Molecular Research*, Ribeirão Preto, v.17, n.3, p.1-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4238/gmr18025>

SCHEUER, P.M.; FRANCISCO, A.; MIRANDA, M.Z.; LIMBERGER, V.M. Trigo: características e utilização na panificação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.13, n.2, p. 211-222, 2011. DOI: <https://doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v13n2p211-222>.

SCHNEIDER, R.O.; CARVALHO, I.R.; SZARESKI, V.J.; KEHL, K.; LEVIEN, A.M.; SILVA, J.A.G.; HUTRA, D.J.; SOUZA, V.Q.; LAUTENCHLEGER, F.; LORO, M.V. Bayesian inference and prediction applied to the positioning of wheat yield grown in southern Brazil. *Functional Plant Breeding Journal*, Campos dos Goytacazes, v.3, n.2, p.15-32, 2021. DOI: <https://doi.org/10.35418/2526-4117/v3n2a2>.

SZARESKI, V.J.; CARVALHO, I.R.; KEHL, K.; LEVIEN, A.M.; ROSA, T.C.; SOUZA, V.Q. Adaptability and stability with multivariate definition of macroenvironments for wheat yield in Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.56, p.1-12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02468>

Avaliação agrônômica de cultivares cítricos na região da Grande Florianópolis, Brasil

Luana Aparecida Castilho Maro¹ e Keny Henrique Mariguele¹

Resumo – Para obter uma citricultura competitiva é necessário que o agricultor disponha de variedades que atendam a diversos requisitos, tais como: boa produção, frutos de qualidade e oferta em períodos de entressafra dos principais genótipos cultivados. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de cultivares cítricos do grupo das laranjeiras e tangerineiras em pomar implantado no município de Biguaçu, Grande Florianópolis, no ano de 2010. Foram estudados parâmetros referentes ao crescimento vegetativo, eficiência produtiva, morfologia dos frutos e características de qualidade interna dos frutos. Os cultivares cítricos apresentaram qualidade compatível com a demanda do mercado de frutas de mesa e também apresentaram bom desempenho agrônômico com destaque para ‘Champanha’ e ‘Satsuma Okitsu’.

Termos para indexação: *Citrus* spp.; Laranja; Tangerina; Variedades; Consumo *in natura*; Produção; Qualidade.

Agronomic evaluation of citrus cultivars in Florianópolis region, Brazil

Abstract – In order to have a competitive citriculture, it is necessary for the farmer having varieties that meet different requirements: such as good production, quality fruits and supply in off-season periods of the main genotypes cultivated. Therefore, the objective of this work was to evaluate the agronomic performance of citrus cultivars of the orange and tangerine group in orchard located in Biguaçu, metropolitan region of the capital of Santa Catarina, in 2010. Parameters related to vegetative growth, productive efficiency, fruit morphology and internal quality characteristics of the fruits were studied. The citrus cultivars evaluated showed quality compatible with the demand of the table fruit market and also showed good agronomic performance, especially ‘Champanha’ and ‘Satsuma Okitsu’.

Index terms: *Citrus* spp.; Orange; Tangerine; Varieties; Fresh fruit market; Production; Quality.

Introdução

Apesar da reconhecida expressividade da citricultura brasileira no cenário mundial, especialmente da agroindústria de transformação da laranja, a produção de frutas para mesa não apresenta a mesma pujança. Algumas regiões com potencialidades para o cultivo das espécies cítricas ainda não se consolidaram e produzem quantidade insuficiente para suprir a demanda do mercado, mesmo apresentando clima e solo adequados.

Um exemplo é a Região Sul do Brasil, que tem grande potencial para a produção de frutas cítricas de mesa, por apresentar condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento do fruto com características organolépticas adequadas ao consumo fresco, mas contribui com apenas 6,51% da produção total

de frutas cítricas (laranja, tangerina e limão) e os seus estados não figuram entre os principais produtores (IBGE, 2021). Este fato resulta na dependência externa de abastecimento de frutos cítricos, colocando a região à mercê da disponibilidade de oferta e preço de produtores paulistas, paranaenses e rio-grandenses-do-sul que atendem atacadistas e distribuidores catarinenses para suprir esse déficit.

Em Santa Catarina, ao considerar sua população e o consumo *per capita* de frutas cítricas, a produção estadual não é capaz de suprir a demanda e tem-se um déficit de 80% (BARNI et al., 2013). Essa insuficiente produção desponta como uma excelente oportunidade para o aumento da renda e a redução do êxodo rural. Além disso, por serem plantas de clima subtropical, encontram clima adequado tanto no litoral como em outras regiões de Santa Catarina. Por isso,

Barni et al. (2013) afirmam que é possível produzir no Estado frutos cítricos de excelente qualidade, similares aos importados.

No entanto, a ampliação de informações disponíveis sobre a adaptabilidade e estabilidade de diferentes cultivares nas condições edafoclimáticas locais é importante para impulsionar a atividade. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de cultivares cítricos para mesa na região da Grande Florianópolis.

Material e métodos

O experimento com 11 genótipos de copa (Figura 1), com 10 clones cada, enxertadas sobre o porta-enxerto ‘Swingle’ foi instalado em 9 de agosto de 2010, no espaçamento de 4 x 6 metros, no município de Biguaçu, localidade So-

rocaba de Fora, em propriedade rural familiar (latitude 27°21'377 S e longitude de 48°39'914 W, altitude de 18 metros).

Os genótipos estudados englobam cultivares das tangerineiras *Citrus unshiu* Marcovitch (Satsuma Okitsu e SCS458 Osvino), *Citrus reticulata* Blanco (Fallglo, Oota Ponkan, Tangerina Ponkan IAC), *Citrus clementina* Hort. Ex Tan. (Clemenules), *Citrus tankan* Hayata (acesso Tankan EEI) e *Citrus deliciosa* Tenore (Mexerica do Rio IAC); além de cultivares das laranjeiras *Citrus sinensis* (L.) Osbeck (SCS454 Catarina e SCS457 Souza) e a 'Champanha' que provavelmente se trata de um híbrido cujos parentais são desconhecidos.

Em 2015, 2016 e 2017 foram realizadas as seguintes medições nas plantas: projeção da copa (altura (H) e diâmetro (D) – obtido pela média de dois diâmetros perpendiculares tomados na metade da altura da planta). Esses dados foram utilizados para o cálculo do volume (V) da copa (m³), obtido a partir da fórmula: $V = 2/3 [(\pi \times D^2) \times H]$ (MENDEL, 1956), e da eficiência produtiva (kg m³), obtida pela divisão da produção por planta pelo volume da copa. Também foram avaliados o número e a massa de frutos produzidos (kg planta⁻¹). Além disso, foi calculada a massa de frutos acumulada dos três anos de avaliação.

Nesses mesmos anos, frutos dos diferentes genótipos foram avaliados quanto à qualidade. Amostras de 15 frutos colhidos aleatoriamente nos diferentes quadrantes da copa, quando os mesmos se encontravam em sua maturação completa definida de acordo com o conhecimento prévio das características dos genótipos (sobretudo sabor e coloração da casca), foram submetidas às seguintes determinações:

- Número de sementes através da contagem direta na polpa;
- Massa do fruto, em gramas, determinada por pesagem individual em balança digital semianalítica (0,01g);
- Diâmetro transversal (DT) e diâmetro longitudinal (DL), em mm, mensurados com auxílio de paquímetro digital (0,01mm), utilizando os valores para cálculo e determinação do formato do fruto, DT/DL;
- Espessura da casca, em mm, utilizando-se paquímetro digital;
- Volume médio de suco (mL): deter-

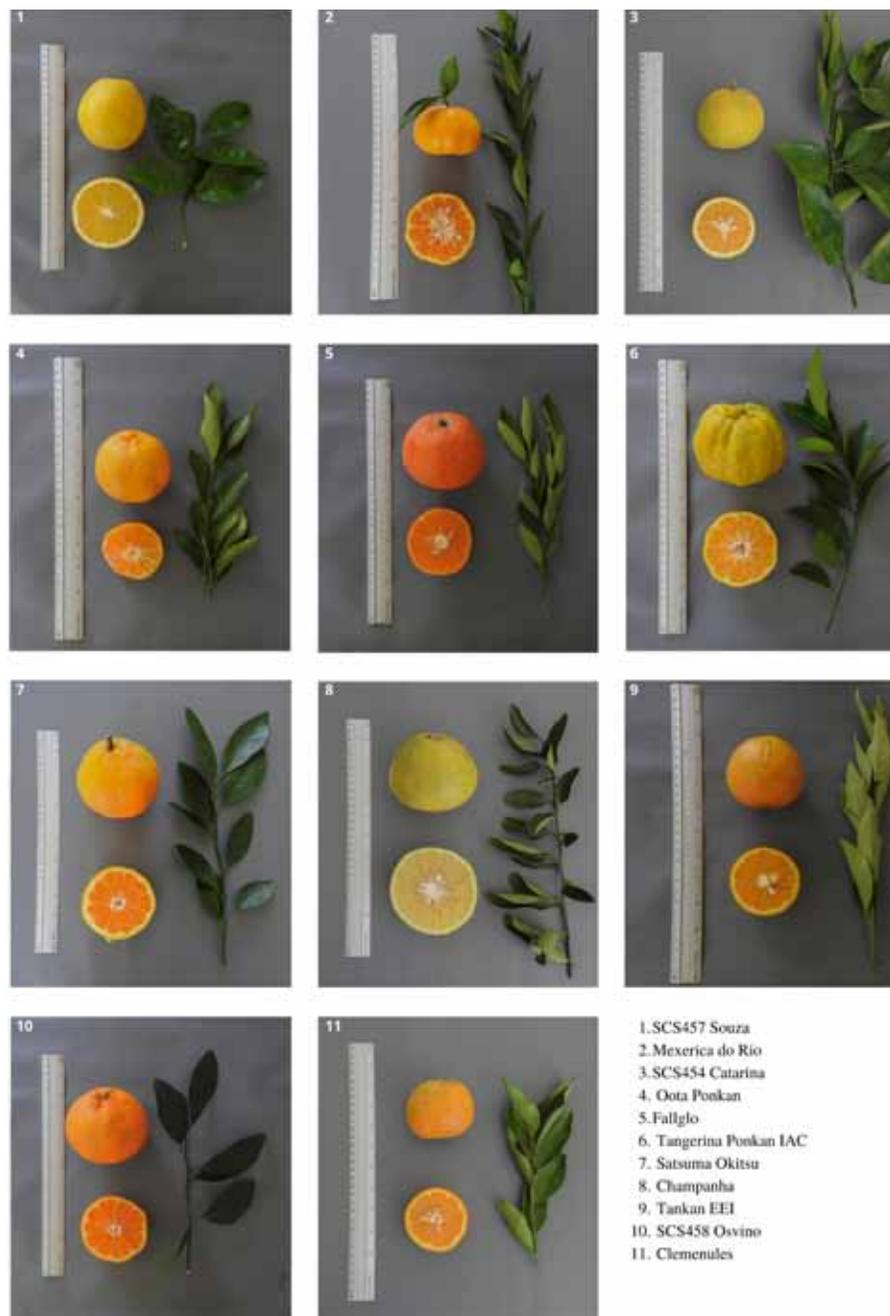


Figura 1. Frutos inteiros e seccionados transversalmente de 11 genótipos de citros cultivados na região da Grande Florianópolis (Biguaçu, SC, Brasil) e seus respectivos ramos. Fotos: Keny Henrique Mariguele

Figure 1. Whole and cross-sectioned fruits of 11 citrus genotypes cultivated in Florianópolis region (Biguaçu, SC, Brazil) and their respective branches. Photos: Keny Henrique Mariguele

minado após esmagamento do fruto em extrator e transferência para proveta;

- Sólidos solúveis totais (SST, expresso em °Brix): a amostra foi homogeneizada e transferida sobre o prisma do refratômetro digital marca Atago, modelo PAL-1 Pocket, para leitura direta;

- *Ratio*: obtida pelo quociente sólidos solúveis totais/acidez total titulável,

sendo que a determinação da acidez total titulável (expressa em gramas de ácido cítrico mL⁻¹) foi realizada através da neutralização por solução de NaOH 0,1N até pH 8,3 usando pHmetro.

A partir dos dados de produção de frutos, foram avaliadas a adaptabilidade e a estabilidade dos genótipos pela metodologia proposta por Schimdt et

al. (2011).

Quanto às análises dos dados, inicialmente foram verificados com o R v.4.0 (R Core Team, 2022) os pressupostos de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Teste de Levene) pelo pacote “car” v.3 (FOX & WEISBERG, 2019). Desse modo, as variáveis que não atenderam aos pressupostos foram avaliadas usando gráfico de barra e boxplot, a partir do pacote ggplot2 (WICKHAM, 2016). Nas outras foram realizadas ANOVA 1 fator (efeito de genótipo) e 2 fatores (efeito de genótipos e de ano), quando os dados eram provenientes de um ano ou três anos respectivamente, e o teste de agrupamento de médias Scott-Knott ($p < 0,05$) com o pacote “agricolae” v.1.3-3 (MENDIBURO, 2020). A partir dos dados de massa de frutos, foi avaliado a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos pela metodologia proposta por Schmildt et al. (2011) usando o software estatístico Genes v.1990.2019.3 (CRUZ, 2013; 2016).

Resultados e discussão

Todas as variáveis de fitometria e qualidade de frutos apresentaram homogeneidade das variâncias e normalidade dos erros, exceto o número médio de sementes por fruto e o número médio de frutos por planta. Além disso, apresentaram diferença significativa entre os genótipos avaliados. Quanto ao número médio de sementes por frutos, os valores variaram de zero para ‘SCS457 Souza’, ‘SCS458 Osvino’ e ‘Satsuma Okitsu’, até 27 sementes para Fallglo (Figura 2).

Os cultivares SCS457 Souza e Champanha se destacaram para massa média dos frutos e DL, cujos valores foram, respectivamente, 397,00g, 90,45mm e 370,33g, 94,07mm. ‘SCS457 Souza’ também apresentou o maior DT, com valor de 99,07mm (Tabela 1).

‘SCS457 Souza’ é reconhecidamente um cultivar que produz frutos grandes, elipsoides e de ótimo sabor, e a planta apresenta pouco vigor (KOLLER & SOPRANO, 2013). Tais inferências puderam ser constatadas no presente trabalho, onde os maiores valores para massa de fruto e DT, menores valores para di-

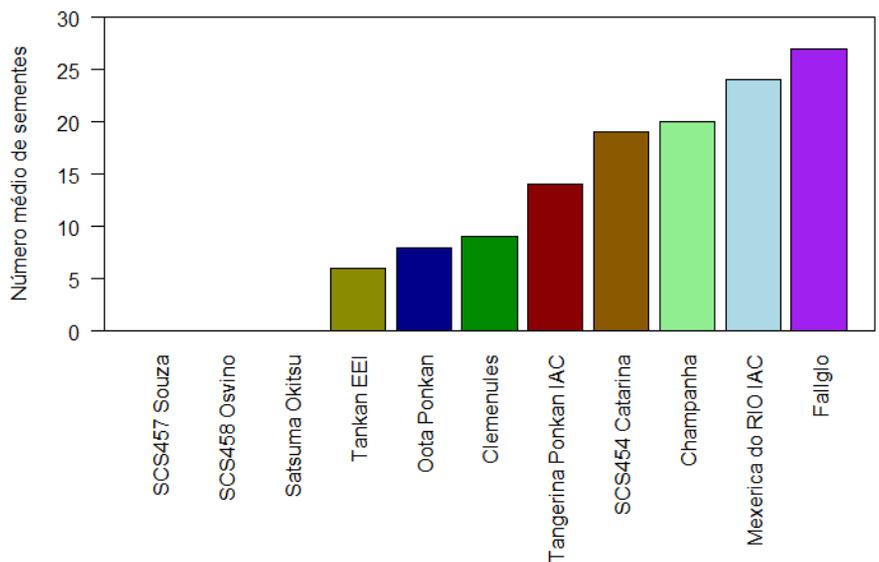


Figura 2. Número médio de sementes de frutos de 11 genótipos cítricos cultivados na região da Grande Florianópolis (Biguaçu, SC, Brasil)

Figure 2. Comparison of the average number of seeds in 11 citrus canopy cultivars cultivated in the Florianópolis region (Biguaçu, SC, Brazil)

âmetro de copa, eficiência produtiva, produção acumulada e produção média foram atribuídos ao cultivar. Além disso, ‘SCS457 Souza’ apresentou ausência de sementes, assim como os cultivares SCS458 Osvino e Satsuma Okitsu. De acordo com Oliveira et al. (2004), para as laranjas ‘Navelina’ e ‘Navelate’, que pertencem ao mesmo grupo do ‘SCS457 Souza’ (laranjas doces de umbigo), a ausência de sementes ocorre devido à desintegração das células dos grãos de pólen, não dando lugar à formação das sementes, e pelo fato de o saco embrionário normalmente ser estéril, havendo a produção de fruto sem semente, mesmo na presença de cultivares polinizadores (ANDERSON, 1996). Já as Satsumas possuem elevada percentagem de grãos de pólen e saco embrionário estéreis (OLIVEIRA et al., 2004) e, mesmo em plantios mistos com outras variedades (como foi o caso do estudo em questão), praticamente não produzem sementes (KOLLER et al., 2009). O cultivar Clemenules também é tido como produtor de frutos apirênicos, por ser autoincompatível quando cultivado de forma isolada de cultivares produtores de grãos de pólen férteis e compatíveis (OLIVEIRA et al., 2004), o que explica a presença de número médio de nove sementes por fruto neste estudo.

Além do ‘SCS457 Souza’, frutos do

cultivar Champanha também apresentaram massa e dimensões que reforçam sua aptidão para o consumo como fruta de mesa. Em trabalho conduzido por Agostini (2012) frutos de ‘Champanha’ apresentaram valores de massa, diâmetro longitudinal (altura) e diâmetro transversal (largura) médios semelhantes ao do presente estudo de 341,79g, 83,4mm e 84,7mm, respectivamente. Além do tamanho, a facilidade de separação dos gomos, a coloração clara e o sabor diferenciado conferem a este cultivar características muito peculiares que o torna uma opção interessante, principalmente para produtores que exploram nichos de mercado e realizam venda direta. Esta variedade agrada à grande maioria das pessoas que tiveram a oportunidade de degustá-la, ocorrendo frequentes manifestações de interesse por ela (KOLLER & SOPRANO, 2013). ‘Champanha’ também se destacou na produção acumulada, reforçando seu potencial de cultivo.

Juntamente com a ausência de sementes, o *ratio* é um parâmetro muito importante na qualidade de frutos cítricos e, de acordo com Agustí & Almela (1991), pode ser considerado como a principal característica para indicar o ponto de maturação comercial de frutos cítricos. De acordo com a cartilha do Programa Brasileiro para a Moderniza-

Tabela 1. Comparação entre 11 cultivares de copa cítricas cultivadas na região da Grande Florianópolis (Biguaçu, SC, Brasil) quanto a características de fitometria e físico-química de frutos

Table 1. Comparison between 11 citrus canopy cultivars cultivated in Florianópolis region (Biguaçu, SC, Brazil) regarding phytometric and physicochemical characteristics of fruits

Genótipos	Massa média (g)	DT ¹ (mm)	DL (mm)	Formato (DT/DL)	Espessura da casca (mm)	Volume de suco (mL)	SST	Ratio
SCS457 Souza	397,00 ^{a2}	99,07 ^a	90,45 ^a	0,91 ^d	4,70 ^a	239,67 ^b	11,00 ^b	15,69 ^b
Mexerica do Rio IAC	162,33 ^b	56,82 ^c	72,40 ^b	1,27 ^a	2,98 ^b	57,00 ^e	14,27 ^a	15,24 ^b
SCS454 Catarina	193,00 ^b	67,33 ^c	23,27 ^b	1,09 ^c	5,15 ^a	104,33 ^d	10,63 ^b	20,33 ^a
Oota Ponkan	210,67 ^b	65,12 ^c	77,07 ^b	1,18 ^b	3,60 ^b	98,67 ^d	12,93 ^a	18,61 ^a
Fallglo	193,33 ^b	62,21 ^c	80,81 ^b	1,30 ^a	4,21 ^a	92,00 ^d	10,43 ^b	14,45 ^b
Tangerina Ponkan IAC	174,00 ^b	60,96 ^c	77,16 ^b	1,26 ^a	3,58 ^b	80,67 ^e	13,60 ^a	22,44 ^a
Satsuma Okitsu	150,33 ^b	61,44 ^c	72,20 ^b	1,18 ^b	3,06 ^b	69,33 ^e	10,27 ^b	15,49 ^b
Champanha	370,33 ^a	85,68 ^b	94,07 ^a	1,10 ^c	4,42 ^a	205,33 ^c	13,47 ^a	14,18 ^b
Tankan EEI	139,67 ^b	63,47 ^c	68,91 ^b	1,09 ^c	4,25 ^a	69,33 ^e	11,47 ^b	11,99 ^b
SCS458 Osvino	129,14 ^b	69,60 ^c	48,93 ^c	0,70 ^e	2,34 ^b	373,00 ^a	7,81 ^b	10,49 ^b
Clemenules	151,67 ^b	61,23 ^c	72,44 ^b	1,18 ^b	3,16 ^b	63,33 ^e	12,60 ^a	14,92 ^b
CV (%)	16,03	6,12	6,29	2,48	12,14	13,74	14,52	17,78

¹Diâmetro transversal (DT), Diâmetros lateral (DL), Sólidos solúveis totais (SST)

²Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, pelo Teste de Scott-Knott ($p < 0,05$)

ção da Horticultura, da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) para laranjas de mesa e tangerinas, as frutas produzidas nas condições deste estudo apresentaram os requisitos mínimos tanto de *ratio* como para o teor de sólidos solúveis. Destacaram-se ‘Tangerina Ponkan IAC’ e ‘Mexerica Rio IAC’ com *ratios* superiores ao mínimo estabelecido pela cartilha que é de 9,5 para ‘Ponkan’ e 8,5 para mexericas, bem como sólidos solúveis, que é 9 para ambos os cultivares.

Quanto ao formato dos frutos, ‘Fallglo’, ‘Mexerica Rio IAC’ e ‘Tangerina Ponkan IAC’ apresentaram os frutos mais alongados, enquanto o ‘SCS458 Osvino’ apresentou os frutos mais achatados. Para espessura de casca, foram formados dois grupos: um composto por genótipos com casca mais grossa – ‘SCS457 Souza’, ‘SCS454 Catarina’, ‘Fallglo’, ‘Champanha’, ‘Tankan EEI’ – e outro com casca mais fina – ‘Mexerica do Rio IAC’, ‘Oota Ponkan’, ‘Tangerina Ponkan IAC’, ‘Satsuma Okitsu’, ‘Clemenules’ e ‘SCS458 Osvino’. ‘SCS458 Osvino’ também se destacou para maior volume médio de suco com valor de 373 mL por fruto (Tabela 1).

Os valores médios para SST foram de 14,27; 13,60; 13,47; 12,93 e 12,60^b brix, respectivamente, para ‘Mexerica do Rio IAC’, ‘Tangerina Ponkan IAC’, ‘Cham-

panha’, ‘Oota Ponkan’ e ‘Clemenules’. Destas, ‘Tangerina Ponkan IAC’, ‘SCS454 Catarina’ e ‘Oota Ponkan’ obtiveram os maiores valores médios de *ratio* (4,79; 4,34 e 3,97; respectivamente) (Tabela 1).

Quanto à variável número de frutos, que também não atendeu aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias: em 2015, os clones de ‘Clemenules’ e ‘Mexerica Rio IAC’ apresentaram a maior variabilidade, enquanto, em 2016, a ‘Mexerica Rio IAC’ não só apresentou a maior variabilidade como, pelo menos, 50% dos clones produziram mais frutos que os demais

genótipos; diferentemente do que foi verificado em 2017, quando ‘Satsuma Okitsu’ e ‘Tangerina Ponkan IAC’ apresentaram a variabilidade entre os clones, enquanto que ‘Satsuma Okitsu’ e ‘SCS458 Osvino’ se destacaram para esta variável. Por outro lado, ‘SCS457 Souza’ apresentou a menor variabilidade entre os clones e o menor número de frutos produzidos nos três anos de avaliação (Figura 3).

Quanto às variáveis diâmetro de copa e eficiência produtiva, os fatores ambientes e interação genótipo x ambiente foram não significativos, por isso estão apresentados os valores médios



Figura 3. Box plot do número de frutos cítricos de 11 cultivares copa cultivados na região da Grande Florianópolis (Biguaçu, SC, Brasil) nos três anos de avaliação
Figure 3. Box plot of the number of citrus fruits of 11 canopy cultivars cultivated in Florianópolis region (Biguaçu, SC, Brazil) in the three years of evaluation

dos três anos de avaliação (Tabela 2). O cultivar ‘Satsuma Okitsu’ apresentou o maior diâmetro médio de copa (3,93m) e a maior produção acumulada (344,89kg planta⁻¹). Por outro lado, ‘Tangerina Ponkan IAC’, ‘Oota Ponkan’ e ‘SCS457 Souza’ apresentaram os menores valores de diâmetro de copa, respectivamente, 2,62; 2,57 e 2,42m. No entanto, ‘Oota Ponkan’ e ‘Champanha’ foram os melhores quanto à eficiência produtiva, cujos valores foram 7,02 e 6,91, respectivamente (Tabela 2).

Quanto à produção média de frutos, houve efeito significativo ($p < 0,01$) para cultivares, anos e da interação genótipo x ano. ‘Satsuma Okitsu’ e ‘Champanha’ foram os mais produtivos na média dos três anos, cujos valores foram, respectivamente, 114,97 e 99,70kg planta⁻¹ (Tabela 3). A safra de 2017 se destacou em relação às duas anteriores (111,02kg planta⁻¹) (Tabela 3).

Em relação à produção nos diferentes anos, foi observado que, em 2015, os cultivares mais produtivos foram Oota Ponkan, Champanha, Clemenules, Satsuma Okitsu, Fallglo e Tangerina Ponkan IAC (Tabela 3). Enquanto em 2016 e 2017 ‘Mexerica do Rio IAC’ e ‘Satsuma Okitsu’ se destacaram com 107,72 e 213,17kg planta⁻¹, respectivamente (Tabela 3).

De acordo com o Índice ambiental, que é definido como a diferença entre a média dos genótipos em cada ambiente e a média geral (SCHIMILDT et al., 2011), os anos 2015 e 2016 foram classificados como desfavoráveis. No entanto, 2017 foi um ano considerado favorável (Figura 4).

Estudos de adaptabilidade e estabilidade são escassos em fruteiras em geral. No entanto, segundo Vencovsky & Barriga (1992), essas análises servem como alternativa ao estudo da interação genótipo x ambiente. De modo complementar, Cruz et al. (2004) afirmaram que, a partir das informações obtidas, é possível identificar genótipos com comportamento previsível e responsivos às variações ambientais, em condições amplas ou específicas. Neste estudo, ‘Champanha’ foi o cultivar com os maiores valores de W_1 para ambiente geral (Tabela 4). Portanto, é o genótipo mais estável. Além disso, a partir dos valores de média (%) (Tabela 4), ‘Cham-

Tabela 2. Comparação entre 11 cultivares de copa cítricas cultivadas na região da Grande Florianópolis (Biguaçu, SC, Brasil) quanto ao diâmetro de copa e a eficiência produtiva, pela média de três anos, e a produção acumulada, pela soma de três anos de avaliação
Table 2. Comparison between 11 citrus canopy cultivars cultivated in Florianópolis region (Biguaçu, SC, Brazil) regarding canopy diameter and productive efficiency, by the average of three years, and the accumulated production, by the sum of three years of evaluation

Genótipos	Diâmetro de copa (m) ¹	Eficiência produtiva	Produção acumulada (kg planta ⁻¹)
SCS457 Souza	2,42 ^e	2,86 ^c	54,45 ^e
Mexerica do Rio IAC	3,32 ^c	4,64 ^b	219,93 ^c
SCS454 Catarina	3,26 ^c	2,55 ^c	157,27 ^d
Oota Ponkan	2,57 ^e	7,02 ^a	214,93 ^c
Fallglo	3,27 ^c	3,74 ^b	212,30 ^c
Tangerina Ponkan IAC	2,62 ^e	5,21 ^b	207,45 ^c
Satsuma Okitsu	3,93 ^a	4,37 ^b	344,89 ^a
Champanha	3,23 ^c	6,91 ^a	299,09 ^b
Tankan EEI	2,97 ^d	4,48 ^b	211,13 ^c
SCS458 Osvino	3,39 ^b	4,36 ^b	230,84 ^c
Clemenules	3,51 ^b	4,41 ^b	261,14 ^c
CV (%)	12,14	22,14	19,12

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem, estatisticamente, pelo Teste de Scott-Knott ($p < 0,05$)

²Means followed by the same letter in the column do not differ statistically by the Scott-Knott Test ($p < 0.05$)

Tabela 3. Produção média de frutos de 11 cultivares de copa cítricas de três anos de avaliação (Biguaçu, SC, Brasil)

Table 3. Average fruit yield of 11 citrus canopy cultivars from three years of evaluation (Biguaçu, SC, Brazil)

Genótipos	Produção (kg planta ⁻¹)			Média
	2015	2016	2017	
SCS457 Souza	24,68 ^{ba}	11,63 ^{da}	18,15 ^{ea}	18,15 ^d
Mexerica do Rio IAC	36,38 ^{bc}	107,72 ^{ab}	75,83 ^{da}	73,31 ^b
SCS454 Catarina	46,54 ^{bb}	24,13 ^{dc}	86,60 ^{da}	52,42 ^c
Oota Ponkan	85,07 ^{aa}	50,14 ^{cb}	79,73 ^{db}	71,65 ^b
Fallglo	59,73 ^{ab}	49,98 ^{cb}	102,59 ^{ca}	70,77 ^b
Tangerina Ponkan IAC	58,91 ^{ab}	29,69 ^{dc}	118,84 ^{ca}	69,15 ^b
Satsuma Okitsu	64,59 ^{ab}	67,13 ^{bb}	213,17 ^{aa}	114,97 ^a
Champanha	81,00 ^{ab}	73,97 ^{bb}	144,12 ^{ba}	99,70 ^a
Tankan EEI	51,23 ^{bb}	39,73 ^{cb}	120,16 ^{ca}	70,37 ^b
SCS458 Osvino	33,03 ^{bb}	26,87 ^{db}	170,94 ^{ba}	76,95 ^b
Clemenules	76,08 ^{aa}	69,65 ^{ba}	91,12 ^{da}	78,95 ^b
Média	56,11 ^B	50,06 ^B	111,02 ^A	
CV (%)	28,12			

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem, estatisticamente, pelo Teste de Scott-Knott ($p < 0,05$)

²Means followed by the same letter in the column do not differ statistically by the Scott-Knott Test ($p < 0.05$)



Figura 4. Índice ambiental (Schimildt et al., 2011) dos três anos de avaliação de 11 genótipos de copa cítricas cultivadas na região da Grande Florianópolis (Biguaçu, SC, Brasil)
 Figure 4. Environmental index (Schimildt et al., 2011) of the three years of evaluation of 11 citrus canopy genotypes cultivated in Florianópolis region (Biguaçu, SC, Brazil)

quanto o ‘Tangerina Ponkan IAC’ podem ser utilizados, pois são materiais muito semelhantes quanto às características organolépticas e de ótima aceitação comercial.

Para a produção acumulada, ‘SCS457 Souza’ apresentou o menor desempenho. De maneira geral, as laranjas de umbigo apresentam baixa produtividade, podendo a causa principal para tanto ser atribuída a desequilíbrios nutricionais e hormonais relacionados com a ausência de sementes e intensa floração, em cachos desprovidos de folhas, que determinam elevada queda de botões florais, flores e frutos em desenvolvimento, sendo a queda tanto mais intensa quanto maior o índice de floração (AGUSTÍ & ALMELA, 1991). Variações de temperatura ou qualquer outro estresse, durante ou depois da queda natural de frutinhas, podem acentuar a abscis-

panha’, ‘Clemenules’ e ‘Satsuma Okitsu’ se destacaram como cultivares responsivos a ambientes desfavoráveis. Por outro lado, ‘Mexerica do Rio IAC’ e ‘Oota Ponkan’ apresentaram uma alta adaptabilidade, pelos valores de média (%), tanto para geral quanto para ambientes desfavoráveis e uma baixa estabilidade, pelos valores de W_i , em ambas as condições (Tabela 4).

A citricultura catarinense é praticada em pequenas propriedades com área média explorada inferior a 2 hectares (BARNI et al., 2013), o que implica inferir que cultivares que apresentem menor volume de copa e boa produção possibilitam melhor aproveitamento da área e maior retorno econômico. Uma vez que, cultivares com copas menores, como foi o caso do ‘SCS457 Souza’, ‘Oota Ponkan’ e ‘Tangerina Ponkan IAC’, permitem a redução do espaçamento entre plantas e o maior número de plantas na área. No entanto, ainda que o diâmetro e a altura das copas estão entre os principais fatores que determinam o espaçamento mais adequado para cada genótipo, eles não devem ser analisados isoladamente. A tomada de decisão para o adensamento deve levar em conta a eficiência produtiva dos materiais. Por isso, analisando esses dois parâmetros, tanto o cultivar Oota Ponkan

Tabela 4. Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade segundo metodologia de Schimildt et al. (2011) de 11 genótipos de copa cítricas cultivadas na região da Grande Florianópolis em três anos de avaliação (Biguaçu, SC, Brasil)

Table 4. Parameters of adaptability and stability according to the methodology of Schimildt et al. (2011) of 11 citrus canopy genotypes cultivated in Florianópolis region in three years of evaluation (Biguaçu, SC, Brazil)

Genótipos	Geral		Ambientes desfavoráveis	
	Média (%)	W_i	Média (%)	W_i
SCS457 Souza	27,83	3,64	33,58	8,91
Mexerica do Rio IAC	116,11	1,58	140,01	9,22
SCS454 Catarina	69,72	38,04	65,57	24,17
Oota Ponkan	107,86	39,67	125,89	64,56
Fallglo	99,56	87,73	103,13	95,30
Tangerina Ponkan IAC	90,45	44,96	82,16	27,70
Satsuma Okitsu	147,08	79,55	124,61	101,97
Champanha	140,66	124,57	146,08	142,07
Tankan EEI	92,97	68,52	85,34	71,10
SCS458 Osvino	88,84	2,35	56,28	50,09
Clemenules	118,93	65,03	137,36	133,13

são dos mesmos (EL-OTMANI, 1992). De acordo com Zucchini et al. (1978), todos os fatores que estimulam o crescimento inicial do ovário aumentam a fixação de frutos. Complementarmente, para Primo-Millo (1993), os fatores que condicionam a fixação de frutos são a disponibilidade de nutrientes, a disponibilidade hídrica e os níveis hormonais. Desse modo, o cultivo de variedades cítricas do tipo umbigo requer a adoção de técnicas que promovam maior fixação e/ou retenção de frutos como incisão anelar de ramos, uso de reguladores vegetais, adequado balanço nutricional e manejo de poda (GARMENDIA et al., 2019; SCHÄFER, 2001).

O destaque para a produção acumulada foi para “Satsuma Okitsu”. Em estudo realizado por Brugnara e Sabiã (2020), no município de Águas Frias, SC, este cultivar também se destacou, juntamente com ‘Mexerica Rio IAC’ e ‘Clemenules’.

Conclusões

- No ambiente da região da Grande Florianópolis, os diferentes cultivares cítricos apresentaram bom desempenho agrônomo, com destaque para ‘Champanha’ e ‘Satsuma Okitsu’;

- Todos os genótipos avaliados produziram frutos com qualidade compatível com a demanda do mercado no que se refere às frutas de mesa.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc) e à Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) pelo apoio financeiro. Ao Sr. Maurício Schmitz por permitir o uso de sua propriedade.

Referências

- ANDERSON, C. Variedades cultivadas en el area del rio Uruguay. *In*: INTA. **Manual para productores de naranja y mandarina de la región del Rio Uruguay**. Córdoba, 1996. p.63-92.
- AGOSTINI, J. da S. **Caracterização, conservação pós-colheita, processamento mínimo e adubação na qualidade de laranja ‘Champanha’** (*Citrus sinensis* L. Osbeck). 2012. (Tese de doutorado). UFGD, Dourados, MS, 2012.
- AGUSTÍ, M.; ALMELA, V. **Aplicación de fitoreguladores em citricultura**. Barcelona, AEDOS, 1991, 263p.
- BARNI, E.J.; KOLLER, O.L.; SILVA, M.C. Mercado catarinense de citros, *In*: KOLLER, O.L. (Org.). **Citricultura catarinense**, Florianópolis: Epagri, 2013, p.17-40.
- BRUGNARA, E.; SABIÃO, R.R. Desempenho de tangerinas precoces enxertadas em citrange Carrizo e citrumelo Swingle. **Citrus Research & Technology**, v.41, e1058, 2020.
- CRUZ, C.D. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen, **Acta Scientiarum**, v.38, n.4, p.547-552, 2016.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, v1, 3ed, Viçosa: UFV, 480p. 2004.
- EL-OTMANI, M. Usos principais de reguladores de crescimento na produção de citros. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: FISILOGIA, 2, 1992, Bebedouro-SP. **Anais [...]** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1992. 226p., p.43-51.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, Produção Agrícola Municipal, Rio de Janeiro: IBGE, 2021, Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>. Acesso em: 15 set. 2022.
- JACOBS, M.B. **The chemical analysis of foods and food products**, New York, Van Nostrand, 979p., 1958.
- FOX, J.; WEISBERG, S. **An {R} Companion to Applied Regression**. Third Edition, Thousand Oaks CA: Sage, 2019.
- GARMENDIA, A.; BELTRÁN, R.; ZORNOZA, C.; GARCÍA-BREIJO, F.J.; REIG, J.; MERLE, H. Gibberellic acid in *Citrus* spp. flowering and fruiting: a systematic review. **Plos One**, v.14, n.9, E0223147, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223147>
- KOLLER, O.C. **Citricultura: cultura de tangerineiras - tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização**. Porto Alegre: Rigel, 2009. 400p.
- KOLLER, O.L.; SOPRANO, E. Principais cultivares cítricos. *In*: KOLLER, O.L. (Org.). **Citricultura catarinense**, Florianópolis: Epagri, 2013, p.57-119.
- LEME JUNIOR, J.; MALAVOLTA, E. Determinação fotométrica de ácido ascórbico, **Anais da ESALQ**, v.7, p.115-129, 1950.
- MENDEL, K. Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil, **Ktavim**, v.6, p.35 - 60, 1956.
- MENDIBURO, F. de. **Agricolae: Statistical Procedure for Agricultural Research**. R package version 1,3-3, 2020.
- OLIVEIRA, R.P.; GONÇALVES, A.S.; SCIVITTARO, W.B.; NAKASU, B.Y. **Fisiologia da formação de sementes em citros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004, 27 p. (Documentos, 119).
- PRIMO-MILLO, E. Regulación del cuajado del fruto en los citricos. *In*: CONGRESO DE CITRICULTURA DE LA PLANA, 1, 1993, Nules, Espanha. **Anais [...]** Valência: Ajunta de Nules, 1993. 291p. p.57-74.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria, 2022.
- SCHMILDT, E.R.; NASCIMENTO, A.L.; CRUZ, C.D.; OLIVEIRA, J.A.R. Avaliação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade de cultivares milho. **Acta Scientiarum**, v.33, n.1, p.51-58, 2011. DOI: 10.4025/actasciagron.v33i1.5817
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 496p. 1992.
- WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. Springer-Verlag, New York. 2016.
- ZUCCONI, F., MONSELISE, S.P., GOREN, R. Growth abscission relationships in developing orange fruit. **Scientia Horticulturae**, v.9, p.137-146, 1978.

Variabilidade da maturação de maçãs na copa de macieira 'Gala' nas condições do Sul do Brasil

Luiz Carlos Argenta¹ e Vinícius Adão Bartnick²

Resumo – Esse estudo foi realizado para analisar a variabilidade da maturação de maçãs dentro da copa de macieiras pela análise do desvio-padrão da firmeza de polpa e do índice de amido. Três pomares experimentais foram estabelecidos em três regiões no sul do Brasil. Em cada experimento (região), foram plantadas macieiras de seis cultivares variantes de 'Gala' (tratamentos) sobre os porta-enxertos M.9 ou Marubakaido com filtro M.9. Todos os frutos de uma planta por repetição foram colhidos no mesmo dia – no período de colheita comercial – para todos os tratamentos, em cada região, em dois anos. A firmeza da polpa e o índice de amido foram determinados para cada fruto e o desvio-padrão desses índices de maturação foi determinado para cada planta (repetição). A variabilidade da maturação das maçãs intracopa foi a mesma para os seis cultivares variantes de 'Gala'. O desvio-padrão foi 3,2, 2,2 e 2,1 lb para firmeza da polpa e 2,5, 2,1 e 2,3 para o índice de amido (escala 1 a 9) nas regiões de Caçador, São Joaquim e Vacaria, respectivamente. Os desvios padrões da firmeza da polpa e do índice de amido não variaram entre porta-enxertos ou foi maior nas macieiras sobre porta-enxerto semivigoroso, dependendo da região de crescimento das macieiras. A alta variabilidade da maturação entre frutos intracopa mostra a importância da colheita escalonada (repases de colheita) em cada planta, mesmo para os novos cultivares cujos frutos desenvolvem precocemente cor vermelha em grande parte da sua superfície. Causas e impactos da variabilidade da maturação das maçãs intracopa são discutidos.

Termos para indexação: *Malus × domestica* Borkh; Firmeza da polpa; Índice de amido; Colheita.

Variability of fruit maturity within the canopy for 'Gala' apple under southern Brazilian conditions

Abstract – This study was carried out to analyze the variability of apple fruit maturity within the canopy by analyzing the standard deviation of flesh firmness and starch index. Three experimental orchards were established in three growing sites in southern Brazil. In each experiment (site), apple trees of six 'Gala' apple strains (treatments) were planted on M.9 or Marubakaido rootstocks with M.9 interstem. All fruits from one plant per replicate were harvested on the same day – in the commercial harvest time – for all treatments, at each location, over two years. Flesh firmness and starch index were assessed for each fruit and the standard deviation of these maturity indices was assessed for each plant (replicate). The variability of apple fruit maturity within the canopy was the same for the six 'Gala' strains. The standard deviation was 3.2, 2.2 and 2.1lb for flesh firmness and 2.5, 2.1 and 2.3 for starch index (scale 1 to 9) in of Caçador, São Joaquim and Vacaria growing sites, respectively. The standard deviations of flesh firmness and starch index did not vary between rootstocks or were higher in apple trees on semi-vigorous rootstocks, depending on growing site. The high variability of maturity among fruit within the canopy shows the value of scheduled harvest (selective picking) in each tree, even for new cultivars whose fruit early develop red color over the most part of their surface. Causes and impacts of variability of apple fruit maturity within the canopy are discussed.

Index terms: *Malus × domestica* Borkh; Flesh firmness; Starch index; Harvest.

Introdução

Aproximadamente 65% da produção de maçãs no Brasil é de cultivares variantes de 'Gala' (KIST, 2019) e, nos últimos 20 anos, pomares de macieiras 'Gala', 'Royal Gala' e 'Imperial Gala' foram substituídos por pomares de macieiras variantes de 'Gala' como 'Baigent' (Brookfield™), 'Maxigala' e 'Galaxy'. As maçãs dessas novas varian-

tes de 'Gala' possuem coloração mais vermelha e têm maior valor comercial devido à maior preferência e disposição dos consumidores para comprá-las (CAREW, 2000; CAREW & SMITH, 2004; HAMADZIRIPI et al., 2014). A porcentagem de cor vermelha na superfície de maçãs bicolores é um dos principais critérios para classificação comercial em categorias de qualidade segundo normas legais (MAPA, 2006).

A variabilidade intracopa da qualidade e da maturação de maçãs tem sido demonstrada. Por exemplo, frutos das regiões mais externas da copa normalmente são maiores, mais avermelhados e apresentam maior teor de sólidos solúveis e matéria seca e menor acidez que maçãs do interior da copa (VOLZ et al., 1993; NILSSON & GUSTAVSSON, 2007; HAMADZIRIPI et al., 2014; KVIKLYS et al., 2022). O amarelecimento da

Recebido em 12/07/2022. Aceito para publicação em 21/11/2022.

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1527>

¹ Engenheiro-agrônomo. D.Sc., Epagri, Estação Experimental de Caçador, C.P. 591, 89501-032, Caçador, SC, Brasil. E-mail: argenta@epagri.sc.gov.br (ORCID: 0000-0001-9614-0523)

² Engenheiro-agrônomo. Dr., Proterra Engenharia Agronômica Ltda., Estrada Federal BR 116, nº 7320, 95200-000, Vacaria, RS, Brasil. E-mail: viniciusbartnicki@gmail.com (ORCID 0000-0003-3204-8968)

epiderme também é menor nas maçãs da base e interior da copa (TUSTIN et al., 1988; VOLZ et al., 1993). Entretanto, embora as maçãs das regiões do topo e do exterior da copa pareçam visualmente mais maduras, elas podem ser fisiologicamente mais imaturas, pois exibem menor produção de etileno que maçãs da base e do interior da copa (FARHOOMAND et al., 1977; KALCSITS et al., 2019). O aumento climatérico da produção de etileno ocorre na mesma época em maçãs do interior e do exterior da copa, embora a taxa de produção de etileno seja maior nas maçãs do interior da copa (NILSSON & GUSTAVSSON, 2007). O índice de degradação de amido é maior nas maçãs da base da copa em 'Red Delicious', 'Royal Delicious' (KRISHNAPRAKASH et al., 1983; BARRITT et al., 1987) e 'Golden Delicious' (HAMADZIRIPI et al., 2014) mas ele não se relaciona significativamente com a posição da copa em 'Honeycrisp' (KALCSITS et al., 2019), 'Starking' e 'Granny Smith' (HAMADZIRIPI et al., 2014). Variação da firmeza da polpa de maçãs entre posições da copa também foram demonstradas (KRISHNAPRAKASH et al., 1983; BARRITT et al., 1987; VOLZ et al., 1993), embora seja menos frequente que as variações dos demais indicadores da maturação (HAMADZIRIPI et al., 2014; DALLABETTA et al., 2017; KVIKLYS et al., 2022). Já a concentração de cálcio é maior e a incidência de *Bitter Pit* é menor nas maçãs da parte superior da copa (KALCSITS et al., 2019). Essa variação da maturação na copa de macieiras ocorre mesmo em sistemas de condução para plantio em alta densidade (KALCSITS et al., 2019), embora possivelmente seja menor em novos sistemas de condução que reduzem a variação intracopa da temperatura e a incidência de luz (ex: V-trelis e Multi-líder) (DALLABETTA et al., 2017).

Quanto maior a variabilidade da qualidade e maturação entre maçãs na planta, maior a necessidade de práticas de colheita por repasses. Desta forma, reduz-se a desuniformidade da qualidade das maçãs expedidas ao mercado

logo após a colheita ou depois da armazenagem. Estudo recente mostra que as maçãs dos principais cultivares variantes de 'Gala' plantados no Brasil não diferem quanto à evolução da maturação na planta, nem quanto à conservação da qualidade após a armazenagem (ARGENTA et al., 2021). No entanto, não há relatos na literatura se esses cultivares variantes de 'Gala' diferem quanto à variabilidade da maturação entre as maçãs na copa.

Por isso, o presente estudo foi conduzido para quantificar a variabilidade intracopa da maturação de maçãs de seis cultivares variantes de 'Gala' sobre dois porta-enxertos e em três regiões de cultivo, pela análise do desvio-padrão da firmeza de polpa e pelo índice de amido.

Material e métodos

Três experimentos foram implantados nas estações experimentais da Epagri Caçador, Epagri São Joaquim e Embrapa Vacaria (três regiões), no sul do Brasil, em 2007. Em cada experimento (região), foram plantadas macieiras 'Royal Gala', 'Imperial Gala', 'Gala Real', 'Maxi Gala', 'Galaxy' e 'Baigent' sobre porta-enxerto M.9 no espaçamento de 1,0 x 3,5m e sobre porta-enxerto Marubakaido com filtro M.9 no espaçamento de 1,4 x 4m. As macieiras foram conduzidas no sistema de líder central e práticas padrões para o manejo do pomar (fertilização do solo, quebra de dormência, controle de pragas e doenças) foram seguidas de acordo com as diretrizes locais (EPAGRI, 2018).

Os frutos foram colhidos no 5º e 6º ano após o plantio, no período de colheita comercial previsto por análises antecipadas do índice de amido das plantas da bordadura. As colheitas foram realizadas nos dias 13/2/2012 e 4/2/2013 em Caçador, 15/2/2012 e 6/2/2013 em Vacaria e 23/2/12 e 14/2/13 em São Joaquim. Os frutos de todos os tratamentos (cultivar x porta-enxerto) foram colhidos no mesmo dia em cada local e

ano. Todos os frutos de uma planta por repetição foram colhidos no mesmo dia (colheita em um único repasse) para todos os tratamentos.

A análise dos frutos se estendeu por dois dias após a colheita devido ao grande número de frutos analisados. Para minimizar risco de erro experimental, escalonaram-se as análises dos frutos por repetição e não por tratamento.

A firmeza da polpa e o índice de amido foram determinados para cada fruto. A firmeza foi determinada em um ponto por fruto, na região equatorial descascada, na transição do lado mais avermelhado (mais exposto ao sol) e do lado menos avermelhado (menos exposto ao sol), usando um penetrômetro digital com uma ponteira de 11mm de diâmetro de acionamento motorizado (Güss, Strand, África do Sul).

Para análise do teor de amido mergulhou-se a secção transversal equatorial de cada fruto numa solução de I-KI (24g L⁻¹ IK + 12g L⁻¹ I) por um minuto. O índice de amido foi determinado usando uma escala de 1 a 9, onde o índice 1 (100% da secção transversal da polpa corada pelo complexo iodo-amido) indicava alto teor de amido e fruto imaturo, e o índice 9 (secção transversal da polpa não corada pelo complexo iodo-amido) indicava teor de amido próximo a zero e fruto maduro.

Em cada pomar experimental (local), o experimento seguiu um delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 6 x 2 (seis cultivares variantes de 'Gala' e dois porta-enxertos), com 3 repetições. Em cada bloco havia dez plantas, mas apenas uma planta por bloco foi usada para este estudo (uma planta por repetição). Assim, a unidade experimental foi composta por todos os frutos de uma planta por bloco e ano (n = 6, correspondendo a 3 repetições e 2 anos). O desvio-padrão da firmeza da polpa e do índice de amido foram determinados para cada planta (repetição) e ano. Assim, o desvio-padrão foi usado como medida do grau de variação dos valores de firmeza e índice de amido em

torno da média da população de frutos de cada planta.

Os dados de desvio padrão de cada tratamento e repetição foram submetidos à análise de variância (Anova) para determinar os efeitos principais e das interações. Quando os efeitos principais ou interações foram significativos, as médias do desvio-padrão foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). Os dados dos dois anos (2012 e 2013) foram analisados em conjunto ($n=6$).

Resultados e discussão

O desvio-padrão da firmeza da polpa foi o mesmo para todos os cultivares variantes de 'Gala' sendo 3,2, 2,2 e 2,1lb nas macieiras cultivadas nas regiões de Caçador, São Joaquim e Vacaria, respectivamente (Tabela 1). Da mesma forma, o desvio-padrão do índice de amido foi o mesmo para todos os cultivares, sendo 2,5, 2,1 e 2,3 nas regiões de Caçador, São Joaquim e Vacaria, respectivamente (Tabela 2).

O efeito do porta-enxerto sobre o desvio-padrão da firmeza de polpa e do índice de amido foi pequeno e inconsistente. O desvio-padrão da firmeza de polpa foi maior nas plantas sobre porta-enxerto Marubakaido com filtro M.9 em relação ao das plantas sobre porta-enxerto M.9 especificamente para os cultivares Imperial Gala, Real Gala e Maxi Gala cultivados em Caçador (Tabela 1). Semelhantemente, o desvio-padrão do índice de amido foi maior nas plantas sobre porta-enxerto Marubakaido com filtro M.9, apenas na região de São Joaquim.

Esses resultados indicam que a variabilidade da maturação das maçãs na copa é a mesma para os seis cultivares variantes de 'Gala' e pode ser levemente maior nas plantas sobre porta-enxerto mais vigoroso, dependendo do cultivar e do local de crescimento das macieiras.

Estudos anteriores sugerem que a variabilidade da qualidade e da maturação de maçãs na copa de uma macieira no período de colheita comercial pode

Tabela 1. Desvio-padrão da firmeza de polpa (lb) de maçãs dentro da copa de macieira de seis cultivares variantes de 'Gala' enxertadas sobre dois porta-enxertos e cultivadas em três regiões. Toda população de maçãs de cada macieira de todos os tratamentos foi colhida no mesmo dia em cada região e analisada em 48h após da colheita. Dados de 2012 e 2013 foram analisados em conjunto ($n=6$)

Table 1. Standard deviation of flesh firmness (lb) of apple fruit within the canopy of six 'Gala' apple strains grafted onto two rootstocks and cultivated in three regions. All fruit from each apple tree of all treatments were harvested on the same day in each region and analyzed within 48h after harvest. Data from 2012 and 2013 were pooled for statistical analyses ($n=6$)

Cultivar mutante	Porta-enxerto		Média
	Marubakaido/M.9	M.9	
Caçador, SC			
Royal Gala	3,31Aa	3,20Aa	3,24 ^{ns}
Imperial Gala	3,85Aa	2,97Ba	3,40
Gala Real	3,49Aa	2,36Ba	2,93
Maxi Gala	4,28Aa	2,75Ba	3,51
Galaxy	3,22Aa	2,95Aa	3,08
Baigent	3,78Aa	2,77Aa	3,26
Média	3,67A	2,84B	3,24
CV (%)			5,18
Vacaria, RS			
Royal Gala	2,17	2,12	2,14 ^{ns}
Imperial Gala	2,14	2,23	1,94
Gala Real	2,14	2,05	2,09
Maxi Gala	2,30	1,89	2,09
Galaxy	2,23	2,07	2,16
Baigent	2,19	2,18	2,19
Média	2,19 ^{ns}	2,09	2,14
CV (%)			3,26
São Joaquim, SC			
Royal Gala	2,27	2,27	2,27 ^{ns}
Imperial Gala	2,43	-	2,43
Gala Real	1,85	2,12	1,98
Maxi Gala	2,25	2,14	2,18
Galaxy	2,27	2,36	2,32
Baigent	2,25	2,25	2,25
Média	2,23 ^{ns}	2,23	2,23
CV (%)			2,79

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Means followed by the same letter, lowercase in columns and uppercase in rows, do not differ from each other by Tukey's test ($p < 0.05$).

estar relacionada a vários fatores. A variação na interceptação de radiação e a temperatura entre posições da copa, por exemplo, podem afetar o desenvolvimento dos frutos de forma direta por estimular acúmulo de pigmentos vermelhos na superfície ou de forma indireta por aumentar a fotossíntese e o acúmulo de carboidratos de reserva (ROBINSON et al., 1983; VOLZ et al., 1993; HAMADZIRIPI et al., 2014). Segundo Fouché et al. (2010), a densidade de radiação pode ser 29 vezes menor e a temperatura da superfície dos frutos 5°C menor no interior da copa em relação à região externa da copa. Essa variação intracopa da temperatura e a exposição à radiação também afetam a transpiração das folhas e dos frutos, o fluxo xilemático de nutrientes minerais e o desenvolvimento dos frutos (BARRITT et al., 1987; KALCSITS et al., 2019). Adicionalmente, a variabilidade da maturação das maçãs na copa pode estar associada à idade do ramo, ao vigor e à posição da gema florífera que deu origem ao fruto (VOLZ et al., 1993). A iniciação, a diferenciação morfológica e o vigor das gemas floríferas variam entre as diferentes estruturas de frutificação de uma macieira, especialmente em regiões de clima subtropical (FRANCESCETTO, 2014), podendo contribuir para desuniformidade do crescimento e maturação das maçãs na copa. Farhoomand et al. (1977) sugerem que a variabilidade da maturação entre frutos numa macieira pode estar em parte relacionada à ação de reguladores de crescimentos derivados da vegetação nas proximidades dos frutos que podem influenciar a produção de etileno e ou a sensibilidade dos frutos ao etileno, enquanto ligados à planta. Nesse sentido, a maior variabilidade intracopa da maturação de maçãs sobre porta-enxerto mais vigoroso (Marubakaido com filtro M.9) pode estar relacionada à maior variabilidade intracopa da interceptação de radiação, da temperatura, da produção e partição de carboidratos, do aporte de nutrientes minerais e de seus eventuais impactos na iniciação, dura-

Tabela 2 – Desvio-padrão para o índice de amido (escala 1-9) de maçãs dentro da copa de macieira de seis cultivares variantes de ‘Gala’ enxertadas sobre dois porta-enxertos e cultivadas em três regiões. Toda população de maçãs de cada macieira de todos os tratamentos foi colhida no mesmo dia em cada região e analisadas em 48 h após da colheita. Dados de 2012 e 2013 foram analisados em conjunto (n=6)

Table 2. Standard deviation of the starch index (scale 1-9) of apple fruit within the canopy of six ‘Gala’ apple strains grafted onto two rootstocks and cultivated in three regions. All fruit from each apple tree of all treatments were harvested on the same day in each region and analyzed within 48h after harvest. Data from 2012 and 2013 were pooled for statistical analyses (n=6)

Clone mutante	Porta-enxerto		Média
	Marubakaido/M.9	M.9	
Caçador, SC			
Royal Gala	2,5	2,3	2,4 ^{ns}
Imperial Gala	2,6	2,6	2,6
Gala Real	2,4	2,4	2,4
Maxi Gala	2,7	2,5	2,6
Galaxy	2,5	2,6	2,6
Baigent	2,5	2,6	2,6
Média	2,5 ^{ns}	2,5	2,5
CV (%)	-	-	6,0
Vacaria, RS			
Royal Gala	2,5	2,5	2,5 ^{ns}
Imperial Gala	2,1	2,4	2,2
Gala Real	2,5	2,6	2,5
Maxi Gala	2,1	2,4	2,2
Galaxy	2,2	2,2	2,2
Baigent	2,0	2,5	2,2
Média	2,2 ^{ns}	2,4	2,3
CV (%)	-	-	12,2
São Joaquim, SC			
Royal Gala	2,2	1,9	2,0 ^{ns}
Imperial Gala	2,1	-	2,1
Gala Real	2,1	2,1	2,1
Maxi Gala	2,3	1,9	2,1
Galaxy	2,4	2,1	2,2
Baigent	2,2	2,1	2,1
Média	2,2A	2,0B	2,1
CV (%)	-	-	8,8

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Means followed by the same letter, lowercase in columns and uppercase in rows, do not differ from each other by Tukey's test ($p<0.05$).

ção e vigor do crescimento e desenvolvimento das estruturas de frutificação e dos frutos.

A variabilidade da maturação e da qualidade de maçãs na copa de uma macieira pode ser identificada visualmente pela variação da cor de fundo – da região menos exposta ao sol e menos avermelhada da superfície dos frutos (verde, creme ou amarelo-laranja) (ARGENTA et al., 2010) e pela extensão da área superficial com cor vermelha. Esses critérios têm sido usados para colheita seletiva de maçãs bicolors incluindo 'Gala', 'Royal Gala' e 'Imperial Gala'. Assim, maçãs desses cultivares são colhidas escalonadamente em dois a quatro repasses, dependendo da disponibilidade de mão de obra, do tamanho do pomar, do tamanho da copa (porta-enxerto e método de manejo) e das condições climáticas etc. No entanto, as maçãs dos novos cultivares variantes de 'Gala', tais como 'Baigent', 'Galaxy' e 'Maxi Gala', desenvolvem precocemente coloração vermelha (atributo de qualidade) em mais de 70% da superfície dos frutos (ARGENTA et al., 2021), dificultando a visualização da mudança na cor do fundo de verde para creme ou amarelo (índice de maturação). Isso encoraja os produtores a colher as maçãs em apenas um repasse para aumentar a eficiência e reduzir custos de colheita. Assim, quando essas maçãs de cultivares mais avermelhados são colhidas em uma única passada, elas podem ter uma aparência uniforme quanto à cor vermelha, mas apresentam grande variabilidade nos índices de maturação, tais como firmeza de polpa e índice de amido.

Considerando que os pressupostos de normalidade e homogeneidade da variância dos dados do presente estudo foram atendidos, os valores de desvio-padrão permitem estimar a incidência de maçãs em diferentes faixas de firmezas da polpa na copa das macieiras. Nesse sentido, assumindo que todas as maçãs de uma macieira tenham sido co-

lhidas num único repasse e que a média e o desvio-padrão da firmeza da polpa dessas maçãs tenham sido 17lb e 2,23lb, respectivamente, então há uma probabilidade de 95% de que 68% das maçãs de uma macieira tenham firmeza entre 14,77 e 19,23lb, que 16% das maçãs tenham menos de 14,77lb e 2,5% das maçãs tenham menos de 12,54lb, conforme ilustrado na Figura 1. Essa alta variabilidade no estágio de maturação das maçãs colhidas é indesejável, porque o potencial de conservação da qualidade de maçãs 'Gala' varia em função do índice de maturação no momento da colheita (ARGENTA & MONDARDO, 1994). O risco de a maçã 'Gala' ser afetada por escurecimento da polpa e podridões é maior quando colhida com firmeza < 14,7lb que quando colhida com firmeza de 17lb (ARGENTA et al., 2018).

Conclusões

- Os seis cultivares de maçãs variantes de 'Gala' não diferem quanto à variabilidade de maturação das maçãs na copa, considerando as medidas de firmeza da polpa e do índice de amido;
- O desvio-padrão de firmeza da polpa de maçãs intracopa varia de 2,1 a 3,2 lb, dependendo da região de crescimento das macieiras;
- O desvio-padrão da firmeza da polpa e do índice de amido intracopa pode ser maior nas macieiras enxertadas sobre Marubakaido com filtro de M.9 que sobre M.9, dependendo da região de crescimento das macieiras.

Agradecimentos

A Cleiton A. de Souza e Karyne S. Bettinelli, pelo apoio na colheita e análise

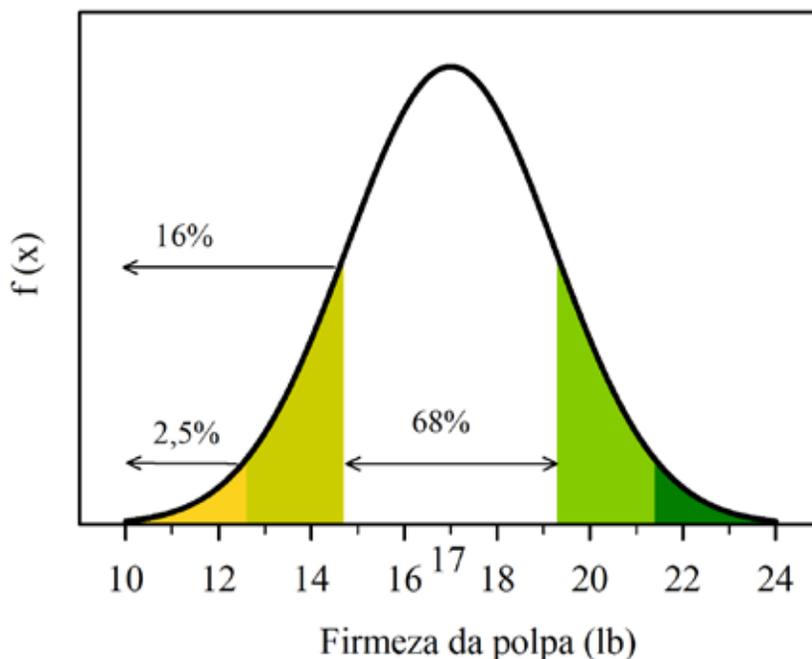


Figura 1. Modelo de distribuição normal (modelo de probabilidade – Gauss de 3 parâmetros) para frequência de maçãs com diferentes firmezas de polpa estimada a partir dos valores de firmeza da polpa média de 17lb e desvio-padrão de 2,23lb. Setas no interior da figura indica que 68% da população das maçãs de uma macieira tem firmeza da polpa entre 14,77 e 19,23lb, 16% da população das maçãs apresentam firmeza da polpa inferior a 14,77lb e 2,5% da população das maçãs possuem firmeza da polpa inferior a 12,54lb

Figure 1. Normal distribution model (Gauss probability model for 3-parameter) for the frequency of apples with different flesh firmness estimated from mean flesh firmness values of 17lb and standard deviation of 2.23lb. Arrows inside the figure indicate that 68% of apples of an apple tree has flesh firmness between 14.77 and 19.23lb, 16% of apples have flesh firmness less than 14.77lb and 2.5% of apples has flesh firmness less than 12.54lb

das maçãs. À Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (Fapesc) e à Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), pelo apoio financeiro.

Referências

- ARGENTA, L.C.; MONDARDO, M. Maturação na colheita e qualidade de maçãs 'Gala' após a armazenagem. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.6, n.2, p.135-140, 1994.
- ARGENTA, L. C.; VIEIRA, M. J.; SCOLARO, A. M. T. Validação de catálogos de cores como indicadores do estágio de maturação e do ponto de colheita de maçã. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.23, n.3, p.71-77, 2010.
- ARGENTA, L. C.; SCOLARO, A. M. T.; DO AMARANTE, C. V. T.; VIEIRA, M. J. Preharvest treatment of 'Gala' apples with 1-MCP and AVG – II: Effects on fruit quality after storage. **Acta Horticulturae**, v. 1194, p. 127-133, 2018. DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1194.20
- ARGENTA, L. C.; DO AMARANTE, C. V. T.; BRANCHER, T. L.; BETINELLI, K. S.; BARTINICK, V. A.; NESI, C. N. Comparison of fruit maturation and quality of 'Gala' apple strains at harvest and after storage. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.43, n.1, p.1-10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452021285>
- BARRITT, B.H.; ROM, C.R.; GUELICH, K.R.; DRAKE, S.R.; DILLEY, M.A. Canopy position and light effects on spur, leaf, and fruit characteristics of 'Delicious' Apple. **HortScience**, v.22, n.3, p.402-405, 1987. DOI: <https://doi.org/10.21273/hortsci.22.3.402>
- BROOKFIELD, P.L.; HUGHES, J.G.; WATKINS, C.B. Fruit maturity and quality of selectively picked 'royal gala' apples. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v.21, n.2, p.183-187, 1993.
- CAREW, R. A hedonic analysis of apple prices and product quality characteristics in British Columbia. **Canadian Journal of Agricultural Economics**, v.48, n.3, p.241-257, 2000. DOI: 10.1111/j.1744-7976.2000.tb00278.x
- CAREW, R.; SMITH, E. G. The value of apple characteristics to wholesalers in western Canada: A hedonic approach. **Canadian Journal of Plant Science**, v.84, n.3, p.829-835, 2004. <https://doi-org.ez74.periodicos.capes.gov.br/10.4141/P03-164>
- DALLABETTA, N.; COSTA, F.; GUERRA, A.; PASQUALINI, J.; GIORDAN, M.; ZORER, R.; WEHRENS, R.; GEORGE, E.; MAGNANINI, E.; COSTA, G. Effects of light availability and training systems on apple fruit quality. **Acta Horticulturae**, v. 1160, p. 237-244, 2017. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1160.3
- EPAGRI. **Sistema de produção para a cultura da macieira em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2018. 136 p. (Sistema de Produção, v. 50).
- FARHOOMAND, M.B.; PATTERSON, M.E.; CHU, C.L. The ripening pattern of 'Delicious' apples in relation to position on the tree. **Journal American Society for Horticultural Science (USA)**, 1977.
- FOUCHÉ, J.R.; ROBERTS, S.C.; MIDGLEY, S.J.; STEYN, W.J. Peel color and blemishes in 'Granny Smith' apples in relation to canopy light environment. **HortScience**, v.45, n.6, p.899-905, 2010. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.6.899>
- FRANCESCATTO, P. **Desenvolvimento das estruturas reprodutivas da macieira (*Malus domestica* Borkh.) sob diferentes condições climáticas: da formação das gemas à colheita dos frutos**. 2014. 239 f. Doutorado (Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina), Florianópolis. 2014.
- HAMADZIRIPI, E. T.; THERON, K. I.; MULLER, M.; STEYN, W. J. Apple compositional and peel color differences resulting from canopy microclimate affect consumer preference for eating quality and appearance. **HortScience**, v.49, n.3, p.384-392, 2014. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.3.384>
- KALCSITS, L.; MATTHEIS, J.; GIORDANI, L.; REID, M.; MULLIN, K. Fruit canopy positioning affects fruit calcium and potassium concentrations, disorder incidence, and fruit quality for 'Honeycrisp' apple. **Canadian Journal of Plant Science**, v.99, n.5, p.761-771, 2019. <https://doi-org.ez74.periodicos.capes.gov.br/10.1139/cjps-2019-0017>
- KIST, B. B. **Anuário brasileiro da maçã - Brazilian Apple Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2019. 56 p. 2446-8657.
- KRISHNAPRAKASH, M. S.; ARAVINDAPRASAD, B.; KRISHNAPRASAD, C. A.; NARASIMHAM, P.; ANANTHAKRISHNA, S. M.; DHANARAJ, S.; GOVINDARAJAN, V. S. Effect of apple position on the tree on maturity and quality. **Journal of Horticultural Science**, v.58, n.1, p.31-36, 1983.
- KVIKLYS, D.; VIŠKELIS, J.; LIAUDANSKAS, M.; JANULIS, V.; LAUŽIKĖ, K.; SAMUOLIENĖ, G.; USELIS, N.; LANAUŠKAS, J. Apple fruit growth and quality depend on the position in tree canopy. **Plants**, v.11, n.2, p.196, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11020196>
- MAPA. **Regulamento técnico de identidade e qualidade da maçã. Instrução Normativa, 5**. Brasília, 2006. Available at: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortaIMapa&chave=805793610>. Accessed on: 01 Jun. 2022.
- NILSSON, T.; GUSTAVSSON, K. E. Postharvest physiology of 'Aroma' apples in relation to position on the tree. **Postharvest Biology and Technology**, v.43, n.1, p.36-46, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.07.011>
- ROBINSON, T.; SEELEY, E.; BARRITT, B. Effect of light environment and spur age on "Delicious" apple fruit size and quality [*Malus domestica*]. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.108, p.855-861, 1983.
- TUSTIN, D.; HIRST, P. M.; WARRINGTON, I. Influence of orientation and position of fruiting laterals on canopy light penetration, yield, and fruit quality of 'Granny Smith' apple. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.113, p.693-699, 1988.
- VOLZ, R. K.; PALMER, J. W.; GIBBS, H. M. Within-tree variability in fruit quality and maturity for 'Royal Gala' apple. **Acta Horticulturae**, v.379, p.67-74, 1993.

Parâmetros agroclimáticos para o cultivo da oliveira

Gabriel Berenhauer Leite¹ e Cristina Pandolfo²

Resumo – O interesse pela cultura da oliveira, planta originária da bacia do Mediterrâneo, se disseminou por regiões climaticamente diferentes do seu local de origem. Para a análise do potencial de cultivo desta espécie em uma nova região, como é o caso de Santa Catarina, o conhecimento dos parâmetros agroclimáticos desta cultura é o primeiro passo para se estudar a real possibilidade de sucesso deste empreendimento. Nesta revisão bibliográfica, buscou-se o conhecimento atual sobre as necessidades básicas da oliveira para se obter um desenvolvimento e produção comercialmente aceitáveis. O requerimento em frio, a temperatura na floração e a necessidade hídrica foram analisadas e discutidas.

Termos para indexação: *Olea europaea* L.; Indicadores agroclimáticos; Requerimento em frio; Temperatura na floração; Necessidade hídrica.

Agroclimatic parameters for olive cultivation

Abstract – The interest in the culture of the olive tree, a plant native to the Mediterranean basin, is beginning to spread to regions that are climatically different from its place of origin. For the analysis of the potential of cultivation in a new region, the knowledge of the agroclimatic indexes of this culture is the first step to study the real possibility of success of this enterprise. In this literature review, current knowledge about the basic needs of the olive tree was studied to achieve commercially sustainable development and production. The chilling requirement, the temperature at flowering, the water requirement were analyzed and discussed.

Index terms: *Olea europaea* L.; agroclimatic indices; Chill requirement; Temperature at flowering; Water requirement.

Introdução

A oliveira (*Olea europaea* L.) é originada da bacia do mediterrâneo, região com temperaturas moderadas de inverno (RAPOPORT & MORENO-ALÍAS, 2017), classificado como clima subtropical de verão seco (Csa) pela classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013).

Praticamente toda a produção mundial de azeitonas (98%) está nos países circundantes ao mar mediterrâneo, com Espanha, Itália e Grécia produzindo 77% do azeite do mundo (EL-KHOLY et al., 2012). O interesse na produção e no consumo de azeite nos últimos 20 a 30 anos fez aumentar o cultivo de azeitonas em outras regiões e países, como Austrália, China, Índia e América do Sul (TORRES et al., 2017).

A oliveira pode resistir a temperaturas pouco inferiores a 0°C, podendo ocorrer lesões em brotos e ramos novos entre 0°C e -5°C. Abaixo disso, podem ocorrer danos definitivos nos brotos e ramos (COUTINHO et al., 2009).

Na América do Sul, as áreas de plantio apresentam regime de temperatura e precipitação pluviométrica muito diferente dos da bacia do Mediterrâneo (TORRES et al., 2017), podendo ser esta uma das causas da falta de floração em áreas com invernos amenos, com quantidade de frio inferior ao requerimento da planta (DE MELO-ABREU et al., 2004).

A grande diversidade de microclimas existentes em Santa Catarina, em razão da sua variabilidade fisiográfica, favorece o cultivo de diversas espécies, entre elas a oliveira. Avaliações parciais das primeiras pesquisas fitotécnicas conduzidas com algumas variedades de oliveira confirmam o potencial produtivo das plantas, permitindo a inclusão da espécie como uma alternativa de diversificação para a fruticultura regional. A cultura da oliveira necessita de condições climáticas próprias para indução floral, quebra de dormência e diferenciação floral, polinização, frutificação e maturação de frutos. Considerando-se que existem cultivares com diferentes exi-

gências climáticas é possível discutir as potencialidades de cultivo para diferentes grupos de cultivares, caso existam informações ecofisiológicas específicas para cada grupo. Deste modo, esta revisão tem por objetivo levantar os parâmetros agroclimáticos da oliveira, à luz dos conhecimentos atuais, com o intuito de direcionar futuros trabalhos para implantação comercial deste cultivo em Santa Catarina.

Requerimento de frio

Com a queda nas temperaturas no inverno, a oliveira entra em um estado de repouso vegetativo e reprodutivo. O processo de desenvolvimento que leva ao fim da dormência dos brotos é regulado principalmente pela temperatura (GALÁN et al., 2001). Um período de baixas temperaturas, seguido por outro de temperaturas mais altas, leva à brotação das gemas (RAMOS et al., 2018)

Diversos autores consideram o frio no inverno como essencial para que

ocorra a floração da oliveira (HARTMANN, 1953; HARTMANN & PORLINGIS, 1957; HACKETT & HARTMANN, 1964, 1967; HARTMANN & WHISLER, 1975; DENNEY & MCEACHERN, 1983, HABERMAN et al., 2017). Segundo Torres et al. (2017), um dos principais problemas apresentados em muitas áreas de produção da América Sul é a falta de frio suficiente no inverno para cultivares com requerimento mais elevado de frio, como a "Frantoio" e a "Leccino". Para Tapia et al. (2003), a oliveira entra em dormência, também chamada de vernalização ou latência por alguns autores, com temperaturas abaixo de 12,5°C, temperatura abaixo da qual não ocorre crescimento da planta. Essa temperatura base não é consenso entre os autores. Martins et al. (2012) e Souza & Martins (2014) consideram 9,5°C o valor médio da temperatura basal inferior (T_b) para os cultivares de oliveira mais cultivados no estado Minas Gerais. De qualquer forma, fica claro que, para uma produção satisfatória da oliveira, são necessárias temperaturas amenas durante o inverno.

A floração ocorre quando as gemas induzidas na estação de crescimento anterior recebem frio suficiente no outono/inverno para sair da dormência a fim de se diferenciar em gemas floríferas e acumular temperaturas mais altas adequadas para a brotação (RALLO & CUEVAS, 2008).

O não atendimento da necessidade de frio atrasa o fim da dormência e o início da floração, podendo também prolongar o período de floração, além de reduzir a floração e, portanto, a frutificação (DE MELO-ABREU et al., 2004). RALLO & MARTIN (1991) e DE MELO-ABREU et al. (2004) mostraram que plantas expostas a regimes de temperatura inadequados, com eventos de alta temperatura, podem chegar a florescer, mas apresentam redução do percentual de gemas florais e formação de flores de baixa qualidade, com botões florais e frutos deformados.

Estudos sobre requerimento em frio mostraram que cultivares de oliveira podem ter diferentes demandas de frio. Hartmann & Whisler (1975) constataram que temperaturas noturnas de 2 a 4°C com temperaturas diurnas de 15,5-19°C causaram boa resposta na floração

e na frutificação, o que não ocorreu em plantas mantidas a uma temperatura de 7°C considerada efetiva para superação da dormência, ou temperaturas de 15°C considerada não efetiva. Do mesmo modo, Badr & Hartmann (1971), citado por Malik & Bradford (2005a), observaram a formação de flores sem pistilos em plantas mantidas a uma temperatura constante de 12,5°C, reafirmando a necessidade de frio noturno para uma boa floração. Hartmann et al. (1980) extrapolaram esses resultados e sugeriram que temperaturas mínimas diárias entre 2 e 7°C e temperaturas máximas diárias entre 12,5 e 23,5°C constituiriam uma faixa de temperatura eficaz na promoção do florescimento de oliveiras.

Malik & Bradford (2005a) viram que o cultivar Arberquina teve boa produção de flores e frutas mesmo quando as plantas não foram expostas a temperaturas baixas ou aos critérios de temperatura que foram descritos anteriormente (<12,5°C), considerados como necessários para a produção de flores e frutas em oliveiras. Em outro trabalho, também com o cv. Arberquina, Malik & Bradford (2009a) mostraram um efeito negativo de temperaturas noturnas abaixo de 4,4°C na produção de flores. Por outro lado, estes mesmos autores observaram que temperaturas médias diárias altas no inverno, acima de 20°C, foram prejudiciais para a formação de flores. Quando as temperaturas médias diárias ficaram abaixo de 20°C, houve boa formação de flores mesmo com baixa quantidade de frio (MALIK & BRADFORD, 2005b; MALIK & BRADFORD, 2009b). Resultado semelhante foi obtido no cv. Koroneiki, com florescimento abundantemente em temperaturas baixas congelantes (2,5°C) e não congelantes (8,3°C), quando as temperaturas foram mantidas em 18,3°C durante o dia (MALIK & BRADFORD, 2009b). Esses estudos demonstram que existe uma resposta diferencial de cultivares às temperaturas noturnas e que o requerimento de frio é uma característica genética de cada cultivar. Esse fato abre a possibilidade de produção de olivas em condições subtropicais, onde os períodos com temperaturas baixas ou amenas são curtos, e que estudos sobre adaptação de cultivares devem ser desenvolvidos nestas regiões.

Hartmann & Porlingis (1957) mostraram que as plantas floresceram quando da redução gradual da temperatura, contrariamente ao ocorrido com o decréscimo repentino de temperatura. Segundo Ayerza & Sibbett (2001), com a mudança gradual da temperatura, a planta é submetida a um período mais longo de temperaturas intermediárias, estimulando a floração. Recentemente, a avaliação genômica em oliveiras confirmou um aumento da expressão de genes relacionados à floração em resposta à exposição a temperatura abaixo de 15°C (HABERMAN et al., 2017).

Trabalhos de Hackett & Hartmann (1964, 1967) indicaram que 12,5°C foi a temperatura ideal para a diferenciação floral. Outros estudos concluíram que a alternância de temperatura entre 15°C e 2°C era mais eficaz do que constante de 12,5°C para o desenvolvimento floral (HARTMANN & WHISLER, 1975).

Badr & Hartmann (1971) desenvolveram um conceito que chamaram de "ponto de compensação", em que as temperaturas noturnas são baixas o suficiente para causar indução de flores e as temperaturas diurnas são elevadas o suficiente para causar divisão celular, chegando ao valor de 12,5°C. Esse ponto de compensação seria atingido, por exemplo, quando a temperatura média noturna (período de 12h) é de 7°C e a temperatura média diurna (período de 12h) é de 18°C. Segundo levantamento realizado por Denney & McEachern (1983), utilizando as variáveis de temperaturas descritas acima, em várias regiões produtoras e não produtoras o número de dias que atinge o "ponto de compensação" seria o que identificaria distintamente os locais de frutificação dos locais onde as oliveiras crescem apenas vegetativamente. Segundo os autores, um período entre 11 e 23 dias naquelas condições seria o suficiente. Por outro lado, Malik & Bradford (2005a), trabalhando com o cultivar Arberquina, não obtiveram os mesmos resultados de Denney & McEachern (1983) sobre a importância do número de dias (11-23 dias) de "ponto de compensação" na regulação da produção de flores. Isso vai ao encontro dos resultados de Hartmann & Porlingis (1957), que observaram que certas variedades de azeitona, como 'Rubra' e 'Azapa', po-

dem não exigir tanto resfriamento para a produção de flores, indicando a existência de variabilidade genética entre os cultivares de azeitona em resposta ao estímulo da floração.

Apesar de a grande maioria dos autores citar a importância do frio no inverno para uma boa floração e produção, poucos são os trabalhos publicados com os requerimentos específicos dos cultivares. De Melo-Abreu et al. (2004) estimaram o requerimento de frio de 15 cultivares de oliveira usando o modelo horas de frio (<7,2°C) e dois outros modelos desenvolvidos por eles para simular o incremento horário de unidades de frio (Tabela 1). O objetivo aqui não é discutir qual o melhor modelo, mas apenas situar o grau de requerimento de frio de variedades de oliveira. Estudos conduzidos em Minas Gerais mostraram que 200HF abaixo de 12°C são suficientes para que ocorra floração em alguns cultivares (SILVA et al., 2018). Segundo Neto et al. (2008), temperaturas médias entre 8°C e 10°C no inverno seriam satisfatórias para a induzir a floração e promover produções econômicas.

Tabela 1. Requerimento de frio com base em dois modelos: em horas de frio (HF), com temperaturas abaixo de 7,2°C, e unidades de frio (UF), proposto por De Melo-Abreu et al. (2004), de quinze cultivares de oliveira

Table 1. Chilling requirement in Chilling hours below 7.2°C (HF) and Chilling Units (UF) of fifteen olive cultivars

Cultivar	Requerimento em frio	
	Horas de Frio	Unidades de Frio
Arbequina	221	339
Ascolana	214	432
Hojiblanca	177	494
Lechin de S.	147	426
Picual	203	469
Alameno	219	526
Borriol	303	464
Canivano N.	226	443
Gordal	205	422
Lechin de G.	250	499
Manzanilla	210	433
Moraiolo T.C.	347	722
Picudo	214	302
Verdial de H.	243	570
Verdial de V.	256	525

Fonte: Adaptado de De Melo-Abreu (2004)

Source: Adapted from De Melo-Abreu (2004)

Temperatura na floração

Altas temperaturas durante a floração afetam o desenvolvimento, como também a polinização e a produção de frutos (LAVEE et al., 1996). A temperatura adequada para a frutificação varia entre 25°C e 35°C. Temperaturas mais altas, próximas de 40°C, podem prejudicar a frutificação, mesmo que os ramos e as folhas não sofram queimaduras (COUTINHO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012). A redução da produção com temperaturas de 37,8°C durante a floração foi observada por Griggs et al. (1975). Já GARCÍA-MOZO et al. (2010) constataram abortamento floral em temperaturas acima de 30°C no início do florescimento. Altas temperaturas no período de floração e polinização reduzem a produção, pois a receptividade do estigma, a longevidade do óvulo e o crescimento do tubo polínico são afetados (AYERZA & SIBBETT, 2001), prejudicando a fecundação e a formação do fruto.

Necessidade hídrica e umidade relativa

A origem mediterrânea da espécie, com verões secos, caracteriza bem a necessidade hídrica relativamente baixa, ao redor de 650-800mm em média por ano, com chuvas, preferencialmente, regulares (COUTINHO, 2007; WREGGE et al., 2009). A principal preocupação deve ser com a época de ocorrência da chuva.

No período da floração, chuva excessiva pode ser um entrave, pois o grão de pólen pode ser lavado do estigma, o que reduziria a frutificação efetiva. Do mesmo modo, excesso de chuvas no período próximo à maturação e durante a colheita pode ser prejudicial para a extração do óleo devido ao maior conteúdo de água no fruto. Isto pode, também, reduzir a estabilidade do óleo e favorecer a ocorrência de antracnose nos frutos, com alterações nas propriedades físicas e químicas do azeite (ALBA, 2004).

Em termos de umidade relativa do ar, o ideal é que ela fique entre 60-80% durante o período de floração. Umidade abaixo de 50% pode comprometer a viabilidade do estigma, enquanto que com umidade relativa próxima de 100% ocorre a hidratação do grão de pólen, que provoca o aumento de peso, podendo impedir sua dispersão a uma longa distância pelo vento. Existe ainda a possibilidade de o grão de pólen ser destruído devido ao excesso de hidratação (TAPIA et al., 2003). O excesso de umidade não só prejudica a polinização, mas também favorece as doenças fúngicas (GUCCI, 2007).

As regiões tradicionais de cultivo da oliveira apresentam baixo índice pluviométrico nos meses de verão, ficando abaixo de 250mm (WREGGE et al., 2015). No Brasil, esta situação só é observada no Nordeste, Vales do Jequitinhonha e Mucuri e norte de MG. As temperaturas médias abaixo de 12,5°C no inverno, necessárias para a diferenciação floral (TAPIA et al., 2003; MARTINS et al., 2012; SOUZA & MARTINS, 2014), ocorrem somente no Sul do Brasil e em parte do sudeste de MG. Deste modo, os locais considerados ideais para a produção de azeitonas seriam as regiões áridas ou

semiáridas, com baixo índice pluviométrico e baixa umidade relativa do ar e inverno com temperaturas baixas, possibilitando o acúmulo de horas de frio, responsável pela entrada em dormência da oliveira e a devida diferenciação floral (WREGGE et al., 2015). Ainda segundo Wrege et al. (2015), essas duas condições, preponderantes para a oliveira, dificilmente são encontradas simultaneamente no Brasil. De modo geral, o frio é encontrado em regiões serranas do Sul e Sudeste, que apresentam umidade relativa do ar elevada e índices pluviométricos elevados na primavera/verão. Já as zonas com baixa pluviosidade estão localizadas no nordeste brasileiro, em regiões semiáridas com índices pluviométricos ao redor de 600mm, mas com temperaturas médias muito elevadas para suprir o requerimento em frio dos cultivares. De modo geral, a fronteira oeste do Rio Grande do Sul apresenta-se como uma região com potencial devido ao frio existente no inverno e por apresentar uma umidade relativa do ar mais baixa no período da floração da oliveira.

Apesar de não apresentar nenhuma região com as duas características, frio e baixa pluviometria, Santa Catarina, influenciada pela variabilidade fisiográfica, apresenta muitos microclimas que podem, com o cultivar adequado, permitir a produção comercial de azeitonas. Quatro cultivares de oliveira (Arbequina, Arbosana, Frantoio e Koroneiki) cultivados em altitude ao redor de 600m, em quatro locais diferentes de Santa Catarina, mostraram crescimento comparável ao que se observa em países tradicionalmente produtores, mas problemas de baixa produção e mesmo falta de produção foram observados, variando conforme o local e o cultivar (BRUGNARA, 2019). A falta de frio no inverno foi a causa mais suscitada, visto que ficaram abaixo do requerimento sugerido por De Melo-Abreu et al. (2004). Baseado neste estudo, o autor considera que a adaptação das oliveiras 'Arbequina', 'Arbosana' e 'Koroneiki' na região de altitudes intermediárias do Oeste de Santa Catarina pode ser considerada parcial, mas que 'Frantoio', cultivar com mais requerimento em frio, não se adapta.

Considerações finais

A oliveira não é uma planta caducifolia. Suas folhas se mantêm durante o inverno indicando que a planta tem origem em regiões onde o inverno não é tão drástico, com temperaturas, grosso modo, acima do ponto de congelamento.

O que se designa por "dormência", "vernalização" ou "latência" na oliveira nada tem a ver com o conceito de "dormência" das plantas caducifolias temperadas, como a macieira, por exemplo. Na macieira no inverno ocorre a queda de folhas e se instala um bloqueio interno nos pontos de crescimento levando a uma paralisação aparente do desenvolvimento das gemas (endodormência), desenvolvimento este que é retomado após um período sob baixas temperaturas seguido de temperaturas mais altas, propícias ao crescimento da planta (ecodormência).

Deste modo, na oliveira, depreende-se que ocorra uma ecodormência, com paralisação do crescimento no inverno e retomada no crescimento assim que as temperaturas ultrapassem um mínimo específico. Ou seja, se não houver frio no inverno, as plantas de oliveira continuam seu crescimento vegetativo normalmente. Nesse caso, no entanto, a floração fica prejudicada ou mesmo inexistente, demonstrando que o frio é fundamental para a biologia floral, principalmente no que tange à diferenciação floral que é induzida por um período de frio (vernalização). De forma convergente, há a necessidade de temperaturas mais altas durante o dia. Temperaturas baixas constantes não apresentam mesmo resultado na floração do que um gradiente diurno/noturno, podendo-se ter como parâmetro mais geral temperaturas médias diárias ao redor de 12°C.

A partir desta revisão podemos sintetizar os principais parâmetros agroclimáticos para a oliveira em:

1. No inverno: acúmulo de temperaturas abaixo de 12,5°C para promover a diferenciação dos botões florais, resultando em um florescimento intenso, sendo a quantidade deste acúmulo dependente do cultivar.

2. No período de floração/frutifi-

cação: temperaturas entre 25°C e 30°C. Temperaturas acima de 30°C podem induzir o abortamento floral. A umidade relativa deve ficar entre 60-80%. Umidade abaixo de 50% pode comprometer a viabilidade do estigma, enquanto umidade relativa próxima de 100% pode incorrer na hidratação do grão de pólen.

3. Período de desenvolvimento do fruto: de maneira geral, temperaturas elevadas no verão, acima de 40°C, não causam prejuízos a ramos e folhas, mas podem influenciar na ocorrência de doenças. Excesso de chuvas próximo à colheita pode comprometer a qualidade do óleo.

Referências

ALBA, J. Elaboración del aceite de oliva virgen. In: BARRANCO, D.; FERNANDEZ ESCOBAR, R. (Eds). **El cultivo del olivo**. 6. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2004. p.615-655

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GOLÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

AYERZA, R.; SIBBETT, G.S. Thermal adaptability of olive (*Olea europaea* L.) to the Arid Chaco of Argentina. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.84, p.277-285, 2001.

BADR, A., HARTMANN, H.T. Effect of diurnally fluctuating vs. constant temperatures on flower induction and sex expression in the olive (*Olea europaea*). **Phiyol. Plant.**, v.24, p.40-45, 1971. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399>.

BRUGNARA, E.C. Crescimento, floração e frutificação de oliveiras jovens em altitude intermediária do Oeste de Santa Catarina, Brasil. **Agropecuária Catarinense**, v.32, n.2, p.46-48, 2019. DOI: <http://doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n2.5>

COUTINHO, E. F. (Ed.). **A cultura da Oliveira**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 143 p., 2007.

COUTINHO, E. F.; RIBEIRO, F. C.; CAPPELLARO, T. H. **Cultivo de Oliveira (*Olea europaea* L.)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 125p. (Embrapa Clima Temperado. Sistema de Produção, 16).

DENNEY, J.O.; MCEACHERN, G.R. An analy-

- sis of several climatic temperature variables dealing with olive reproduction. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v.108, p.578-581, 1983.
- DE MELO-ABREU, J.P.; BARRANCO, D.; CORDEIRO, A.M.; TOUS, J.; ROGADO, B.M.; VILALOBOS, F.J. Modelling olive flowering date using chilling for dormancy release and thermal time. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.125, n.1-2, p.121-127, 2004.
- EL-KHOLY, M.; AVANZATO, D.; CABALLERO, J. M.; CHARTZOULAKIS, K.; VITA SERMAN, F.; PERRY, E. **Following Olive Footprints (Olea europaea L.). Cultivation and Culture, Folklore and History, Traditions and Uses.** Leuven, ISHS, 446p. 2012.
- GALÁN, C., GARCÍA-MOZO, H., CARIÑANOS, P., ALCÁZAR, P., DOMÍNGUEZ-VILCHES, E. The role of temperature in the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in south-western Spain. **International Journal of Biometeorology**, v.45, n.1, p.8-12, 2001.
- GARCÍA-MOZO, H.; MESTRE, A. GALÁN, C. Phenological trends in southern Spain: A response to climate change. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.150, p.575-580, 2010.
- GRIGGS, W.H., HARTMANN, H.T., BRADLEY, M.V., IWAKIRI, B.T., WHISLER, J.E. **Olive pollination in California.** Bulletin 869. University of California, Davies, CA. 1975.
- GUCCI, R. Ecofisiologia. In: FIORINO, P. **Olea:** tratado di olivicoltura. Bologna: Edagricole, p. 77-111. 2007.
- HABERMAN, A., BAKHSHIAN, O., CEREZO-MEDINA, S., PALTIEL, J., ADLER, C., BEN-ARI, G., MERCADO, J.A., PLIEGO-ALFARO, F., LAVEE, S., SAMACH, A. A possible role for FT encoding genes in interpreting environmental and internal cues affecting olive (*Olea europaea* L.) flower induction. **Plant Cell Environ.**, v.40, p.1263-1280, 2017.
- HACKETT, W.P., HARTMANN, H.T. Inflorescence formation in olive as influenced by temperature, photoperiod, and leaf area. **Botanical Gazette**, v.125, p.65-72, 1964.
- HACKETT, W.P.; HARTMANN, H.T. The influence of temperature on floral initiation. **Physiol. Plant.**, v.20, p. 430-436, 1967.
- HARTMANN, H.T. Effect of winter chilling on fruitfulness and vegetative growth in the olive. **Journal of American Society Horticultural Science**, v.62, p.184-190, 1953.
- HARTMANN, H.T., OPITZ, K.W.; BEUTEL, J.A. **Olive production in California.** University of California, Division of Agricultural Sciences, Leaflet 2474, Davis, CA, USA, 1980.
- HARTMANN, H.T.; PORLINGIS, I. Effect of Different Amounts of Winter Chilling on Fruitfulness of Several Olive Varieties. **International Journal of Plant Sciences**, v.119, n. 2, p.102-104, 1957.
- HARTMANN, H.T.; WHISLER, J.E. Flower production in olive as influenced by various chilling temperature regimes. **Journal of American Society Horticultural Science**, v.100, p.670-674. 1975.
- LAVEE, S.; RALLO, L.; RAPOPORT, H. F.; TRONCOSO, A. The floral biology of the olive: effect of flower number, type and distribution on fruitset. **Scientia Horticulturae**, v.66, p.149-158, 1996. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0304-4238\(96\)00941-7](http://doi.org/10.1016/S0304-4238(96)00941-7)
- MALIK, N.S.A.; BRADFORD, J.M. Is chilling a prerequisite for flowering and fruiting in 'Arbequina' Olives? **International Journal of Fruit Science**, v.5, n.3, p.29-39, 2005a. DOI: http://doi.org/10.1300/J492v05n03_04
- MALIK, N.S.A.; BRADFORD, J.M. Flowering and fruiting in 'Arbequina' Olives in subtropical climates where olives normally remain vegetative. **International Journal of Fruit Science**, v.5, n.4, p.47-56, 2005b. DOI: http://doi.org/10.1300/J492v05n04_06
- MALIK, N.S.A.; BRADFORD, J.M. Inhibition of flowering in 'Arbequina' olives from chilling at lower temperatures. **Journal of Food Agriculture & Environment**, v.7, n.2, p.429-431. 2009a
- MALIK, N.S.A.; BRADFORD, J.M. High day-time temperatures and flowering in olives under chilling and non-chilling nighttime temperatures. **Journal of Applied Horticulture**, v.11, n.2, p.90-94, 2009b.
- MARTINS, F.B.; REIS, D. da; PINHEIRO, M.V.M. Temperatura base e filocrono para duas cultivares de oliveira. **Ciência Rural**, v.42, p.1975-1981, 2012.
- NETO, J.V.; OLIVEIRA, A.F.; OLIVEIRA, N.C.; DUARTE, H.S.S.; GONÇALVES, E.D. **Aspectos técnicos da cultura da oliveira.** EPAMIG, 56p. 2008. (EPAMIG, Boletim Técnico, 88).
- OLIVEIRA, M.C.; RAMOS, J.D.; PIO, R.; CARDOSO, M.G. Características fenológicas e físicas e perfil de ácidos graxos em oliveiras no sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.1, p.30-35, 2012.
- RALLO, L.; CUEVAS, J. **El cultivo del olivo.** 6th ed. Ediciones Mundi-Prensa-Junta de Andalucía, Madrid. 2008.
- RALLO, L., MARTIN, G.C., The role of chilling in releasing olive floral buds from dormancy. **Journal of American Society Horticultural Science**, v.116, p.1058-1062, 1991.
- RAMOS, A; RAPOPORT, H.F.; CABELLO, D.; RALLO, L. Chilling accumulation, dormancy release temperature, and the role of leaves in olive reproductive budburst: Evaluation using shoot explants. **Scientia Horticulturae**, n.231, p.241-252, 2018.
- RAPOPORT, H.F., MORENO-ALÍAS, I. Botánica y morfología (Botany and morphology). In: BARRANCO, D., FERNANDEZ-ESCOBAR, R., RALLO, L. (Eds.). **El Cultivo del Olivo (Olive Growing).** Mundi-Prensa, Madrid, p. 35-64, 2017.
- SILVA, L.F.O.; OLIVEIRA, A.F.; PIO, R. Cultivo da Oliveira. In: PIO, R. (Ed.). **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais.** Lavras: UFLA, p.344-387. 2018.
- SOUZA, P.M.B; MARTINS, F.B. Estimativa da temperatura basal inferior para as cultivares de oliveira Grappolo e Maria da Fé. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.29, n.2, p.307-313, 2014.
- TAPIA, F.C.; ASTORGA, M.P; IBACACHE, A.G.; MARTÍNEZ, L.B.; SIERRA, C.E.; LARRAÍN, P.S.; RIVEROS, F.B. **Manual del cultivo del olivo.** La Serena: INIA, 2003. 128p. (Boletim nº 101).
- TORRES M, PIERANTOZZI P, SEARLES P, ROUSSEAU MC, GARCÍA-INZA G, MISERERE, A.; BODOIRA R, CONTRERAS, C.; MAESTRI, D. Olive Cultivation in the Southern Hemisphere: Flowering, Water Requirements and Oil Quality Responses to New Crop Environments. **Frontiers in Plant Science.**, v.8, artigo 1830, 2017. DOI: <http://doi.org/10.3389/fpls.2017.01830>
- WREGGE, M.S.; COUTINHO, E.F.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I.R.A.; MATZENAUER, R.; RADIN, B. **Zoneamento agroclimático para oliveira no Estado do Rio Grande do Sul -- Pelotas:** Embrapa Clima Temperado, 24 p., 2009. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 259).
- WREGGE, M.S.; COUTINHO, E.F.; PANTANO, A.P.; JORGE, R.O. Distribuição potencial de oliveiras no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.3, p.656-666, 2015.

Impacto geral da introdução do sistema automatizado de ordenha em propriedades leiteiras

Silvia Villa¹ e Ana Luiza Bachmann Schogor²

Resumo – Os sistemas automatizados de ordenha (AMS) e o monitoramento de comportamento estão ganhando popularidade na cadeia produtiva de leite. A crescente falta de mão de obra, a busca pela melhoria de qualidade, a gestão e a profissionalização das propriedades leiteiras fazem com que constantemente ocorra a modernização dos sistemas de produção, do sistema tradicional de ordenha ao pé, para salas de ordenhas e para a introdução de AMS. O aumento na frequência de ordenha proporciona vantagens à saúde do úbere, pois quando a remoção de contaminantes é feita de modo mais frequente, ela proporciona conforto e melhora o acompanhamento dos casos de mastites. Os AMS e o sistema de gestão do rebanho devem ser devidamente parametrizados e a distribuição da frequência de ordenha deve ser feita conforme a curva de lactação. Os animais no início da lactação devem ser ordenhados com maior frequência do que os que estão em fases intermediárias e em final da lactação. Diversos fatores associados podem interferir na frequência de ordenha, como as instalações, o comportamento do animal e o manejo. Estratégias de alimentação devem ser aplicadas em propriedades que utilizam o AMS com objetivo de atender as necessidades nutricionais das vacas e atuar como motivação para que os animais visitem voluntariamente a ordenha.

Termos para indexação: Bem-estar; Nutrição; Vacas leiteiras.

Overall impact of the introduction of automated milking system in dairy farms

Abstract – The automated milking systems (AMS) and the behavior monitoring are gaining in popularity within the milk production chain. The lack of rural labor, the search for quality improvement and the management and professionalization of dairy properties, means that the modernization of production systems is constantly taking place, from the traditional milking system, to milking parlors and to the introduction of automated milking systems. The increase in milking frequency offers udder health advantages, as the removal of contaminants more frequently, improves comfort and monitoring in cases of mastitis. The AMS and the herd management system must be properly parameterized, such as distribution of milking frequency according to the lactation curve. The animals at the beginning of lactation must be milked more frequently than animals in the middle and at the end of lactation. Several associated factors can interfere with milking frequency, such as facilities, animal behavior and management. Feeding strategies must be applied on farms that have the AMS, with the objective of meeting the nutritional needs of the cows and acting as a motivation for the animals to voluntarily visit the milking.

Index terms: Milking; Welfare; Nutrition; Dairy cows.

Introdução

Sistemas automatizados de ordenha e monitoramento de comportamento estão ganhando popularidade na cadeia produtiva de leite. A crescente falta de mão de obra e a vontade dos produtores de ter melhor qualidade de vida fazem com que constantemente ocorra a modernização dos sistemas de produção, que passam dos sistemas

tradicionais de ordenha para sistemas automatizados de ordenha (AMS) (KING et al., 2017). Trata-se de uma tecnologia inovadora com crescente adesão por produtores de leite, desde os primeiros sistemas que surgiram em 1992 (BACH & CABEIRA, 2017).

Os AMS são integrados a monitores eletrônicos que registram e geram diversos dados que incluem o tempo de ruminação, atividade, produtividade e

saúde, que auxiliam os produtores com informações parcialmente confiáveis ou acionáveis da saúde geral do animal (KING et al., 2017).

Dentre os principais benefícios do AMS para os produtores, destacam-se: redução das necessidades de trabalho; maior flexibilidade de horários; melhoria da saúde dos animais; detecção de alterações de saúde mais rápida; aumento na produtividade de leite (TSE et

al., 2017); além de permitir que as vacas escolham livremente seus próprios horários (JACOBS & SIEGFORD, 2012).

Com a instalação AMS, em média pode ocorrer redução de 20 a 30% no total de mão de obra em contraste com os sistemas de ordenha convencional (DE KONING, 2011). Porém, alguns desafios impedem a adoção dessas tecnologias por parte dos produtores de leite: os programas, por exemplo, são altamente tecnológicos e de difícil entendimento, o que os torna difíceis de serem manuseados (BORCHERS & BEWLEY, 2015). Outros desafios encontrados estão relacionados com adaptação dos animais, a manutenção de uma média de frequência de ordenha constante e questões alimentares (TSE et al., 2017).

Operação e modelos dos AMS

O AMS é um dispositivo automático que utiliza um braço mecânico para realizar todas as tarefas do processo da ordenha de forma autônoma. Incluem-se processos automáticos de entrada e saída dos animais, disponibilização de concentrado durante a ordenha, limpeza do úbere e tetos, colocação e retirada das teteiras, registro de produção, alterações no leite e úbere e desinfecção dos tetos pós-ordenha (DE KONING, 2011). Para o AMS atingir sua total funcionalidade, é preciso realizar o planejamento para cada animal com base em seu estágio de lactação e potencial produtivo. O objetivo é garantir valores máximos de visitas totais de ordenha e de produção de leite por robô por dia.

Os animais são equipados com sensores eletrônicos individuais (coleiras, pedômetros e brincos) que determinam as vias que eles devem seguir para acessar a unidade AMS ou a alimentação. Após a identificação eletrônica, o sistema verifica o horário da última ordenha e direciona o animal conforme o

sistema foi parametrizado. Se a vaca for para a ordenha, ela entra na estrutura do AMS, onde é liberada a alimentação do concentrado e o braço mecânico inicia seu trabalho. O processo de ordenha se inicia pela detecção do úbere e tetos pelo braço mecânico, que pode ser realizada por sistema a *laser*. Posteriormente, ocorre a limpeza dos tetos com jatos de água e ar ou limpeza mecânica com rolos e, por fim, o encaixe das teteiras (KAWASAKI et al., 2008). O desprendimento individual das teteiras ocorre pela diminuição do fluxo de leite, até o acionamento de um produto desinfetante no teto (OHNSTAD et al., 2012). É importante salientar que nem todos os modelos AMS executam a rotina mencionada acima.

Estratégias adotadas no tráfego das vacas podem interferir diretamente na eficiência da ordenha, como também no conforto e bem-estar das vacas (RODENBURG, 2017). Assim, diferentes modelos de fluxo animal podem ser usados em um sistema de AMS: fluxo livre, fluxo guiado, etc. O fluxo livre consiste no livre acesso à estação de ordenha, área de descanso e corredor de alimentação pelos animais. Já o fluxo guiado, onde as instalações possuem portões de sentido único que conduzem o animal a seguir no sentido da área de repouso, ordenha e alimentação ou no sentido da área de repouso, alimentação e ordenha (TREMBLAY et al., 2016).

O AMS pode ser capaz de ordenhar cerca de 70 vacas por dia, em média, valor esse que pode sofrer variações de acordo com o número de ordenhas do rebanho, a produção média de leite e o fluxo de leite (MACULAN & LOPES, 2016). A implementação dessa tecnologia requer altos investimentos. Por isso alguns fatores necessitam ser avaliados criteriosamente para deliberar sua viabilidade econômica. Hyde & Engel (2002) mostraram que investir em AMS pode ser mais lucrativo do que os sistemas de ordenha convencional, basicamente

pela economia de mão de obra e aumento na produção de leite. No entanto, em fazendas de rebanho maiores (por exemplo, cerca de 1.500 vacas em lactação), o sistema convencional de ordenha é mais lucrativo do que o AMS, pela limitação no número de animais ordenhados pelo AMS (SALFER et al. 2017).

Saúde e bem-estar

O sistema AMS permite que o animal transite livremente e tenha livre acesso à ordenha quando sentir necessidade, sem qualquer interferência, aumentando assim seu conforto e bem-estar e trazendo benefícios para sua saúde (HOLLOWAY et al., 2014). Alguns estudos avaliaram os efeitos da ordenha robótica em rebanhos, na saúde do úbere (HOVINEN & PYORALIA, 2014), no manejo, no comportamento, na saúde e no bem-estar das vacas (JACOBS & SIEGFORD, 2012). Ambos demonstraram efeitos positivos para os animais.

Com relação ao gerenciamento de saúde, uma vantagem principal do AMS é a disponibilidade de dados diários de nível de cobertura coletados pelo AMS e pelas tecnologias associadas (KING & DEVRIES, 2018). Os dados fornecidos pelos sistemas de monitoramento têm potencial de serem usados como indicadores precoces de doenças, permitindo com que seja possível entender e melhorar as consequências secundárias à saúde e ao bem-estar (MIGUEL-PACHECO et al., 2014).

Os sistemas permitem que aspectos relacionados à saúde do úbere sejam avaliados, como contagem de células somáticas (CCS), cor e condutividade do leite individualmente por quarto mamário (JACOBS & SIEGFORD, 2012). King & Devries (2018) ressaltam que o aumento na frequência de ordenha proporciona vantagens à saúde do úbere, pois a remoção mais frequente de contaminantes melhora o conforto e per-

mite o acompanhamento dos casos de mastites.

Estratégias adotadas no tráfego das vacas podem interferir diretamente na eficiência da ordenha, como também no conforto e no bem-estar das vacas (RODENBURG, 2017). O tráfego pode ser dividido em dois sistemas: um deles é o tráfego livre, onde os animais trafegam livremente escolhendo quando desejam visitar o robô ou acessar a alimentação; outro é o tráfego guiado, onde as instalações contêm portões de sentido único, que conduzem o animal a seguir no sentido da área de repouso, ordenha e alimentação (TREMBLAY et al., 2016).

O treinamento é um aspecto importante da transição para o AMS e envolve a exposição do animal aos sons e movimentos mecânicos do AMS antes da primeira ordenha (TSE et al., 2018). Estudos realizados por Jacobs & Siegford (2012) mostraram que a introdução de novilhas ao AMS antes do parto tem um efeito positivo nos intervalos de ordenha, frequência de alimentação e produção de leite após o parto, além de minimizar o estresse dos animais.

Produção e frequência de ordenha

Os aspectos fundamentais para tornar o AMS lucrativo consistem na maximização da frequência de ordenhas voluntárias e manutenção de uma frequência constante de ordenha ao longo da lactação dos animais, que se torna um dos maiores desafios no sistema (BACH & CABERA, 2017). O número médio de ordenhas encontrado nos rebanhos é de 2,5 ordenhas/vaca/dia, e pode chegar a 3,2 ordenhas/vaca/dia (DEMING et al., 2013). Na tentativa de diminuir a variação de frequência, foi proposto o uso de rações palatáveis ou o uso de tráfego guiado, de modo a atrair as vacas com maior regularidade

(BACH & CABERA, 2017). Clark et al. (2014) relataram que vacas primíparas visitam com maior frequência o AMS do que vacas múltiparas, atingindo o máximo de visitas durante a lactação em torno 100 dias em leite.

Com a implementação do AMS pode ocorrer um aumento médio de 2% a 25% na produção dos animais (BERNIER- DODIER et al., 2010). Em estudo realizado por Tse et al. (2018) com produtores que adotaram o AMS, foi verificada uma maior produção de leite, mas sem alteração em sua qualidade. Os mesmos autores destacam que o aumento de produção de leite observado com a implementação do AMS pode acontecer em decorrência do aumento no número de ordenhas/dia, podendo aumentar 2,3kg/vaca por dia para cada visita à ordenha adicional.

Um fator-chave é essencial para alcançar uma alta produção no sistema: as vacas de alta produção, ou seja, animais com alta produção e alto fluxo de leite por minuto, devem permanecer por curto espaço de tempo na ordenha (ENDRES & SALFER, 2015). O AMS e o sistema de gerenciamento do rebanho devem ser devidamente parametrizados e a distribuição da frequência de ordenha deve ser feita conforme a curva de lactação. Os animais no início da lactação devem ser ordenhados com maior frequência do que os que estão em fase intermediária e no final da lactação (ENDRES & SALFER, 2015).

Diversos fatores associados podem interferir na frequência de ordenha, como as instalações, o comportamento do animal e o manejo (DEMING et al., 2013). O número de visitas abaixo do esperado ao AMS reflete diretamente em perdas de produção de leite e aumento no risco de casos de mastites (BACH & CABRERA, 2017). Para Barkema et al. (2015), a inexperiência dos animais com o AMS pode refletir negativamente na frequência de visitas. Condições relacionadas ao animal – principalmente

o estado de saúde, produção de leite, ordem de parição e estágio de lactação – repercutem no número de ordenhas diárias (BACH & CABRERA, 2017).

Alimentação

Estratégias de alimentação são aplicadas em propriedades que utilizam o AMS com objetivo de atender as necessidades nutricionais das vacas e atuar como motivação para que as vacas visitem voluntariamente a ordenha (RODENBURG, 2017). Em rebanhos convencionais os nutrientes são ofertados na ração mista total (TMR), porém, em rebanhos equipados com AMS, uma parcela dos nutrientes é ofertada durante o ato da ordenha com concentrado desenvolvido principalmente para atrair o animal, além de uma ração mista parcial (PMR) ofertada no comedouro de alimentação (BACH & CABRERA, 2017). A vantagem do AMS em relação ao fornecimento desse concentrado advém do fato de que no AMS a ração pode ser exclusiva para cada vaca, permitindo assim uma alimentação mais precisa em relação a sua exigência nutricional (BACH & CABRERA, 2017).

Oferecer maiores quantidades de concentrado no AMS cria oportunidade de gerar visitas voluntárias, aumentando teoricamente a produção e diminuindo a busca (SCHWANKE et al., 2019). No entanto, vários desafios foram observados, no fornecimento de altos níveis de concentrado no AMS, conforme descrito por Hare et al. (2018). Fatores como tamanho máximo da refeição AMS e frequência de ordenha não garantem maior entrega ou consumo de concentrado simplesmente pelo aumento da quantidade programada (SCHWANKE et al., 2019). Estudos anteriores mostraram que aumentar a quantidade de concentrado no AMS nem sempre tem o sucesso como esperado. Em seu estudo, Bach et al. (2007), por exemplo, ofertaram de 3,0 ou 8,0kg/dia de con-

centrado; todavia, apenas 2,6 e 6,8kg de concentrado foram consumidos. Outro fator que interfere no consumo de concentrado em altas quantidades é em relação ao tempo necessário para ingestão e o tempo de ordenha.

As vacas normalmente consomem TMR e PMR a uma taxa que varia entre 50 e 150g min⁻¹ e concentrados (*pellets*) entre 250 e 400g min⁻¹ (DEVRIES et al., 2011). Considerando um tempo médio gasto na AMS por ordenha de cerca de 7 minutos, as vacas poderiam consumir, no máximo, 2,8kg de concentrado por ordenha (CASTRO et al., 2012). O tempo limitado que os animais permanecem na ordenha restringe a quantidade de concentrado fornecida durante o processo (BACH & CABRERA, 2017). Assim, geralmente não se recomenda ofertar mais do que 2,5kg de concentrado por visita ao AMS.

Em relação à forma física do concentrado oferecido na AMS, a forma de *pellet* é preferível à de farelo (BACH & CABRERA, 2017). Outro aspecto a considerar é o fornecimento de minerais e vitaminas no AMS; normalmente esses componentes são considerados de baixa aceitabilidade pelas vacas e a maioria dos produtores os exclui do concentrado para o AMS, sendo fornecidos apenas por meio do PMR (BACH & CABRERA, 2017).

Entender como as vacas ajustam seu comportamento alimentar de PMR é importante para o manejo alimentar em AMS. Hare et al. (2018) e Menajovsky et al. (2018) relataram que aumentar a quantidade de concentrado no AMS reduz o consumo de PMR e altera o comportamento de seleção, a taxa de alimentação e o tamanho da refeição. Menajovsky et al. (2018) também observaram menores durações diárias de alimentação (min/d) para vacas alimentadas com maior quantidade de concentrado na AMS. No entanto, nenhuma outra diferença nos comportamentos

alimentares dos PMR foi observada (MENAJOVSKY et al., 2018).

Uma oportunidade interessante para maximizar os retornos de um AMS é o uso de uma combinação de alimentos (milho e farelo de soja) e distribuí-los para as vacas em diferentes proporções e quantidades, conforme a produção de leite, o peso vivo, o estágio de lactação e até mesmo os componentes do leite em alguns sistemas (BACH & CABRERA, 2017). No entanto, há uma advertência potencial ao usar tecnologias de alimentação de precisão em um AMS, visto que a vaca é identificada e recebe a quantidade calculada de ração: ao final da ordenha qualquer proporção não consumida é descartada ou consumida por outra vaca (BACH & CABRERA, 2017). A alimentação representa 50 a 70% de todos os custos na produção de leite (BOZIC et al., 2012). Portanto, aumentar a eficiência alimentar tem um grande efeito na lucratividade.

Considerações finais

O crescimento constante da cadeia produtiva de leite vem desafiando produtores a aumentarem as tecnologias em suas propriedades. Os sistemas de automatização de ordenha e de monitoramento de comportamento dos animais estão ganhando popularidade na cadeia produtiva de leite, pois diversos são os benefícios gerados aos animais e também ao produtor rural. Sabemos que implementar um sistema robotizado não é coisa fácil a ser efetuada, mas se bem avaliado e controlado os resultados mostram melhora na eficiência de produção. A alimentação aliada à produção de leite são os fatores mais importantes dentro de uma propriedade rural. Portanto, identificar a exigência nutricional exata de um animal e oferecer a correta dieta mostra que a eficiência de produção irá aumentar e consequentemente os custos para produção de leite podem também ser alterados.

Referências

- BACH, A.; CABRERA, V. Robotic milking: Feeding strategies and economic returns. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.9, 2017. DOI: <http://www.doi.org/10.3168/jds.2016-11694>.
- BARKEMA, H.W.; VON KEYSERLINGK, M.A.G.; KASTELIC, J.P.; LAM, J.P.; LUBY, C.; ROY, J.-P.; LeBLANC, S.J.; KEEFE, G.P.; KELTON, D.F. Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.11, p.7426-7445, 2015.
- BERNIER-DODIER, P.; DELBECCHI, L.; WAGNER, G.F.; TALBOT, B.G.; LACASSE, P. Effect of milking frequency on lactation persistency and mammary gland remodeling in mid-lactation cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.555-564, 2015.
- BORCHERS, M.R.; J.M. BEWLEY. An assessment of producer precision dairy farming technology use, prepurchase considerations, and usefulness. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.4198-4205, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.201-8963>, 2015.
- BOZIC, M.; NEWTON, L.; THRAEN, C.S.; GOULD, B.W. Mean reversion in income over feed cost margins: Evidence and implications for managing margin risk by US dairy producers. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.7417-7428, 2012.
- CASTRO, A.; PEREIRA, J.M.; AMIAMA, C.; BUENO, J. Estimating efficiency in automatic milking systems. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.2, p.929-936, 2012.
- CLARK, C. E.; KWINTEN, N.B.; Van GASTEL, D.A.; KERRISK, K. L.; LYONS, N.A.; GARCIA, S.C. Differences in voluntary cow traffic between Holstein and Illawarra breeds of dairy cattle in a pasture-based automatic milking system. **Journal of Animal Sciences**, v.27, n.4, p.587, 2014.
- DE KONING, K. Automatic milking: Common practice on over 10,000 dairy farms worldwi-

- de. **Proceedings of the Dairy Research Foundation Symposium**, v.59, p.14-31, 2011.
- DEMING, J.A.; BERGERON, R.; LESLIE, K.E.; DeVRIES, T.J. Associations of housing, management, milking activity, and standing and lying behavior of dairy cows milked in automatic systems. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.1, p.344-351, 2013.
- DeVRIES, T.J.; HOLTSHAUSEN, L.; OBA, M.; BEAUCHEMIN, K.A. Effect of parity and stage of lactation on feed sorting behavior of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.4039-4045, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.201-426>
- ENDRES, M. I.; SALFER, J. A. An evaluation of automated milking systems in the Midwestern United States. **Journal of Dairy Science**, v.2, n.98, 2015. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-0302\(20\)30760-8](https://doi.org/10.1016/S0022-0302(20)30760-8)
- HARE, K.;DEVRIES, T.J.; SCHWARTKOPF-GENSWEIN, K. S.; PENNER; G.B. Does the location of concentrate provision affect voluntary visits, and milk component yield for cows in an automated milking system. **Canadian Journal of Animal Science**, v.98, p.399-404, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjas-0123>
- HYDE, J.; ENGEL, P. Investing in a robot milking system: a simulation analysis of Monte Carlo. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.9, p.2207-2214, 2022. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74300-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74300-2)
- HOLLOWAY, L.; BEAR, C.; WILKINSON, K. Recapturing bovine life: Robot-cow relationships, freedom and control in dairy farming. **Journal of Rural Studies**, v.33, 2014.
- HOVINEN, M.; PYORALA, S. Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 547-562, 2011.
- JACOBS, J.A.; J. M. SIEGFORD. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.2227-2247, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4943>
- KAWASAKI, M.; KAWAMURA, S.; TSUKAHARA, M.; MORITA, S.; KOMIYA, M.; NATSUGA, M. Near-infrared spectroscopic sensing system for on-line milk quality assessment in a milking robo. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.63, p.22-27, 2008.
- KING, M.T.M.T.; LEBLANC, S.J.; PAIOR, E.A.; DeVries, T.J. Cow-level associations of lameness, behavior, and milk yield of cows milked in automated systems. **Journal of Dairy Science**, v.100, p. 4818-4828, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12281>
- KING, M.T.M.; DEVRIES, T.J. Graduate Student Literature Review: Detecting health disorders using data from automatic milking systems and associated technologies. **Journal of Science**, v.101, p.8605-8614, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14521>
- MACULAN, R.; LOPES, M. A. Ordenha robotizada de vacas leiteiras: uma revisão. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, p. 80-87, 2016. DOI: <https://doi.org/10.17523/bia.v73n1p80>
- MENAJOVSKY, S.B.; WALPOLE, C.E.; DEVRIES, T.J.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; WALPOLE, M.E.; PENNER, G.B. The effect of the forage-to-concentrate ratio of the partial mixed ration (PMR) and the quantity of concentrate in an automatic milking system (AMS) for lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.101, p.9941-9953, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14665>
- MIGUEL-PACHECO, G.G.; KALER, J.; REMNANT, J.; CHEYNE, L.; ABBOTT, C.; FRENCH, A.P.; PRIDMORE, T.P.; HUXLEY, J.N. Behavioural changes in dairy cows with lameness in an automatic milking system. **Applied Animal Behaviour Science**, v.150, p.1-8, 2014.
- OHNSTAD, I.; OLDE-RIEKERINK, R.G.; HOGWERF, P.; De KONING, C.A.; BARKEMA, H.W. Short communication: effect of automatic post milking teat disinfection and cluster flushing on the milking work routine. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.2567-2570, 2012.
- RODENBURG, J. Robotic milking: Technology, farm design, and effects on work flow. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.9, p.7729-7738, 2017.
- SALFER, J. A.; SALFER, J.A.; MINEGISHI, K.; LAZARUS, W.; BERNING, E.; ENDRES, M. I. Finances and returns for robotic dairies. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.7739-7749, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11976>
- SCHWANKE, A. J.; DANCY, K.M.; DIDRY, T.; PENNER, G. B.; DeVRIES, T. J. Effects of concentrate location on the behavior and production of dairy cows milked in a free-traffic automated milking system. **Journal Dairy Science**, v.102, n.11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16756>
- TREMBLAY, M.; HESS, J.P. ; CHRISTENSON, B.M.; MCINTYRE, K.K.; SMINK, B. ; Van Der KAMP, A.J. ; JONG, L.G. ; DÖPFER, D. Factors associated with increased milk production for automatic milking systems. **Journal Dairy Science**, v.99, n.5, p.3824-3837. DOI: <https://doi.org/10.3168/JDS.2015-10152>, 2016.
- TSE, C. ; BARKEMA, H.W. ; DeVRIES, T.J.; RUSHEN, J.; PAJOR, E.A. Effect of transitioning to automatic milking systems on producers' perceptions of farm management and cow health in the Canadian dairy industry. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.2404-2414. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds-11521>, 2017.
- TSE, C.; BARKEMA, H.W.; DeVRIES, T.J.; RUSHEN, J.; PAJOR, E.A. Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality. **Cambridge University Press**, v.12, n.12, p.2649-2656, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731118000654>

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