

Agropecuária Catarinense



ISSN 0103-0779 (impresa)
ISSN 2525-6076 (on-line)
Vol. 33, nº 3, set./dez. 2020

Estudos de moluscos bivalves da costa catarinense

Os eventos meteorológicos
extremos de Santa Catarina
em 2020

A flutuação populacional
do percevejo-do-grão
do arroz

As doenças de plantas em
destaque: Sarna da macieira,
ferrugem asiática da soja e mais



Governador do Estado
Carlos Moisés da Silva

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

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 Carlos Menezes Netto, Dr., Estação Experimental de Videira
Ana Lúcia Hanisch, Epagri, Dra., Estação Experimental de Canoinhas
Bruno Correa da Silva, Dr., Campo Experimental de Piscicultura de Camboriú
Cristiano João Arioli, Dr., Estação Experimental de São Joaquim
Cristiano Nunes Nesi, Dr., Cepaf
Fábia Tonini, Departamento Estadual de Extensão Rural e Pesca
Fabiana Schmidt, Dra., Estação Experimental de Campos Novos
Fábio Satoshi Higashikawa, Dr., Estação Experimental de Itaporanga
Gílson José Mancinichen Gallotti, M.Sc., Estação Experimental de Canoinhas
Henrique Belmonte Petry, Dr., Estação Experimental de Urussanga
João Peterson Pereira Gardin, Dr., Estação Experimental de Videira
José Carlos Gelsleuster, bibliotecário
Júlio César Ramos, Dr., Estação Experimental de Campos Novos
Leandro Hahn, Dr., Estação Experimental de Caçador
Léo Teobaldo Kroth, Dr., Cepa
Leonardo Araújo, Dr., Estação Experimental de São Joaquim
Lucia Morais Kinceler, Dra., Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (Presidente)
Luiz Augusto Martins Peruch, Dr., Departamento Estadual de Marketing e Comunicação
Luiz Fernando Vianna, Dr., Ciram
Marcelo Alexandre de Sá, Cepa
Marcelo Mendes de Haro, Dr., Estação Experimental de Itajai
Márcia Cunha Varaschin, M.Sc., Departamento Estadual de Marketing e Comunicação
Maria Cristina Canale Rapussi da Silva, Dra., Cepaf
Marlise Nara Ciotta, Dra., Estação Experimental de Lages
Mauro Ferreira Bonfim Junior, Dr., Estação Experimental de Urussanga
Murilo Dalla Costa, Dr., Estação Experimental de Lages
Natalia da Costa Marchioni, Dra., Cedap
Paulo Sergio Tagliari, M.Sc., Departamento Estadual de Marketing e Comunicação
Rodolfo Vargas Castilhos, Dr., Cepaf
Rosana Kokuszka, M.Sc., Departamento Estadual de Marketing e Comunicação
Rose Mary Gerber, Dra., Departamento Estadual de Extensão Rural e Pesca

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 Fantor, 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
Samir Jorge Michereff, Dr. – UFCA – Crato, CE

Colaboraram como revisores técnico-científicos nesta edição

Alexandre Couto Rodrigues	Gustavo Henrique Ferrero Klabunde
André Boldrin Beltrame	Helcio Luis de Almeida Marques
Ana Lidia Variani Bonato	Hilton Amaral Junior
Ângelo Paggi Matos	Idemir Citadin
Carine Cocco	João Guzenski
Carlos Campos	Leandro Camargo Borsato
Carlos Eduardo Souza Bezerra	Luciana Senter
Cleiton Oliveira dos Santos	Luiz Augusto Martins Peruch
Cristiane de Lima Wesp	Luiz Eduardo Lima de Freitas
Deise Helena Baggio Ribeiro	Luiz Fernandes Cardoso Campos
Douglas André Würz	Marcos Caivano Pedrosa de Albuquerque
Dulandula Silva Miguel Wruck	Maria do Carmo Bassols Baseira
Erica Fraão Pereira De Lorenzi	Masato Kobiyama
Fabiano Cleber Bertoldi	Mateus Brusco de Freitas
Fabiano Müller Silva	Roberto Degenhardt
Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto	Robson Marcelo Di Piero
Felipe Mauricio de Quadros	Rubens Marschalek
Francisco Oimar Gervini de Menezes Junior	Rui Sales Junior
Gabriel Berenhauer Leite	Simone Suhnel
Gilberto Caetano Manzoni	Thaise Karla Ribeiro Dias

Sumário

• Opinião

O monitoramento e avisos de eventos meteorológicos extremos de Santa Catarina em 2020..... 5

Maria Laura Guimarães Rodrigues

A ameaça da invasão dos gafanhotos e a atuação dos órgãos públicos de Santa Catarina..... 7

Leandro Delalibera Geremias, Janaína Pereira dos Santos, Alexandre Carlos Menezes-Netto, Leandro do Prado Ribeiro, Rodolfo Vargas Castilhos e Kleber Trabaquini

• Conjuntura

Ações conjuntas entre produtores de maracujá e iniciativa pública no combate da virose-do-endurecimento-dos-frutos em Santa Catarina 10

Henrique Belmonte Petry, Daniel Remor Moritz, Diego Adílio da Silva, Alexandre Mees, Fabiane dos Santos, Darlan Rodrigo Marchesi e Ricardo Miotto Ternus

• Informativo técnico

Cultivo de vieiras em Santa Catarina: tecnologias utilizadas e influência de fatores ambientais 14

Guilherme Sabino Rupp

Ferrugem asiática da soja: etiologia e controle 18

Cauê Pelin, João Américo Wordell Filho e Cristiano Nunes Nesi

Clínica de diagnose de doenças de plantas do Cepaf: problemas mais comuns em 2018 e 2019 22

Maria Cristina Canale, Rafael Roveri Sabião e João Américo Wordell Filho

Formas alternativas de processamento e comercialização de moluscos bivalves 25

Giustino Tribuzi, Robson Ventura de Souza, Felipe Matarazzo Suplicy e Henry Fernando Diniz Petcov

• Nota científica

Fosfito de potássio ameniza os sintomas de *Fusarium oxysporum* em bananeiras 29

Lincoln Graia do Nascimento Cunha, Leandra Regina Semensato, Eduardo Pradi Vendruscolo e Míriam de Almeida Marques

Levantamento da produção de morangos no Oeste Catarinense 33

Thiago Marchi, Dirceu Júnior Ferri, Caroline Möller Scholz e Jeferson João Soccol

• Artigo científico

Temperaturas efetivas e necessidade de frio de dois cultivares de ameixeira 37

Rafael Anzanello

Flutuação populacional do percevejo-do-grão, *Oebalus* spp. (Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina 42

Eduardo Rodrigues Hickel e Douglas George de Oliveira

Análise comparativa do custo de produção e da rentabilidade do cultivo de ostras (*Crassostrea gigas*) no verão e no inverno, em Florianópolis, SC, Brasil 48

Felipe Matarazzo Suplicy

Expression of *OsFRDL1*, a MATE gene family member, indicates its involvement in aluminum response in rice 53

Denise dos Santos Collares, Vivian Ebeling Viana, Camila Pegoraro, Rogério Oliveira de Sousa and Antonio Costa de Oliveira

Uso de bioestimulantes para o manejo da Sarna da Macieira em pomares 60

Leonardo Araujo, Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto, Jânio de Souza Vieira, Mateus da Silveira Pasa, Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza e Marciel Stadnik

Desempenho do lambari-do-rabo-amarelo alimentado com rações práticas contendo diferentes níveis de proteína bruta..... 67

Haluko Massago e Bruno Corrêa da Silva

Automação de baixo custo como alternativa para monitoramento hidrológico 72

Luis Hamilton Pospissil Garbossa, André Luis Tortato Novaes e Katt Regina Lapa

• Revisão bibliográfica

Microbiota e conservação de produtos frescos 77

Felipe de Lima Franzen, Janine Farias Menegaes, Daiane Palma Cielo, Giane Magrini Pigatto, Tatiane Codem Tonetto e Mari Silvia Rodrigues de Oliveira

FICHA CATALOGRÁFICA

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

Editada pela Epagri (1991 –)

Trimestral

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

1. Agropecuária – Brasil – SC – Periódicos.

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

CDD 630.5

Editorial

Santa Catarina é um estado diferenciado em vários aspectos. Conta com belezas naturais, economia forte e um povo com enorme diversidade étnica. Seu território representa apenas 1,12% do país, mas o Estado possui a 6ª maior economia agrícola do Brasil. O litoral catarinense é um capítulo à parte, com inúmeras praias, manguezais e outras belezas naturais que encantam os turistas. Mas a força do mar não se restringe ao turismo. Há muito tempo que a produção de peixes, ostras, mexilhões e de outros produtos se destaca na economia. Uma pequena fração do litoral catarinense abriga os principais cultivos de moluscos bivalves do país. Aliás, Santa Catarina é responsável por quase toda a produção nacional de mexilhões, ostras e vieiras. Tudo isso só é possível pelo esforço dos produtores, extensionistas e pesquisadores catarinenses.

Nessa edição da revista Agropecuária Catarinense divulgamos um pouco desse esforço de produção e comercialização de peixes e moluscos. A seção Informativo técnico traz assuntos relacionados aos moluscos bivalves, às tecnologias e à influência dos fatores ambientais no cultivo de vieiras, além de formas de comercialização desses moluscos. Entre os artigos científicos temos dois trabalhos. O artigo sobre custos de produção e rentabilidade da produção de ostras, que analisa o desempenho dessa atividade em condições de produção comercial, apontando os principais gargalos para a produção desse molusco, e um outro artigo que avaliou a melhor porcentagem de proteína na ração do Lambari, um dado que deve orientar os técnicos na alimentação da espécie.

Outro tema de destaque nesse conturbado ano é a sanidade vegetal. A ONU declarou 2020 como “Ano Internacional da sanidade vegetal”, considerando a importância que o tema tem na redução da pobreza e da fome no mundo, na proteção ambiental e na economia dos países. Na história da civilização já ocorreram diversas pragas e doenças de plantas que provocaram fome, miséria e êxodos em massa. Não é por acaso que esta última edição de 2020 traz vários trabalhos que abordam insetos-praga e doenças de plantas de importância internacional.

Um exemplo foi o gafanhoto sul-americano, *Schistocerca cancellata*, que dizimou lavouras na Argentina e se aproximou perigosamente do Brasil. As nuvens de gafanhotos ganharam as páginas dos noticiários em junho desse ano. Felizmente o inseto não entrou em nosso país. Recentemente, em novembro, vários focos de outro gafanhoto, conhecido como Tucura, *Tropidacris collaris*, voltaram a causar preocupação. Essa espécie é menos destrutiva que o voraz gafanhoto sul-americano, motivo pelo qual não deve causar grandes perdas. Leia mais sobre esse assunto na seção Opinião. Outros dois problemas fitossanitários importantes para a agricultura brasileira são abordados em trabalhos dessa edição: a ferrugem asiática da soja e a sarna da macieira. Saiba como controlar essas doenças lendo os artigos publicados nesta edição.

Este ano foi marcado pela Covid-19 e por eventos climáticos que impuseram desafios para toda a sociedade. No setor agropecuário não foi diferente. A Agropecuária Catarinense encarou este contexto como uma oportunidade. Deu maior destaque à informação científica, modernizou seu site e ganhou mais visibilidade. E justamente em um período marcado pela desinformação, a ciência voltou a ganhar relevância na mídia. Nosso compromisso é continuar trabalhando para aprimorar cada vez mais a revista, levando informação de qualidade aos produtores, aos técnicos e à comunidade científica.

Leia, escreva, cite, curta e compartilhe a RAC!

Revista Agropecuária Catarinense

A ciência não pode parar!

Science cannot stop!



Resumos do 1º Seminário Estadual de Compartilhamento de Trabalhos em Extensão Pesqueira - DOC nº300

Este Seminário Estadual, promovido pelo Programa Estadual de Aquicultura e Pesca da Epagri, nos dias 20 e 21 de novembro de 2018, em Joinville, SC, teve como principal objetivo a divulgação das ações municipais na extensão pesqueira no estado. Foi também um momento importante para formação de novas parcerias e a promoção de maior interação com outras instituições ligadas à atividade pesqueira. No evento foram realizadas 20 apresentações de trabalhos de extensão da Epagri, seis palestras, sendo duas interestaduais. Foram aprovados 19 resumos que abrangem diversas ações de extensão pesqueira em quase todo litoral de Santa Catarina registrados nesta publicação.

Contato: demc@epagri.sc.gov.br



Efeitos socioeconômicos causados pelo ciclone extratropical no estado de Santa Catarina em 2020 (on-line) – 57p. DOC nº318

Nos dias 30 de junho e 1º de julho de 2020, um ciclone extratropical, denominado “ciclone-bomba”, atingiu o sul do país. As fortes rajadas de ventos e tempestades atingiram praticamente todo o estado de Santa Catarina, causando danos à maioria dos municípios catarinenses. Tendo em vista que o meio rural foi fortemente afetado pelo fenômeno, a diretoria da Epagri decidiu pela realização de um levantamento das perdas ocorridas nos estabelecimentos agropecuários dos municípios atingidos. Os leitores poderão ver nesta publicação os resultados deste trabalho, que mostra que foram atingidos 257 municípios, 87% dos 295 municípios catarinenses; 46.755 estabelecimentos agropecuários, 26% dos 183.066 estabelecimentos agropecuários do Estado, com perdas estimadas em mais de R\$ 587 milhões.

Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/DOC/issue/view/146>



Estudo socioeconômico dos programas fundiários no estado de Santa Catarina - 72p. DOC nº320

A publicação aborda o tema de acesso à terra pelos trabalhadores rurais, os agricultores familiares em SC, atingindo o expressivo número de 13.825 famílias distribuídas em todas as regiões. O estudo teve como objetivos: identificar e caracterizar o público beneficiário das melhorias na infraestrutura dos estabelecimentos; avaliar os avanços no sistema produtivo e de comercialização; avaliar na percepção dos agricultores os efeitos econômicos de bem-estar e satisfação das famílias a partir de sua adesão ao programa de acesso à terra. As conclusões indicam claramente o sucesso dos programas de acesso à terra em Santa Catarina, que viabilizaram local de moradia digna, trabalho, renda e oportunidades de inserção econômica às famílias beneficiárias, dentre outros aspectos.

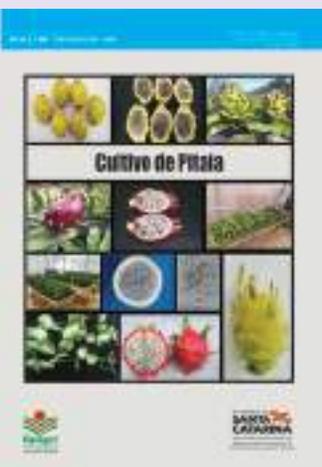
Contato: demc@epagri.sc.gov.br



Perdas provocadas por tempestades em algumas regiões do estado de Santa Catarina - 14 a 15 de agosto de 2020 (on-line) – 73p. DOC nº321

Nos dias 14 e 15 de agosto de 2020 ocorreu, novamente, um evento climático extremo, com formação de tornado, em Santa Catarina. As fortes rajadas de ventos e tempestades abrangeram quase todo o Estado. Em razão desta ocorrência a diretoria da Epagri decidiu pela realização de um levantamento das perdas ocorridas nos estabelecimentos agropecuários dos 22 municípios atingidos, que efetivamente registraram perdas econômicas e financeiras. Esta publicação mostra o resultado deste trabalho, com as ocorrências nos 22 municípios, concentrados no Planalto Sul, Planalto Norte, Meio-Oeste e no litoral do Norte Catarinense, envolvendo 1.119 estabelecimentos agropecuários, com perdas estimadas em R\$50.249.133,40.

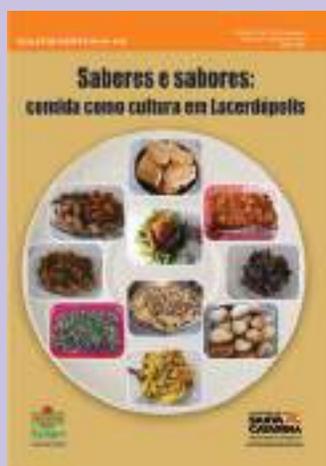
Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/DOC/issue/view/147>



Cultivo de pitaia – 44p. BT nº196

A pitaia é um cacto de hábito trepador dos gêneros *Hylocereus* e *Selenicereus*, nativos das Américas, cujos frutos têm demonstrado grande aceitação no mercado. No Brasil, ela vem ganhando espaço principalmente nos estados de São Paulo, Santa Catarina, Pará, Bahia, Paraná, Mato Grosso e Rio Grande do Sul. No território catarinense a pitaia vem se expandindo principalmente entre os pequenos produtores, pelo seu cultivo rústico, de fácil manejo e pelo alto valor agregado dos frutos. Por ser uma cultura nova, mesmo em nível nacional, muitos produtores, técnicos e agrônomos têm dúvidas em relação às práticas culturais. Devido a essa carência de informações foi elaborado este Boletim Técnico, que procura suprir, de forma clara e objetiva, os principais gargalos técnicos da cultura, tais como: produção de mudas, preparo da área, adubação, identificação e manejo de pragas e doenças, polinização e colheita.

Contato: demc@epagri.sc.gov.br



Saberes e sabores: comida como cultura em Lacerdópolis – 68p. BD nº155

Esta publicação, amplamente ilustrada, traz receitas de pratos típicos produzidos por mulheres de 11 comunidades rurais do município da Lacerdópolis, SC. As receitas são resultado de projeto local envolvendo a parceria da Epagri com os Clubes de Mães e com os grupos das comunidades rurais constituídos. O projeto foi organizado com o objetivo de promover, por meio do resgate da identidade cultural embutida nos hábitos alimentares, a integração de saberes e a socialização de conhecimento das famílias nas comunidades do município. Além de estreitar os laços entre essas comunidades e os grupos, a iniciativa visa à produção de alimentos com matéria-prima local.

Contato: demc@epagri.sc.gov.br

O monitoramento e avisos de eventos meteorológicos extremos de Santa Catarina em 2020

Maria Laura Guimarães Rodrigues¹

No início de 2020 incêndios florestais sem precedentes na Austrália afetaram bilhões de animais (<https://www.dw.com/pt-br/incendios-na-australia-afetaram-quase-3-bilhoes-de-animais-afirma-estudo/a-54350188>). No Brasil, entre as mais fortes imagens do ano ficaram os grandes incêndios destruindo parte dos biomas da Amazônia e do Pantanal, com impactos para além de suas fronteiras. Santa Catarina (SC) fez parte dessa rota impactada. O Estado também esteve no caminho de ciclones, tempestades, tornados, massas polares, sistemas atmosféricos e fenômenos que foram monitorados pelos meteorologistas da Epagri/Ciram e acompanhados pela imprensa em nível nacional, devido aos grandes impactos que causaram. Foi um ano de muito trabalho para a equipe e com farto material para estudos futuros. Somente a chuva foi escassa num ano que passou distante de episódios de enchente em SC.

Se o ativismo ambiental da jovem Greta Thunberg em 2019, que fechou o ano como personalidade na revista Time, não foi suficiente para se pensar sobre as ações de combate às mudanças climáticas, em 2020 não foi possível ignorar os grandes desastres ambientais. O pesquisador brasileiro Carlos Nobre, membro do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), concedeu inúmeras entrevistas sobre o tema durante o ano. No jornal "O Globo" (<https://oglobo.globo.com/economia/desmatar-acabar-com-futuro-da-lucro-poucos-por-pouco-tempo-diz-carlos-nobre-24540086>) o cientista ressaltou a importância da umidade da Amazônia no regime hídrico de inverno em parte do sul do Brasil. Segundo ele, estudos apontam uma redução da chuva em áreas da região, no inverno, em anos de seca na Amazônia: "Se há menos

árvores na Floresta devido ao desmatamento, haverá menos vapor d'água indo para o Sul do país."

A influência da umidade da Amazônia não é o único fator responsável pela falta de chuva em latitudes mais ao sul. Alguns estudos recentes apontam uma forte convergência de fatores em 2020, agravada nos meses de outono e primavera, que resultou no baixo volume de chuva e frequentes episódios de estiagem em SC. Esse foi um dos eventos climáticos do ano que mais mobilizaram as equipes da Epagri/Ciram na demanda por entrevistas na mídia, reuniões governamentais e palestras. Por outro lado, os ventos a uma altitude aproximada de 1500m, conhecidos como "rios voadores", impossibilitados de cumprir seu papel de transportadores de umidade do norte ao sul do país, realizaram o transporte da fumaça dos incêndios no Pantanal. Estava em curso mais um desastre ambiental sem precedentes e, desta vez, com impactos bem visíveis em SC. O Estado recebeu a fumaça pantaneira especialmente em setembro, quando a "chuva preta" foi vista no Oeste, Meio-Oeste e Planalto Norte, regiões em geral mais influenciadas pelos "rios voadores".

A falta de chuva e as tempestades foram os maiores extremos meteorológicos de 2020 em SC, ocorrendo até mesmo em paralelo. Dois eventos de tempestade severa em SC tiveram alto poder de destruição pela força dos ventos e queda de granizo, resultando em grandes prejuízos econômicos, inclusive com perdas de vidas humanas. A primeira tempestade ocorreu em 30/06, quando uma linha de instabilidade organizou-se no oeste, deslocando-se rapidamente para o litoral em cerca de 3 horas, com ventos de mais de 100km/h em grande parte das regiões do Estado.

Os meteorologistas da Epagri/Ciram concluíram que este foi o evento que em curto espaço de tempo apresentou maior abrangência de tempestade severa já registrada em SC. Apesar de ficar conhecido na mídia como "ciclone-bomba", os ventos provocados pelo ciclone, que se deslocava no oceano, afetaram apenas o litoral catarinense e no dia seguinte (01/07), em especial no Sul Catarinense. Mesmo não sendo diretamente o responsável pelas tempestades severas do dia 30/06, o ciclone provocou vento recorde em Siderópolis, de 168 km/h, no dia 01/07: o maior registro das séries históricas de vento em SC. Não muito tempo depois, em 14 e 15/08, outra tempestade severa atingiu o Estado. Desta vez, o oeste e o norte foram as áreas mais atingidas com a formação de dois tornados, nos municípios de Tangará e Irineópolis.

Outras tempestades atingiram o Estado ao longo do ano apresentando velocidades de vento entre 70 e 90km/h, conforme as medições obtidas da rede de estações monitoradas na Epagri/Ciram. Muitas delas acompanhadas de granizo e, embora com menor impacto, causando prejuízos em áreas urbanas e rurais, especialmente entre agosto e outubro, quando o fenômeno ocorreu com maior frequência nas diversas regiões catarinenses. Se a primavera é normalmente a época do ano com maior incidência de tempestades e granizo em SC, provavelmente o tempo mais seco em 2020 tenha contribuído para que nesta primavera a incidência do fenômeno fosse ainda maior durante a passagem de frentes frias.

Além do "ciclone-bomba", outros ciclones menos intensos passaram pela costa sul do Brasil, incrementando a lista de extremos para casos de maré alta. Dois episódios entre 03 e 09/04/2020

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

estão entre os quatro com maior altura do nível do mar registrada na costa catarinense desde 2012, ano de criação da rede maregráfica monitorada pela Epagri/Ciram. Nesses dias de abril, as medições realizadas em Passo de Torres, Imbituba, Laguna, Florianópolis e Barra Velha identificaram alagamentos por maré alta ao longo do litoral, causando transtornos nas praias e no trânsito.

Em relação às temperaturas, não surpreendeu o contraste entre o calor do Vale do Itajaí no verão, com máxima de 40°C em fevereiro, e o frio da Serra no inverno, com mínima de -8,1°C em Urupema, em 15/07, e de -8,6°C em Bom Jardim da Serra, em 21/08. Mas na primavera, mal nos despedimos do inverno (em 22/09) e a temperatura chegou a 43,8°C em Jaraguá do Sul, no dia 02/10, quando ocorreu o segundo maior registro de máxima da história de SC. Um mês depois, no dia 05/11, as mínimas no Estado ficaram entre 6 e 10°C em grande parte das regiões. Na Serra ocorreu temperatura negativa e geada.

O frio típico de outono-inverno foi “bem comportado” em 2020 e com

a esperada neve. Entre abril e agosto ocorreram temperaturas negativas e geada nas áreas altas do Estado. Em alguns episódios de maior intensidade, houve geada ampla. Abril e maio destacaram-se pela maior frequência de massas de ar polar, com ingresso praticamente semanal em SC. A neve veio somente em agosto, entre os dias 20 e 21, mantendo a climatologia de pelo menos um evento no ano. Desta vez não se concentrou nas áreas altas do Planalto Sul, como normalmente acontece, o que frustrou um pouco as expectativas de turistas e moradores em São Joaquim e Urupema. Houve registro de neve nos Planaltos Sul e Norte, mas as condições para o fenômeno foram mais favoráveis na Grande Florianópolis Serrana. Sorte de quem estava no lugar certo e na hora certa, como em Rancho Queimado, que pode apreciar a neve em período mais prolongado, permitindo acumular no solo.

Se muitos foram os eventos com temporais em 2020, poucos ocorreram com volumes excessivos de chuva. No Oeste Catarinense, uma das regiões mais afetadas pela estiagem neste ano, ocorreram alguns dias com precipitação

acima de 100mm, em janeiro, maio e junho. Em julho, enquanto no Oeste e no Planalto Norte do Estado a precipitação ficou abaixo da média, com um total mensal inferior a 100mm, na região litorânea do Sul a chuva do mês foi mais que o dobro da média mensal. Estudos realizados pelos próprios meteorologistas da Epagri/Ciram mostram como são distintos os sistemas atmosféricos e as fontes de umidade que causam chuva no Oeste ou no litoral de SC. Lembrando que o Oeste é uma das regiões que sofre maior influência do clima da Amazônia.

O ano vai chegando ao fim. E não apenas a pandemia, mas também a estiagem ainda é problema sério. A chuva em alguns períodos do inverno amenizou o quadro crítico do outono. Porém, a situação agravou-se na primavera, em especial no Oeste, onde a anomalia negativa de precipitação no trimestre agosto-setembro-outubro ficou em torno de -400mm, impactando a agricultura (Figura 1). A elaboração do texto se encerra em novembro, mas é certo que, como a pandemia, a lista de extremos de 2020 em SC não se acaba nesta data. ■



Figura 1. As lavouras de grãos têm sido impactadas pela falta de chuva no Oeste, como essa de milho em Princesa, SC

A ameaça da invasão dos gafanhotos e a atuação dos órgãos públicos de Santa Catarina

Leandro Delalibera Geremias¹, Janaína Pereira dos Santos², Alexandre Carlos Menezes-Netto³,
Leandro do Prado Ribeiro⁴, Rodolfo Vargas Castilhos⁴ e Kleber Trabaquini⁵

Entre os meses de junho e agosto de 2020, a mídia brasileira divulgou, com bastante destaque, a ocorrência de “nuvens de gafanhotos” em deslocamento sobre os territórios da Argentina e Paraguai. As reportagens alertavam sobre a alta capacidade das “nuvens” em destruir plantações e o consequente impacto na agricultura das regiões afetadas, bem como o rápido deslocamento e o risco de invasão do território brasileiro pela fronteira com os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Essas notícias causaram temor à população, especialmente aos agricultores, uma vez que as “nuvens de gafanhotos” chegaram a cerca de 150 quilômetros

da fronteira com o Brasil, próximo à cidade de Uruguaiana, no Rio Grande do Sul (Figura 1A). O gafanhoto registrado na Argentina é da espécie *Schistocerca cancellata* (Orthoptera: Acrididae) (Figura 2), conhecido popularmente como “gafanhoto sul-americano”.

Diante dessa ameaça, diferentes órgãos se uniram para elaborar estratégias visando mitigar os danos provocados pelo gafanhoto sul-americano. As informações sobre essa espécie, o fenômeno de formação de “nuvens” e a forma de atuação do setor público são abordados nesse trabalho.

Na Argentina, o deslocamento das “nuvens de gafanhotos” é registrado e

acompanhado pelo *Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria* (Senasa), órgão com o qual as autoridades catarinenses vêm se atualizando constantemente sobre o assunto. Desde o dia 1º de maio de 2020, quando ocorreram os primeiros registros das “nuvens de gafanhotos” no território argentino, o Senasa tem disponibilizado um mapa com as coordenadas geográficas dos locais de ocorrência. Os registros são feitos conforme surgem os avistamentos *in loco*, ou seja, ao observar uma “nuvem de gafanhotos” o notificante informa o local de ocorrência ao Senasa, que, por sua vez, atualiza as informações no banco de dados.



Figura 1. (A) Mapa representativo de eventos relacionados ao gafanhoto sul-americano, *Schistocerca cancellata* na América do Sul; (B) Trajetória percorrida pelas “nuvens do gafanhoto sul-americano” nos meses de maio e junho de 2020. Imagens: Leandro Delalibera Geremias (1A); Kleber Trabaquini (1B). Foto do gafanhoto adulto de *S. cancellata*: Dra. Martina E. Pocco - Universidad Nacional de la Plata, Argentina

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Ituporanga (EEI), C.P. 121, 88400-000, Ituporanga, SC, fone (47) 3533-8841, e-mail: leandrogeremias@epagri.sc.gov.br.

² Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri/Estação Experimental de Caçador (EECD), C.P. 591, 89501-032, Caçador, SC, fone: (49) 3561 6813, e-mail: janapereira@epagri.sc.gov.br.

³ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Videira (EEV), Rua João Zardo, 1660, 89564-506, Videira, SC, fone: (49) 3533-5634, e-mail: alexandrenetto@epagri.sc.gov.br.

⁴ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), CEP 89803-904, Chapecó, SC, fone: (49) 2049-7510, e-mail: leandroribeiro@epagri.sc.gov.br, rodolfocastilhos@epagri.sc.gov.br

⁵ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram), CEP 88034-901, Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5121, e-mail: klebertrabaquini@epagri.sc.gov.br



Figura 2. Adulto do gafanhoto sul-americano, *Schistocerca cancellata* (Orthoptera: Acrididae), comum no sul da América do Sul. Foto: Dra. Martina E. Pocco - Universidad Nacional de la Plata, Argentina

Após os registros de “nuvens de gafanhotos” na Argentina, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa) do Brasil solicitou ao governo do estado de Santa Catarina, por meio da Secretaria de Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural, a elaboração de um plano de supressão do gafanhoto sul-americano, caso as “nuvens” adentrassem no território catarinense. Deste modo, a Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) formaram um grupo de trabalho composto por profissionais especializados na área, para aprofundar os conhecimentos sobre essa espécie de gafanhoto. O plano de supressão consiste em uma sistematização de medidas proativas a serem adotadas em caso de invasão da espécie-praga. Esse plano foi elaborado

com base em apurada revisão de literatura sobre o assunto e em experiências de órgãos de pesquisa e de vigilância fitossanitária de outros países, aliado à *expertise* dos entomologistas/pesquisadores participantes do grupo. No plano de supressão incluiu-se um sistema de monitoramento e simulação de deslocamento das “nuvens de gafanhotos”; um sistema de alerta para o risco de ingresso; os canais para envio de informações relacionadas à identificação/ocorrência da praga e os protocolos de amostragem e de manejo em caso de uma possível invasão da praga em território catarinense.

Conhecendo os gafanhotos e a formação das “nuvens”

Os gafanhotos são insetos que pertencem à ordem Orthoptera, da qual também fazem parte os grilos, pa-

quinhas, taquarinhas e esperanças. A maioria das espécies deste grupo não se constitui como praga de importância agrícola.

A espécie *S. cancellata* pertence à subordem Caelifera e à família Acrididae, sendo uma das quatro espécies do gênero *Schistocerca* que apresentam polimorfismo fasário, ou seja, observam-se diferenças fenotípicas entre as fases solitária e gregária. Quando a espécie encontra condições meteorológicas favoráveis ao seu desenvolvimento e alimento em abundância, pode desenvolver até três gerações em um ano, uma a mais do que normalmente aconteceria em condições desfavoráveis à sua reprodução.

Em *S. cancellata*, a fase solitária ocorre mais comumente, sendo registrada na região centro-norte da Argentina, oeste do Paraguai e extremo sul da Bolívia, correspondendo a uma área

de aproximadamente 900.000km². Em contrapartida, na fase gregária migratória ocorre o fenômeno de formação de “nuvens”, as quais são compostas por milhões de indivíduos que migram em voo durante o dia, auxiliados pelo deslocamento das massas de ar, pousando à noite, quando se alimentam vorazmente das plantas existentes no local.

A formação de “nuvens” é um fenômeno caracterizado por alterações genéticas, biológicas, fisiológicas, morfológicas e comportamentais da espécie. Essas alterações são dependentes da densidade, ou seja, iniciam-se quando altas densidades de ninfas vivem juntas, dando origem à agregação (gregarismo) de grandes populações de gafanhotos, as quais se deslocam em bandos para outros locais para se reproduzir e buscar alimento. Essas formações estão relacionadas com períodos de altas temperaturas e baixa pluviosidade. Desta forma, o gregarismo é uma resposta a característica genética de *S. cancellata*, interagindo com fatores climáticos do ambiente. Nessas condições, há o favorecimento do crescimento populacional e as “nuvens” são formadas.

Devido à grande quantidade de insetos e a voracidade alimentar da espécie, as “nuvens” formadas pelo gafanhoto sul-americano possuem grande capacidade de consumo de massa verde. Atualmente já foram registradas cerca de 400 espécies vegetais atacadas por *S. cancellata*, tanto cultivadas, especialmente gramíneas, quanto espécies vegetais silvestres, onde os insetos também podem se abrigar.

Monitoramento e plano de supressão das “nuvens de gafanhotos” em Santa Catarina

Em julho de 2020, a Epagri passou a monitorar o deslocamento das “nuvens de gafanhotos” na Argentina, através de geotecnologias que incluem principalmente modelos climáticos e dados originados do Senasa (Figura 1B). Naquela ocasião, utilizou-se o *Hybrid Single-Par-*

ticle Lagrangian Integrated Trajectory (HYSPLIT) do Laboratório de Recursos Aéreos (ARL) da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional Norte-Americana (NOAA). Este modelo é amplamente utilizado para cenários de dispersão atmosférica, com simulações de trajetórias aéreas. O modelo leva em consideração variáveis comportamentais do inseto, como altura e horas de voo diárias. Além disso, é composto de variáveis climáticas alimentadas através do modelo *Global Forecast System* (GFS), que contém principalmente medidas de temperatura mínima e máxima, precipitação acumulada, velocidade e direção do vento. Em julho de 2020, as condições meteorológicas previstas para a região extremo-oeste (na fronteira de Santa Catarina com a Argentina) indicavam a chegada de uma frente fria acompanhada de queda de temperatura, o que não favoreceu o deslocamento dos gafanhotos para o Estado.

Também foram verificadas as áreas com maior probabilidade de ingresso da “nuvem de gafanhotos” em Santa Catarina. Com isso, foi possível realizar um levantamento de insumos e equipamentos disponíveis, em órgãos públicos e privados, que poderiam ser utilizados visando à supressão dos gafanhotos sul-americanos no Estado. Materiais de divulgação, tais como pôlderes e mídias digitais, foram discutidos e poderiam ser preparados rapidamente para fornecer informações sobre as formas de monitoramento e controle.

Com base na experiência do Senasa da Argentina, o controle seria realizado por órgãos oficiais do governo e/ou agricultores, a depender do local de pouso da “nuvem”, em áreas públicas ou privadas, respectivamente. O plano de supressão estabelece que em caso de avistamento de “nuvens do gafanhoto sul-americano” em Santa Catarina, os notificantes devam imediatamente contatar a Cidasc ou a Epagri, prioritariamente: (1) pelos escritórios municipais dessas empresas; (2) pelo telefone (48) 3665 7300 (aplicativo WhatsApp®); (3) pelo telefone 0800 644 6510 e/ou pelo (4) endereço eletrônico: dedev@cidasc.sc.gov.br.

Em termos gerais, as ações logísticas e de controle a serem realizadas em caso de invasão da praga no território catarinense devem envolver: (1) a parceria público-privada para agilizar o controle emergencial da praga; (2) a localização precisa das “nuvens” após o pouso; (3) a utilização de inseticidas químicos e biológicos cujos ingredientes ativos foram autorizados para uso emergencial e temporário na portaria do Mapa (nº 208, de 29 de Junho de 2020), desde que respeitadas as dosagens e os intervalos de segurança e (4) o controle semanal de estoque e movimentação de inseticidas no Sistema de Gestão da Defesa Agropecuária Catarinense (SIGEN+) da Cidasc, bem como a emissão de receituários agrônômicos. O controle poderá ser realizado com pulverizações terrestres (costal ou tratorizada) e/ou aéreas, com exceção do inseticida acefato, cuja aplicação não é permitida com equipamentos manuais ou costais. As empresas prestadoras de serviços de aplicação aérea deverão possuir registro junto à Cidasc e poderão utilizar aviões agrícolas ou drones, devendo seguir as regulamentações específicas em vigor.

Como se trata de um fenômeno raro, no Brasil há uma carência de especialistas que estudam eventos relacionados a “nuvens de gafanhotos”. Deste modo, a criação de um grupo de trabalho multi-institucional e multidisciplinar foi imprescindível, pois a supressão desta praga envolve fatores biológicos e comportamentais da espécie, informações meteorológicas dos locais, além de aspectos legais e operacionais, tais como logística e disponibilidade de insumos, bem como a forma de participação da sociedade nesse processo. Por fim, a elaboração do plano de supressão foi uma oportunidade para que instituições catarinenses e estrangeiras dialogassem e trocassem experiências, sendo fundamental para a elaboração das estratégias de mitigação dos riscos, caso ocorra a invasão do gafanhoto sul-americano em território catarinense. ■

Ações conjuntas entre produtores de maracujá e iniciativa pública no combate da virose-do-endurecimento-dos-frutos em Santa Catarina

Henrique Belmonte Petry¹, Daniel Remor Moritz², Diego Adílio da Silva³, Alexandre Mees⁴, Fabiane dos Santos⁵, Darlan Rodrigo Marchesi⁶ e Ricardo Miotto Ternus⁷

Santa Catarina foi um dos principais produtores nacionais de maracujá-aze-do nos últimos anos e os agricultores da região são reconhecidos por produzirem uma das melhores frutas para o mercado *in natura*. Apesar de ser um cultivo relativamente novo para os agricultores, com cerca de 25 anos de produção no Estado, a passicultura catarinense foi remodelada recentemente por ações conjuntas de produtores, comerciantes, extensionistas rurais e pesquisadores, coordenadas pela Epagri e instituições

parceiras, bem como da defesa sanitária vegetal, encabeçadas pela Cidasc. O esforço conjunto resultou na mudança do sistema de produção após o primeiro registro da virose do endurecimento-dos-frutos-do-maracujazeiro (EFM) no sul de SC em 2016 (RODRIGUES et al., 2017). Essas mudanças de manejo da cultura para enfrentamento do EFM, causado pelo *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV), foram fundamentais para promover a manutenção dos produtores na atividade e trazer valor

à cadeia produtiva, mesmo com a ocorrência dessa virose, considerada a pior doença da cultura do maracujazeiro nos pomares catarinenses, responsável por sintomas em frutos de maracujá que não são aceitos pelo mercado consumidor (Figura 1) (PETRY & MARCHESI, 2019). A maior parte do maracujá produzido em Santa Catarina é do cultivar SCS437 Catarina, que produz frutos de alta qualidade e aceitação no mercado nacional, porém é suscetível ao CABMV (PETRY et al., 2019).



Figura 1. Maracujás com sintomas de endurecimento-dos-frutos, impréstáveis para o consumo

¹Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Urussanga (EEUr), Rod. SC108, Km353, n.1563, Bairro Estação, C.P.49, 88840-000, Urussanga, SC, fone: (48) 3403-1379, e-mail: henriquepetry@epagri.sc.gov.br

²Engenheiro-agrônomo, Mestre, Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc), Departamento Regional de Criciúma. E-mail: daniel@cidasc.sc.gov.br

³Engenheiro-agrônomo, Epagri/Gerência Regional de Criciúma. E-mail: diegosilva@epagri.sc.gov.br

⁴Engenheiro-agrônomo, MBA em agronegócios, Cidasc/Departamento Estadual de Defesa Sanitária Vegetal. E-mail: amees@cidasc.sc.gov.br

⁵Engenheira-agrônoma, Mestre, Cidasc/divisão de Defesa Sanitária Vegetal. E-mail: fabiane@cidasc.sc.gov.br

⁶Engenheiro-agrônomo, M. Sc., Epagri/Gerência Estadual de Extensão Rural e Pesca. E-mail: darlan@epagri.sc.gov.br

⁷Engenheiro-agrônomo, Dr., Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca. E-mail: miotto@agricultura.sc.gov.br

Em Santa Catarina, o primeiro relato do EFM ocorreu em 2008, no litoral Norte Catarinense, no município de Araquari (COLARICCIO et al., 2008). Infelizmente, a introdução da doença provocou o declínio da produção de maracujá na intitulada “Capital Estadual do Maracujá”, reduzindo a área cultivada. No Sul Catarinense, os primeiros relatos da doença foram no município de São João do Sul, em setembro de 2016 (RODRIGUES et al., 2017). Tratando-se à época de uma doença nova para a região, as estratégias de manejo e controle mais adequadas para a realidade local ainda não estavam consolidadas. Vale destacar que o Sul concentra mais de 80% da produção da fruta em nosso Estado, onde o cultivo de maracujá tem se mostrado uma excelente opção para pequenas propriedades rurais, além de ser uma ótima alternativa à fomicultura, que vem apresentando declínio ao longo dos últimos anos nessa região.

Como este vírus foi identificado na mesma época também no nordeste do Rio Grande do Sul, uma força-tarefa foi montada na região com a participação de instituições de pesquisa e ensino (Epagri, UFRGS e IFC), extensão (Emater/RS e Epagri), fiscalização (Cidasc e Mapa) e setor produtivo (atacadistas, produtores, cooperativas e agropecuárias). No entanto, por se tratar de uma virose e por não existir uma forma de controle curativo para a doença, as principais estratégias de manejo são o estabelecimento de um período de vazio sanitário sincronizado (erradicação sistemática dos pomares) e a produção de mudas em ambiente protegido (viveiros com telas antiáfídeos) (PETRY & MARCHESI, 2019).

As principais formas de transmissão do EFM ocorrem através de mudas contaminadas, transmissão mecânica por instrumentos de corte utilizados durante a poda de inverno e, principalmente, por pulgões que realizam picadas de prova nas plantas de maracujazeiro contaminadas (COLARICCIO et al., 2018), tornando inviável a prática do segundo ciclo de produção. A rápida disseminação da doença faz com que a não ade-

ção às práticas recomendadas, mesmo que seja por um pequeno grupo de agricultores, já cause um enorme prejuízo para toda a cadeia produtiva.

O endurecimento do maracujazeiro já foi responsável pelo declínio da cultura em várias regiões produtoras, mesmo sabendo-se das práticas que poderiam ser adotadas. Por este motivo, era preciso uma abordagem diferenciada para alcançar o sucesso quando outras regiões fracassaram. Nas discussões com atores da cadeia produtiva e do poder público ficou claro que tínhamos que conscientizar produtores e comerciantes para vencer essa doença. De uma forma geral a abordagem envolveu treinar os técnicos, efetuar o monitoramento da doença, conscientizar os atacadistas e produtores, treinamento de viveiristas e, finalmente, formulação de base jurídica para atuação legal a campo.

Técnicos de empresas públicas e privadas foram treinados no reconhecimento e monitoramentos da doença. Inúmeros eventos coletivos e individuais de Ater foram promovidos pela Epagri, com apoio da Cidasc para a conscientização do setor, o que envolveu 4.384 famílias, sem repetição (EPAGRI, 2020) desde a detecção deste vírus na região em 2016 até que as práticas preconizadas fossem normatizadas pela publicação da Portaria SAR/SC nº 06/2020. Assim, mesmo antes da normatização específica sobre o assunto, a adesão ao vazio sanitário e a produção de mudas em viveiros protegidos, de forma voluntária, podem ser consideradas um sucesso. Entretanto, foram os poucos produtores que não adotaram a prática de vazio sanitário aliada ao cultivo anual do maracujazeiro que demandaram do poder público a regulamentação sobre o tema. A melhor estratégia para a convivência com o *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV) é a adoção de um calendário de plantio definido de acordo com a região e a eliminação de plantas de ano, reduzindo assim as fontes de inóculo (COLARICCIO et al., 2018). Neste sentido, o município de Torres, RS, foi o primeiro do país a estabelecer um período de vazio sanitário na cultura

do maracujá, através da Lei Municipal nº 4.955, de 22/11/2017 (TORRES, 2017).

A realização do vazio sanitário anual reduz drasticamente o inóculo inicial, o que não ocorre se o pomar for mantido por dois anos, pois dessa forma há uma contaminação, derivada da poda, antecipando dessa forma a contaminação dos pomares mais novos, seja da área do próprio produtor que adotar essa prática, ou daquelas que estiverem na região.

Diante deste contexto, muitas lideranças do setor produtivo demandaram a Epagri e a Cidasc, para que houvesse a obrigatoriedade do período sincronizado de vazio sanitário e a produção de mudas em viveiros protegidos em nosso território. O tema foi abordado no III Seminário Regional sobre Maracujazeiro, em 25 de junho de 2019, e no fim do evento foi decidido pelos presentes o envio de carta do seminário à Secretaria de Estado da Agricultura, Pesca e Desenvolvimento Rural de Santa Catarina (SAR) solicitando a implantação do vazio sanitário para a cultura em Santa Catarina.

Porém, SAR e Cidasc viam-se de mãos atadas nesta situação, pois o EFM não é considerado uma praga quarentenária e tampouco é regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Até dezembro de 2019, o estado de Santa Catarina não possuía nem mesmo uma Lei Estadual de Defesa Sanitária Vegetal (DSV) que pudesse dar suporte às demandas regulatórias do setor. A cadeia produtiva do maracujá-azedo uniu-se a outras, como as da banana e maçã, pleiteando pela criação de uma legislação estadual. Devido à importância do tema, a Assembleia Legislativa do Estado e Santa Catarina (Alesc) promoveu uma das suas audiências públicas sobre o projeto de lei de defesa sanitária vegetal (PL 0123/2018) no município de Sombrio, SC, em 4 de julho de 2019. O apelo dos produtores de maracujá presentes era pela aprovação da lei para que o vazio sanitário do maracujazeiro pudesse ser normatizado no Estado. A promulgação da Lei nº 17.825, de 12 de dezembro de

2019, que dispõe sobre a defesa sanitária vegetal no Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2019), tornou possível atender as reivindicações da cadeia produtiva do maracujá.

Com a aguardada lei sancionada, coube à SAR o estabelecimento do período de vazio sanitário para a cultura. A minuta da Portaria, elaborada por profissionais da Cidasc, Epagri e SAR, foi submetida, de forma inédita, à consulta pública, oportunizando manifestação a todo o setor produtivo. Em 12 de março de 2020 foi publicada a Portaria SAR/SC nº 06/2020, estabelecendo um “perí-

do de vazio sanitário para o cultivo do maracujazeiro (*Passiflora* spp.) em todo território catarinense, no período de 1º de julho a 31 de julho de cada ano”. Além disso, esta portaria estabelece também que “a partir de 1º de janeiro de 2021 a produção de mudas em cultivo protegido deverá ser realizada com tela antiáfideo de no mínimo 40 mesh” (SANTA CATARINA, 2020). A assinatura da portaria foi realizada em dia de campo, sobre a cultura do maracujá promovido pela Epagri, no município de Sombrio, SC (Figura 2).

Desta maneira, as duas principais

estratégias de manejo da doença puderam ser regulamentadas pelo Estado. Este, com certeza, pode ser considerado um caso de sucesso muito diferente do que estamos habituados a ver, pois nesta situação houve uma forte pressão do setor produtivo solicitando normas restritivas para a cultura, o que é bastante incomum em nosso país, onde a população normalmente está acostumada a pedir o afrouxamento das leis em vigor.

Embora a obrigatoriedade legal tenha sido definida apenas em 2020, a orientação de adoção do vazio sanitário tem sido uma recomendação constante



Figura 2. Ato de assinatura da Portaria nº 06/2020 da SAR/SC, que regulamenta o período de vazio sanitário na cultura do maracujazeiro-azedo em Santa Catarina. Foto: Michele Tramontim de Oliveira Moritz

pelos órgãos da SAR em SC. Sua adoção já era uma realidade e com altíssimos índices de adesão no inverno de 2019 pela maioria dos produtores de maracujá do Sul Catarinense.

No mês de junho que antecede o período estabelecido para o vazio sanitário no Estado, a Cidasc realizou mais de 200 fiscalizações de cunho educativo, principalmente nas regiões dos litorais Norte e Sul, onde se concentra a produção da fruta, com o intuito de alertar produtores sobre a obrigatoriedade do vazio sanitário, notificando-os a erradicar plantas até 30 de junho. Verificou-se que a maioria dos produtores estava ciente da portaria SAR/SC nº 06/2020 e consequentemente da necessidade de cumprir o vazio sanitário. Esse resultado foi alcançado graças ao intenso trabalho de divulgação dos extensionistas rurais da Epagri e dos profissionais da Cidasc, que mesmo com as dificuldades impostas pela pandemia da COVID-19, produziram conteúdos e mídias para divulgação nas rádios, programas de TV e mídias sociais.

Durante os 31 dias de vazio sanitário no mês de julho de 2020 foram realizadas aproximadamente 35 fiscalizações em atendimento a denúncias e que resultaram na eliminação de mais de 30 mil plantas de maracujazeiro durante o período estabelecido, garantindo assim o sucesso da medida fitossanitária e a redução de inóculo para os novos plantios. Desse total, foram eliminadas de forma compulsória pela Cidasc em torno de 4.500 mudas, provenientes de 6 produtores, que realizaram o plantio dentro do período de vazio sanitário, além da erradicação de 2.400 plantas provenientes de 3 pomares que seriam mantidos para segundo ano de produção, o que é proibido.

Ao longo do período que compreende entre o primeiro diagnóstico da doença na região (setembro de 2016) e o início de 2020, a Epagri atendeu 928 famílias produtoras de maracujá, especificamente no tema fitossanidade. Cada família, em média, foi atendida mais que três vezes pela Empresa, com cerca de 1.100 ações de assistência téc-

nica e extensão rural. Foram ofertados diversos cursos e eventos como reuniões, oficinas, dias de campo pela Epagri, juntamente com a Cidasc e outras instituições que atuam na região, com a finalidade de capacitar e informar os produtores sobre a cultura do maracujazeiro. Durante os últimos cinco anos, os maiores especialistas em maracujazeiros do mundo estiveram presentes em eventos organizados pela Epagri e demais entidades, tendo como destaque: O 1º Seminário Sul-brasileiro sobre maracujazeiro, realizado em 15 e 16 outubro de 2015, em Criciúma, SC, além de palestras disponíveis na internet desde então; O 7º Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro, realizado de 23 a 25 de maio de 2017, em Balneário, Arroio do Silva, SC, com tema principal sobre o manejo das viroses na cultura (PERUCH & PETRY, 2017); Dia de campo sobre manejo do solo e fitossanidade do maracujá, realizado em 12 de março de 2020, onde foi assinada a Portaria SAR/SC nº 06/2020.

As práticas culturais relacionadas à cultura do maracujazeiro em Santa Catarina evoluíram nos últimos anos, sendo estes avanços tecnológicos e as normas amplamente difundidas no Estado, auxiliando os passicultores a manterem-se nesta atividade de grande importância socioeconômica para a agricultura familiar catarinense.

Referências

COLARICCIO, A.; PERUCH, L.A.M.; GALLETI, S.R.; LOMBARDI, R.; CHAGAS, C.M. O endurecimento dos frutos do maracujazeiro associado a severas perdas no litoral norte de Santa Catarina. *In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia*, **Anais[...]**. Belo Horizonte, MG, v. 33, p. 300, 2008.

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: Maracujazeiro-azedo: polinização, pragas e doenças*. Florianópolis: Epagri, 2018. cap. 7, p.171-201.

EPAGRI, Sistema de Gestão da ATER, 2020. Disponível em: <https://sistemas.epagri.sc.gov.br/aplicacoes/guiaGerencial/gerencialGraficoPowerBi.jsp?fullScreen=ON&cdfUnobger=506>. Acesso em: 30 jul. 2020

PERUCH, L.A.M.; PETRY, H.B. SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 7, 2017, Balneário Arroio do Silva. **Anais[...]** Epagri, 2017. 92p.

PETRY, H.B.; DELLA BRUNA, E.; MORETO, A.L.; BRANCHER, A.; SÔNEGO, M. 'SCS437 Catarina': Maracujá-azedo de alta qualidade para o mercado de mesa. **Agropecuária Catarinense**, v. 32 n 2, p. 51-54, 2019.

PETRY, H.B.; MARCHESI, D.R. Passicultura catarinense se moderniza para continuar produtiva e rentável. **Agropecuária Catarinense**, v. 32, n.2, p. 15-16, 2019.

RODRIGUES, L.K.; RAMOS A.F., EIRAS, M.; CHAVES, A. L. R.; SANTOS JOÃO A.N.; PERUCH, L.A.M.; COLARICCIO, A. Incidência do Cowpea aphid-born mosaic virus (CABMV) em maracujazeiros no Litoral Sul de Santa Catarina, SC. *In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura do maracujazeiro*, 5, Arroio do Silva, 2017. **Anais[...]** Epagri, 2017.

SANTA CATARINA. Lei nº 17.825, de 12 de dezembro de 2019. **Dispõe sobre a defesa sanitária vegetal no Estado de Santa Catarina e estabelece outras providências**. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2019/17825_2019_lei.html. Acesso em: 30 set. 2020.

SANTA CATARINA. **Portaria SAR nº 6/2020, de 12/03/2020**. Disponível em: http://www.cidasc.sc.gov.br/defesasaniarivegetal/files/2020/05/Portaria-Sar-6_2020-Vazio-Sanit%C3%A1rio-maracuj%C3%A1-1.pdf. Acesso em: 30 set. 2020.

TORRES. **Lei municipal nº 4.955, de 22 de novembro de 2017**. Estabelece o período do vazio sanitário da cultura do maracujá no âmbito do Município e dá outras providências. Torres, Câmara municipal. Disponível em: <https://www.camaratorres.rs.gov.br/camara/proposicao/Leis-ordinarias/0/1/0/5973>. Acesso em: 30 set. 2020. ■

Cultivo de vieiras em Santa Catarina: tecnologias utilizadas e influência de fatores ambientais

Guilherme Sabino Rupp¹

Resumo – Neste trabalho é apresentada uma síntese das atividades de cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* em Santa Catarina, das tecnologias utilizadas e dos resultados de estudos sobre a influência dos fatores ambientais nas vieiras cultivadas. O cultivo é realizado em lanternas japonesas suspensas em sistema tipo *long-line* de superfície, no qual as vieiras atingem o tamanho comercial de 7 a 8cm em cerca de um ano, e são comercializadas ao preço de aproximadamente R\$ 50,00 dúzia⁻¹. Com base em resultados de pesquisas, são discutidos os principais fatores limitantes para a ampliação da produção de vieiras no Estado, tais como pouca disponibilidade de áreas com condições ambientais adequadas ao cultivo e são sugeridas propostas para superá-los.

Termos para indexação: moluscos bivalves; *Nodipecten nodosus*; maricultura

Scallop culture in Santa Catarina: technologies used and influence of environmental factors

Abstract – This paper presents a summary of the aquaculture activities with the scallop *Nodipecten nodosus* in Santa Catarina, the technologies used, and results of studies on the influence of environmental factors on cultivated scallops. The cultivation is carried out in Japanese-type lantern-nets suspended in surface long-lines, in which the scallops reach the commercial size of 7 to 8cm in about a year, and are sold at a price of approximately R\$ 50,00 dozen⁻¹. Based on research results, the main constraints for expanding the production of scallops in the State, such as the availability of areas with adequate environmental conditions are discussed and suggestions are made to overcome them.

Index terms: bivalve molluscs; *Nodipecten nodosus*; mariculture

Introdução

As vieiras são moluscos bivalves da família Pectinidae com ocorrência em todos os mares e oceanos e que apresentam grande importância ecológica e econômica, sendo alvo de importantes atividades de pesca e aquicultura em muitos países. No Brasil, estão descritas 15 espécies nativas (RIOS, 2009), sendo a maioria de pequeno tamanho (menores que 7cm) à exceção de *Nodipecten nodosus* e *Euvola (=Pecten) ziczac*.

O cultivo de vieiras em escala comercial teve início no Japão na década de 1960 com a espécie *Mizuhopecten (=Patinopecten) yessoensis* em Mutsu Bay, Prefeitura de Aomori. Nas décadas de 1980 e 1990, as técnicas de cultivo desenvolvidas foram disseminadas para outros países (SHUMWAY & PARSONS, 2006).

A produção mundial de vieiras por meio de aquicultura, em 2017, foi de 2.185.243 toneladas (FAO, 2019), sendo a China o maior produtor mundial, com 92,6% dessa produção. Em seguida vem o Japão com 6,2%, o Peru com 0,55%, e

demais países, tais como, Rússia, Chile, Coréia, Canadá, Noruega, Brasil, entre outros, que dividem o restante 0,65% da produção.

O cultivo de vieiras em Santa Catarina

As pesquisas visando ao desenvolvimento do cultivo de vieiras no Brasil tiveram início em Florianópolis, nos primeiros anos da década de 90 (RUPP, 1992; 1994; MANZONI, 1994).

Motivados pelo entusiasmo gerado pelo então recente estabelecimento do cultivo comercial de ostras e mexilhões em Santa Catarina, bem como pelo sucesso do cultivo de vieiras em outros países, buscou-se identificar uma espécie nativa de vieira que apresentasse potencial para aquicultura. Poucas informações existiam sobre o tema, além de trabalhos de taxonomia e paleontologia (RIOS, 1985; SMITH, 1991). Identificou-se *Nodipecten nodosus* como a maior vieira do litoral brasileiro (até 18cm), com ocorrência descrita para águas ra-

das do litoral de Santa Catarina, e optou-se por iniciar estudos com esta espécie. Outra vieira de importância comercial descrita para Santa Catarina, porém de menor tamanho e ocorrência em maior profundidade, é *Euvola (=Pecten) ziczac* (RIOS, 2009). Nas décadas de 70 e 80, esta espécie foi alvo da indústria pesqueira ao largo do litoral de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, porém, devido à excessiva exploração, seus estoques foram dizimados de maneira irrecuperável (PEZZUTO & BORZONE, 2004).

A etapa fundamental para o estabelecimento de qualquer atividade de aquicultura é a obtenção de formas jovens (sementes) em quantidades suficientes e de qualidade adequada para suprir a demanda dos produtores. No caso do cultivo de moluscos, esta etapa pode ser realizada através da captura natural, com uso de coletores de sementes, que são colocados no mar na época de reprodução da espécie, ou por produção em condições de laboratório.

Iniciou-se, então, um estudo sobre o ciclo reprodutivo e a viabilidade de captura de sementes de *N. nodosus* no

Recebido em 30/10/2019. Aceito para publicação em 18/03/2020.

¹ Biólogo, Ph.D., Epagri/Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca, Rod. Admar Gonzaga 188, Florianópolis, SC, 88010-970, e-mail: rupp@epagri.sc.gov.br

ambiente natural, cujos resultados não foram promissores para propósitos de aquicultura (MANZONI et al., 1996). A baixa captação de sementes, associada às características reprodutivas e populacionais dessa espécie, indicaram que a captação natural não seria viável para abastecer os cultivos, concluindo-se que a produção em laboratório seria a única maneira de viabilizar o aproveitamento de *N. nodosus* para aquicultura.

Estudos foram realizados para o desenvolvimento de tecnologia de produção de sementes de *N. nodosus* no Laboratório de Cultivo de Moluscos (LMM/UFSC) (RUPP & POLI, 1994; BEM et al., 2001; RUPP et al., 2004a; RUPP et al., 2005; ZANETTE, 2007). Assim que superados os principais entraves para a produção de sementes em quantidades suficientes para abastecer produtores, tomou-se a iniciativa, em 2006, de fomentar a atividade em escala piloto e comercial em Santa Catarina.

Através de iniciativa conjunta entre EPagri e UFSC, foram feitos seminários sobre cultivo de vieiras para extensionistas e produtores de ostras e mexilhões, e iniciou-se o fornecimento de sementes de *N. nodosus* para cultivo. A partir de então teve início a produção comercial de vieiras em pequena escala no Estado, a qual vem se mantendo até os dias atuais, porém com pouca evolução nos volumes de produção, que tem variado entre 5 e 37 toneladas nos últimos anos (EPAGRI, 2018). Alguns dos produtores de ostras e/ou mexilhões cultivam vieiras como um produto alternativo e de maior valor agregado, não sendo conhecidos atualmente produtores exclusivos de vieiras. Enquanto o preço médio das ostras comercializadas pelos produtores em 2017 foi de aproximadamente R\$ 7,70 dúzia⁻¹, as vieiras atingiram o preço médio de R\$ 47,50 dúzia⁻¹ (EPAGRI, 2018).

Cultivos comerciais de vieiras vêm sendo, ou já foram realizados, nos municípios de Florianópolis, Palhoça, São José, Governador Celso Ramos, Bombinhas, Porto Belo, Balneário Camboriú e Penha. Houve casos de iniciativas de cultivos voltados exclusivamente à produção de vieiras no início desta década, os quais, infelizmente, tiveram curta existência. Os motivos de encerramento das atividades foram atribuídos, em alguns casos, a mortalidades causadas por episódios de baixa salinidade e, em

outros, a questões administrativas e gerenciais, tais como falta de estrutura para comercialização.

Tecnologia de cultivo

A tecnologia de cultivo de *N. nodosus* em Santa Catarina envolve diversas etapas que incluem maturação de reprodutores, larvicultura, assentamento e berçário primário, realizadas em laboratório, seguidas das etapas de berçário secundário, cultivo intermediário e cultivo final ou engorda, realizadas no mar (RUPP & PARSONS, 2016). Neste informativo técnico serão abordados alguns aspectos das etapas de cultivo berçário, intermediário e final, que são consideradas críticas para o sucesso da produção de vieiras.

Cultivo Berçário

Ao final da larvicultura, as larvas de *N. nodosus* são transferidas para o sistema de assentamento, ainda em laboratório, onde são colocadas em contato com coletores, constituídos por telas de monofilamento (Netlon®) para a fixação larval. Decorridas aproximadamente 2 a 3 semanas nesse sistema, quando atingem um tamanho médio de cerca de 0,5 - 1mm, os coletores podem ser transferidos para o mar, onde é realizada a segunda etapa do berçário (RUPP et al., 2005). Para o transporte, as bolsas coletoras são colocadas em sacos plásticos com água marinha filtrada, que por sua vez são acondicionados em caixas de isopor e levados ao local de cultivo. O crescimento e a sobrevivência das sementes dependem das condições ambientais do local para onde são transportadas (IWERSEN et al., 2007). A taxa de crescimento das sementes em coletores colocados no mar da região de Porto Belo, por exemplo, varia entre 0,045mm/dia no inverno, quando a temperatura é inferior a 20°C, até 0,149mm/dia no verão, quando a temperatura é superior a 25°C. As taxas de crescimento podem ser descritas pela equação: **TCD = 65,69 + 0,46Te - 2,37S - 1,97Tu + 0,88 TPM**; (TCD= taxa de crescimento diária, Te= temperatura, S= salinidade, Tu= turbidez e TPM= matéria particulada total) (RUPP et al., 2005). Este trabalho também demonstrou que, quando transferidas para o mar, as sementes podem crescer a uma velocidade cerca de 4

vezes maior do que aquelas mantidas em laboratório. A taxa de recuperação de sementes mantidas no mar por até 8 semanas situa-se entre 40 e 60%. Nessa fase, a limpeza da malha externa dos coletores é muito importante, pois estas facilmente colmatam devido ao acúmulo de sedimentos, impedindo o fluxo de água e, conseqüentemente, de oxigênio e alimento para as sementes em seu interior. Deve-se também evitar excessiva agitação dos coletores para evitar o destacamento das sementes e consequente perda ou mortalidade.

Após um período de aproximadamente 6 a 8 semanas no mar, dependendo das condições do local e da estação do ano, as sementes atingem um tamanho médio entre 5 e 15mm, quando podem ser destacadas dos coletores. As sementes devem, então, ser selecionadas por tamanho e as menores devem ser transferidas para lanternas berçário (malha de 2 a 4mm), ou caixas flutuantes (malha de 2mm), onde apresentam maior crescimento (RUPP et al., 2009a). Já as sementes com cerca de 10 a 15mm podem ser transferidas para lanternas de cultivo intermediário (malha de 6mm).

Cultivo intermediário e engorda

Em Santa Catarina as vieiras são cultivadas em sistema suspenso-flutuante, sendo utilizadas as mesmas estruturas onde são cultivadas ostras, ou seja, *long-lines* e lanternas japonesas.

Após a etapa de cultivo intermediário (cerca de 3 a 4 meses), quando atingem um tamanho médio aproximado de 30-35mm, as vieiras passam para a etapa de engorda ou cultivo final, quando podem ser usadas lanternas com abertura de malha de 15, 20 e 25mm, sucessivamente, conforme avança o cultivo. A frequência de manejo, ou seja, a troca de lanternas e a redução de densidade, varia conforme o local, mas de maneira geral, deve ser realizada a cada 40 a 60 dias. As densidades devem ser ajustadas para que as vieiras ocupem cerca de 50% da área do piso da lanterna. Após cerca de 6 a 8 meses de cultivo final, as vieiras atingem tamanho médio que, dependendo do local, pode variar de 7 a 8cm de altura de concha, e peso do músculo adutor de 8 a 12g.

O tamanho mínimo considerado ▶

comercial para as vieiras situa-se entre 50-60mm, e peso de músculo adutor, seu principal atrativo gastronômico, superior a 6g. Entretanto, quanto maior o tamanho da vieira e o peso do músculo, maior é o seu valor comercial.

Influências de fatores ambientais

A maioria das áreas atualmente licenciadas para cultivo de moluscos, demarcadas pelos Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura de Santa Catarina - PLDM (SEAP/PR, 2008), localiza-se no interior, ou próximo às baías, muitas destas podendo ser influenciadas por águas estuarinas devido à proximidade de rios, e, em sua maioria, têm baixa profundidade. Estas áreas apresentam, também, alta concentração de material particulado inorgânico (MPI) em suspensão (FERREIRA et al., 2006), podendo ser afetadas por episódios de baixa salinidade (RUPP et al., 2009b). Em função da baixa profundidade, os *long-lines* utilizados ficam na superfície da água e, portanto, sujeitos à ação das ondas. Para cultivo de vieiras seria mais adequado o uso de *long-lines* cuja linha principal situa-se abaixo da superfície, minimizando a movimentação das lanternas causada pela ação das ondas. Estes, no entanto, só podem ser utilizados em áreas com maior profundidade.

As vieiras apresentam as brânquias (estruturas responsáveis pela respiração, retenção e seleção das partículas de alimento) com anatomia funcional significativamente diferente daquelas existentes em ostras e mexilhões (BENINGER et al., 1994). Nas vieiras estão ausentes os cílios látero-frontais e, com isso, estas têm menor eficiência na captura de alimento (fitoplâncton) em ambientes com alta concentração de MPI. Concentrações de MPI acima de 78% prejudicam o crescimento de vieiras (WALLACE & REINSNES, 1985), incluindo *N. nodosus* (RUPP, 2007).

As taxas de crescimento e sobrevivência variam significativamente conforme o local e a profundidade de cultivo. Na Baía da Armação do Itapocoroy (município de Penha), após 10 meses de cultivo em um local com cerca de 12m de profundidade, e utilizando-se *long-line* de subsuperfície, as vieiras atingiram aproximadamente 7cm de altura mé-

dia e cerca de 10g de peso do músculo adutor, quando cultivadas na profundidade de 3m. Já as vieiras cultivadas a 10m apresentaram, no mesmo período, crescimento significativamente menor, atingindo altura média de 6,5cm, com o peso de músculo não ultrapassando 6g (RUPP, 2007). A principal diferença entre estas profundidades foi a MPI, a qual foi significativamente mais alta a 10m. Resultado similar foi encontrado por Rupp et al. (2004b) na região de Porto Belo, onde pré-sementes de *N. nodosus* apresentaram menor crescimento a 10m, em períodos quando se verificou maior concentração de MPI nessa profundidade. Em ambas as profundidades, a sobrevivência situou-se em torno de 80%.

Nas baías Norte e Sul, na região de Florianópolis, por outro lado, as vieiras atingem o tamanho médio aproximado de 5,5cm (altura da concha) e cerca de 5g de peso do músculo adutor, em cerca de 10 meses de cultivo. O prosseguimento do cultivo por maior período não resulta em aumento do peso do músculo ou da concha, indicando que o estresse ecofisiológico nesse ambiente impede que as vieiras atinjam maior tamanho. Nessas áreas, as vieiras estão sujeitas à alta taxa de mortalidade devido a episódios de baixa salinidade e são alvo de intensa fixação de organismos epibiontes (*biofouling*) que podem causar danos às conchas e prejudicar o crescimento.

Rupp & Parsons (2004) demonstraram que a salinidade letal média (LC 50 - 48h) para *N. nodosus* juvenis e adultos situa-se em torno de 23%. Entretanto, em salinidades inferiores a 29% as vieiras já apresentam estresse fisiológico. Esse estudo também determinou que a temperatura letal média (LC 50 - 48h) situa-se em 29,8°C e as temperaturas ideais para cultivo de juvenis e adultos situa-se entre 23 e 27°C.

Considerações finais e recomendações

Muitos estudos já foram realizados em Santa Catarina para subsidiar a produção de sementes de vieiras em laboratório e para definição de tecnologias para as distintas etapas de cultivo no mar, permitindo o estabelecimento dessa atividade em pequena escala co-

mercial.

Atualmente, a disponibilidade de sementes não tem sido um fator limitante ao desenvolvimento da atividade. Porém, a ampliação da produção demandará a utilização de áreas de cultivo com condições ambientais mais adequadas aos requerimentos ecofisiológicos de *N. nodosus*. Em condições ambientais propícias, *N. nodosus* apresenta alta sobrevivência, podendo atingir tamanho comercial em cerca de um ano após a etapa de berçário, com altura de concha superior a 8cm e peso do músculo superior a 10g. Entretanto, a maioria das áreas atualmente concedidas para cultivo de moluscos em Santa Catarina não permite aproveitar todo o potencial que as vieiras apresentam devido às características ambientais subótimas para essa espécie.

Dentre as áreas atualmente disponíveis para maricultura no Estado, devem ser utilizadas para vieiras apenas aquelas que apresentem características ambientais mais adequadas a seu cultivo, tais como: profundidade superior a 8m, percentagem de matéria inorgânica em suspensão inferior a 80%, salinidade superior a 29% e temperaturas que não excedam 29°C por períodos prolongados. Caso novas áreas venham a ser licitadas para cultivo de moluscos em Santa Catarina, sugere-se que, além da qualidade microbiológica da água, esses parâmetros sejam considerados.

A identificação e a utilização de áreas com condições ambientais adequadas para cultivo de vieiras, bem como a demarcação de novas concessões marinhas, poderão permitir a ampliação do número de produtores de *N. nodosus* proporcionando o aumento da produção e um melhor aproveitamento do grande potencial que esta espécie apresenta para aquicultura. A existência de tecnologia de cultivo, o alto valor comercial, o cativante sabor e o mercado crescente, fazem com que o cultivo de vieiras possa se tornar uma importante atividade, gerando relevantes benefícios econômicos e sociais no litoral catarinense.

Referências

BEM, M.M.; RUPP, G.S.; VANDENBERGHE, J.; SORGELOOS, P.; FERREIRA, J. Effects of marine bacteria on larval survival of the tropical scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus,

- 1758). In: INTERNATIONAL PECTINID WORKSHOP, 13., 2001, Coquimbo, Chile. **Book of Abstracts** [...] Coquimbo, Chile, 2001. p.111-113.
- BENINGER, P.G.; DWIONO, S.A.P.; LE PENNEC, M. Early development of the gill and implications for feeding in *Pecten maximus* (Bivalvia:Pectinidae). **Mar. Biol.**, v.119, p.405-412. 1994.
- EPAGRI. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2017-2018**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2018. p. 168-170.
- FAO. **Global Aquaculture Production 1950-2017**. Fishery Statistical Collections, Fisheries and Aquaculture Department. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/es>>. Acesso em: 9 abr. 2019.
- FERREIRA, J.F.; BESSEN, K.; WORMSBECHER, A.G.; SANTOS R.F. Physical-chemical parameters of seawater mollusc culture sites in Santa Catarina - Brazil. **J. Coast. Res.**, v.39, p.1122-1126, 2006.
- IWERSEN, L.H.; RUPP, G.S.; MAES, G.; CANOZZI, M. B.; ZANETTE, G. B. Cultivo berçário de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) em dois locais do litoral de Santa Catarina. In: Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, 12., 2007, Florianópolis. **Anais** [...] Florianópolis, 2007. Disponível em: ocean.org.br/downloads/colacmar2007-artigo4001870.
- MANZONI, G.C. **Aspectos da biologia de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia), nos arredores da Ilha de Arvoredo (Santa Catarina – Brasil), com vista à utilização na aquicultura**. 1994. 98f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1994.
- MANZONI, G.C.; POLI, C.R.; RUPP, G.S. Período reproductivo del pectínido *Nodipecten nodosus* (Mollusca Bivalvia) en los alrededores de la Isla Arvoredo (27° 17'S – 48° 22'W) - Santa Catarina, Brasil. In: Silva, A.; Merino, G. (ED.). **Acuicultura en Latinoamérica**. Coquimbo, Chile: Asociación Latinoamericana de Acuicultura, 1996. p.197-201.
- PEZZUTO, P.R.; BORZONE, C.A. The collapse of the scallop *Euvola ziczac* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Pectinidae) fishery in Brazil: changes in distribution and relative abundance after 23 years of exploitation. **Brazilian Journal of Oceanography**. v.52, n.3-4, p.225-236, 2004.
- RIOS, E.C. **Seashells of Brazil**. Rio Grande: Fund. Cidade do Rio Grande, Brasil, 1985. 328p.
- RIOS, E.C. **Compendium of Brazilian Seashells**. Evangraf, Rio Grande, Brasil, 2009. 688p.
- RUPP, G.S. Pectinid culture is being investigated in Brazil. **Out of the Shell -Mollusc Culture Network Newsletter**, IDRC, Canada. v.2, n.3, p.6-8. 1992.
- RUPP, G.S. **Obtenção de reprodutores, indução à desova, e cultivo larval e pós-larval de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Pectinidae)**. 1994. 125f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1994.
- RUPP, G.S. **Cultivo da vieira *Nodipecten nodosus* em Santa Catarina: influência da profundidade, densidade e frequência de limpeza**. Boletim Técnico n.135, Florianópolis: Epagri, 2007. 83p.
- RUPP, G.S.; MAES, G.G.; FERREIRA, J.F. Floating trays: an unusual system for scallop nursery culture optimizes growth and survival of *Nodipecten nodosus*. In: INTERNATIONAL PECTINID WORKSHOP, 17., 2009, **Book of Abstracts** [...] Santiago de Compostela, 2009a. p.50.
- RUPP, G.S.; PARSONS, G.J. Effects of salinity and temperature on the survival and byssal attachment of the lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* at its southern distribution limit. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v.309, n.2, p.173-198, 2004.
- RUPP, G.S.; PARSONS, G.J. Aquaculture of the scallop *Nodipecten nodosus* in Brazil. In: SHUMWAY, S.E.; PARSONS G.J. (Eds). **Scallops: Biology, Ecology, Aquaculture and Fisheries**. Amsterdam: Elsevier, 2016. p.999-2017.
- RUPP, G.S.; PARSONS, G.J.; THOMPSON, R.T.; DE BEM, M.M. Effect of depth and stocking density on growth and retrieval of the post-larval lion's paw scallop, *Nodipecten nodosus*. **J. Shellfish Res.**, v.23, n.2, p.473-482, 2004b.
- RUPP, G.S.; PARSONS, G.J.; THOMPSON, R.J.; BEM, M.M. Influence of environmental factors, season and size at deployment on growth and retrieval of the postlarval Lion's Paw scallop, *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) from a subtropical environment. **Aquaculture**, v.243, p.195-216, 2005.
- RUPP, G.S.; POLI, C.R. Spat production of the sea scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758), in the hatchery: initial studies in Brazil. **Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.**, n.1994, v.2, p.91-96, 1994.
- RUPP, G.S.; THOMPSON, R.J.; PARSONS, G.J. Influence of food supply on post-metamorphic growth and survival of hatchery-produced lion's paw scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758). **J. Shellfish Res.**, v.23, n.1, p.5-13. 2004a.
- RUPP, G.S.; ZANETTE, G.B.; BERCHT, M. Environmental influences on growth and survival of the scallop *Nodipecten nodosus* cultured at different sites in southern Brazil. In: INTERNATIONAL PECTINID WORKSHOP, 17., 2009, **Book of Abstracts** [...] Santiago de Compostela, 2009b. p.15-16.
- SEAP/PR. SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, **Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura - PLDM's de Santa Catarina**. Brasília, DF, 2008. 313p.
- SHUMWAY, S.E.; PARSONS, G.J. (Eds.). **Scallops: biology, ecology and aquaculture**. Developments in Aquaculture and Fishery Science, v. 35, Amsterdam: Elsevier, 2006. 1460p.
- SMITH, J.T. Cenozoic giant pectinids from California and the Tertiary Caribbean Province: *Lyropecten*, "*Macrochlamis*," *Vertipecten*, and *Nodipecten* species. **U.S. Geological Survey Professional Paper**, n.1391, 136p. 1991.
- WALLACE, J.C.; REINSNES, T.G. The significance of various environmental parameters for growth of the iceland scallop *Chlamys islandica* (Pectinidae), in hanging culture. **Aquaculture**, v.44, p.229-242. 1985.
- ZANETTE, G.S. **Influência do tipo de coletor e do tempo de larvicultura na taxa de assentamento da vieira *Nodipecten nodosus* (L.) em laboratório**. 2007, 33f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2007. ■

Ferrugem asiática da soja: etiologia e controle

Cauê Pelin¹, João Américo Wordell Filho² e Cristiano Nunes Nesi³

Resumo – A ferrugem asiática, que tem como agente etiológico o fungo denominado *Phakopsora pachyrhizi*, é considerada a principal doença da cultura da soja no Brasil, sendo responsável por perdas produtivas de até 90% em condições ideais para o seu desenvolvimento. Este informativo tem como objetivo sistematizar informações referentes à ferrugem asiática da soja, bem como ao seu manejo. As principais técnicas incluem o manejo cultural, químico e genético, os quais devem ser aplicados em conjunto no combate à doença. Práticas de caráter preventivos são extremamente importantes e não devem ser ignoradas, devendo ser aplicadas em conjunto com a utilização de fungicidas, onde a mistura de ingredientes ativos contribui para o manejo.

Termos para indexação: *Glycine max*; *Phakopsora pachyrhizi*; Manejo.

Asian soybean rust: etiology and control

Abstract – The Asian rust of soybean, caused by fungal *Phakopsora pachyrhizi*, is considered the main soybean disease in Brazil. This disease is responsible for productive losses of up to 90% under ideal conditions for its development. This technical report aims to systematize information regarding Asian soybean rust, as well as its management. Key techniques include cultural, chemical and genetic management, which should be applied together to control the disease. Preventive practices are extremely important and should not be ignored. These practices should be applied in conjunction with the use of fungicides, where mixing active ingredients contributes for disease management.

Index terms: *Glycine max*; *Phakopsora pachyrhizi*; disease management.

Introdução

A soja é a principal *commodity* agrícola brasileira utilizada principalmente no processamento em farelo e óleo vegetal. O Brasil é o maior exportador e está entre os principais produtores do grão, com um aumento anual de produtividade em torno de 3%. Nas safras de 2016/2017 e 2017/2018 o aumento na produção do grão no Brasil foi de 18 e 2%, respectivamente (EPAGRI/CEPA, 2019). O estado de Santa Catarina produz aproximadamente 1% do total nacional, com constante aumento na produção (EPAGRI/CEPA, 2019).

A ferrugem asiática é a principal doença da cultura da soja, e tem como agente causal o fungo *Phakopsora pachyrhizi*. A doença acarreta um prejuízo de dois bilhões de dólares por safra no Brasil, considerando o custo de controle da doença e as perdas econômicas decorrentes da redução da produtividade

(XAVIER et al., 2015). Este informativo tem como objetivo sistematizar informações sobre a etiologia, epidemiologia, sintomatologia, danos e perdas decorrentes da ferrugem asiática da soja, bem como as principais técnicas de manejo.

Etiologia

A ferrugem asiática da soja é uma doença foliar causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* (fase teleomórfica, forma perfeita), patógeno que produz teliosporos de coloração marrom amarelada pálida, distribuídos em duas a sete camadas e, em sua fase anamórfica (imperfeita, clonal), se apresenta na forma de *Malva sojae* (CARVALHO JUNIOR & FEGUEIREDO, 2000). Após causar lesões na planta, o fungo produz urédias (Figura 1), que são estruturas responsáveis pela produção e liberação dos uredosporos. As urédias apresen-

tam coloração castanho-clara a castanho-escura e expelem os uredosporos de coloração hialina ou bege quando acumulados.

Epidemiologia

Os uredosporos chegam à planta carregados pelo ar ou outro meio de contaminação. A epidemia começa com a germinação dos uredosporos, seguida da produção do tubo germinativo e posterior crescimento do mesmo na superfície da folha, até ocorrer a formação do apressório. Diferente das outras ferrugens que têm a penetração através dos estômatos, a ferrugem asiática penetra também diretamente pela epiderme foliar (GOELLNER et al., 2010).

Os esporos de *P. pachyrhizi* são capazes de germinar em temperaturas variando de 8 a 36°C, com uma faixa ótima entre 19 e 24°C. O fungo é capaz de infectar a planta com temperaturas entre

Recebido em 25/6/2019. Aceito para publicação em 25/9/2019.

¹ Estudante de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Chapecó (UFFS), Chapecó, SC. Rodovia SC 484 - Km 02, Fronteira Sul, Chapecó, SC. (49) 2049-2600, e-mail: caue9218@gmail.com

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (Epagri) de Santa Catarina/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), Chapecó, SC. Rua Serv. Ferdinando Tusset s/n, Bairro São Cristóvão, Chapecó, SC. (49) 20497510, e-mail: wordell@epagri.sc.gov.br * Autor para correspondência

³ Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Cepaf, SC. E-mail: cristiano@epagri.sc.gov.br



Figura 1. Urédias de *Phakopsora pachyrhizi*
Figure 1. Uredias of *Phakopsora pachyrhizi*

15 e 28°C, desde que a superfície foliar permaneça úmida/molhada durante um período mínimo de 6 horas (SALVADORI & BACALTCHUK, 2016). Epidemias surgem constantemente, uma vez que o fungo possui uma gama de hospedeiros alternativos e sucessivos (BIGOLIN, 2019).

Sintomatologia

Os sintomas iniciais são minúsculos pontos escuros (1 a 2mm de diâmetro) nas folhas do baixeiro, mas posteriormente podem progredir para os demais órgãos da planta. Devido à limitação proveniente das nervuras das folhas, as áreas atacadas pela doença são de forma poligonal com clorose foliar. As lesões podem atingir de 2 a 5mm de diâmetro. Após a formação das lesões, elas produzem urédias (“verrugas” de cor castanho-clara a castanho-escuro), local responsável pela produção e liberação dos uredosporos. Nesse ponto da epidemia já é possível visualizar os sintomas em ambas as faces da folha. Todo o processo produtivo é afetado pela doença devido à intensa desfolha precoce (Figura 2) que compromete o enchimento e a formação das vagens e dos grãos (CAGLIARI, 2019).

A planta pode ser afetada em qualquer órgão acima do solo, principalmente as folhas em qualquer estágio fenológico, sendo mais comum próximo ao florescimento (Figura 3). Por apresentar lesões e urédias em ambas as faces da folha, a ferrugem reduz a capacidade fotossintética da planta e, com isso, diminui significativamente a habilidade de produzir energia para seu desenvolvimento.

Manejo da doença

As principais e mais importantes práticas de manejo da doença são de caráter preventivo e devem ser realizadas conjuntamente. Entre elas se destacam a escolha do cultivar e da época de semeadura (SOUZA, 2015), o respeito ao vazio sanitário, a rotação de culturas e a aplicação de fungicidas.

O monitoramento da lavoura é necessário para que os métodos de controle sejam aplicados com efetividade. A principal estratégia é o uso de cultivares resistentes ou moderadamente resistentes e a escolha da época de semeadura, porém mesmo assim é necessária a aplicação de fungicidas para garantir o controle. O controle cultural depende de uma série de manejos que vão desde

a escolha da época de semeadura até o manejo de possíveis inóculos, eliminando e destruindo plantas que possam garantir a persistência do patógeno na área. A utilização de cultivares de ciclo precoce, eretas, com folhas lanceoladas é importante, pois tais plantas, além de permanecerem menos tempo no campo expostas ao patógeno, também permitem a colheita antes dos cultivares de ciclo mais tardio. Outro fator importante é a antecipação da semeadura para o início do período recomendado, ponto fundamental para evitar que períodos críticos do desenvolvimento vegetal sejam afetados pela doença.

O monitoramento de possíveis inóculos ou hospedeiros alternativos, como feijão, kudzu, soja perene, leiteiro e outras plantas da família *fabaceae*, nos períodos de entressafra, a ausência de cultivo de soja (vazio sanitário), a eliminação de plantas voluntárias ou possíveis inóculos, o manejo da irrigação e a rotação de culturas são práticas culturais de suma importância para o controle da doença.

Caso a doença surja a partir do estágio R6-R7, ou seja, quando a vagem muda de coloração, não é recomendada a aplicação de produtos químicos (SALVADORI & BACALTCHUK, 2016) devido à relação custo-benefício daquele cultivo. Porém, o controle tem grande importância, pois diminui o inóculo de lavouras vizinhas com cultivares tardias e consequentemente de futuros cultivos. Uma estratégia adotada pelos sojicultores é o monitoramento seguido do controle químico por meio do uso de fungicidas sistêmicos quando necessário. Monitorar a presença e a evolução do patógeno é a principal etapa de todo o processo de controle. Tão importante quanto a escolha da forma de controle e do produto a ser aplicado é a escolha da época de aplicação. O recomendado é realizar a primeira aplicação de fungicida de forma preventiva, geralmente no estágio vegetativo (~V7) (35 a 45 dias após a emergência das plantas), e as aplicações posteriores com intervalo de aplicações de no máximo 15 dias (CAGLIARI, 2019). O espectro de gotas finas com DMV (diâmetro da gota que divide o volume pulverizado em duas partes ou metades iguais) variável entre 119 e 216µm proporciona bons resultados em ▶



Figura 2. Intensa desfolha em plantas de soja ocasionadas pela ferrugem asiática
 Figure 2. Intense defoliation of soybean plants caused by Asian rust



Figura 3. Sintomas de ferrugem asiática em plantas de soja
 Figure 3. Symptoms of Asian rust in soybean plants

termos de deposição de gotas, controle da doença e produtividade (DEBORTOLI et al., 2012) e um volume de calda de 150 a 200L/ha.

A utilização de produtos com mais de um ingrediente ativo aumenta a eficiência no controle da doença. Godoy et al. (2019) observaram que aplicações de produtos com mais de um modo de ação obtiveram melhores resultados em reduzir a severidade da doença (Tabela 1).

Embora determinados produtos químicos sejam eficazes no controle da doença, recomenda-se alternar os ingredientes ativos durante as aplicações. Essa prática evita a seleção de ce-

pas resistentes, reduzindo a eficácia do produto em aplicações futuras. Godoy et al. (2013) verificaram que a eficiência do controle da ferrugem asiática do ingrediente ativo tebuconazole reduziu de 90% para apenas 24% em apenas dez cultivos, devido ao surgimento de raças resistentes ao ingrediente ativo.

Considerações finais

Empregar as várias estratégias disponíveis para manejar a ferrugem asiática é de fundamental importância para evitar perdas de produtividade, dentre elas o uso de fungicidas com diferen-

tes mecanismos de ação e intervalos de aplicação, cultivares resistentes e de ciclo precoce, além do vazio sanitário. Essas práticas não eliminam a ferrugem, mas podem reduzir o seu impacto e contribuir para a efetividade das outras medidas de controle.

Referências

BIGOLIN, H. L. **Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*)**. Trabalho de conclusão de curso - Curso de Agronomia, Departamento de Estudos Agrários, Unijuí – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí – RS, 2015. p. 29. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3354/henrique%20bigolin%20TCC%20final%20281.pdf?sequence=1>. Acesso em: 06 maio 2019.

CAGLIARI, C. L. **MOMENTOS PARA A PRIMEIRA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS ASSOCIADOS A MULTISSÍTIOS NA CULTURA DA SOJA**. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2018. 34p. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/2368/1/CAGLIARI.pdf>. Acesso em: 04 maio 2019.

CARVALHO JUNIOR, A.A. de; FIGUEIREDO, M.B.A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.26, p. 197-200, 2000.

DEBORTOLI, M.P.; TORMEN, N.R.; BALARDIN, R.S.; FAVERA, D.D.; STEFANELLO, M.T.; PINTO, F.F.; UEBEL, J.D. Espectro de gotas de pulverização e controle da ferrugem-asiática-da-soja em cultivares com diferentes arquiteturas de planta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.7, p.920-927, 2012.

EPAGRI/CEPA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2017/2018**. Florianópolis: Epagri; Cepa, 2018. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2017_18.pdf. Acesso em: 5 abr. 2019.

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; ROESE, A.D.; FORCELINI, C.A.; PIMENTA, C.B. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2012/13: resultados sumarizados dos ensaios coope-

Tabela 1. Severidade da ferrugem asiática, porcentagem de controle (C) em relação à testemunha sem fungicida, produtividade e porcentagem de redução de produtividade (RP) em relação ao tratamento com a maior produtividade para os diferentes tratamentos. Média de 18 experimentos, safra 2018/19. Fungicidas em fase de registro

Table 1. Asian rust severity, control percentage (C) in relation to the control without fungicide, productivity and percentage reduction of productivity (PR) in relation to the treatment with the highest productivity for the different treatments. Average of 18 experiments, 2018/19 crop. Fungicides in the registration phase

TRATAMENTOS	DOSES		Severidade (%)	C (%)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	RP (%)
	L - kg p.c. ha ⁻¹	g i.a. ha ⁻¹				
Testemunha	-	-	74,1 A	0	2115 E	39
Fezan Gold ¹ (tebuconazol + clorotalonil)	2,50	125 + 1125	30,4 E	59	3020 C	13
Approach Prima ² (picoxistrobina + ciproconazol)	0,30	60+24	36,1 BC	51	2861 D	18
Sphere Max ³ (trifloxistrobina + ciproconazol)	0,20	75+32	33,9 CD	54	2872 D	18
Nativo ³ (trifloxistrobina + tebuconazol)	0,50	50+100	35,4 BC	52	2874 D	18
Fusão ⁴ (metominostrobin + tebuconazol)	0,73	79,75 + 119,63	31,7 DE	57	2934 CD	16
Horos ⁵ (picoxistrobina + tebuconazol)	0,50	60 + 100	25,8 F	65	3052 C	12
Locker ⁶ (carbendazim + tebuconazol + cresoxim-metílico)	1,25	250 + 125 + 156,25	37,3 B	50	2873 D	18
Fox ³ (trifloxistrobina + protriocanazol)	0,40	60 + 70	22,5 G	70	3204 B	8
Vessarya (picoxistrobina + benzovindiflupir)	0,60	60 + 30	24,5 F	67	3220 B	8
Ativum ⁶ (piraclostrobina + epoxiconazol + fluxapiroxade)	0,80	65 + 40 + 40	24,8 F	67	3246 B	7
Triziman ³ (mancozebe + azoxistrobina + ciproconazol)	2,00	1350 + 90 + 60	24,1 FG	67	3233 B	7
Fox Xpro ³ (bixafen + protriocanazol + trifloxistrobina)	0,50	62,5 + 87,5 + 75	18 H	76	3485 A	-
Cronnos ⁵ (mancozebe + picoxistrobina + tebuconazol)	2,50	1000 + 66,5 + 83,33	15,8 I	79	3471 A	-

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).¹Adicionado Agril Super 50 mL ha⁻¹; ²Adicionado Nimbus 0,75 L ha⁻¹; ³Adicionado Áureo 0,25% v/v; ⁴Adicionado Iharol Gold 0,25% v/v; ⁵Adicionado Rumba 0,5 L ha⁻¹; ⁶Adicionado Assist 0,5 L ha⁻¹. Fonte: GODOY et al. (2019).

rativos. **Circular Técnica**, Londrina: Embrapa Soja, n. 99, 2013. 7 p.

GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M.; MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; LOPES, I. de O. N.; DIAS, A.R.; PIMENTA, C.B.; ANDRADE JUNIOR, E.R. de; MORESCO, E.; SIQUERI, F.V.; JULIATI, F.C.; JULIATI, F.C.;FAVERO, F.; ARAUJO JUNIOR, I.P.; CHAVES, I.C.P.V.; ROY, J.M.T.; GRIGOLLI, J.F.J.; NUNES JUNIOR, J.; NAVARINI, L.; BELUFI, L.M. de R.; SILVA, L.H.C. P.; SATO, L.N.; SENGER, M.; GOUSSAIN JUNIOR, M.M.; DEBORTOLI, M.P.; MARTINS, M.C.; TORMEN, N.R.; BALARDIN, R.S.; MADALOSSO, T.; VENANCIO, W.S. Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem-asiática da soja,

Phakopsora pachyrhizi, na safra 2018/2019: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. **Circular Técnica**, Embrapa, Londrina, n.148, p.1-10, 2019.

GOELLNER, K.; LOEHRER, M.; LANGENBACH, C.; UWE CONRATH, U. KOCK, E.; SCHAF-FRATH, U. *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of Asian soybean rust. **Molecular Plant Pathology**, London, v.11, p.169-177, 2010

SALVADORI, J.R.; BACALCHUK, B. Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2016/2017 e 2017/2018. **Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul**, 41, 2016, Passo

Fundo, RS, n. 1, p.55-112, 2016.

SOUZA, L. L. P. de. **Efeito do momento de aplicação de fungicida e da época de semeadura no controle da ferrugem asiática da soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UnB. Brasília, p. 52. 2015.

XAVIER, S.A.; KOGA, L.J.; BARROS, D.C.M.; CANTERI, M.G.; LOPES, I.O.N.; GODOY, C.V. Variação da sensibilidade de populações de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas inibidores da desmetilação no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.41, n.3, p.191-196, 2015. ■

Clínica de diagnose de doenças de plantas do Cepaf: problemas mais comuns em 2018 e 2019

Maria Cristina Canale¹, Rafael Roveri Sabião¹ e João Américo Wordell Filho¹

Resumo – O Laboratório de Fitossanidade do Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf) da Epagri presta serviço de diagnose de problemas fitossanitários para agricultores e técnicos. Nos anos de 2018 e 2019, foram encaminhadas ao laboratório 166 amostras para diagnóstico de doenças. Dentre essas amostras, aproximadamente 31% eram de soja, 21% de milho, 13% de videira, 7% de feijão, 5% de tomate e 5% de citros. Os agentes causais mais comuns eram fungos, seguidos de bactérias, detectados em 79% e 16% das amostras, respectivamente. Os diagnósticos orientam os agricultores na tomada de decisão quanto à implementação de medidas de manejo adequadas, buscando sustentabilidade ambiental, econômica e social.

Termos para indexação: Fitopatologia; agricultura familiar; etiologia; epidemiologia.

Cepaf plant disease diagnosis clinic: most common problems in 2018 and 2019

Abstract – The Plant Health Laboratory of the Research Center for Family Farming (Cepaf) of Epagri provides a service for the diagnosis of phytosanitary problems for farmers and technicians. Along the years 2018 and 2019, 166 samples for disease diagnosis were submitted to the laboratory. Among these samples, approximately 31% were soybean, 21% corn, 13% grapevine, 7% common bean, 5% tomato and 5% citrus. The most common causal agents were fungi, followed by bacteria, detected in 79% and 16% of the samples, respectively. The diagnoses guide farmers in making decisions when implementing appropriate management measures, pursuing environmental, economic and social sustainability.

Index terms: Phytopathology; family farming, etiology; epidemiology.

Importância da diagnose de doenças de plantas cultivadas

As doenças estão sempre presentes em diversas espécies cultivadas causando prejuízos econômicos, caso não sejam manejadas adequadamente. O manejo de doenças é dependente do correto diagnóstico do problema fitossanitário (XIN et al., 2018). A diagnose é importante para orientar a implementação medidas corretas de controle, no tempo e magnitude oportunos, colaborando para uma agricultura sustentável, pois reduzem custos, impactos ambientais e protege o usuário evitando o manuseio desnecessário de defensivos químicos (REZENDE et al., 2018).

Os laboratórios que realizam clínica representam um elo entre os produtores e os técnicos. Ao mesmo tempo que auxiliam o serviço de extensão das instituições, constituem-se como refe-

rência. O Laboratório de Fitossanidade do Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Epagri/Cepaf) presta serviço de diagnose de doenças de plantas cultivadas. Este informativo visa relatar as atividades de diagnose do laboratório do Cepaf em 2018 e 2019.

Recebimento e processamento das amostras no laboratório

Ao encontrar um problema fitossanitário desconhecido, o agricultor encaminha amostras de plantas ou partes de material vegetal ao laboratório com informações do interessado e histórico do cultivo. O procedimento de diagnose adotado pelo laboratório segue os passos descritos por Rezende et al. (2018). As amostras são submetidas a exames prévios dos sintomas evidentes no tecido vegetal. As lesões são observadas em estereomicroscópio na busca de estru-

turas reprodutivas de fungos. Por vezes, apenas os sintomas, comparados aos descritos na literatura, já são suficientes para o diagnóstico da doença. Porém, na maioria dos casos, procede-se um exame mais detalhado, incubando-se a parte afetada do material vegetal em uma câmara úmida por 24h, o que estimula o crescimento do fungo e a possível visualização das estruturas em uma lâmina sob microscópio.

Em caso de suspeita de doenças bacterianas, pode-se realizar um exame denominado “corrida bacteriana”, colocando-se uma porção do material sintomático em uma lâmina ou um copo de água e observa-se a ocorrência de pus. No caso de viroses, confrontam-se os sintomas de mosaicos e bolhas com a literatura, somada à informação de presença de insetos vetores na área de cultivo. Entretanto, a identificação mais precisa de bactéria e de vírus deve ser feita utilizando-se métodos moleculares ou serologia. As doenças causadas

Recebido em 27/3/2020. Aceito para publicação em 29/4/2020.

¹Engenheiro(a)-agrônomo(a), Dr(a), Epagri / Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), C.P. 791, 89801-970 Chapecó, SC, fone: (49) 2049-7510, e-mail: cristinacanale@epagri.sc.gov.br, rafaelSabiao@epagri.sc.gov.br, wordell@epagri.sc.gov.br.

por fatores abióticos são aquelas em que não há um agente microbiológico envolvido, como a queima por insolação, a deficiência nutricional ou hídrica e os distúrbios fisiológicos. A diagnose requer entre 3 a 7 dias para ser finalizada pelo Laboratório de Fitopatologia da Epagri/Cepaf.

Atuação do laboratório vai além da região Oeste de Santa Catarina e apresenta versatilidade na diagnose de doenças

Entre 2018 e 2019, o Laboratório de Fitossanidade da Epagri/Cepaf recebeu 166 amostras de material vegetal para diagnóstico de doenças, oriundas principalmente do Oeste Catarinense. Entretanto, chegaram amostras de outras regiões de Santa Catarina, além do Rio

Grande do Sul e do Paraná (Figura 1), mostrando a amplitude da prestação de serviços de diagnose pelo Laboratório de Fitossanidade Epagri/Cepaf.

A maioria das amostras encaminhadas para o laboratório para diagnose de doenças é oriunda de cultivos de grãos e de cultivos frutícolas (Figura 2), evidenciando a importância desses dois grandes grupos de plantas cultivadas para a região Oeste (Epagri, 2018). Os fungos são os principais agentes etiológicos diagnosticados no laboratório, assim como observado em trabalhos de outras clínicas de diagnose (TALAMINI et al., 2003; GONÇALVES et al., 2010).

As fusarioses foram os principais problemas identificados em soja, milho e feijão (Figura 3). O gênero *Fusarium* foi encontrado em 34,33% das amostras submetidas ao Laboratório de Fitossanidade da Epagri/Cepaf e é, de fato, muito comum em problemas fitossanitários identificados em clínicas de diagnose

(TALAMINI et al., 2003). Os fungos causadores de declínio, como aqueles pertencentes ao gênero *Verticillium* e *Pleurostomophora richardsiae*, além de fusarioses, foram os mais encontrados em amostras de videira. O problema mais comum em tomate foi a murcha bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum*.

Considerações finais e perspectivas sobre o diagnóstico de doenças de plantas

A tecnologia aproxima o agricultor das instituições, pois o diagnóstico de muitos problemas fitossanitários pode ser realizado a distância, através de envio de fotos e informações via digital para especialistas, tornando a diagnose cada vez mais rápida (XIN et al., 2018). ▶

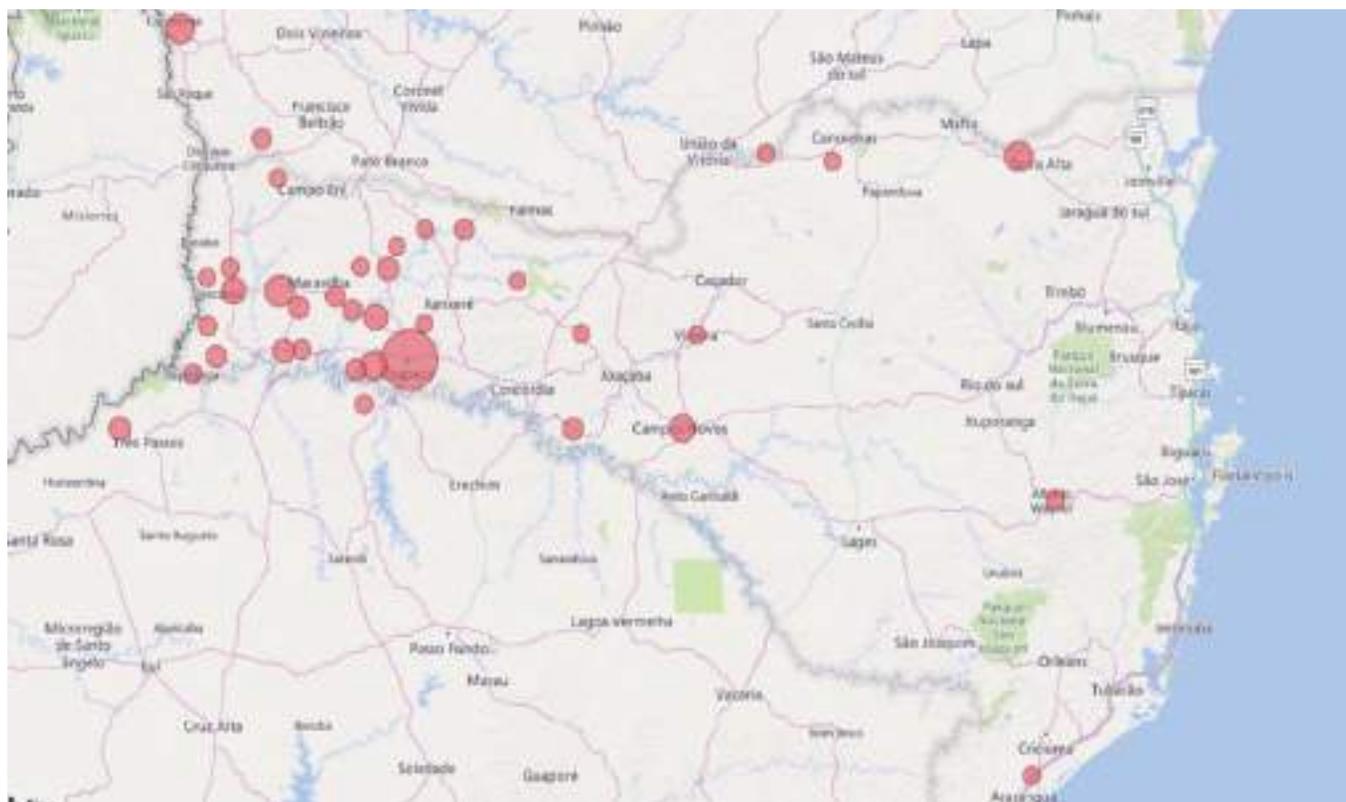


Figura 1. Locais de procedência de amostras de plantas enviadas ao Laboratório de Fitossanidade da Epagri/Cepaf em 2018 e 2019 para diagnóstico de doenças. Quanto maior a circunferência, maior o número de amostras recebidas daquele local. Exemplo: Chapecó = 33; Planalto = 10; Videira = 1. Foram analisadas também amostras de outros estados - Rio Grande do Sul (municípios de Rio dos Índios e Tiradentes do Sul) e Paraná (municípios de Planalto, PR e Salgado Filho)

Figure 1. Locations of origin of plant material submitted to the Epagri/Cepaf Plant Health Laboratory in 2018 and 2019 for disease diagnosis. The biggest the circumference, the higher the number of samples received from that location. For example: Chapecó = 33; Planalto = 10; Videira = 1. Samples from other states were analyzed - Rio Grande do Sul (Rio dos Índios and Tiradentes do Sul municipalities) and Paraná (Planalto, PR and Salgado Filho municipalities)

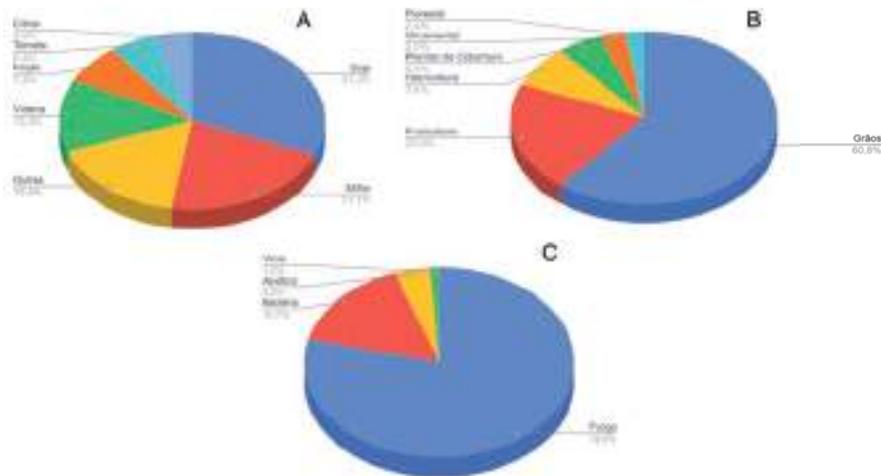


Figura 2. Porcentagem de amostras submetidas ao Laboratório de Fitossanidade do Cepaf-Epagri para diagnóstico de doenças de plantas em 2018 e 2019 por cultura (A), por grupos de culturas (B) e por agentes etiológicos diagnosticados (C). Frutíferas como noqueira pecã, pitaya e oliveira também foram examinadas no laboratório, assim como o adubo verde *Crotalaria spectabilis* e uma espécie florestal de eucalipto

Figure 2. Percentage of samples submitted to the Cepaf-Epagri Plant Health Laboratory for diagnosis of plant diseases in 2018 and 2019 by culture (A), by cultivation groups (B) and by diagnosed etiological agents (C). Fruit species such as pecan, pitaya and olive trees were also examined in the laboratory, as well as the green manure *Crotalaria spectabilis* and an eucalyptus forest species

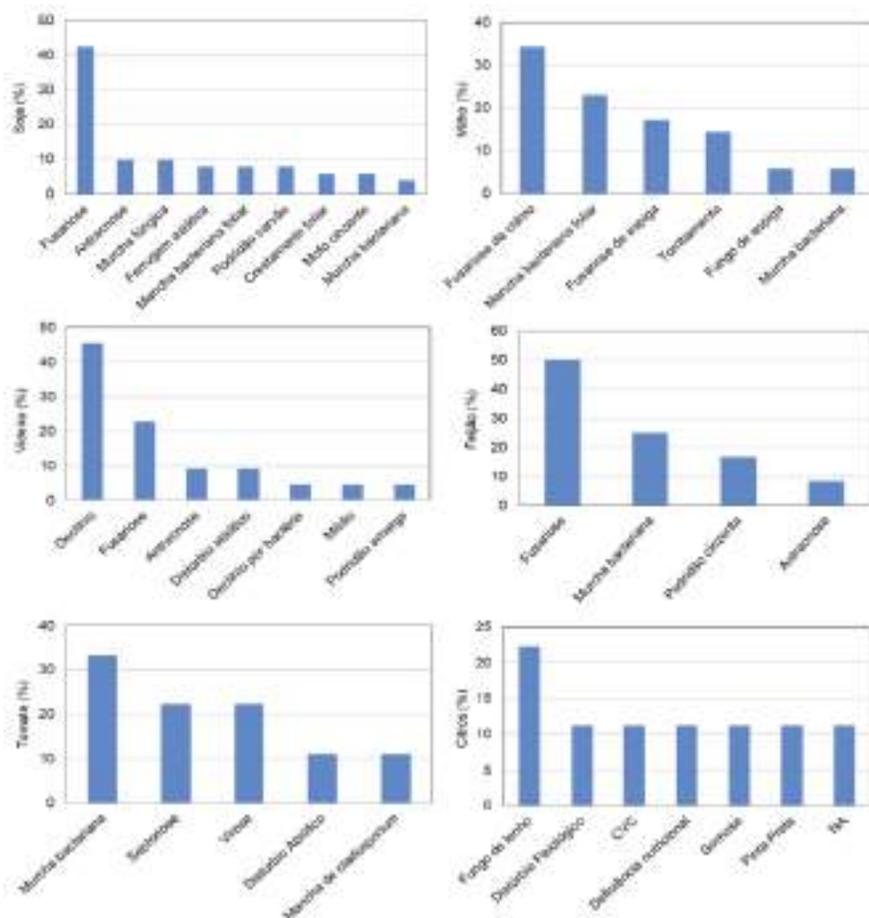


Figura 3. Principais problemas fitopatológicos diagnosticados nas principais espécies cultivadas submetidas ao Laboratório de Fitossanidade do Cepaf-Epagri em 2018 e 2019

Figure 3. Main phytopathological problems diagnosed in the main cultivated species submitted to the Cepaf-Epagri Plant Health Laboratory

O Laboratório de Fitossanidade da Epagri/Cepaf apresenta versatilidade na diagnose de doenças em diversas culturas de importância agrônômica que são cultivadas em propriedades de característica familiar, bastante praticada na região onde o laboratório se insere. O serviço de diagnose auxilia o agricultor na tomada de decisão para implementar medidas de controle e aprimorar a atividade agrícola que conduz, aplicando as medidas preventivas em cultivos subsequentes.

Agradecimentos

Às técnicas do Laboratório de Fitossanidade Epagri/Cepaf, Carmem Cella dos Santos, Michelle de Liz Silva, Neusa Teresinha Maciel e Zelinda Meneguzzi, que realizam o trabalho de diagnose, desde o recebimento das amostras até as discussões finais sobre o diagnóstico.

Referências

Epagri. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2017-2018**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2018.

GONÇALVES, A.E.; LOPES, M.E.; MENDEZ, D.Z.D.; STADNIK, M.J. Importância da clínica de doenças de plantas na implementação da agricultura sustentável. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, v. 7, p. 24-23, 2010.

REZENDE; J.A.M.; MASSOLA JÚNIOR, N.S.; BEDENDO, I.P. Conceito de doença, sintomatologia e diagnose. In: **Manual de Fitopatologia**. Amorim, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. 5 ed. Ouro Fino – MG – Agrônômica Ceres, 2018. p. 27 - 43.

TALAMINI, V.; POZZA, E.A.; SOUZA, P.E.; GARCIA JÚNIOR, D.; CASTRO, H.A.; SOUZA, R.M.; ABREU, M.S. Dez anos de clínica fitossanitária da UFLA – frequência da ocorrência de patógenos, sintomas e principais hospedeiros. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 70-75, 2003.

XIN, J.; HARMON, C.; VERGOT III, P.; FRANK, M.; LESTER, W. **Plant and pest diagnosis and identification through DDIS**. ABE327, UF/IFAS Extension. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/ae225>. Acesso: 30 jan. 2020. ■

Formas alternativas de processamento e comercialização de moluscos bivalves

Giustino Tribuzi¹, Robson Ventura de Souza², Felipe Matarazzo Suplicy³ e Henry Fernando Diniz Petcov⁴

Resumo – As formas de apresentação final para comercialização dos moluscos produzidos pelas indústrias de Santa Catarina (SC) são bastante limitadas: ostras são usualmente vendidas vivas com as conchas, resfriadas e mantidas em caixas de isopor com gelo; mexilhões são vendidos cozidos e desconchados, resfriados ou congelados e acondicionados em sacos plásticos. O objetivo deste artigo é expor motivos que justificam a busca por técnicas alternativas de processamento e apresentação de moluscos e apresentar soluções tecnológicas para o beneficiamento dos moluscos utilizadas em outros países. As técnicas abordadas são: atmosfera modificada, congelamento individual rápido, pasteurização em temperaturas moderadas, alta pressão hidrostática, cozimento *sous-vide*, marinação, entre outras.

Termos para indexação: Ostras; mexilhões; alimentos; vida útil.

Alternative forms of processing and trading molluscs to final consumers

Abstract – The different forms of shellfish final products produced by Santa Catarina (SC) industries are very limited: oysters are usually sold alive with shells, cooled and maintained in styrofoam packs with ice; mussels are sold cooked without their shells, chilled or frozen packed in plastic bags. The objective of this article is to point out reasons that justify the search for alternative techniques of shellfish processing and final presentation as well as to present technological solutions for the processing of mollusks adopted in other countries. The techniques covered are: modified atmosphere, fast individual freezing, pasteurizing at moderate temperatures, high hydrostatic pressure, *sous-vide* cooking, marination, among others.

Index terms: Oysters; mussels; sea food; shelf life.

Introdução

Santa Catarina é o maior produtor de moluscos cultivados no Brasil, com produções variáveis ao longo da última década que chegaram a atingir mais de 4 mil e 20 mil toneladas por ano de ostras e mexilhões, respectivamente (Epagri/Cepa 2018). Isso representa algo em torno de 98% da produção nacional. A legislação vigente exige que moluscos passem pelos procedimentos de inspeção em indústrias registradas junto ao órgão de inspeção e sejam devidamente embalados e rotulados antes de serem comercializados, sejam eles vendidos vivos ou não (SOUZA et al., 2015). Nas indústrias os moluscos passam por dife-

rentes tipos de processamentos, alguns exigidos por lei para a garantia da inocuidade e qualidade dos alimentos produzidos, como a depuração ou tratamento térmico, ou ainda outros procedimentos que objetivam a obtenção de produtos finais diferenciados. As principais formas de comercialização atualmente utilizadas para moluscos cultivados no Estado são: ostras vivas sob gelo; mexilhões cozidos e desconchados e produtos gratinados congelados. Essas opções se adequam às demandas de uma parcela dos consumidores de moluscos. Entretanto, existem alternativas, esprelhadas nos mercados de países como os EUA, Itália e Nova Zelândia, que poderiam ampliar o leque de produtos à base de moluscos em SC, permitindo atingir

um mercado consumidor mais amplo. O objetivo deste artigo é expor motivos que justificam a busca por técnicas alternativas de processamento bem como a apresentação visual do produto à base de moluscos e apresentar algumas soluções tecnológicas para o beneficiamento dos moluscos cultivados.

Por que considerar possibilidades alternativas de processamento e apresentação de moluscos ao consumidor final?

1 - A obtenção de moluscos com qualidade ótima para consumo é sazonal - A quase totalidade das ostras ►

Recebido em 4/6/2019. Aceito para publicação em 21/11/2019.

¹ Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Dr. em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina/Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, CEP 88034-001, Florianópolis, SC, e-mail: giustino.tribuzi@ufsc.br

² Médico Veterinário, Dr., Epagri/Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Cedap), CEP 88034-901, Florianópolis, SC, e-mail: robsonsouza@epagri.sc.gov.br

³ Biólogo, Ph. D., Epagri/Cedap, CEP 88034-901, Florianópolis, SC, e-mail: felipesuplicy@epagri.sc.gov.br

⁴ Engenheiro de Alimentos, Epagri/Gerência Regional de Florianópolis, C.P., 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-2000, e-mail: henry@epagri.sc.gov.br

cultivadas em SC é de uma espécie exótica (*Crassostrea gigas*). Essas ostras, quando produzidas em SC, tendem a apresentar uma maior sobrevivência e a estar mais “gordas” (uma proporção alta de parte comestível em relação ao tamanho das conchas) durante o fim do inverno e primavera, mas tendem a apresentar maior mortalidade e a estar mais “magras” durante o verão e outono (RUPP et al., 2011). Portanto, o período em que as ostras estão em melhor condição para venda não coincide com a temporada turística, quando há maior demanda desse produto (SANTOS, 2014).

2 - A vida útil dos moluscos vivos é limitada - A vida útil das ostras vivas, distribuídas em caixas de isopor sob gelo, é de quatro a sete dias e, no caso dos mexilhões vivos, varia de dois a cinco dias. Esses prazos podem ser menores ou maiores dependendo de fatores como a estação do ano e as práticas utilizadas no manejo pós-colheita dos animais. Pela elevada perecibilidade dessa matéria-prima, a venda de moluscos vivos requer uma logística bastante complexa, limitando e encarecendo a distribuição do produto fora da região de produção. Além disso, não é possível a comercialização das ostras “gordas” produzidas no inverno durante a temporada turística sem submetê-las a algum processo específico de conservação.

3 - Ostras cultivadas utilizando técnicas menos custosas não se adequam ao padrão de produto final atualmente adotado em SC - Ostras são historicamente cultivadas em SC em estruturas de cultivo chamadas lanternas, após assentamento das larvas (formas jovens) de forma que cresçam desagregadas umas das outras, sendo submetidas a um manejo constante de limpeza e classificação. Essa técnica de cultivo é relativamente cara e trabalhosa, tendo como principal objetivo a obtenção de animais que tenham conchas com aspecto atrativo ao consumidor final (formato arredondado e sem incrustações). Porém, em muitos casos é apenas a parte comestível das ostras que é utili-

zada na preparação de pratos e os altos custos dessa técnica não se justificam. Por esse motivo, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) vem introduzindo no Estado a técnica de produção de ostras em *clusters* (agregados de ostras) com o objetivo de reduzir os custos de produção por meio do uso de estruturas de cultivo mais simples e manejo menos trabalhoso. Como nesse caso são produzidos agrupamentos de ostras e não animais com conchas individualizadas, são demandados processamento e apresentação final diferentes dos atualmente adotados em SC.

Alternativas de processamento para moluscos vivos

Binômio entre embalagem adequada e baixa temperatura - Apesar da curta vida útil, a forma mais comum de venda de moluscos é com os animais vivos refrigerados. Nesse caso, a chave para a manutenção da qualidade por períodos mais prolongados é a combinação entre embalagem adequada e baixas temperaturas (entre 1 e 4°C), com mínima oscilação durante toda a cadeia de distribuição. Em outros países, embalagens constituídas por redes plásticas (Fig. 1-A) são comumente utilizadas para mexilhões. Isso aumenta consideravelmente a vida útil do produto final, principalmente por evitar a acumulação de água que possa entrar em contato com os animais, e ainda por realizar uma leve pressão nas conchas, ajudando a mantê-las fechadas. Para ostras, são utilizadas embalagens constituídas por materiais como madeira (Fig. 1-B) ou papelão impermeabilizado e plástico termoformado projetadas para manter os animais em posição ótima para manutenção da vitalidade (horizontal com a parte côncava para baixo), evitando o acúmulo de água e proporcionado uma adequada umidade ao produto final.

Atmosfera modificada - O acondicionamento de produtos em atmosferas

modificadas consiste na substituição do ar no interior da embalagem (Fig. 1-C) por uma mistura de gases, como oxigênio, dióxido de carbono e nitrogênio, com a finalidade de aumentar a vida útil dos alimentos. Essa tecnologia pode ser aplicada tanto em moluscos vivos quanto em moluscos cozidos e desconchados. Atmosferas modificadas ricas em oxigênio permitem incrementar a vida útil de mexilhões vivos em até 8-9 dias quando armazenados à temperatura de 2°C (BERNARDEZ & PASTORIZA, 2014). Sistemas análogos podem ser aplicados às ostras.

Atmosfera hipobárica - Outra alternativa utilizada é a embalagem de moluscos em bandejas PET seladas com um filme transparente com efeito pele (*skin pack*) (Fig. 1-D). A leve redução da pressão no interior da embalagem garante uma aparência visual diferenciada.

Alternativas de processamento para moluscos não vivos com características de produto fresco

Congelamento individual rápido (IQF) - O IQF é um método no qual os moluscos são congelados individualmente através do contato com um fluido criogênico (N₂ ou CO₂) ou com auxílio de um túnel de congelamento (*air blast-freezer*) à temperatura de -30°C a -40°C. A rápida redução da temperatura durante o congelamento IQF permite minimizar o efeito desse processo na qualidade da carne dos moluscos (Fig. 1-E). Quando o congelamento é realizado com processos convencionais e ineficientes, a temperatura do produto diminui lentamente (congelamento lento) provocando a formação de cristais de gelo grandes que causam perda de água e de qualidade quando o molusco é descongelado. Para manutenção da qualidade dos produtos, a temperatura de armazenamento deve ser mantida entre -18°C e -22°C.

Pasteurização em temperaturas moderadas (*mild temperature pasteurization*) ou pasteurização quente-frio (HCP) - Esse tipo de processamento, patenteado nos EUA, permite eliminar microrganismos patogênicos nos moluscos sem elevar excessivamente a temperatura (<60°C). Por esse processo, as conchas das ostras são envoltas por uma banda elástica para evitar abertura e transferidas para banhos com água quente até a temperatura interna da carne atingir 49°C. Em seguida, as ostras são transferidas para água a 4,4°C por 15 minutos. Além de aumentar a vida útil das ostras, esse processo é utilizado nos EUA para controle de riscos microbiológicos em zonas de ocorrência de bactérias patogênicas (vibrios) (ANDREWS et al., 2000) e é autorizado pela autoridade sanitária (*U. S. Food & Drug Administration* – FDA).

Alta pressão hidrostática (HHP) - Equipamentos especificadamente desenvolvidos para gerar altas pressões hidrostáticas permitem desconchar com grande facilidade os moluscos, além de reduzir consideravelmente a carga microbiana (MURCHIE et al., 2005), estendendo a vida útil para até 21 dias. Esse processo, também conhecido como pasteurização a frio, é utilizado principalmente em países como Austrália e Estados Unidos. As vantagens do HHP são similares às do HCP, que incluem reduzir a carga microbiana dos moluscos, facilitar o desconchamento e preservar as características de produto fresco. Contudo, o HHP proporciona uma qualidade final bastante superior (Fig. 1-F). A principal desvantagem do HHP é o elevado custo dos equipamentos.

Moluscos prontos para consumo

Cozimento *sous-vide* ou métodos *cook and chill* - Moluscos embalados a vácuo em sacos plásticos resistentes à temperatura são imersos em um banho de água quente (entre 60°C e 100°C) por tempo variável, dependendo da tempe-

ratura utilizada, quantidade, espécie e tamanho dos moluscos. Essa técnica permite obter um alimento (Fig. 1-G) estável em refrigeração por algumas semanas (dependendo do binômio tempo/temperatura utilizado) e apresenta elevada praticidade, ótimas características organolépticas e diversas possibilidades de usos culinários (BONGIORNO et al., 2018).

Marinação - A marinação dos moluscos (desconchados, crus ou cozidos) consiste no tratamento com soluções de sal, ácidos orgânicos (ex. ácido acético e ácido cítrico), aromas e temperos, permitindo a obtenção de produtos prontos para o consumo com sabor e textura diferenciados (TRIBUZI et al., 2014). Dependendo do pH da solução e da execução simultânea de tratamento térmico é possível conservar esses produtos por alguns meses em refrigeração ou até à temperatura ambiente (Fig. 1-H).

Conservas - Conservas de moluscos podem ser feitas nas clássicas latas metálicas ou em embalagens flexíveis termoesterilizáveis, bastante utilizadas no setor de *food service* (TRIBUZI et al., 2015). Para a produção de conservas, os moluscos são envasados juntamente a um líquido de cobertura (ex. óleo, água, molho) e submetidos a tratamento térmico, em autoclaves, em temperaturas superiores a 100°C e sob pressão até obtenção da esterilidade comercial (estabilidade da conserva em condições não refrigeradas de armazenamento). O tempo de processamento deve ser estudado caso por caso para garantir a eliminação dos esporos de microrganismos patogênicos e deteriorantes e depende do equipamento utilizado, da embalagem e das características do produto (Fig. 1-I).

Considerações finais

Muitas das tecnologias apresentadas para produtos à base de moluscos, como a atmosfera modificada, o IQF, as embalagens do tipo *skin pack*, a marinação e as conservas já são amplamente utilizadas no Brasil para outros produtos

alimentícios, incluindo pescados. A adoção de novas formas de processamento e/ou apresentação de moluscos pode ampliar as possibilidades de mercado para os produtos da maricultura catarinense, mas precisará ser precedida por pesquisas aplicadas, visando adaptar os processos já empregados em outros países para as espécies cultivadas em Santa Catarina. Estudos econômicos voltados especialmente para dimensionamento dos volumes de produção serão necessários para viabilizar as diferentes técnicas apresentadas.

Referências

- ANDREWS, L.S.; PARK, D.L.; CHEN, Y.-P. Low temperature pasteurization to reduce the risk of vibrio infections from raw shell-stock oysters. **Food Additives & Contaminants**, 17.9, p.787-791, 2000.
- BERNÁRDEZ, M.; PASTORIZA, L. Quality of live packaged mussels during storage as a function of size and oxygen concentration. **Food Control**, v. 22, n. 2, p. 257-265, 2011.
- BONGIORNO, T.; TULLI, F.; COMI, G.; SEN-SIDONI, A.; ANDYANTO, D.; IACUMIN, L. Sous vide cook-chill mussel (*Mytilus galloprovincialis*): evaluation of chemical, microbiological and sensory quality during chilled storage (3°C). **LWT**, v.91, p.117-124, 2018.
- EPAGRI/CEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis, v.1, 2018, 204p.
- GOMES, C.H.A.M. **Ciclo reprodutivo da ostra *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) em cultivo e maturação em laboratório**. 2009. 57f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2009.
- MURCHIE L.W.; CRUZ-ROMERO, M.; KERRY, J.P.; LINTON, M.; PATTERSON, M.F.; SMIDDY, M.; KELLY, A.L. High pressure processing of shellfish: A review of microbiological and other quality aspects, **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.6, n.3, p.257-270. 2005.
- RUPP, G.S.; ZANETTE, G.B.; BERTCH, M. ▶



Figura 1A. Mexilhões embalados de rede plástica; 1B. Ostras embaladas em caixas de madeira impermeabilizada; 1C. Mexilhões vivos em atmosfera modificada; 1D. Moluscos em atmosfera hipobárica; 1E. Ostras descongeladas após congelamento individual rápido; 1F. Ostras submetidas a alta pressão hidrostática; 1G. Mexilhões submetidos a cozimento sous-vide; 1H. Mexilhões marinados; 1I. Moluscos em conserva. Fonte: www.nieddittas.it/en/project/cozze-certificate/ (1A); Arquivo Epagri. Empresa: www.grupolinamar.com/productos-ostra.html (1B); peimusselking.com/live-in-modified-atmosphere-packs (1C); www.nieddittas.it/en/project/le-nieddittas-box/ (1D); www.raoyster.com/what-we-do.php (1E); www.goosepoint.com/product/pre-shucked-blueband-oysters/ (1F); Arquivo Epagri. www.barlovento.net/productos/ (1G); www.talleys.co.nz/mussels/species/marinated-greenshell-mussel; (1H); Arquivo Epagri (1I)

Figure 1A. Mussels packed in plastic net bag; 1B. Oysters packed in impermeable wooden boxes; 1C. Live mussels under modified atmosphere; 1D. Mussels under hypobaric atmosphere; 1E. Oysters submitted to Fast Individual Freeze after thawing; 1F. Oysters submitted to high hydrostatic pressure; 1G. Mussels submitted to sous-vice cooking process; 1H. Marinated mussels. 1I. Canned molluscs
Source: www.nieddittas.it/en/project/cozze-certificate/ (1A); Archive Epagri. Company: www.grupolinamar.com/productos-ostra.html (1B); peimusselking.com/live-in-modified-atmosphere-packs (1C); www.nieddittas.it/en/project/le-nieddittas-box/ (1D); www.raoyster.com/what-we-do.php (1E); www.goosepoint.com/product/pre-shucked-blueband-oysters/ (1F); Archive Epagri. www.barlovento.net/productos/ (1G); www.talleys.co.nz/mussels/species/marinated-greenshell-mussel; (1H); Archive Epagri (1I)

Oyster culture (*Crassostrea gigas*) in Santa Catarina (Brazil): growth, survival and environmental influences - i. Winter/spring/summer. In: **World Aquaculture 2011**, 2011, Natal, RN. Abstracts World Aquaculture 2011, p. 976-976. 2011.

TRIBUZI, G.; SCHMIDT, F.C.; LAURINDO, J.B. Operational diagrams for salting-marination processes and quality of cooked mussels.

LWT - Food Science and Technology, v.59, p.746-753, 2014.

SANTOS, A.A. **Potencial de cultivo da macroalga *Kappaphycus alvarezii* no litoral de Santa Catarina**. 2014. 151f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2014.

SOUZA, R.V., PETCOV R.F.D., NOVAES A.L.T.

O Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves e os caminhos para a regularização. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.28, n.1, p.44-47, 2015.

TRIBUZI, G.; ARAGÃO, G.M.F.; LAURINDO, J.B. Processing of chopped mussel meat in retort pouch. **Food Science and Technology**, Campinas, v.35, p.612-619, 2015. ■

Fosfito de potássio ameniza os sintomas de *Fusarium oxysporum* em bananeiras

Lincoln Graia do Nascimento Cunha¹, Leandra Regina Semensato², Eduardo Pradi Vendruscolo³ e Míriam de Almeida Marques²

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação do fosfito de potássio sobre os sintomas do mal do Panamá. Para tanto, quatro doses de fosfito de potássio (5; 10; 15; 20mL planta⁻¹) e um tratamento controle foram utilizados. Foram avaliadas a severidade dos sintomas e a produtividade por planta de bananeiras “Prata Anã”. Verificou-se que houve evolução da doença no decorrer dos meses de avaliação nas plantas do tratamento controle, chegando a um máximo de 95% de infecção no mês de abril, o que causou perda total da produção. Para a severidade dos sintomas, obteve-se uma redução média nos meses de 46,79% quando aplicada a dose de 10mL planta⁻¹, enquanto que para a produtividade foi calculada uma dose máxima de 14,43mL planta⁻¹, para a qual foi constatada produtividade de 18,97kg planta⁻¹. Assim, concluiu-se que doses de fosfito de potássio situadas entre 10 e 15mL planta⁻¹, reduzem significativamente a severidade dos sintomas do mal do Panamá em bananeiras, incrementando sua produtividade em área contaminada.

Termos para indexação: Controle alternativo; mal do Panamá; *Musa* sp.

Potassium phosphite alleviate the symptoms of *Fusarium oxysporum* in banana trees

Abstract – The objective of this work was to evaluate the potassium phosphite action, in different doses, on the effects of Panama disease. For this purpose, five doses of potassium phosphite (5; 10; 15; 20mL plant⁻¹) and a control treatment were used. Symptom severity and productivity per “Prata Anã” banana plant were evaluated. It was found that there was an evolution of the disease during the months of evaluation in the plants of the control treatment, reaching a maximum of 95% of infection in the month of April, causing total loss of production. For the severity of symptoms, an average reduction in months of 46.79% was obtained when the dose of 10mL plant⁻¹ was applied, while for productivity a maximum dose of 14.43mL plant⁻¹ was calculated, for yield of 18.97 kg plant⁻¹ was found. Thus, it was concluded that doses of potassium phosphite, between 10 and 15mL plant⁻¹, significantly reduce the severity of the symptoms of Panama disease in banana trees, increasing their productivity in a contaminated area.

Index terms: Alternative control; Panama disease; *Musa* sp.

A banana é um dos principais frutos comercializados e compõe parte importante da dieta de diferentes comunidades ao redor do globo. Constando como fonte de energia e nutrientes, a produção mundial do fruto está em torno de 116 milhões de toneladas ao ano (FAO, 2020). No Brasil, a bananicultura é desenvolvida em praticamente todo o território, gerando renda pelo emprego de mão de obra e comercialização dos frutos. Com 6,5 milhões de toneladas produzidas anualmente, o país é o 4º maior produtor mundial (FAO, 2020).

Como grande parte dos cultivos comerciais, a bananicultura é exigente quanto ao manejo fitossanitário para uma adequada produção. Nesse contexto, o mal do Panamá (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) tem sido frequentemente apontado como uma das principais enfermidades a atingir as bananeiras (RODRIGUES FILHO et al., 2014), causando perdas de até 100% da produção em casos de materiais vegetais suscetíveis (SILVA et al., 2011).

O principal método de controle do mal do Panamá envolve a utilização de

cultivares resistentes, observando-se também a crescente adoção de métodos alternativos (ARAÚJO et al., 2018). Entre os vários métodos alternativos de controle fitossanitário, verificou-se a eficácia da aplicação de fosfito de potássio na cultura do maracujazeiro infectado com *Fusarium solani* (ROCHA SOBRINHO et al., 2016), na cultura da batata por *Phytophthora infestans* (MACHINANDIARENA et al., 2012), entre outros. Deste modo, vislumbra-se o potencial desse composto para a amenização dos efeitos causados pelo mal do panamá ▶

Recebido em 22/1/2020. Aceito para publicação em 29/8/2020.

¹ Acadêmico do curso de Agronomia, UNIGOIÁS, Centro Universitário de Goiás, Av. João Candido de Oliveira, 115, Cidade Jardim, 74423-115, Goiânia, GO. E-mail: lincolnaliancaforte@outlook.com.

² Engenheira-Agrônoma, Dra., UNIGOIÁS, Centro Universitário de Goiás, Av. João Candido de Oliveira, 115, Cidade Jardim, 74423-115, Goiânia, GO. E-mail: ledocepe@gmail.com, miriamagro@hotmail.com.

³ Engenheiro-Agrônomo, Dr., Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, Rd. MS 306, km 6,4, Zona Rural, 79540-000, Cassilândia, MS. E-mail: agrovendruscolo@gmail.com.

má na cultura da bananeira, uma vez que o fosfito de potássio potencializa as respostas de defesa da planta frente à infecção do patógeno e também eleva a velocidade de regeneração dos tecidos acometidos (GENTILE et al., 2009; MACHINANDIARENA et al., 2012).

O fosfito é considerado um fertilizante, que é derivado dos ácidos fosforosos por diferentes bases que podem ser de hidróxido de sódio, amônia e potássio. Esse produto tem como uma das suas principais características a capacidade de estimular a formação de estruturas de autodefesa da planta, pois apresentam efeito fungicida, protegendo-as assim do ataque de fungos (REUVENI, 1997). Portanto, existe a necessidade de estudar os efeitos relacionados ao uso dos fosfitos, para o controle de diferentes espécies de patógenos (CARMONA & SAUTUA, 2011). Também há a necessidade de se conhecer a dose ideal desses produtos para controle das diferentes doenças, para que o tratamento não venha afetar a produtividade (PERUCH & BRUNA, 2008). Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi avaliar a ação do fosfito de potássio, em diferentes doses, sobre os sintomas do Mal do Panamá.

O experimento foi conduzido em propriedade particular, produtora de bananas, localizada no município de Coribe - BA, cujas coordenadas geográficas são latitude 13° 37' 40,2" S, longitude 44° 21' 57,0" W, com altitude de 505m acima do nível do mar, e temperatura média de 23,3°C com pluviosidade média anual de 809mm.

O bananal, onde foi instalado o experimento, foi plantado no ano de 2015, utilizando mudas de banana cv. "Prata Anã", oriundas de uma área remanescente na propriedade, livre de sintomas e com o espaçamento de 3,0m x 2,0m, totalizando 1.666 plantas ha⁻¹. O solo presente na área foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, com as seguintes características: M.O. = 1,9%; pH (CaCl₂) = 5,3; P (Mehlich) = 13mg dm⁻³; K = 0,29cmol_c dm⁻³; Ca = 6,1cmol_c dm⁻³; Mg = 0,6cmol_c dm⁻³; H+Al = 2,2cmol_c dm⁻³; Al = 0,0cmol_c dm⁻³; CTC = 9,19cmol_c dm⁻³; V% = 76,06; 51,9% areia, 13,1% silte e 35% argila.

A irrigação realizada por sistema de aspersão automatizado, em subcoba,

durante uma hora e meia no período da noite, com turnos de rega de 24 horas. Também, durante o período do experimento, foi realizada apenas a adubação orgânica, aplicando-se 5kg de esterco de curral curtido por planta, em outubro, coincidindo com o início da época chuvosa na região.

O experimento foi instalado em outubro de 2018, utilizando-se delineamento de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, de duas plantas cada (12m²). Os tratamentos foram compostos por quatro diferentes dosagens de solução com 5mg L⁻¹ fosfito de potássio (5ml planta⁻¹, 10ml planta⁻¹, 15ml planta⁻¹, 20ml planta⁻¹) e um tratamento controle, utilizando-se água. As aplicações foram feitas quinzenalmente, no pseudocaulo da planta, utilizando uma pistola de fluxo contínuo, com capacidade máxima de 10ml (Höppner, São Paulo, SP, Brasil), mais sonda mamária de 65mm.

No total foram realizadas 14 aplicações durante os meses de teste, desta maneira o volume total aplicado de solução nos tratamentos foi de 70, 140, 210 e 280ml planta⁻¹, respectivamente para os tratamentos compostos pelas dosagens de 5, 10, 15 e 20ml planta⁻¹. As aplicações foram feitas em plantas que se encontravam em sua terceira geração

(planta mãe), onde as mesmas entrariam em período de frutificação posteriormente. Para a mistura do produto, foram utilizados 50ml do fosfito de potássio (Phytogard K, Stoller, Campinas, SP, Brasil) em 10 litros de água.

Para avaliação da severidade do mal do Panamá foi utilizada uma escala visual, onde se considerou 0% de severidade quando a planta não apresentou sintomas da doença e 100% quando observado o sintoma na totalidade das folhas das plantas (Tabela 1). Os dados foram coletados mensalmente, a partir do primeiro mês depois da primeira aplicação do fosfito. Ao final do experimento, no momento da colheita, também foi avaliada a produtividade (massa dos cachos) de todas as plantas das parcelas, utilizando-se uma balança de precisão.

Os dados quantitativos, relativos aos tratamentos compostos pelas doses de fosfito de potássio, foram submetidos a análise de regressão, a 5% de significância. Para a realização das análises foi utilizado o programa computacional SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

Observou-se que, independente do mês em que foi realizada a avaliação da severidade dos sintomas de fusário, doses próximas a 10mL planta⁻¹ foram aquelas que proporcionaram os menores valores de severidade, ou seja,

Tabela 1. Escala para avaliação visual da severidade do mal-do-Panamá em bananeiras
Table 1. Scale for visual assessment of the severity of Panama disease in banana trees

Nota	Descrição da escala
0	Nenhuma folha com sintomas
10	De 0,1% a 19,9% das folhas com sintomas
20	De 20 a 29,9% das folhas com sintomas
30	De 30 a 39,9% das folhas com sintomas
40	De 40 a 49,9% das folhas com sintomas
50	De 50 a 59,9% das folhas com sintomas
60	De 60 a 69,9% das folhas com sintomas
70	De 70 a 79,9% das folhas com sintomas
80	De 80 a 89,9% das folhas com sintomas
90	De 90 a 99,9% das folhas com sintomas
100	Todas as folhas com sintomas

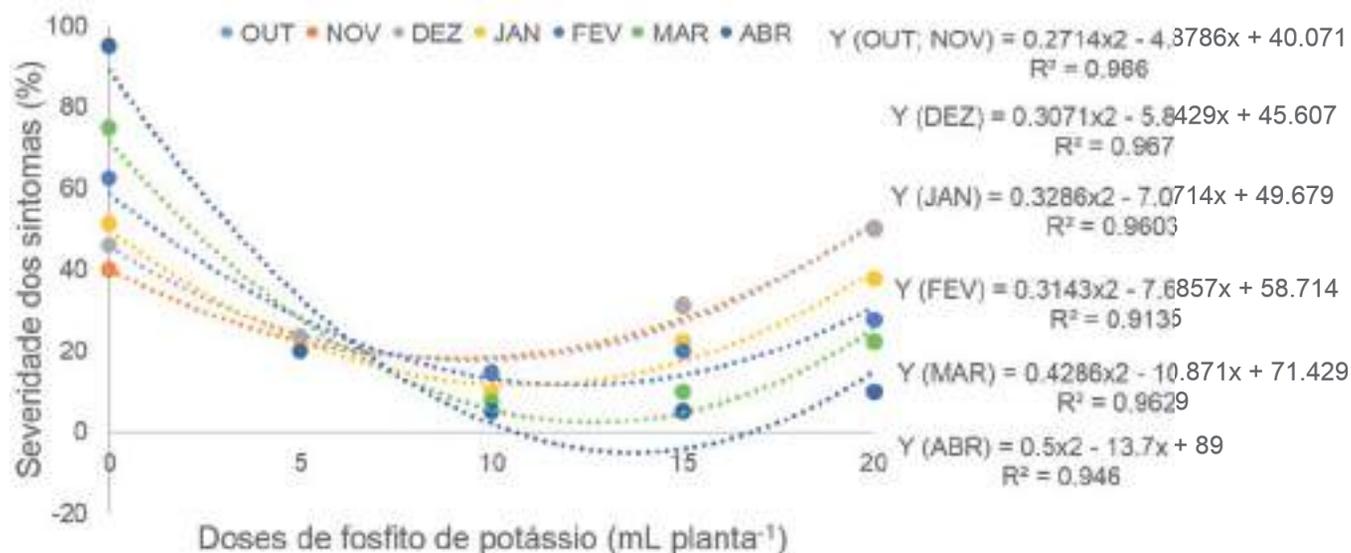


Figura 1. Valores médios de severidade dos sintomas do Mal do Panamá na banana “Prata anã”, tratadas com fosfito de potássio, em diferentes épocas de avaliação

Figure 1. Average values for the symptoms severity of Panama disease in the “Prata anã” banana, treated with potassium phosphite, at different times of evaluation

proporcionaram uma melhor condição fitossanitária das plantas (Figura 1). Em complemento, calculando-se os pontos de máxima dose de fosfito, constatou-se que entre os meses de avaliação, as concentrações variando entre 8,99mL planta⁻¹, para os meses de outubro e novembro e 13,70mL planta⁻¹ para o mês de abril, foram as que proporcionaram maior controle da severidade do Mal do Panamá.

Para a produtividade, foi observada a perda total de frutos no tratamento controle, sem aplicação do fosfito de potássio (Figura 2), demonstrando a severidade passível de ser atingida e a importância do manejo desta doença para a cultura da bananeira.

Nos demais tratamentos foi verificada produtividade média de 16,00Kg planta⁻¹, observando o aumento desta variável até o ponto de máxima dose calculada de 14,43mL planta⁻¹, para a qual foi constatada produtividade de 18,97Kg planta⁻¹ (Figura 2). A partir desse ponto, foi observada tendência de queda de produtividade à medida que se aumentaram as doses de fosfito.

Em complemento às características supracitadas quanto à atuação dos fosfitos, verifica-se também que estes elevam a resposta dos vegetais em virtude da ação de organismos patogênicos, resultando em ações como o aumento

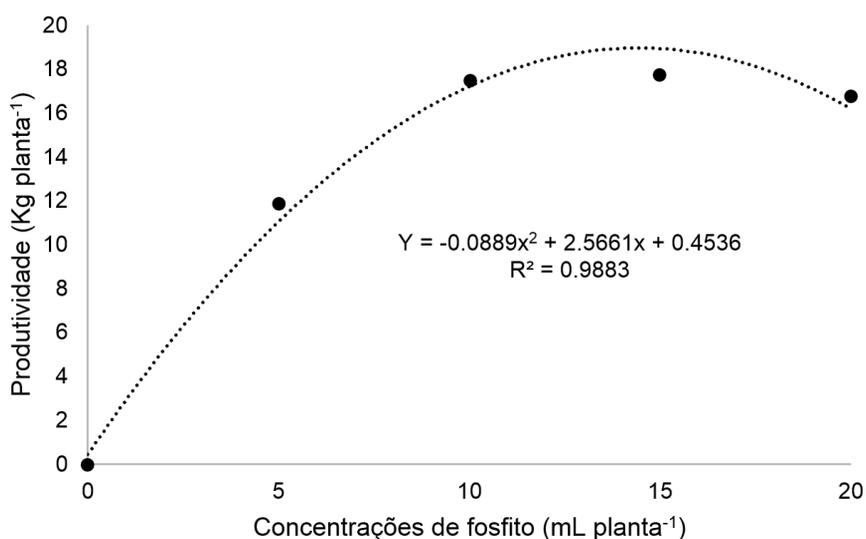


Figura 2. Valores médios de produtividade da banana cv. “Prata anã”, tratadas com fosfito de potássio

Figure 2. Average values of productivity of banana cv. “Prata anã”, treated with potassium phosphite

da concentração de fitoalexinas, ativação do metabolismo secundário, lignificação das paredes celulares, morte celular e interação antagonica direta ao patógeno (DANIEL & GUEST, 2005).

Com base no disposto, conclui-se que doses de fosfito de potássio situadas entre 10 e 15ml planta⁻¹ reduzem significativamente a severidade dos sintomas do Mal do Panamá em bananeiras e a dose de 14,43mL planta⁻¹ é recomendada para o incremento da produtivi-

dade em área contaminada.

Referências

ARAÚJO, W.J.S.; DE ASSIS, T.C.; DE ANDRADE, D.E.; GURGEL, L.M.S.; DA ROSA, R.C.T. Manejo do mal do Panamá da bananeira utilizando *Trichoderma* sp. E óleos essenciais de *Lippia sidoides*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 15, n. 2, p. 73-90, 2018. Disponível em: <http://ead.codai.ufpe.br/index.php/apca/article/>

view/2307. Acesso em 23 julho 2020.

CARMONA, M.; SAUTUA; F. Os fosfitos no manejo de doenças nas culturas extensivas. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, p. 21. nov/dez 2011. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2012/02/Os-fosfitos-no-manejo-de-doen%C3%A7as-nas-culturas-extensivas.pdf>. Acesso em: 23 julho 2020.

DANIEL, R.; GUEST, D. Defense responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora*-challenged *Arabidopsis thaliana*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Amsterdam, v.67, p.194-201, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmp.2006.01.003>.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United States. **Crops (Production)**. 2020. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em 26 agosto 2020.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>

GENTILE, S.; VALENTINO, D.; TAMIETTI, G. Control of ink disease by trunk injection of potassium phosphite. **Journal of Plant Pathology**, Amsterdam, v. 91, n. 3, p. 565-571, 2009. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/41998673>. Acesso em: 23 julho 2020.

MACHINANDIARENA, M.F.; LOBATO, M.C.; FELDMAN, M.L.; DALEO, G.R.; ANDREU, A.B. Potassium phosphite primes defense responses in potato against *Phytophthora infestans*. **Journal of Plant Physiology**, Amsterdam, v. 169, n. 14, p. 1417-1424, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.05.005>.

PERUCH, L.A.M.; BRUNA, E.D. Relação entre doses de calda bordalesa e de fosfito potássio na intensidade do míldio e na produtividade da videira cv. 'Goethe'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n.9, dez, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000900001>.

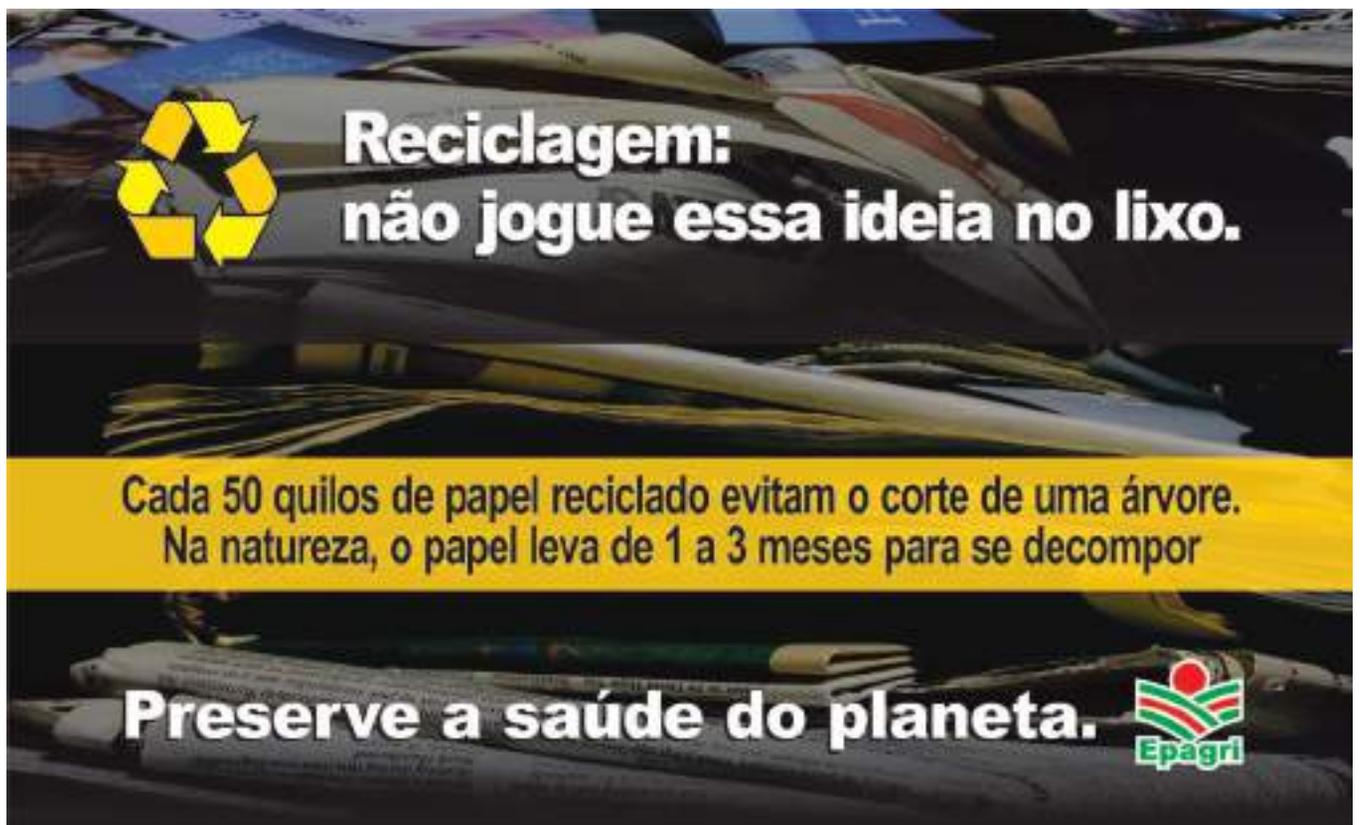
REUVENI, M. Post-infection applications of K_3PO_3 , phosphorous acid and imethomorph inhibit development of downy mildew caused by *Plasmopara viticola* on grapevines. **Journal of Small Fruit & Viticulture**, Baton Rouge, v. 5, n. 22, p. 27-38, 1997. DOI:

https://doi.org/10.1300/J065v05n02_03.

ROCHA SOBRINHO, G.G.; RODRIGUE, G.B.; SANTOS, A.; JUNIOR, J.; NOVAES, Q.S.D. Efeito de fosfito de potássio no crescimento e na densidade micelial do *Fusarium solani* do maracujazeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 42, n. 2, p. 180-182, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2139>.

RODRIGUES FILHO, V.A.; DONATO, S.L.R.; SILVA, T.S.; AMORIM, E.P. Características agronômicas e ocorrência de mal do Panamá em bananeiras tipo Pacovan. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 515-519, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/998517>. Acesso em: 23 julho 2020.

SILVA, S.O.; MATOS, A.; CORDEIRO, Z.J.M.; LIMA, M.J.C.; AMORIM, E.P. Avaliação de genótipos tetraploides de bananeira cultivados em área infestada pelo agente causal do mal do Panamá, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 125-132, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000029>. ■



Reciclagem:
não jogue essa ideia no lixo.

Cada 50 quilos de papel reciclado evitam o corte de uma árvore.
Na natureza, o papel leva de 1 a 3 meses para se decompor

Preserve a saúde do planeta. 

Levantamento da produção de morangos no Oeste Catarinense

Thiago Marchi¹, Dirceu Júnior Ferri², Caroline Möller Scholz³ e Jeferson João Soccol⁴

Resumo – O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento de dados sobre a produção de morangos no Oeste Catarinense, que possibilite o planejamento de ações de assistência técnica no cultivo e de desenvolvimento da cadeia produtiva. O levantamento foi realizado no ano de 2019, através da aplicação de um questionário aos extensionistas da Epagri. Os dados pesquisados foram: número de produtores por município, sistema de cultivo, número de plantas por produtor e cultivares plantados. Os resultados demonstram que existem 74 produtores de morango distribuídos em 81% dos municípios da região. O principal sistema de produção adotado é o semi-hidropônico em bancadas elevadas que se encontra presente em 66% das propriedades. Dos 74 produtores, 84% produzem no sistema convencional. Em relação ao número de plantas cultivadas, 50% possuem menos de 2.500 plantas e 74% menos de 5.000 plantas. Os cultivares predominantes são San Andreas e Albion.

Termos para indexação: Planejamento estratégico da cadeia produtiva; diagnóstico inicial; diversificação da agricultura familiar; extensão rural.

Strawberry production survey in western Santa Catarina

Abstract – The objective of the work was to carry out a survey of data on the production of strawberries in the western region of Santa Catarina, which enables the planning of technical assistance actions in the cultivation and development of the production chain. The survey was carried out in 2019, through the application of a questionnaire to Epagri extension workers. The researched data were the number of growers per municipality, cultivation system, number of plants per grower and the cultivars planted. The results show that there are 74 strawberry growers distributed in 81% of the municipalities in the region. The main production system adopted is the semi-hydroponic in elevated benches, which is present in 66% of the properties. Considering the production system of the 74 growers, 84% are conventional. Regarding the number of cultivated plants, 50% have less than 2500 plants and 74% less than 5000 plants. The predominant cultivars are San Andreas and Albion.

Index terms: Strategic planning of the production chain; initial diagnosis; diversification of family farming; rural extension.

O Oeste Catarinense é reconhecido por sua expressividade nas cadeias produtivas de suínos, aves e leite. Entretanto, atividades alternativas às tradicionais estão sendo adotadas pelos agricultores familiares da mesorregião que buscam a diversificação e o aumento da renda das propriedades. Dentre estas, destaca-se a horticultura, em especial o cultivo de morango.

Cabe ressaltar que a expansão de atividades alternativas para a diversificação da agricultura familiar exige um planejamento estratégico por parte dos órgãos de apoio e das organizações locais. Neste contexto, Henz (2010) ressal-

ta o sucesso da cultura do morangueiro no Espírito Santo, com destaque para ações de órgãos governamentais ligados à agricultura no estado que realizaram trabalhos para superar dificuldades no cultivo desta cultura. Segundo Rojas-Molina (2016), é necessário o conhecimento da realidade local da produção de morangos para que a assistência técnica possa identificar os gargalos específicos e propor ou divulgar os sistemas de produção mais adequados. Um diagnóstico inicial é um importante norteador de ações neste processo.

Neste sentido, o objetivo do trabalho foi realizar um levantamento da

produção de morangos no Oeste Catarinense que possibilite o planejamento de ações de assistência técnica para o cultivo e o desenvolvimento da cadeia produtiva.

O levantamento foi realizado entre agosto e setembro de 2019, através de um questionário aplicado aos extensionistas da Epagri responsáveis pelos municípios pertencentes à Unidade de Gestão Técnica 1 (UGT 1 - Oeste Catarinense). Esta divisão engloba os municípios das Regionais da Epagri de Chapecó (Águas Frias, Campo Erê, Caxambu do Sul, Chapecó, Cordilheira Alta, Coronel Freitas, Formosa do Sul, Guatambu, ▶

Recebido em 6/2/2020. Aceito para publicação em 21/7/2020.

¹ Engenheiro-agrônomo, Epagri/Escritório Municipal de Lajeado Grande, Rua Vitória, 503, Centro, Lajeado Grande, SC, 89.828-000, e-mail: thiagamarchi@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Epagri/Escritório Municipal de Guatambu, Rua João Bortolo Favara, SN, Centro, Guatambu, SC, 89.817-000, e-mail: dirceuferri@epagri.sc.gov.br.

³ Engenheiro-agrônomo, Epagri/Escritório Municipal de Chapecó, Av. Nereu Ramos, 1750 E, Bairro Passo dos Fortes - Mercado Público Regional, Chapecó, SC, 89.805-100, e-mail: carolinemoller@epagri.sc.gov.br.

⁴ Engenheiro-agrônomo, Epagri/Escritório Municipal de Xaxim, Rua 10 de Novembro, 898, Centro, Xaxim, SC, 89.825-000, e-mail: jefersonsoccol@epagri.sc.gov.br.

Irati, Jardinópolis, Nova Erechim, Nova Itaberaba, Novo Horizonte, Planalto Alegre, Quilombo, Santiago do Sul, São Bernardino, São Lourenço do Oeste e União do Oeste) e de Xanxerê (Abelardo Luz, Bom Jesus, Coronel Martins, Entre Rios, Faxinal dos Guedes, Galvão, Ipuçu, Jupiá, Lajeado Grande, Marema, Ouro Verde, Passos Maia, Ponte Serrada, São Domingos, Vargeão, Xanxerê e Xaxim).

Em cada município, para o ano de 2019, foram registrados o número de produtores e os seguintes dados dos cultivos: sistema de produção adotado (convencional, orgânico ou em transição); sistema de cultivo (em solo ou bancada; cultivados em substrato ou solo; tipo de abrigo utilizado); número de plantas e cultivares utilizados. Os dados foram sistematizados a fim de definir os parâmetros: número de produtores comerciais de morango por município, número de plantas de morango por município, porcentagem de produtores em cada sistema de produção, número de produtores por sistema de cultivo, número de produtores por cultivar e número de plantas por produtor.

Na Tabela 1 observa-se o número de produtores comerciais e o número de plantas de morango por município. Em 29 dos 36 municípios existem produtores de morango, o que representa 81% dos municípios da região. Chapecó, a cidade mais populosa da região, destaca-se com o maior número de produtores (quatorze) e a maior quantidade de plantas cultivadas (176.500), enquanto os municípios de Águas Frias, Irati, Jardinópolis, Nova Itaberaba, Santiago do Sul, São Lourenço do Oeste e União do Oeste não possuem produtores comerciais de morango.

O número total de produtores de morango no Oeste Catarinense em 2019 foi de 74 estabelecimentos. Rojas-Molina (2016) cita que em 2015 a região possuía apenas 7 produtores comerciais de morango. Acredita-se que este aumento esteja relacionado à elevada produtividade e à rentabilidade econômica desta cultura, ao amplo conhecimento e

Tabela 1. Número de produtores comerciais de morango e número de plantas de morango por município do Oeste Catarinense no ano de 2019

Table 1. Number of commercial strawberry growers and number of strawberry plants by municipality of western Santa Catarina region in 2019

Município	Produtores	Número de plantas
Chapecó	14	176.500
Guatambu	4	69.500
Xanxerê	6	69.500
Faxinal dos Guedes	4	30.000
Nova Erechim	2	25.000
Abelardo Luz	5	24.000
Campo Erê	2	11.000
Ipuçu	2	9.500
Coronel Freitas	3	9.500
Vargeão	1	9.100
Ponte Serrada	3	8.200
Novo Horizonte	2	7.000
São Domingos	2	6.900
Ouro Verde	2	6.700
Xaxim	3	6.000
Quilombo	4	5.200
Coronel Martins	1	5.000
Caxambu do Sul	1	4.500
Entre Rios	1	4.000
Marema	1	3.500
Formosa do Sul	1	2.000
Planalto Alegre	1	2.000
Cordilheira Alta	1	1.700
São Bernardino	2	1.700
Jupiá	1	1.500
Passos Maia	1	1.200
Lajeado Grande	2	1.160
Bom Jesus	1	1.000
Galvão	1	1.000
Águas Frias	0	0
Irati	0	0
Jardinópolis	0	0
Nova Itaberaba	0	0
Santiago do Sul	0	0
São Lourenço do Oeste	0	0
União do Oeste	0	0
TOTAL	74	503.860

aceitação pelo consumidor e pela difusão das tecnologias de cultivo na região (ANTUNES & PERES, 2013; FAGHERAZZI et al., 2017b).

O sistema de produção predominante no Oeste Catarinense é o convencional, com 84% dos produtores da mesorregião produzindo neste sistema (Figura 1). Os produtores orgânicos representam 16% do número total de produtores, sendo que destes, 4% estão em transição (não estão certificados) e 12% possuem certificação.

Apesar do crescente interesse pelos produtores brasileiros em cultivar morangos fora do solo, ainda a produção no solo, com uso de sistema de irrigação e fertirrigação por gotejamento, revestimento dos canteiros por *mulching* e cobertura dos plantios em túneis baixos é a técnica predominante no Brasil (ANTUNES & PERES, 2013). Entretanto, no Oeste Catarinense, observa-se que o cultivo em canteiros no solo é adotado por apenas 25 produtores, o que representa 34% dos produtores de morango da mesorregião (Figura 2). Já o cultivo em bancada com uso de sacos de cultivo, denominados “slabs” e sistema semi-hidropônico é adotado por 49 produtores, ou seja, 66% dos produtores. Segundo Fagherazzi et al. (2017b), apesar deste sistema exigir um alto investimento inicial para instalação, possui a vantagem de obter maior rendimento da mão de obra e melhora a ergonomia para o trabalhador. Há ainda na região

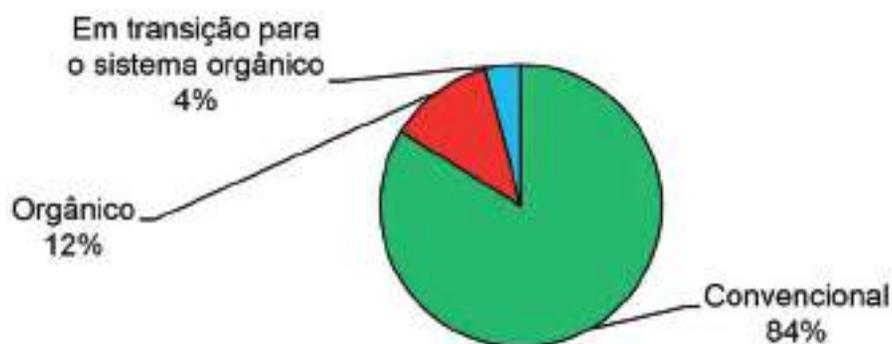


Figura 1. Sistema de produção utilizado por produtores de morango do Oeste Catarinense em 2019

Figure 1. Production system used by strawberry producers in western Santa Catarina in 2019

cinco agricultores que utilizam sistemas de cultivo elevados em vasos ou calhas, principalmente produtores orgânicos, que estão tentando adaptar o sistema de cultivo para facilitar o trabalho.

Os cultivares mais utilizados na região em 2019 foram o San Andreas, por 53 produtores, e o Albion, por 50 agricultores (Figura 3). Estes dois cultivares, juntamente com o cv. Camarosa, representam 60% do cultivo nacional de morango, destacando-se Albion como o cultivar mais cultivado e San Andreas como o cultivar com maior crescimento de mercado (FAGHERAZZI et al., 2017b). Já em Santa Catarina 84,4% dos cultivos são realizados com os cultivares Albion, Aromas e Camarosa (ROJAS-MOLINA, 2016). O cultivar Pircinque, introduzido recentemente no Brasil, destaca-se também por estar presente em 11 cultivos na mesorregião. Este cultivar é considerado promissor devido a sua

produtividade e pelas características de qualidade do fruto (FAGHERAZZI et al., 2017a). Na mesorregião também foi observado em menor expressão o uso dos cultivares Camarosa, Aromas, Camino Real, Portola, Monterey, Fronteras e Merced. Apenas três agricultores não souberam informar o cultivar de morango utilizado.

O número de plantas de morangueiro cultivadas por agricultor pode ser observado na Figura 4. O Oeste Catarinense possui 37 produtores de morango com até 2.500 plantas e 18 produtores com 2.501 a 5.000 plantas, ou seja, 74% do número de produtores da mesorregião estão nestas duas classes. O baixo número de plantas por produtor mostra que os cultivos de morangos representam ainda uma renda secundária para as propriedades.

A produção de morangos no Oeste Catarinense caracteriza-se por empre-

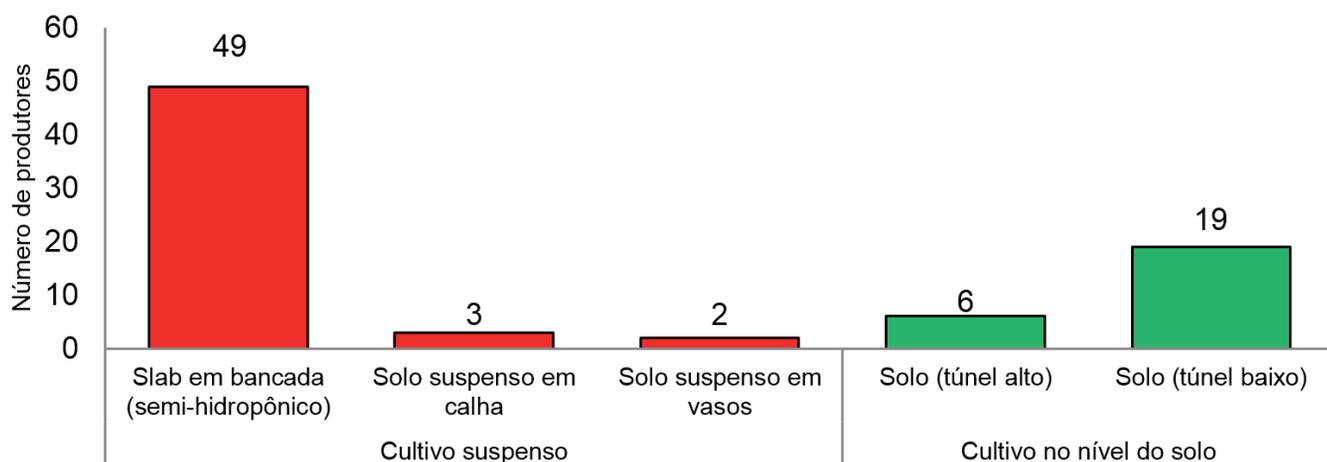


Figura 2. Número de produtores de morango por sistema de cultivo em 2019 no Oeste Catarinense

Figure 2. Number of strawberry growers by cropping system in 2019 in western Santa Catarina

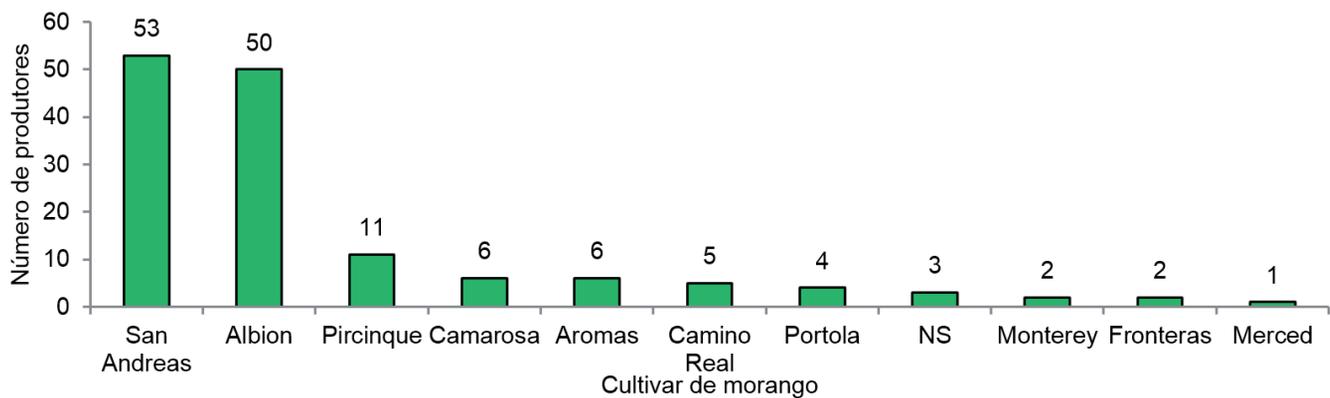


Figura 3. Número de produtores de morango por cultivar utilizado em 2019 no Oeste Catarinense (NS: não souberam informar)
 Figure 3. Number of strawberry growers per cultivar used in 2019 in western Santa Catarina (NS: could not inform)

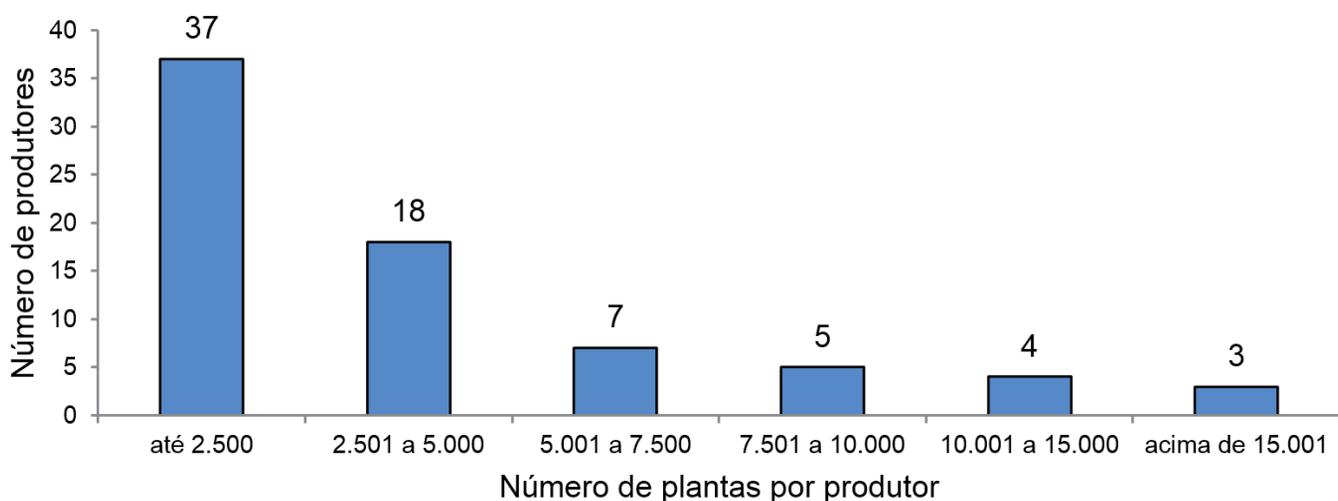


Figura 4. Número de produtores de morango no Oeste Catarinense de acordo com o número de plantas por produtor em 2019
 Figure 4. Number of strawberry growers in Western Santa Catarina according to the number of plants per grower in 2019

endimentos novos, com pequeno número de plantas por produtor, utilizando sistema de produção convencional com cultivo suspenso em sistema semi-hidropônico, principalmente com plantio dos cultivares San Andreas e Albion.

Agradecimentos

Os autores agradecem os extensionistas da Epagri da UGT 1 pelo apoio na coleta de informações que possibilitaram a elaboração desta publicação.

Referências

ANTUNES, L.E.C.; PERES, N.A. Strawberry Production in Brazil and South America. *International Journal of Fruit Science*, v.13, n.1-2, p.156-161. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/15538362.2012.698147>

FAGHERAZZI, A.F., BORTOLINI, A.J., ZANIN, D.S., BISOL, L., DOS SANTOS, A.M., GRIMALDI, F., KRETZSCHMAR, A.A., BARUZZI, G., FAEDI, W., LUCCHI, P., RUFATO, L. New strawberry cultivars and breeding activities in Brazil. *Acta Horticulturae*, Haia, v.1156, n.1, 167-170. 2017a. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1156.24>

FAGHERAZZI, A.F., GRIMALDI, F., KRETZSCHMAR, A.A., MOLINA, A.R., GONÇALVES, M.A., ANTUNES, L.E.C., BARUZZI, G., RUFATO, L. Strawberry production progress in Brazil. *Acta Horticulturae*, Haia, v.1156, n.1, 937-940, 2017b. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1156.138>

HENZ, G.P. Desafios enfrentados por agricultores familiares na produção de morango no Distrito Federal. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 3, p. 260-265, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300003>

ROJAS-MOLINA, A.R. **A cultura do morangueiro (*fragaria x ananassa* duch.) no estado de Santa Catarina: sistemas de produção e riscos climáticos.** 195p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/169228/342144.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 de março de 2020. ■

ROJAS-MOLINA, A.R. **A cultura do morangueiro (*fragaria x ananassa* duch.) no estado de Santa Catarina: sistemas de produção e riscos climáticos.** 195p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/169228/342144.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 de março de 2020. ■

ROJAS-MOLINA, A.R. **A cultura do morangueiro (*fragaria x ananassa* duch.) no estado de Santa Catarina: sistemas de produção e riscos climáticos.** 195p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/169228/342144.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 de março de 2020. ■

Temperaturas efetivas e necessidade de frio de dois cultivares de ameixeira

Rafael Anzanello¹

Resumo – Em condições temperadas e subtropicais, a ameixeira necessita passar por um período de baixas temperaturas no outono e inverno, na fase de dormência, para o alcance de brotação e floração adequadas na primavera. O objetivo deste trabalho foi caracterizar as temperaturas efetivas e a necessidade de frio para a entrada e a saída do período de dormência de gemas de dois cultivares de ameixeiras. Estacas das ameixeiras ‘Gulf Blaze’ e ‘Letícia’ foram coletadas em pomares em Veranópolis, RS, em 07/04/2017, com zero horas de frio (HF \leq 7,2°C) em campo. As estacas foram divididas em segmentos de nós isolados (estacas com 7cm contendo uma única gema composta), inseridas em espuma fenólica umedecida e mantidas, em câmaras incubadoras, a quatro intensidades de frio (3°C, 6°C, 9°C e 12°C) e seis períodos de frio para a ‘Gulf Blaze’ (0 a 500 HF) e nove períodos de frio para a ‘Letícia’ (0 a 800 HF). A cada 100 HF, uma parcela das estacas foi transferida para a temperatura de 25°C para indução e avaliação da brotação das gemas. A necessidade de frio no período de dormência foi de 200 HF para a ‘Gulf Blaze’ e de 600 HF para a ‘Letícia’. O intervalo de temperaturas efetivas de frio para a superação da dormência foi maior para a ‘Gulf Blaze’ (3°C a 12°C), se comparado ao de ‘Letícia’, que ficou entre 3°C a 6°C.

Termos para indexação: Horas de frio; brotação; *Prunus salicina*.

Effective temperatures and chilling requirement of two plum cultivars

Abstract – Plum trees need to go through a period of low temperatures in the autumn and winter, in the dormancy phase, to achieve adequate budburst and flowering in the spring. The objective of this study was to characterize the effective temperatures and the chilling requirement to induce and overcome the dormancy period of two plum cultivars, Gulf Blaze and Letícia. Twigs of these cultivars were collected in orchards located in Veranópolis, RS, on 04/07/2017, before any chilling accumulation (hours of temperature \leq 7.2 °C) had occurred. The twigs were cut into single-node cuttings (cuttings 7 cm long, containing a single composite bud), inserted in moistened phenolic foam and taken to incubator chambers at four temperatures (3°C, 6°C, 9°C and 12°C) and six periods of treatment duration for the Gulf Blaze cultivar (0 to 500 CH) and nine periods for the ‘Letícia’ (0 to 800 CH). At each 100 CH, a portion of the cuttings was transferred to the temperature of 25°C for induction and evaluation of the budburst. The chilling requirement in the dormancy period was of 200 CH for the ‘Gulf Blaze’ and 600 CH for the ‘Letícia’. The interval of effective cold temperatures to overcome dormancy was greater for the ‘Gulf Blaze’ (3°C to 12°C), compared to ‘Letícia’, which stayed between 3°C to 6°C.

Index terms: Chilling hours; budburst; *Prunus salicina*.

Introdução

A cultura da ameixeira (*Prunus salicina* L.) apresenta grande importância nacional e mundial. A ameixa ocupa a 3ª posição nas importações brasileiras de frutas temperadas, sendo oriundas principalmente da Argentina (47,3%), da Espanha (25%) e do Chile (21,3%) (FAO, 2018). No Brasil, a ameixeira é cultivada principalmente para produção de frutos para consumo *in natura* (EIDAM et al., 2012). No ano de 2017, a área cultivada com ameixeira no país foi

de 4.200 hectares, com produção anual de cerca de 40 mil toneladas, concentrada nas regiões Sul e Sudeste, sendo os principais estados produtores Santa Catarina, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais (EMBRAPA, 2017).

Frutíferas de clima temperado, como a ameixeira, necessitam passar por um período de baixas temperaturas no outono e no inverno, no período de dormência, para terem brotação e floração adequadas na primavera. A quantidade de frio necessária para superar a dormência é regulada pela espécie e

pelo cultivar da frutífera, podendo variar de 100 a 2000 horas de frio (HF) (HAWERROTH et al., 2010). Para Guo et al. (2014), em um sistema produtivo, a satisfação da necessidade de frio para a superação da dormência é essencial para evitar desordens fenológicas, como brotação e floração insuficientes e/ou desuniformes. Uma má brotação ou brotação desuniforme pode comprometer tanto a produção quanto a distribuição dos ramos na planta, e a má floração e a sua desuniformidade podem acarretar prejuízos à polinização e, por

Recebido em 22/7/2020. Aceito para publicação em 29/10/2020.

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural/Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, BR 470, km 170,8, C.P. 44, Bairro Sapopema, Cep. 95330-000, Veranópolis, RS, fone (54) 3441-1374, e-mail: rafael-anzanello@agricultura.rs.gov.br

consequência, à frutificação.

Para mensurar o requerimento de frio necessário para a superação da dormência das gemas, o método mais comumente utilizado é o de acúmulo de Horas de Frio, temperaturas $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ (WEINBERGER, 1950). Entretanto, este modelo é limitado, uma vez que não considera que temperaturas acima de $7,2^{\circ}\text{C}$ possam ser eficientes para superação da dormência (LUEDELING & BROWN, 2011). Existem derivações do modelo de HF $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$, como aquelas defendidas por Spadari & Giovaninni (2009) que consideram HF $\leq 10^{\circ}\text{C}$ para videira e por Júnior et al. (2007) de HF $\leq 13^{\circ}\text{C}$ para pessegueiro e nectarineira no período de dormência. Há também outros modelos de estimativa do acúmulo de frio como, por exemplo, os modelos de Utah (RICHARDSON et al., 1974) e de Carolina do Norte (SHALTOUT & UNRAITH, 1983), cujos valores são expressos em Unidades de Frio e não consideram um valor fixo de temperatura. Estes novos modelos são mais acurados por apresentarem maior abrangência de temperaturas efetivas e incorporarem efeitos negativos para temperaturas mais elevadas.

Na Região Sul do Brasil, onde ocorrem grandes oscilações térmicas durante o período hibernal, provavelmente, dependendo do genótipo, outras temperaturas (diferentes de $7,2^{\circ}\text{C}$) sejam eficazes à superação da dormência (ANZANELLO & LAMPUGNANI, 2019). A literatura disponível é limitada quanto a trabalhos que abordem as temperaturas efetivas durante o período de dormência para genótipos de diferentes ciclos fenológicos, e poucos descrevem a necessidade de frio para cultivares de ameixeira. Essas informações são relevantes na compreensão da relação clima-planta e da fisiologia da planta para subsidiar o planejamento de cultivo e, conseqüentemente, otimizar o manejo e as práticas culturais adaptadas às principais regiões produtoras de ameixeira do Sul do Brasil.

O conhecimento do requerimento de frio das cultivares é importante para a escolha das espécies e dos cultivares para cada local de cultivo (ANZANELLO

& LAMPUGNANI, 2020). Além disso, permite determinar a necessidade de aplicação de produtos químicos sintéticos para complementar o requerimento em frio e iniciar um novo ciclo vegetativo e reprodutivo das plantas em locais e/ou anos onde o frio é insuficiente para superar a dormência das cultivares (MORAIS & CARBONIERI, 2015).

O objetivo deste estudo foi caracterizar as temperaturas efetivas e a necessidade de frio de dois cultivares de ameixeiras no período de dormência.

Material e métodos

O material experimental consistiu na amostragem de ramos de um ano (formados na primavera anterior) dos cultivares de ameixeira Gulf Blaze, de ciclo precoce, e do cultivar Letícia, de ciclo tardio. As estacas coletadas mediam de 30-40cm de comprimento, 1,0-1,5cm de diâmetro e continham aproximadamente 10 gemas compostas por estaca, sem a presença de folhas. Considerou-se cada gema composta formada por uma gema vegetativa e duas gemas floríferas. Na seleção do material para coleta foram considerados o desenvolvimento das gemas (gemas bem fechadas), a sanidade e o vigor das estacas, priorizando aquelas com crescimento intermediário.

As estacas foram amostradas em pomares no município de Veranópolis, RS, no início do período hibernal de 2017 (07/04/2017). Os ramos, após coletados no campo, passaram por um processo de limpeza, conforme metodologia proposta por Anzanello et al. (2014).

Após a desinfestação, os ramos foram processados em estacas de nós isolados (estacas com 7cm, contendo uma única gema composta) (RAGEAU, 1978). As estacas foram plantadas em potes com espuma fenólica umedecida e submetidas, em câmaras incubadoras climatizadas, a quatro temperaturas (3°C , 6°C , 9°C e 12°C) e seis períodos de frio para o cultivar Gulf Blaze (0 a 500 HF) e nove períodos de frio para o cultivar Letícia (0 a 800 HF). A cada 100 HF, uma parcela das estacas foi transferida para a temperatura de 25°C e fotope-

ríodo de 12 horas de luz para indução da brotação das gemas e avaliação da porcentagem de brotação. Considerando os percentuais de brotação, duas etapas do processo de dormência foram consideradas: *i)* indução da dormência, sinalizada pela redução da capacidade inicial de brotação das gemas, conforme descrito por Anzanello (2019); *ii)* superação da dormência, compreendida entre a pós-indução da dormência até a retomada da brotação das gemas a níveis altos (70% ou mais) (ANZANELLO & LAMPUGNANI, 2020).

O delineamento utilizado no experimento foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial com cultivares, temperaturas e períodos de frio, sendo cada combinação composta por três repetições (3 potes com 10 estacas cada). A adoção do delineamento em blocos visou controlar possíveis diferenças de circulação de ar no interior das câmaras incubadoras.

A avaliação da brotação foi realizada ao final de 35 dias sob temperatura de 25°C . Os dados referentes à taxa de brotação final (porcentagem de gemas brotadas) foram submetidos à análise de variância e, quando as diferenças foram significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A irrigação das estacas nas câmaras incubadoras foi realizada a cada 48-72 horas, repondo a água para saturar a espuma fenólica. O controle preventivo de doenças nas estacas foi realizado pela utilização de defensivos químicos à base de pirimetamil e tebuconazol (sistêmicos) e iprodiona e captan (contato), pulverizados na dosagem de 1,5 a 2,0ml L^{-1} , exceto aquele à base de tebuconazol, cuja dosagem foi de 1,0ml L^{-1} . A aplicação foi realizada a cada 14 a 21 dias, intercalando-se os produtos de contato e sistêmico.

Resultados e discussão

Os cultivares de ameixeira apresentaram necessidades distintas de frio para indução e superação da dormência (Figura 1). A necessidade total de frio na dormência do cultivar Gulf Blaze foi de 200 HF e do cultivar Letícia foi de 600 HF

(Figura 1). Destes totais, 100 HF e 200 HF foram necessários para a indução da dormência e 100 HF e 400 HF para a superação da dormência nos cultivares Gulf Blaze e Letícia, respectivamente (Figura 1). Há uma relação direta entre a fenologia dos cultivares em campo (datas de brotação e floração) e suas necessidades em frio. Conforme Grellmann & Simonetto (1996), cultivares com menor exigência de frio são mais precoces para o início do ciclo vegetativo porque o suprimento das horas de frio destas ocorre naturalmente antes em campo. Na região serrana do RS, o cultivar Gulf Blaze apresenta ciclo fenológico precoce, com floração compreendida entre 02/07 a 13/08, e o cultivar Letícia, ciclo tardio, com floração entre 08/09 a 24/09 (SIMONETTO et al., 2007).

Para a indução da dormência, todas as temperaturas testadas mostraram-se eficientes, não havendo diferenças significativas entre elas para ambos os cultivares (Figura 1). A temperatura do ar, juntamente ao fator fotoperíodo, é tida como determinante para a entrada em dormência das frutíferas de clima temperado (HAWERROTH et al., 2010). Para a superação da dormência, no cultivar Gulf Blaze, as temperaturas de 3°C, 6°C, 9°C e 12°C apresentaram eficiência similar (Figura 1A). Já, para o cultivar Letícia, somente as temperaturas mais baixas (3°C e 6°C) foram efetivas, alcançando índices de brotação superiores estatisticamente às temperaturas mais altas (9°C e 12°C) a partir de 600 HF (Figura 1B). Isso mostra que, para cultivares de ameixeira com menor exigência de frio hibernal, o inverno pode ser mais ameno, enquanto cultivares de maior exigência de frio necessitam inverno mais intenso e rigoroso para uma adequada superação da dormência das gemas.

Os modelos de unidades de frio (UF), que conferem pesos a diferentes intervalos de temperatura (RICHARDSON et al., 1974; SHALTOUT & UNRATH, 1983), consideram 1 h a temperaturas de 3°C e 6°C como uma unidade de frio (1 UF) e 1 h a temperaturas de 9°C e 12°C equivalente a 0,5 UF. Os resultados no presente trabalho mostram que a efetividade das temperaturas mais altas (9°C e

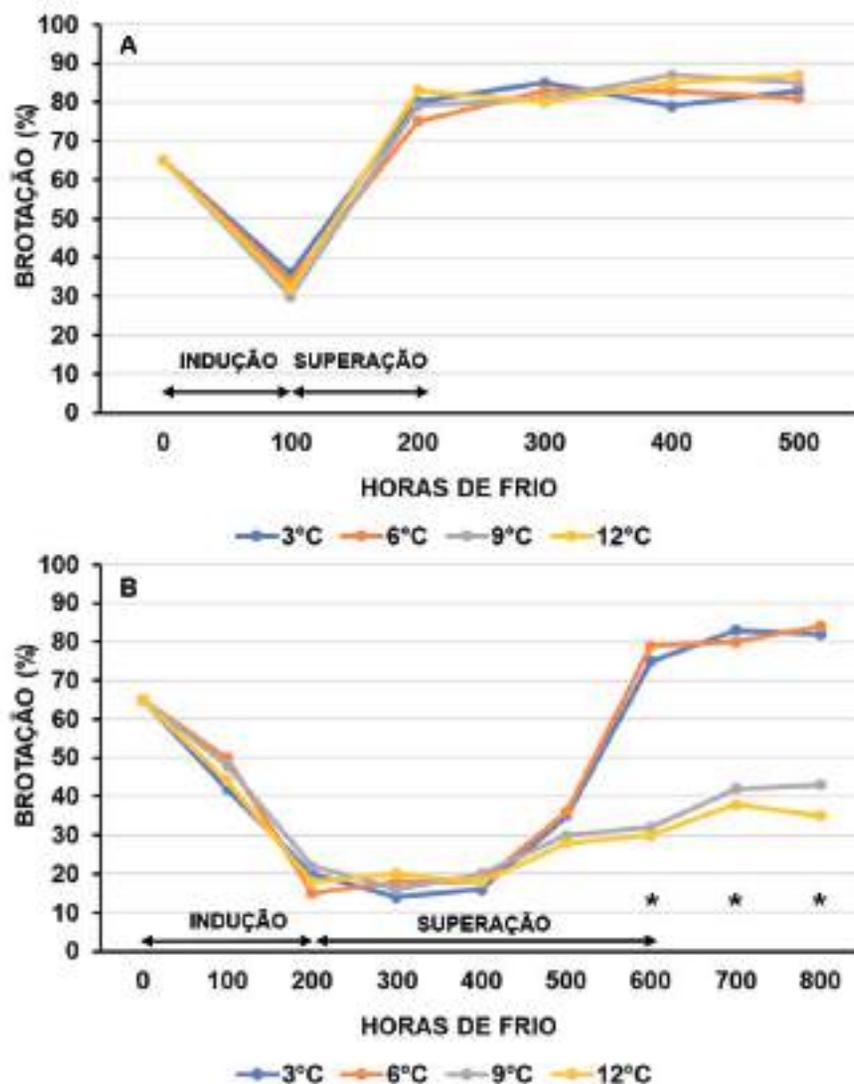


Figura 1. Porcentagem de brotação de gemas dos cultivares Gulf Blaze (A) e Letícia (B) submetidos a diferentes temperaturas e períodos de frio na dormência. Indução da dormência: sinalizada pela redução da capacidade inicial de brotação das gemas; Superação da dormência: compreendida entre a pós-indução da dormência até retomada da brotação das gemas em níveis altos. Diferenças significativas no % de brotação, dentro de cada período de frio, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), encontram-se assinalados com (*).
 Figure 1. Budburst percentage of Gulf Blaze (A) and Letícia (B) cultivars submitted to different temperatures and cold periods in the dormancy. Dormancy induction: signaled by the reduction of the budburst initial capacity; Overcoming dormancy: between post-induction of dormancy until the reach at high levels of budburst. Significant differences in the budburst percentage, within each cold period, by the Tukey test ($p \leq 0.05$), are marked with (*).

12°C) foi igual às mais baixas (3°C e 6°C) para a superação da dormência no cultivar Gulf Blaze, indicando a necessidade de se reavaliar os modelos de UF para a predição da brotação em espécies e/ou cultivares frutíferas temperadas que apresentam menor necessidade de frio. Ao aplicar os modelos de Utah e de Carolina do Norte, enquanto as tem-

peraturas de 3°C e 6°C possibilitaram a superação da dormência do cultivar Gulf Blaze, com 200 UF, às temperaturas de 9°C e 12°C foram necessárias 100 UF. Um modelo ideal de UF estimaria a mesma exigência de frio, independentemente do regime térmico usado, o que mostra que tais modelos são imprecisos para cultivares de baixa exigência de ▶

frio. Para o cultivar Letícia, os modelos de UF conferiram uma maior acurácia, atingindo 600 UF para a superação da dormência a 3 e 6°C, e podendo ter a saída da dormência estimada com 1.200 HF a 9°C e 12°C (o que equivaleria a 600 UF), porém o experimento foi terminado antes desse período.

Putti et al. (2003) afirmam a importância de se considerar intervalos maiores de temperaturas para modelagem da dormência em cultivares de macieira com menor exigência em frio. Trabalhando com pessegueiro, Chavarria et al. (2009) também observaram que temperaturas amenas de 10°C e 15°C durante a dormência promovem adequados níveis de brotação para cultivares de baixa exigência em frio, como 'Turmalina' e 'Ágata'. Portanto, estas informações mostram que modelos de previsão do *status* da dormência e da capacidade de brotação devem ser específicos para cada grupo de cultivar, considerando os contrastes de efeitos de cada faixa de temperatura. No modelo de HF já são aplicados outros referenciais (HF \leq 10°C e HF \leq 13°C) para algumas frutíferas (JÚNIOR et al., 2007; SPADARI & GIOVANNINI, 2009) havendo, portanto, derivações do modelo de HF \leq 7,2°C, não sendo esse limiar térmico considerado unânime e único, ao referenciar as HF para superação da dormência. De modo geral, observa-se que a necessidade em frio dos cultivares depende não apenas da quantidade, mas da qualidade do frio, sendo que os cultivares considerados de baixa necessidade respondem a temperaturas mais altas comparativamente àquelas de maior exigência em frio.

No caso da ameixeira, as gemas compostas são formadas por uma gema central vegetativa e duas laterais floríferas (FÁDON et al., 2020). Para Petri et al. (2006), a dormência se localiza nas gemas, e a necessidade em frio varia entre gemas de uma mesma planta. As gemas vegetativas, em geral, requerem maior quantidade de frio do que as gemas floríferas (PETRI et al., 2006). Este motivo justifica porque se optou por estudar apenas as gemas vegetativas (% de brotação), uma vez que suprindo a ne-

cessidade de frio desse tipo de gemas, automaticamente atende-se também a necessidade de frio das gemas floríferas.

Pesquisas com dormência de gemas em frutíferas, quantificando a necessidade de frio dos cultivares, apresentam aplicabilidades agrônomicas importantes (CARVALHO et al., 2012). Com o conhecimento da necessidade de frio dos cultivares, é possível subsidiar a elaboração e o uso adequado de zoneamentos agroclimáticos, uma vez que estes são elaborados de forma a combinar as exigências das espécies com as disponibilidades climáticas das diferentes regiões (COOKE et al., 2012; WOLLMANN & GALVANI, 2013), permitindo definir os cultivares mais propícios para o plantio em cada local de cultivo, conforme seu requerimento em frio (ANZANELLO & LAMPUGNANI, 2020). Os resultados do presente trabalho mostram que o cultivar Letícia é mais indicado para locais de maior altitude e frio, enquanto o cultivar Gulf Blaze é recomendado para locais de invernos mais amenos ou para locais com microclima específico que não corra risco de geadas nos meses de agosto e setembro.

A escolha de cultivares para determinado local e as diversas práticas de manejo são baseadas na fenologia das plantas. O conhecimento das necessidades de frio dos cultivares permite o uso racional de produtos indutores de brotação (PETRI et al., 2014), com melhor resultado e menor desperdício de insumos, se acompanhado do monitoramento da ocorrência anual de frio no período hibernar (ANZANELLO et al., 2018). As principais regiões de produção de frutas temperadas no Sul do Brasil, incluindo os estados de SC e RS, variam em disponibilidade de frio conforme a sua altitude e latitude, com uma média de 211 a 867 HF (PETRI et al., 2019). Dependendo da espécie e do cultivar, tais regiões satisfazem as necessidades das plantas ou são marginais ao cultivo (ex.: cultivares mais exigentes em frio de macieira e cerejeira). Além disso, grandes diferenças ocorrem de um ano para o outro, acarretando frequente insuficiência em HF para a superação da dor-

mência. Diante disso, o cultivar Letícia necessita, reiteradamente, que se usem indutores de brotação para a superação da dormência.

A maior parte dos estudos em modelagem da dormência foram realizados com pessegueiro e macieira (LUEDELING & BROWN, 2011), sendo pouco explorados para ameixeiras, sobretudo para as condições do Sul do Brasil. A presente proposta promove progresso científico pelo ineditismo e originalidade de seus resultados, os quais poderão subsidiar futuras pesquisas sobre mecanismo da dormência em ameixeiras e seu potencial para desenvolvimento e/ou ajustes de modelos para predição da brotação nesta cultura.

A caracterização das exigências térmicas na dormência é importante ainda ao considerar as perspectivas de elevação da temperatura global, com tendência de queda progressiva na disponibilidade de horas de frio no estado do RS (CARDOSO et al., 2012). Esta mudança climática pode impactar diretamente o estado de dormência e a capacidade de brotação e floração da ameixeira e de outras espécies frutíferas de clima temperado.

Conclusões

- A necessidade de frio é de 200 HF de 3 a 12°C para o cultivar Gulf Blaze e de 600 HF de 3 a 6°C para o cultivar Letícia.

- O intervalo de temperaturas efetivas de frio para a superação da dormência abrange temperaturas mais altas (3°C a 12°C) para o cultivar Gulf Blaze, se comparado ao de 'Letícia', que se situa entre 3°C e 6°C.

Referências

ANZANELLO, R.; LAMPUGNANI, C.S. Requerimento de frio de cultivares de pessegueiro e recomendação de cultivo no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.26, n.1, p.18-28, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36812/pag.202026118-28>.

ANZANELLO, R.; LAMPUGNANI, C.S. Necessidade de frio no período da dormência em pessegueiros. **Scientia Rural**, Ponta Grossa, v.19, n.1, p.1-8, 2019.

- ANZANELLO, R. Evolution of the grapevine bud dormancy under different thermal regimes. **Semina: Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 40, n. 6, p. 3419-3428, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl3p3419>.
- ANZANELLO, R., FIALHO, F.B.; SANTOS, H.P. Chilling requirements and dormancy evolution in grapevine buds. **Ciência e Agro- tecnologia**, Lavras, v.42, n.4, p.364-371, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542018424014618>.
- ANZANELLO, R.; FIALHO, F.B.; SANTOS, H.P.; BERGAMASCHI, H.; MARODIN, G.A.B. Métodos biológicos para avaliar a brotação de gemas em macieira para modelagem da dormência. **Semina: Ciências Agrárias**, Curitiba, v.35, n.3, p.1163-1176, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1163>.
- CARDOSO, L.S.; BERGAMASCHI, H. BOSCO, L.C.; PAULA, V.A. de; MARODIN, G.A.B; CASAMALI, B.; NACHTIGALL, G.R. Disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.11, p.1960-1967, 2012.
- CARVALHO, R.I.N.; PEREIRA, G.P.; PRADO, A.E.; BIASI, L.A.; ZANETTE, F. Endodormancy of apple and pear buds in a region of low chill occurrence in Brazil. **Acta Horticulturae**, Hague, n.932, p.447-451, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.932.65>
- CHAVARRIA, G.; HERTER, F.G.; RASEIRA, M.C.B.; RODRIGUES, A.C.; REISSER, C.; SILVA, J.B. Mild temperatures on bud breaking dormancy in peaches. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.7, p.2016-2021. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000700010>.
- COOKE, J.E.K.; ERIKSSON, M.E.; JUNTILA, O. The dynamic nature of bud dormancy in trees: environmental control and molecular mechanisms. **Plant, Cell & Environment**, Hoboken, v.35, n.10, p.1707-1728, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2012.02552.x>.
- EMBRAPA. Ameixa: produção e qualidade crescem em São Paulo. 2017. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/programas/ameixa-producao-qualidade-crescem-sao-paulo-69866/> Acesso em: 11 setembro 2020.
- EIDAM, T.; PAVANELLO, A.P.; AYUB, R.A. Ameixeira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.1, p.1-1, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000100001>.
- FADÓN, E.; HERRERA, S.; GRERRERO, B.I.; GUERRA, M.E.; RODRIGO, J. Chilling and heat requirements of temperate stone fruit trees (*Prunus* sp.). **Agronomy**, v.10, n.3, p.1-32, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10030409>.
- FAO. FAOSTAT: production-crops. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: 06 jul. 2020.
- GRELLMANN, E.O.; SIMONETTO, P.R. **A Cultura da ameixeira**. Porto Alegre: Fepagro, 1996. 32 p. (Boletim Técnico, 4).
- GUO, L.; DAL, J.; RANJITKAR, S.; YU, H.; XU, J.; LUEDELING, E. Chilling and heat requirements for flowering in temperate fruit trees. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 58, n.6, p.1195-1206, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0714-3>.
- JÚNIOR, M.J.P.; BARBOSA, W.; ROLIM, G.S.; CASTRO, J.L. Época de florescimento e horas de frio para pessegueiros e nectarineiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.425-430, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000300005>.
- HAWERROTH, F.J. HERTER, F.G.; PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; PEREIRA, J.F.M. **Dormência em frutíferas de clima temperado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 56 p. (Documentos, 310)
- LUEDELING, E.; BROWN, P.H. A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v.55, n.3, p.411-421, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-010-0352-y>.
- MORAIS, H.; CARBONIERI, J. Horas e unidades de frio em pomares de maçã com diferentes microclimas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.1, p.1-12, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-005/14>.
- PETRI, J.L.; SEZERINO, A.A.; DE MARTIN, M.S.; PEREIRA, E.S. **Monitoramento do frio**. Caçador: Epagri, 2019. 3p. (Informe Técnico, número 005/19).
- PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; COUTO, M.; GABARDO, G.C.; HAVERROTH, F.J. Chemical induction of budbreak: new generation products to replace hydrogen cyanamide. **Acta Horticulturae**, Hague, n.1042, p.159-166, 2014. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1042.19>.
- PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; POLA, A.C. **Dormência e indução a brotação em macieira**. In: EPAGRI. A cultura da macieira. Florianópolis, 2006. p.261-297.
- PUTTI, G.L.; PETRI, J.L.; MENDEZ, M.E. Temperaturas efetivas para a dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.210-212, 2003.
- RAGEAU, R. Croissance et débourrement des bourgeons végétatifs de pêcher (*Prunus persica* L. Batsch) au cours d'un test classique de dormance. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, Serie D, Paris, v.287, p.1119-1122, 1978.
- RICHARDSON E.A.; SEELEY, S.D.; WALKER, D.R. A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Elberta peach trees. **Hortscience**, Alexandria, v.9, n.4, p.331-332, 1974.
- SHALTOUT, A.D.; UNRATH, C.R. Rest completion prediction model for 'Starkrimson Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.6, p.957-961, 1983.
- SIMONETTO, P.R.; FIORAVANÇO, J.C.; RASEIRA M.C.B.; GRELLMANN, E.O. **Fenologia e características agrônomicas de cultivares de ameixeira (*Prunus salicina*)**: Recomendadas para a Região Serrana do RS. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2007. (Circular Técnica, 26).
- SPADARI, L.; GIOVANNINI, E. Quebra de dormência em 'Cabernet Sauvignon' (*Vitis vinifera* L.) com cianamida hidrogenada. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, Bento Gonçalves, v.1, n.1, p.20-28, 2009.
- WOLLMANN, C.A.; GALVANI, E. Zoneamento agroclimático: linhas de pesquisa e caracterização teórica-conceitual. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.25, n.1, p.179-190, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132013000100014>.
- WEINBERGER, J.H. Chilling requirements of peach varieties. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v.56, n.1, p.122-128, 1950. ■

Flutuação populacional do percevejo-do-grão, *Oebalus* spp. (Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina

Eduardo Rodrigues Hickel¹ e Douglas George de Oliveira²

Resumo – Os percevejos-do-grão são pragas de difícil controle em arroz irrigado. Em Santa Catarina ocorrem *Oebalus poecilus* (Dallas) e *Oebalus ypsilongriseus* (DeGeer) (Hemiptera: Pentatomidae). O conhecimento da flutuação populacional dessas espécies permitiria equacionar o controle químico conforme os preceitos do manejo integrado de pragas. Desta forma, objetivou-se monitorar a atividade de voo de *Oebalus* spp. para conhecer a flutuação populacional e determinar as épocas de maior ocorrência das espécies e morfologias nas lavouras. Armadilhas luminosas foram instaladas em áreas de cultivo de arroz irrigado na Estação Experimental da Epagri em Itajaí, SC e no Centro de Treinamento da Epagri, em Araranguá, SC. A partir de setembro de 2008 a abril de 2020, as armadilhas foram ligadas das 16 às 9 horas, uma vez por semana, exceto de maio a agosto de cada ano, quando permaneceram desligadas. A flutuação populacional do percevejo-do-grão em arroz irrigado caracteriza-se por dois momentos de maior incidência de indivíduos, em novembro/dezembro e em fevereiro, correspondendo aos períodos de ocorrência de percevejos hibernados e dos enxames de verão, respectivamente. A espécie *Oebalus poecilus* (Dallas) prevalece sobre *Oebalus ypsilongriseus* (DeGeer) e as populações com morfologias hibernal ou estival ocorrem alternadamente ao longo da safra, sobrepondo-se apenas a partir de meados de fevereiro.

Termos para indexação: ecologia; dinâmica populacional; manejo de pragas; *Oryza sativa*.

Population dynamics of rice stink bugs, *Oebalus* spp. (Hemiptera: Pentatomidae), in Santa Catarina state, Brazil

Abstract – The rice stink bugs are pests of difficult control in irrigated rice. In Santa Catarina, *Oebalus poecilus* (Dallas) and *Oebalus ypsilongriseus* (DeGeer) (Hemiptera: Pentatomidae) predominate. The knowledge of the population dynamics of these species, would allow to proper timing the chemical control according to the precepts of integrated pest management. The aim of this study was monitoring the rice stink bugs flight activity to know their population dynamics and the periods of greatest occurrence of species and morphologies in rice fields. Light traps, were set in irrigated rice fields at Epagri Experimental Station, in Itajaí, SC and at Epagri Training Center, in Araranguá, SC. From September 2008 to March 2020 the light traps were turned on, from 16pm to 9am once a week, except from May to August of each year when they remained turned off. The population dynamics of the rice stink bug in irrigated rice is characterized by two moments of greater bug catches, in November/December and in February, corresponding to the periods of occurrence of hibernates and summer stink bug swarms, respectively. The species *Oebalus poecilus* (Dallas) prevails over *Oebalus ypsilongriseus* (DeGeer) and populations with winter or summer morphologies occur alternately throughout the season, only overlapping from mid-February.

Index terms: ecology; pest occurrence; integrated pest management; *Oryza sativa*.

Introdução

Os percevejos-do-grão são pragas frequentes do arroz irrigado no Brasil. Duas espécies ocorrem nas lavouras, sendo que *Oebalus poecilus* (Dallas) prevalece sobre *Oebalus ypsilongriseus* (DeGeer) (FERREIRA et al., 2001; COUTO et al., 2006). Estas duas espécies diferenciam-se pela quantidade de manchas amarelas no dorso e pelo formato do corpo. *O. ypsilongriseus* tende a ser

mais esguio e de coloração geral mais clara, sendo que as manchas amarelas do dorso formam a letra Y (BARRIGOS-SI, 2008). Os hábitos e a biologia dessas espécies são similares e, portanto, foram considerados em conjunto nesta pesquisa.

Espécies de *Oebalus* (Hemiptera: Pentatomidae) causam danos em lavouras de arroz irrigado por todo o continente americano. *Oebalus pugnax* (F.) é a principal espécie norte-americana,

com ampla distribuição nos Estados Unidos e em Cuba (RASHID et al., 2006). Em Cuba, também ocorre com igual severidade *Oebalus insularis* (Stål) (ARIAS & GUTIERREZ, 1986). *Oebalus griseocens* (Sailer) é a espécie difundida pela América Central e *Oebalus ornatus* (Sailer) ocorre na Colômbia e norte da América do Sul (PANTOJA et al., 2000).

Tanto em *O. poecilus* como em *O. ypsilongriseus* ocorre dimorfismo morfológico em função da época do ano,

Recebido em 26/8/2020. Aceito para publicação em 30/10/2020.

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

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

desencadeado pelo fotoperíodo no desenvolvimento ninfal (ALBUQUERQUE, 1993). Isto resulta na existência de adultos estivais: maiores, mais coloridos e com espinhos torácicos salientes; e adultos hibernantes: menores, de coloração dorsal predominante marrom e cujos espinhos são curtos e arredondados ou até ausentes. A diapausa ocorre nos meses de baixa temperatura e de ausência de gramíneas hospedeiras (ALBUQUERQUE, 1993; SANTOS et al., 2006).

O ciclo biológico completa-se em cerca de 45 dias, sendo o período ninfal em torno de 40 dias e 5 dias a incubação dos ovos. As ninfas passam por cinco estágios de desenvolvimento, sendo o primeiro estágio completado em 3 dias e os seguintes em 7, 8, 9 e 13 dias, respectivamente (AMARAL, 1949; FERREIRA et al., 2001). Em laboratório, a longevidade média de adultos acasalados é de 101 dias para os machos e 88 dias para as fêmeas. Entretanto, para os adultos das gerações estivais, a longevidade é menor, em média 35 dias. Fêmeas com intensa atividade de postura vivem em média 14 dias e morrem 8 dias após a última postura (FERREIRA et al., 2001). Estima-se que, durante a permanência do arroz no campo, de duas a três gerações do percevejo se completam. Contudo, como os insetos que chegam ao arroz já são de gerações estivais, acredita-se que outras duas ou três ocorreram anteriormente na vegetação nativa (DOUGLAS, 1939; FERREIRA et al., 2001).

No Sul do Brasil, os registros da flutuação populacional de *Oebalus* spp. no período de cultivo do arroz são escassos, o que dificulta o desenvolvimento e a adoção de novas estratégias para o manejo da praga, bem como a racionalização da aplicação de inseticidas (HICKEL et al., 2016).

O percevejo-do-grão apresenta fototropismo positivo, o que viabiliza o emprego de armadilhas luminosas para os estudos de flutuação populacional.

Assim, foi objetivo desta pesquisa monitorar a atividade de voo de *Oebalus* spp. para conhecer a flutuação populacional e determinar as épocas de maior ocorrência das espécies e morfologias nas lavouras.

Material e métodos

O estudo foi conduzido desde a safra 2008/09, na Estação Experimental da Epagri (EEI), em Itajaí, SC, inicialmente em duas quadras de arroz irrigado, uma de 0,15ha (quadra C1, 26°56'44"S e 48°45'42"O) e outra de 0,24ha (quadra F8, 26°56'38"S e 48°45'31"O). A partir da safra 2015/16, foi incorporada ao estudo outra quadra, de 0,38ha (quadra F1, 26°56'44"S e 48°45'31"O). Estas quadras estão inseridas na área experimental de arroz irrigado de 11,5ha da EEI. Entre as safras 2012/13 e 2015/16, o estudo também foi conduzido na área de arroz irrigado de 25ha do Centro de Treinamento da Epagri em Araranguá, SC, (quadra Cetrar, 28°55'53"S e 49°29'52"O), cerca de 300km ao sul de Itajaí.

Em todas as safras e quadras da EEI, o sistema de cultivo adotado foi o pré-germinado, conforme preconizado por Eberhardt & Schiocchet (2015), porém sem a aplicação de inseticidas. No "Cetrar", foi praticado o cultivo orgânico em sistema pré-germinado, conforme preconizado por Noldin et al. (2015). As sementes ocorreram sempre no primeiro decêndio de setembro na quadra C1 e no último decêndio de setembro nas quadras F1 e F8. Na quadra Cetrar a sementeira foi sempre no primeiro decêndio de novembro.

Armadilhas luminosas, modelo "Luiz de Queiroz" com luz negra (T8 15W BL LE), foram suspensas em postes de concreto, na altura³ de 1,5m do solo, sendo duas posicionadas nas quadras F1 e Cetrar e uma na F8. Na quadra F1 foi instalada, em tripé metálico, uma armadilha luminosa solar "Sonne", equipada com lâmpada de 3W de LEDs azuis e UVs (ul-

travioleta) (KNABBEN et al., 2019). As armadilhas foram posicionadas ao lado da taipa, na metade do maior comprimento da quadra. A armadilha adicional da quadra C1 foi posicionada no canto nordeste. Para limitar a entrada de insetos maiores, uma tela de náilon (10 x 10mm de malha) foi colocada circundando as aletas das armadilhas.

Anualmente, no período de 30/07 a 27/04, as armadilhas foram ligadas das 16 às 9 horas uma vez por semana, ficando inoperantes na entressafra (maio a agosto). Os insetos atraídos foram aprisionados em sacos plásticos de 20L, fixados no funil coletor da armadilha, de onde posteriormente efetuou-se a triagem e contagem dos percevejos. A partir da safra 2016/17, as capturas de percevejo nas armadilhas da EEI foram discriminadas pela espécie e morfologia corporal, conforme os descritores em Albuquerque (1993) e Barrigossi (2008). Com o registro das contagens foram confeccionados os gráficos de flutuação populacional, bem como estabelecidos os eventuais períodos de maior ocorrência no campo, tanto de espécies como de morfologias corporais. Para o cálculo das médias de capturas de indivíduos, as datas nas diferentes séries temporais foram padronizadas, de acordo com os períodos semanais de cada mês.

Resultados e discussão

A flutuação populacional do percevejo-do-grão em Santa Catarina é apresentada na Figura 1. Conforme salientam Hickel et al. (2019), há dois períodos de maior ocorrência de indivíduos. O primeiro, entre meados de novembro e dezembro, corresponde à movimentação dos hibernados, ou seja, aqueles adultos que passaram o inverno em diapausa e, nesse período, abandonam os sítios de hibernação (SANTOS et al., 2006). O segundo momento, durante o mês de fevereiro em Itajaí e do final de fevereiro ao início de abril em Araranguá, corresponde ao período dos ▶

³ Altura entre o nível do solo e a abertura do funil coletor da armadilha luminosa.

enxames, quando grandes quantidades de indivíduos se dispersam entre as lavouras (ALBUQUERQUE, 1993; COUTO et al., 2006). Esse segundo momento coincide com boa parte das lavouras no estágio de enchimento de grãos, mais suscetível ao dano pelos percevejos (HICKEL et al., 2016; 2019).

Em Araranguá, a população de percevejos que ocorre a partir de meados de fevereiro é de vinte a cinquenta vezes maior que a registrada em Itajaí. Isto resulta do cultivo orgânico praticado no Cetrar, que, por formar os grãos mais tarde, atrai toda a população de percevejos das lavouras de entorno, já colhidas ou em fase de colheita (HICKEL et al., 2016; 2019).

Couto et al. (2006) reportam flutuação populacional similar para *O. poecilus* e *O. ypsilongriseus* em São Miguel do Araguaia (Goiás), com as maiores populações ocorrendo em novembro e depois entre janeiro e fevereiro. Vivas et al. (2010) também registraram dois picos de ocorrência para adultos de *O. insularis* na Venezuela, sendo o primeiro em novembro, porém o segundo entre maio e junho; mas ambos coincidentes com a fase reprodutiva do arroz. Na

Colômbia, as maiores populações de *O. ornatus* ocorrem em janeiro, porém um segundo período de altas populações pode ocorrer em julho, dependendo do ciclo de plantio do arroz (PANTOJA et al., 2000). Não obstante, as observações da dinâmica populacional na Venezuela e na Colômbia resultaram apenas do monitoramento com rede de varredura no arroz, o que não permitiu detectar populações desses percevejos em hospedeiros alternativos. Algo similar ocorre com as populações de *O. poecilus* na Guiana, com picos em janeiro/fevereiro e julho/agosto (SUTHERLAND & BAHARALLY, 2003) e no Acre, com pico entre fevereiro e março, nas amostragens com rede de varredura na lavoura de arroz (FAZOLIN, 1993).

Na Florida (EUA), *O. pugnax* também tem dois períodos de altas populações na lavoura de arroz, estando o primeiro relacionado ao florescimento do cultivo principal e o segundo ao florescimento da soca (JONES & CHERRY, 1986). Contudo, Rashid et al. (2006) demonstraram que armadilhas atrativas tendem a melhor amostrar as populações de *O. pugnax*, principalmente no período que antecede ao florescimento do arroz. A

rede de varredura, nesse período, não revela a real população de percevejos, pois poucos indivíduos estão pelas áreas de lavoura. Com armadilhas atrativas, a flutuação populacional de *O. pugnax* tem igualmente dois picos, porém o primeiro ocorre entre junho e julho, em hospedeiros alternativos (durante o ciclo vegetativo do arroz no hemisfério norte); e o segundo entre agosto e setembro, na lavoura de arroz (RASHID et al., 2006).

A habilidade dos percevejos *Oebalus* formarem enxames só ocorre sobre as plantas de arroz. Nos hospedeiros primários das espécies, as gramíneas nativas de grãos grandes, não há registro da incidência de enxames (BARRIGOSI, 2008). Os percevejos *O. poecilus* predominam nos enxames, com poucos *O. ypsilongriseus* misturados. Essa prevalência de *O. poecilus* já foi reportada por outros autores e também foi constatada no presente estudo (Figura 2). A proporção de *O. ypsilongriseus* chegou, no máximo, a 30% da população de *O. poecilus*, porém, em média, foi bem mais baixa, em torno de 5%. Couto et al. (2006) verificaram que *O. ypsilongriseus* compreendia apenas 6% dos percevejos capturados nas armadilhas luminosas em São Miguel do Araguaia (Goiás), ao passo que Fazolin (1993) constatou até 16% em coletas com rede de varredura em Rio Branco (Acre). Ferreira et al. (2001) argumentam que *O. ypsilongriseus* tem maior afinidade com ambientes secos (arroz de terras altas), ao passo que *O. poecilus* predomina em ambientes úmidos (arroz irrigado).

Interessante observar que no período compreendido entre as safras 2016/17 e 2019/20, em Itajaí, SC, houve uma elevada população de percevejos no final da safra 2017/18, que depois resultou em elevada população inicial na safra 2018/19 (Figura 2). Ou seja, muitos indivíduos (hibernantes) sobreviveram entre essas duas safras. Porém, a alta população inicial da safra 2018/19 não resultou em alta população no seu final e, por consequência, a população na safra 2019/20 foi baixa. Entre outros

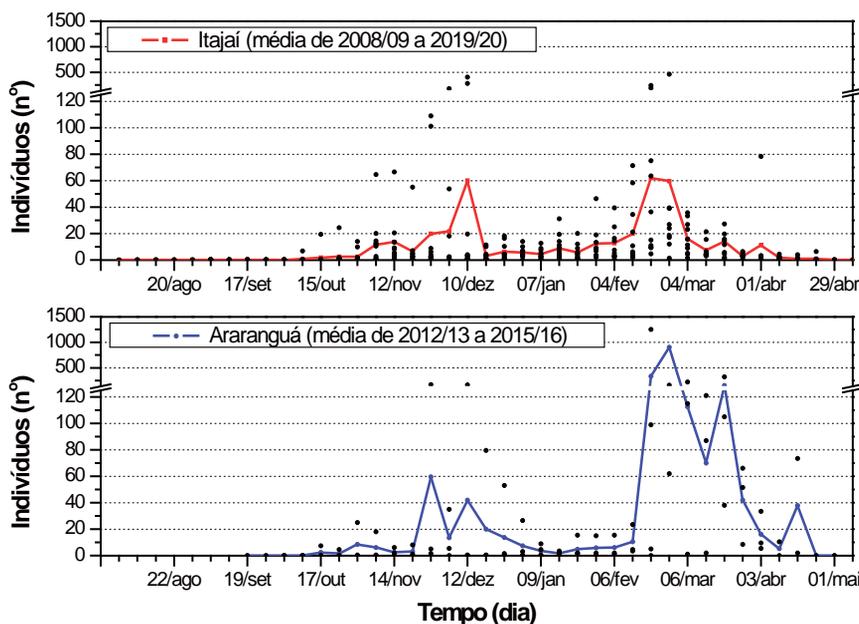


Figura 1. Flutuação populacional média de adultos de *Oebalus* spp. em Itajaí, SC, safras de 2008/09 a 2019/20 e em Araranguá, SC, safras de 2012/13 a 2015/16
 Figure 1. Average adult population dynamics of *Oebalus* spp. in Itajaí, SC, 2008/09 to 2019/20 seasons and in Araranguá, SC, 2012/13 to 2015/16 seasons

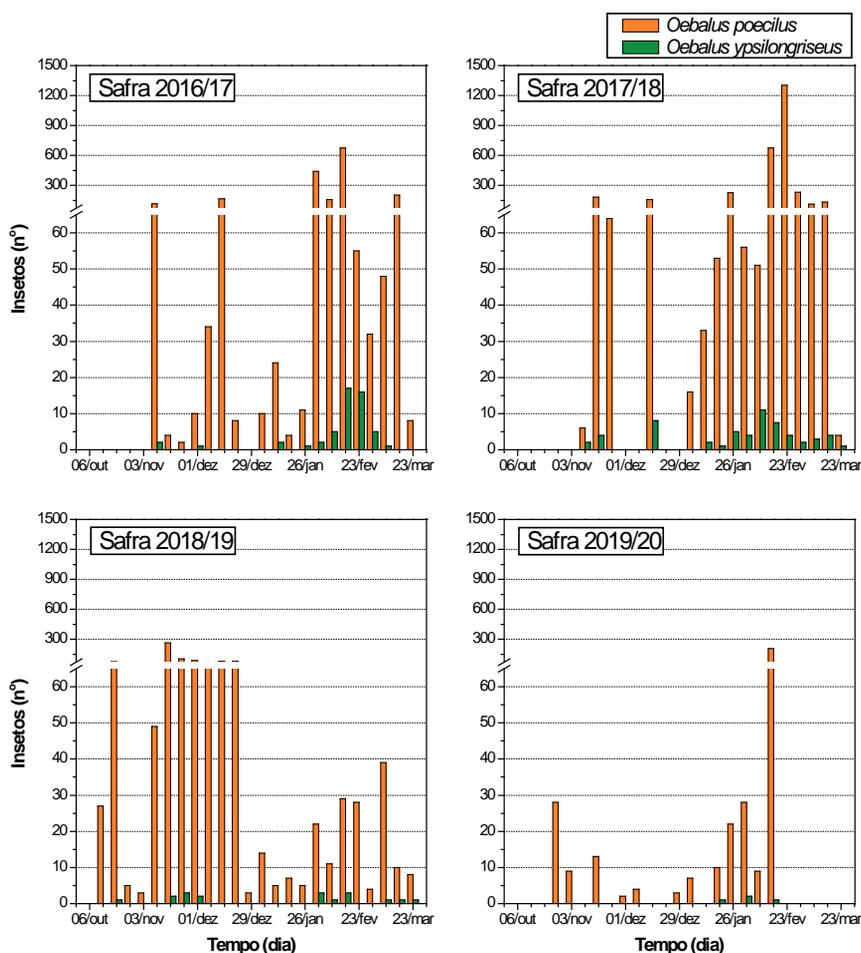


Figura 2. Ocorrência total de *O. poecilus* e *O. ypsilon-griseus* em lavouras de arroz irrigado, conforme a safra de cultivo em Itajaí, SC

Figure 2. *O. poecilus* and *O. ypsilon-griseus* total occurrence in irrigated rice fields, according to the growing season in Itajaí, SC

fatores, isso pode ter sido devido à ação dos inimigos naturais do percevejo-do-grão, numa clara reação dependente de densidade (BULMER, 1975). Fungos entomopatogênicos e microvespas são os principais agentes de controle biológico dos percevejos *Oebalus* (FERREIRA et al., 2001; HICKEL et al., 2016). As epizootias fúngicas normalmente ocorrem nas populações de final de safra, eliminando adultos e ninfas antes da formação das populações de hibernantes. Isso resulta depois em baixas populações iniciais na safra seguinte. Microvespas, por sua vez, parasitam os ovos impedindo que uma dada geração deixe muitos descendentes. Assim, por hipótese, apesar da alta população de percevejos hibernados, uma igualmente alta população de microvespas, formada ao longo

das safras anteriores, pode ter resultado em altas taxas de parasitismo de ovos, reduzindo o sucesso reprodutivo dos percevejos.

A sucessão entre populações de morfologia hibernar e estival, nas duas espécies de percevejos, ocorre alternadamente (Figura 3). Os percevejos com morfologia hibernar predominam até o mês de dezembro, quando os indivíduos perecem e são sucedidos por aqueles de morfologia estival (a partir de janeiro). A partir de meados de fevereiro, percevejos de morfologia hibernar surgem novamente e passam a compor os enxames, junto com aqueles de morfologia estival. Essas observações corroboram com as de Albuquerque (1993), que verificou no mês de março, no Rio Grande do Sul, a recomposição das po-

pulações de hibernantes.

As populações de morfologia estival foram sempre superiores às de morfologia hibernar, refletindo, entre outros aspectos, o suprimento alimentar mais nutritivo no período do verão, que garante maior sucesso reprodutivo às populações de lavoura. Nilakhe (1976) observou que fêmeas de *O. pugnax*, mantidas em plantas de arroz, colocaram duas vezes mais ovos que fêmeas mantidas em outras gramíneas hospedeiras como o capim-arroz (*Echinochloa* spp.). As populações de morfologia hibernar também estão sujeitas às agruras do inverno, quando muitos indivíduos perecem durante a diapausa (SANTOS et al., 2006).

Hickel et al. (2019) argumentam que a estratégia de controle do percevejo-do-grão deveria ser direcionada aos períodos de ocorrência dos indivíduos. Os indivíduos hibernados ocorrem entre novembro e dezembro, meses em que o arroz ainda não está produzindo grãos e, portanto, não está atrativo a esses insetos. Desta forma, os percevejos hibernados buscam outros hospedeiros, o que inviabiliza planejar seu controle na lavoura de arroz. Por outro lado, os indivíduos hibernados são aqueles debilitados, que voam pouco e deixam menos descendentes (NILAKHE, 1976) e uma ação de controle sobre essa população teria grande efeito na redução das populações estivais posteriores (HICKEL, 2018). Dessa forma, outras estratégias de manejo integrado deveriam ser implementadas objetivando o controle dos percevejos hibernados, como o cultivo armadilha.

Os enxames de indivíduos estivais ocorrem a partir de fevereiro e estão associados à emissão de panículas pelas plantas. Essa população é a que ocorre no arroz e para qual deveriam ser planejadas as medidas de controle nas lavouras (BARRIGOSI, 2008, HICKEL, 2018). Contudo, uma maior ou menor população de percevejos, na época dos enxames, depende do sucesso reprodutivo dos indivíduos hibernados (NILAKHE, 1976). Por isso se tornam fundamentais ▶

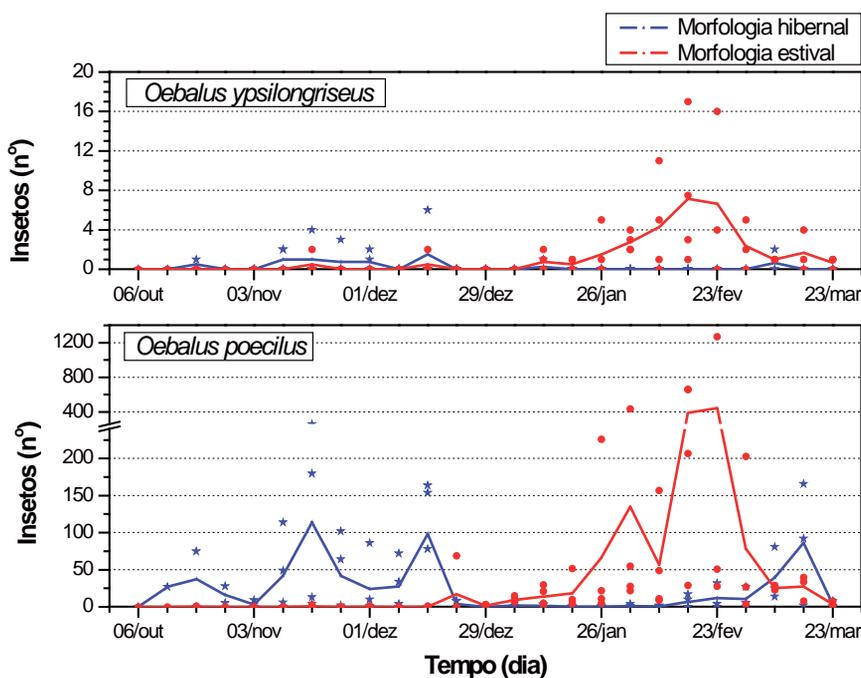


Figura 3. Flutuação populacional média de adultos de *O. ypsilon-griseus* e *O. poecilus* de acordo com a morfologia corporal em Itajaí, SC, safras de 2016/17 a 2019/20
 Figure 3. Average adult population dynamics of *O. ypsilon-griseus* and *O. poecilus* according to body morphology in Itajaí, SC, 2016/17 to 2019/20 seasons

as medidas para conter a população de percevejos hibernados (HICKEL 2018).

Conclusão

- A flutuação populacional do percevejo-do-grão em arroz irrigado em Santa Catarina se caracteriza por dois momentos de maior incidência de indivíduos, em novembro/dezembro e em fevereiro, correspondendo aos períodos de ocorrência de percevejos hibernados e de percevejos em enxames, respectivamente.

- A espécie *O. poecilus* prevalece sobre a espécie *O. ypsilon-griseus* e as populações com morfologias hiberna ou estiva ocorrem alternadamente ao longo do período de atividade de voo, se sobrepondo apenas a partir de meados de fevereiro.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

(CNPq), pelo suporte financeiro.

Aos acadêmicos de Agronomia Rafael Ducioni Panato, Débora Dal Zotto, Marino Antônio de Quadros, Luciano da Silva Alves e Sérgio Francisco Bervanger pelo auxílio nas coletas e na triagem de insetos.

Referências

- ALBUQUERQUE, G.S. Planting time as a tactic to manage the small rice stink bug, *Oebalus poecilus* (Hemiptera, Pentatomidae), in Rio Grande do Sul, Brazil. **Crop Protection**, v.12, n.8, p.627-630, 1993. DOI: [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(93\)90128-6](https://doi.org/10.1016/0261-2194(93)90128-6)
- AMARAL, S.F. Biologia e importância econômica do percevejo do arroz, (*Solubea poecilus* Dallas, 1851), no Estado de São Paulo. **O Biológico**, v.15, n.3, p.47-58, 1949.
- ARIAS, E.; GUTIERREZ, Y.A. **Oebalus insularis** (Heteroptera: Pentatomidae) plaga importante en el cultivo del arroz (*Oryza sativa*) en Cuba. Havana: CIDA, 1986. 37p. (CIDA. Boletín de Resenhas, 19).
- BARRIGOSI, J.A. **Manejo do percevejo da panícula em arroz irrigado**. Santo Antônio

de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 8p. (Embrapa. Circular Técnica, 79). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAF-2009-09/28151/1/circ_79.pdf. Acesso em: 6 abr. 2020.

BULMER, M.G. The statistical analysis of density dependence. **Biometrics**, v.31, n.4, p.901-911, 1975. DOI: <https://doi.org/10.2307/2529815>

COUTO, D; BARRIGOSI, J. A., FERNANDES, P. M. Flutuação populacional de *Oebalus* spp. (Hemiptera: pentatomidae) no arroz irrigado em várzeas tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 2., 2006, Brasília, DF. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAF/23615/1/CBC-TRAB_71-1.pdf. Acesso em: 10 abr 2019.

DOUGLAS, W.A. Studies of rice stinkbug populations with special reference to local migration. **Journal of Economic Entomology**, v.32, n.2, p.300-303, 1939. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/32.2.300>

EBERHARDT, D.S.; SCHIOCCHET, M.A. **Recomendações para a produção de arroz irrigado em Santa Catarina** (sistema pré-germinado). Florianópolis: Epagri, 2015. 92p. (Epagri. Sistema de Produção, 48).

FAZOLIN, M. **Descrição dos danos e dinâmica populacional das pragas que ocorrem na cultura do arroz, em Rio Branco (AC)**. Rio Branco: Embrapa-CPAF, 1993. 14p. (Embrapa-CPAF. Comunicado Técnico, 59). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173392/1/938.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2020.

FERREIRA, E.; BARRIGOSI, J.A.F.; VIEIRA, N.R.A. **Percevejos das panículas do arroz**: fauna heteroptera associada ao arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica Online, 43). Disponível em: http://www.cnptia.embrapa.br/publicacao/circular-tecnica/ct_43/index.htm. Acesso em: 6 abr. 2019.

HICKEL, E.R. Cultivo armadilha para manejo integrado do percevejo-do-grão em arroz irrigado. **Agropecuária Catarinense**, v.31, n.1, p. 41-44, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/ehick/AppData/Local/Temp/226-2301-1-PB.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2020.

HICKEL, E.R.; OLIVEIRA, D.G.; EBERHARDT, D.S.; KLEVESTON, R. Flutuação populacional e controle de pragas: estudos de caso com pragas de arroz irrigado. **Agropecuária Catarinense**, v.32, n.2, p.35-39, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n2.2>

HICKEL, E.R.; PRANDO, H.F.; EBERHARDT, D.S. **Percevejos nas lavouras catarinenses de arroz irrigado: ocorrência, monitoramento e manejo integrado**. Florianópolis: Epagri, 2016. 54p. (Epagri. Boletim Técnico, 173).

JONES, D.B.; CHERRY, R.H. Species composition and seasonal abundance of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in Southern Florida rice. **Journal of Economic Entomology**, v.79, n.5, p.1226-1229, 1986. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/79.5.1226>

KNABBEN, G.C.; CARVALHO, M.W.M.; BERTOLDI, B.; NOVAES, Y.R.; HICKEL, E.R.; HINZ, R.H. Sonne – inovação tecnológica em armadilha luminosa para aplicação no manejo integrado de pragas. **Agropecuária Catarinense**, v.32, n.1, p.41-44, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n1.3>

NILAKHE, S. S. Overwintering, survival, fecundity, and mating behavior of the rice stink bug. **Annals of the Entomological Society of America**, v.69, n.4, p.717-720, 1976. DOI: <https://doi.org/10.1093/aesa/69.4.717>

NOLDIN, J.A.; HICKEL, E.R.; KNOBLAUCH, R.; EBERHARDT, D.S.; SCHIOCCHET, M.A.; SCHEUERMAN, K.K.; KLEVESTON, R.; AGOSTINI, I.; MARTINS, G.N.; MARSCHALEK, R.; WICKERT, E.; ANDRADE, A.; LUCIETTI, D. **Recomendações técnicas para a produção de arroz irrigado em sistema orgânico em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2015. 40p. (Epagri. Sistemas de Produção, 47).

PANTOJA, A.; GARCÍA, C.A.; DUQUE, M.C. Population dynamics and effects of *Oebalus ornatus* (Hemiptera: Pentatomidae) on rice yield and quality in southwestern Colombia. **Journal of Economic Entomology**, v.93, n.2, p.276-279, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.2.276>

RASHID, T.; JOHNSON, D.T.; BERNHARDT, J.L. Sampling rice stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) in and around rice fields. **Environmental Entomology**, v.35, n.1, 102-111,

2006. DOI: <https://doi.org/10.1603/0046-225X-35.1.102>

SANTOS, R.S.S.; REDAELLI, L.R.; DIEFENBACH, L.M.G.; ROMANOWSKI, H.P.; PRANDO, H.F.; ANTOCHEVIS, R.C. Seasonal abundance and mortality of *Oebalus poecilus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) in a hibernation refuge. **Brazilian Journal of Biology**, v.62, n.2A, p.447-453, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000300010>

SUTHERLAND, J.P.; BAHARALLY, V. The influence of weather on the population dynamics of the rice stink bug and the implications for integrated pest management. **International Journal of Pest Management**, v.49, n.4, p.335-342, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1080/09670870310001608653>

VIVAS, L.E.C.; NOTZ, A.; ASTUDILLO, D. Fluctuación poblacional del Chinche Vaneadora en parcelas de arroz, Calabozo, Estado Guárico, Venezuela. **Agronomía Tropical**, v.60, n.1, p.61-73, 2010. Disponível em http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000300007&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 6 abr. 2020. ■

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



Cuide do planeta com carinho.



Análise comparativa do custo de produção e da rentabilidade do cultivo de ostras (*Crassostrea gigas*) no verão e no inverno, em Florianópolis, SC, Brasil

Felipe Matarazzo Suplicy¹

Resumo – Este artigo analisa o custo de produção de ostras cultivadas durante o verão e o inverno, para averiguar se a mortalidade de ostras associadas às elevadas temperaturas da água do mar no verão é um fator impeditivo para o cultivo nesta estação. Os resultados evidenciaram que, na fazenda acompanhada, os custos de produção foram bastante similares entre as duas estações. Os principais diferenciais encontrados na análise foram a incidência de predadores no verão e os custos mais elevados de pró-labore no inverno, devido à necessidade de um maior período de cultivo quando o ciclo é iniciado no outono. Foi recomendada uma alteração no manejo do cultivo para evitar a predação e permitir que o produtor se favoreça do período de cultivo mais curto observado no verão.

Termos para indexação: maricultura; ostras; análise econômica.

Comparative analysis of production cost and profitability of oyster (*Crassostrea gigas*) farming in summer and winter, in Florianópolis, SC, Brazil

Abstract – This research analyzes the producing cost of oysters grown during the summer and winter, to find out whether the mortality of oysters associated with the high temperatures of seawater in the summer is an important factor for cultivation in this season. The results showed that, on the monitored farm, production costs were quite similar between the two seasons. The main differentials found in the analysis were the higher incidence of predators in the summer and the higher costs of pro-labore in the winter, due to the need for a longer growing period when the cycle starts in the fall. A change in farm management has been recommended to avoid predation, and to allow the producer to take advantage of the shorter growing season observed in the summer.

Index terms: Marine aquaculture; oysters; economic analysis

Introdução

As ostras da espécie *Crassostrea gigas* são originárias de regiões com clima temperado no Oceano Pacífico, mais precisamente do Mar do Japão. Elas foram introduzidas para fins de cultivo em mais de 38 países em todos os continentes, sendo que, no Brasil, são cultivadas principalmente em Santa Catarina, com 72% da produção estadual de 2.173 toneladas concentrada em Florianópolis (EPAGRI, 2020).

As sementes de ostras *Crassostrea gigas* são produzidas por dois laboratórios localizados em Florianópolis, a partir de um plantel de reprodutores introduzidos no Brasil há mais de trinta anos. No começo do desenvolvimento desta atividade era comum a ocorrência de mortalidade massiva no verão,

acometendo até 80% das ostras (PONTI-NHA, 2009). À medida que os reprodutores foram sendo selecionados entre as ostras que sobreviveram a passagem do verão, esta mortalidade foi sendo reduzida para 30 a 50%, de acordo com o manejo do produtor. De maneira geral, os produtores catarinenses preferem iniciar os ciclos de cultivo no outono, para que as ostras se desenvolvam durante o inverno e estejam prontas para serem consumidas na primavera.

Apesar da ocorrência de maior mortalidade durante o verão, alguns produtores estão passando a iniciar ciclos de cultivo nesta estação para dispor de ostras de tamanho comercial durante o inverno. No entanto, a temperatura da água mais elevada e a maior ocorrência de predadores implicam em maiores riscos, com impacto direto na lucrativi-

dade da fazenda (MANZONI & SCHMITT, 2006).

Informações sobre o custo de produção no cultivo de ostras em Santa Catarina são escassas, principalmente sobre a produção durante o verão. Neste trabalho, foram analisados, de forma comparativa, o custo de produção e a lucratividade de uma fazenda de ostras localizada em Santo Antônio de Lisboa, Florianópolis, SC, durante um ciclo de cultivo iniciado no meio verão e outro no outono.

Material e métodos

A Fazenda Marinha Freguesia maneja anualmente dois milhões de sementes de ostras para produzir 100 mil dúzias. O manejo das ostras é feito em uma balsa flutuante com 100m², onde

Recebido em 6/5/2020. Aceito para publicação em 13/10/2020.

¹ Biólogo, Ph. D., Epagri/Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Cedap), Rod. Admar Gonzaga, 1188, Bairro Itacorubi, 88010-970 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5060, e-mail: felipesuplicy@epagri.gov.sc.br.

cinco trabalhadores realizam as tarefas de classificar, ajustar a densidade das ostras, limpar e consertar os petrechos de cultivo (Figura 1). O sistema de cultivo empregado é o de travesseiros flutuantes combinado com o uso de lanternas em sistema fixo suspenso. Para avaliar o custo de produção de ostras na Fazenda Marinha Freguesia, foram acompanhados um lote de 100 mil sementes de ostras entre dezembro de 2017 e setembro de 2018 (Lote de verão), e um lote de 300 mil sementes entre março de 2019 e fevereiro de 2020 (Lote de inverno).

Para fins de comparação com outros trabalhos similares, foi empregada uma abordagem similar à utilizada por Munoz & Mataveli (2016), em uma análise do custo de produção da ostra realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em 2015, em Santa Catarina.

A análise considerou o Custo Operacional Efetivo (COE), Custo Operacional Total (COT) e o Custo Total (CT). O COE considera os valores despendidos com a compra de sementes, gastos administrativos, impostos e taxas, combustíveis, manutenção de máquinas e equipamentos, manutenção de benfeitorias, alimentação, mão de obra contratada, além das despesas com Equipamento

de Proteção Individual (EPI). O COT considera os valores do COE, adicionados da depreciação de benfeitorias, máquinas, implementos e equipamentos e os pró-labores dos dois proprietários.

O custo da mão de obra foi calculado considerando o tempo e o esforço despendidos no manejo dos lotes de ostras, através do registro das horas e multiplicando-as pelo número de pessoas envolvidas no manejo dos lotes (hora-homem). As horas-homem foram multiplicadas pelo custo médio pago por hora aos empregados, incluindo encargos trabalhistas. A despesa com o pró-labore mensal dos proprietários da fazenda foi calculada com base na duração total de cada ciclo acompanhado, e sua proporcional participação percentual considerando o volume do lote em questão e os 2 milhões de sementes manejadas por ano na fazenda (Lote de verão = 5%; Lote de inverno = 15%).

A mesma lógica de proporcionalidade dos lotes com o volume total da fazenda foi adotada para cálculo do custo de depreciação e manutenção da balsa, do rancho, da embarcação, motores e demais equipamentos de cultivo. O custo da energia para operação da motobomba foi calculado anotando-se o tempo de lavagem dos equipamentos e considerando o consumo de um litro

de óleo diesel por hora. A despesa com combustível foi calculada com base no consumo médio de seis litros de gasolina hora⁻¹ do motor de popa de 15HP, e considerando uma hora de uso nos dias em que os lotes em questão foram manejados. Gastos administrativos, impostos e taxas consideraram a incidência de 9% sobre o lucro bruto. O rancho da fazenda é livre da cobrança de Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU). A fazenda também é isenta da cobrança da taxa de Guia de Trânsito Animal (GTA), porque a unidade de processamento é localizada no mesmo endereço.

Ao final do ciclo, foram contabilizadas quantas dúzias de ostras foram produzidas para calcular a taxa de sobrevivência final, o custo de produção total, o custo de produção por dúzia de ostra e a margem de lucro da fazenda nos ciclos de verão e de inverno. Os componentes do custo de produção foram submetidos a uma análise de sensibilidade para identificar quais deles poderiam impactar mais fortemente o custo total caso ocorra um aumento de 20% ou 40% no custo do componente. A receita bruta da fazenda foi calculada multiplicando a quantidade de dúzias vendidas pelo preço de venda praticado pelo produtor, que é de R\$ 8,00 dz⁻¹.

Resultados e discussão

Produtividade dos lotes de ostras no verão e no inverno

O lote de verão foi seriamente afetado pelo ataque de predadores. Com dois meses de cultivo, as ostras juvenis acondicionadas em travesseiros flutuantes com malha de 9mm ficaram com o umbo para fora da tela e foram intensamente predadas, provavelmente por baiacus (*Spherooides spengleri*) observados diariamente no local, resultando em uma mortalidade de 58% das ostras que estavam acondicionadas estocadas em travesseiros (Figura 2). A mortalidade acumulada até o início da colheita foi de 61%, e outros 10,6% das ostras morreram naturalmente até que as todas as sobreviventes atingissem o tamanho de colheita. As primeiras ostras foram colhidas a partir dos 160 dias de cultivo. A colheita se estendeu por mais 162 dias, ▶



Figura 1. Aspecto externo da balsa para manejo de ostras da Fazenda Marinha Freguesia
Figure 1. External aspect of the raft for handling oysters at Fazenda Marinha Freguesia

totalizando um ciclo de 322 dias com 40 dias de manejo do lote. Foram consumidas 303 horas-homem para a produção de 2.398 dúzias, com uma sobrevivência de 28,4%.

O lote de inverno não foi afetado por predações expressivas como o lote de verão. As ostras *C. gigas*, originárias do Pacífico e adaptadas à água fria, apresentaram um crescimento mais rápido do que o lote de verão, com as primeiras ostras atingindo o tamanho comercial após 122 dias. A colheita se estendeu por mais 238 dias, totalizando um ciclo de 360 dias com 50 dias de manejo do lote. Foram consumidas 1.010 horas-homem para obter uma produção de 9.143 dúzias, com uma sobrevivência de 36,6%.

Custo de produção dos lotes de ostras no verão e no inverno

Os componentes do custo de produção e a margem de lucro de cada lote são apresentados na Tabela 1. Em ambos os lotes, o COE representa cerca de 60% do CT. Os demais 40% são compostos pelas despesas com depreciação, pró-labore e remuneração do capital. No verão, a renda bruta foi superior ao COE. No entanto, quando incluídas as despesas com depreciação, pró-labore e remuneração do capital, a margem ficou negativa. No inverno, a renda bruta foi superior ao CT, resultando em uma margem de R\$7.200,00. As ostras produzidas no verão tiveram um custo de R\$ 9,04 dz⁻¹. e as ostras produzidas no inverno tiveram um custo de produção de R\$ 7,21 dz⁻¹. A margem bruta unitária foi de -R\$ 1,04 dz⁻¹. no verão e de R\$ 0,80 dz⁻¹. no inverno.

A contribuição percentual dos componentes do custo de produção dos dois lotes é apresentada na Figura 3. A mão de obra foi o componente com maior participação nos dois lotes (34%), seguido das despesas com pró-labore e aquisição das sementes.

Uma análise da sensibilidade do custo de produção para variações percentuais em seus principais componentes mostra que ambos os lotes foram mais sensíveis à variação no custo de mão de obra, seguida pelas despesas com pró-labore e aquisição das sementes (Figura 4).



Figura 2. Ostras juvenis predadas por baiacu, durante o cultivo nos meses de verão
Figure 2. Juvenile oysters preyed on puffer fish during cultivation in the summer months

Tabela 1. Componentes do custo de produção dos ciclos de cultivo de ostras no verão e no inverno
Table 1 Components of the oyster production cost for the farming cycles in summer and winter

	Lote de Verão		Lote de Inverno	
	Valor por lote (R\$)	Valor por dúzia (R\$)	Valor por lote (R\$)	Valor por dúzia (R\$)
1. Renda Bruta	19.184,00	8,00	73.144,00	8,00
2. Custo de Produção				
2.1 Custo Operacional Efetivo - COE				
Sementes	2.200,00	0,92	6.600,00	0,72
Gastos administrativos, impostos e taxas	1.726,56	0,72	6.582,96	0,72
Energia e combustível	1.205,40	0,50	1.580,76	0,17
Manutenção - Máquinas e equipamentos	107,65	0,04	283,03	0,03
Manutenção - Benfeitorias	21,16	0,01	70,98	0,01
Mão de obra contratada	7.280,24	3,04	22.570,30	2,47
EPI	503,10	0,21	1.509,30	0,17
COE total	13.044,11	5,44	39.197,34	4,29
2.2 Custo Operacional Total - COT				
Custo Operacional Efetivo	13.044,11	5,44	39.197,34	4,29
Depreciação - Benfeitorias	370,30	0,15	591,50	0,06
Depreciação - Máquinas e equipamentos	1.013,92	0,42	3.401,13	0,37
Pró-labore	5.251,50	2,19	17.615,87	1,93
COT total	19.679,83	8,21	60.805,83	6,65
2.3 Custo Total - CT				
Custo Operacional Total	19.679,83	8,21	60.805,83	6,65
Remuneração de capital - Benfeitorias	444,36	0,19	709,80	0,08
Remuneração de capital - Máquinas e equipamentos	1.552,62	0,65	4.427,38	0,48
CT total	21.676,80	9,04	65.943,01	7,21
3. Margem bruta	-2.492,80		7.200,99	

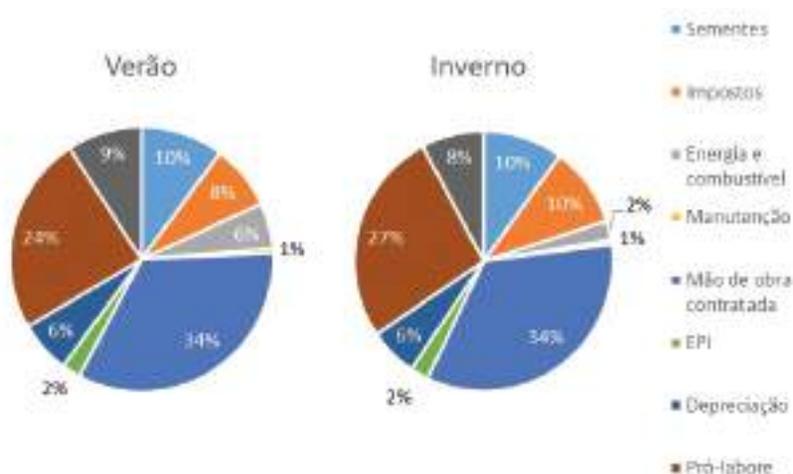


Figura 3. Contribuição percentual dos componentes do custo de produção para os lotes de ostras produzidos no verão e no inverno
 Figure 3. Percentage contribution of the production cost components for the oyster batches produced in summer and winter

Além da mortalidade normalmente associada à temperatura mais elevada da água do mar (SÜHNEL et al. 2017), o lote de verão também foi fortemente afetado pela predação de ostras juvenis. A vantagem de um ciclo de cultivo mais curto proporcionado pelas temperaturas mais altas do verão, com impacto direto na redução de componente importante do CT como o pró-labore, foi anulada pela predação das ostras. O ciclo mais longo de inverno resultou em uma participação maior do pró-labore, que contribuiu com 27% do CT, em comparação com 24% observado no lote de verão. Para atingir o ponto de equilíbrio, ou o momento em que a receita e as despesas totais se tornam equivalentes e não há prejuízos nem lucro para a empresa, o lote de verão precisaria atingir uma sobrevivência de pelo menos 37,8%. Por outro lado, o ponto de equilíbrio do lote de inverno poderia ser atingido com uma sobrevivência de apenas 32%.

Um aspecto que deve ser considerado nesta análise é o baixo preço pago pela ostra no mercado catarinense, em comparação com os preços praticados em outros países produtores como Estados Unidos (US\$13,00 dz⁻¹), França (EU\$ 7,30 dz⁻¹) e Austrália (US\$ 6,38 dz⁻¹) onde as ostras são valorizadas como uma iguaria (HUDSON, 2019; STATISTA, 2020; DPI, 2018). O problema do baixo preço de venda já havia sido identificado como uma ameaça à manutenção da atividade no levantamento de custo de produção realizado pela Embrapa em 2015, quando as ostras eram vendidas por R\$5,00 dz⁻¹. (MUNOZ & MATAVELI, 2016). Um fator que dificulta uma melhor valorização das ostras é a competição interna que existe no setor, em particular entre as ostras com e sem inspeção sanitária, uma vez que as ostras sem inspeção são vendidas a preços inferiores. Outro aspecto que influencia o preço de venda é o fato de que a grande maioria dos produtores não registra as despesas realizadas durante o processo produtivo, principalmente as despesas com mão de obra familiar e não assalariada, levando-os, muitas vezes, a vender o produto por um preço abaixo de seu custo de produção.

As despesas com mão de obra, o principal componente de custo, po-

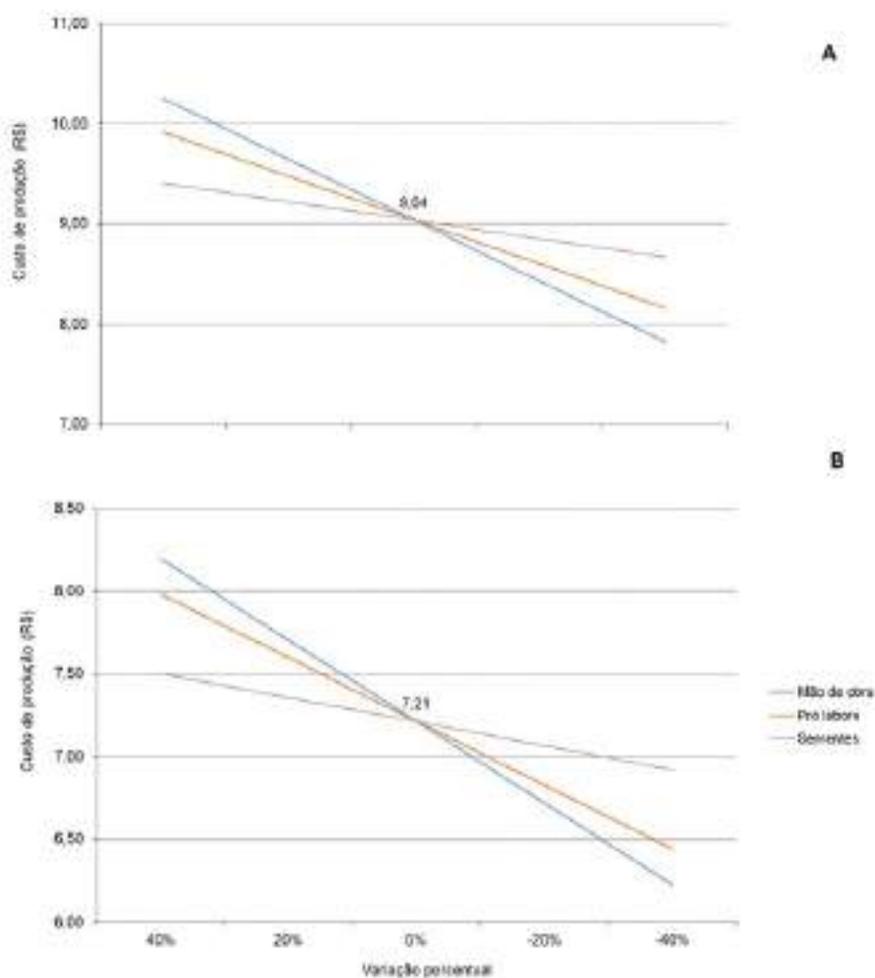


Figura 4. Análise de sensibilidade do custo de produção da ostra às variações percentuais no custo da mão de obra, pró-labore e sementes. (A) Inverno e (B) Verão
 Figure 4. Sensitivity analysis of the oyster production cost to percentage changes in the cost of labor, pro-labor and seeds. (A) Winter and (B) Summer

deriam ser reduzidas substancialmente com a adoção da mecanização nos processos de classificação e seleção. O investimento na aquisição de uma classificadora mecânica poderia contribuir para a fazenda obter ganhos de escala, na qual o aumento na produção não viria acompanhado de um aumento proporcional no custo, fazendo com que o custo médio seja mais barato e assim gerando redução de custos e aumento da lucratividade. É recomendável que nos ciclos iniciados no verão as ostras juvenis sejam mantidas em uma estrutura com abertura de malha menor do que 9mm.

Conclusão

- O pró-labore é um componente importante do custo de produção nesta fazenda;

- Cultivar as ostras no verão pode ser economicamente interessante se as perdas por predação puderem ser controladas com um ajuste no manejo.

Agradecimentos

O autor agradece à Leonardo Costa Cabral e a toda equipe da Fazenda Marinha Freguesia pelo apoio indispensável para a condução desta pesquisa.

Referências

DPI. **Provisional Aquaculture Production Report 2017-2018**. Department of Primary Industries. Disponível em: https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/844400/Provisional-Production-Report-2017-2018. Acesso em: 05 mai. 2020.

EPAGRI. **Infoagro**. Disponível em: <http://www.infoagro.sc.gov.br/index.php/safra/producao-animal>. Acesso em: 20 fev. 2020.

HUDSON, K., VIRGINIA SEA GRANT MARINE ADVISORY PROGRAM. Virginia Shellfish Aquaculture Situation and Outlook Report: Results of the 2018 Virginia Shellfish Aquaculture Crop Reporting Survey. **Marine Resource Report** No. 2019-8; Virginia Sea Grant VSG-19-03. Virginia Institute of Marine Science, William & Mary. DOI: <https://doi.org/10.25773/jc19-y847>.

MALLET, A. L.; CARVER, C. E.; DOIRON, S.; THÉRIAULT, M. H. Growth performance of Eastern oysters *Crassostrea virginica* in Atlantic Canada: Effect of culture gear. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 396-399, p.1-7. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.02.019>.

MANZONI, G. C.; SCHMITT, J. F. Cultivo de ostras japonesas *Crassostrea gigas* (Mollusca: Bivalvia), na Armação do Itapocoroy, Penha, SC. In: BRANCO, O. J. & MARENZI, A. W. C. (Eds.) **Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudos de caso em**

Penha, SC. Projeto Aves Marinhas, UNIVALI, 2006. p.245-252.

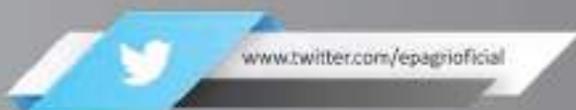
MUNOZ, A.E.P, MATAVELI, M. Ostricultores e técnicos discutem os custos de produção de ostras em Florianópolis – SC. **Informativo Campo Futuro**, n.27. Embrapa, Palmas, TO. 2016.

PONTINHA, V.A. **Diagnóstico da saúde da ostra *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) cultivada em Florianópolis/SC**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2009.

STATISTA. **Fresh oysters average price in France from 2014 to 2018**. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1007354/average-price-of-fresh-oysters-france/#:~:text=Average%20price%20of%20fresh%20oysters%20in%20France%202014%2D2018&text=In%202018%2C%20the%20average%20price%20of%20fresh%20oysters%20reached%207.3%20euros..> Acesso em: 09 set. 2020.

SÜHNEL, S.; PICANÇO, T.; MEDEIROS, S.C.; MAGALHÃES, A.R.M.; MELO, C.M.R. Effects of seeding date and seed size on *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) culture in a subtropical climate. **Journal of Shellfish Research**, Groton, CT, v.36, n.2, p.303-313, 2017. DOI: <https://doi.org/10.2983/035.036.0202>. ■

Siga a Epagri nas redes sociais



Expression of *OsFRDL1*, a MATE gene family member, indicates its involvement in aluminum response in rice

Denise dos Santos Collares¹, Vivian Ebeling Viana², Camila Pegoraro³, Rogério Oliveira de Sousa⁴ and Antonio Costa de Oliveira⁵

Abstract – In soils under acidic conditions, Aluminum (Al) is solubilized to its ionic form, which is toxic to plants. Al rapidly inhibits root elongation, water and nutrient uptake, resulting in crop yield reduction. Members of the MATE family are responsible for citrate transport and Al detoxification in different species. In rice, the *OsFRDL1* gene (MATE family) is homologous to the *HvAACT1* and *SbMATE*, which are involved in Al tolerance in barley and sorghum, respectively. Silencing *OsFRDL1* showed that it is not involved in Al tolerance in rice. However, the *OsFRDL1* expression was not accessed in rice genotypes contrasting for Al tolerance. Thus, in this study, four Brazilian rice genotypes were evaluated in response to Al treatment under different times of exposition and *OsFRDL1* expression was analyzed. The cultivars displayed different responses to Al dose x time. Al affected root growth in all analyzed genotypes, however, a minor negative effect that only occurred after 72 and 48 hours of exposure was detected in Farroupilha and BRS Curinga cultivars, respectively. In contrast, BR-IRGA 410 and IAS 12-9 showed a negative effect in root growth from the first hours of exposure to Al. Two cultivars differing in Al tolerance were used for gene expression analysis. The expression of *OsFRDL1* was highly increased in Al-tolerant cultivar Farroupilha when compared to the Al-sensitive cultivar BR IRGA 410. This result indicates that *OsFRDL1* is regulated by Al. This finding suggests that *OsFRDL1* is involved in Al stress response, however seems to be insufficient in controlling Al tolerance.

Index terms: Root development; gene expression; aluminum toxicity; *Oryza sativa*.

Expressão de *OsFRDL1*, um membro da família MATE, indica seu envolvimento na resposta ao alumínio em arroz

Resumo – Em solos em condições de acidez, o alumínio (Al) é solubilizado em sua forma iônica, a qual é tóxica para as plantas. O Al rapidamente inibe o crescimento radicular e a obtenção de água e nutrientes, resultando na redução da produtividade. Membros da família MATE são responsáveis pelo transporte do citrato e detoxificação do Al em diferentes espécies. Em arroz, o gene *OsFRDL1* (da família MATE) é homólogo aos genes *HvAACT1* e *SbMATE*, os quais são envolvidos na tolerância ao Al em cevada e sorgo, respectivamente. O silenciamento de *OsFRDL1* demonstrou que este gene não é envolvido com a tolerância ao Al em arroz. No entanto, a expressão de *OsFRDL1* não foi acessada em genótipos de arroz contrastantes quanto à tolerância ao Al. Assim, neste estudo, quatro genótipos de arroz brasileiros foram avaliados em resposta ao tratamento com Al em diferentes tempos de exposição e a expressão do gene *OsFRDL1* também foi avaliada. Os genótipos analisados apresentaram diferentes respostas ao Al dose x tempo. O Al afetou o crescimento radicular em todos os genótipos avaliados, no entanto, um pequeno efeito negativo que ocorreu após 72 e 48 horas de exposição foi identificado nos genótipos Farroupilha e BRS Curinga, respectivamente. Por outro lado, BR-IRGA 410 e IAS 12-9 apresentaram um efeito negativo no crescimento radicular a partir das primeiras horas de exposição ao Al. Dois genótipos foram utilizados para as análises de expressão gênica. A expressão do gene *OsFRDL1* foi aumentada no genótipo Farroupilha, tolerante ao Al, em relação ao genótipo BR IRGA 410, sensível ao Al. Estes resultados indicam que o gene *OsFRDL1* está envolvido na resposta ao estresse por Al, no entanto, parece que este gene não é suficiente para controlar a tolerância ao Al.

Termos para indexação: Desenvolvimento de raízes; toxidez por alumínio; expressão gênica; *Oryza sativa*. ▶

Received in 17/7/20. Accepted for publication in 20/10/20.

¹ Professora, Dra, Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Campus UFPel- Capão do Leão-RS, Brasil, CEP 96160-000, e-mail: decolares@yahoo.com.br.

² Pesquisadora, Dra, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Campus UFPel- Capão do Leão-RS, Brasil, CEP 96160-000, e-mail: vih.viana@gmail.com.

³ Professora Dra, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel / Departamento de Fitotecnia, Campus UFPel- Capão do Leão-RS, Brasil, CEP 96160-000, e-mail: pegorarocamilanp@gmail.com.

⁴ Professor, Dr, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel / Departamento de Solos, Campus UFPel- Capão do Leão-RS, Brasil, CEP 96160-000, e-mail: rosousa@ufpel.edu.br.

⁵ Professor, Ph.D., Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel / Departamento de Fitotecnia, Campus UFPel- Capão do Leão-RS, Brasil, CEP 96160-000, e-mail: acostol@terra.com.br.

Introduction

Aluminum (Al) is the most abundant metal on earth crust. In acid soils, Al is solubilized to its ionic form (Al^{3+}), which is toxic to the plants (FOY, 1988; ARENHART et al., 2014). The presence of Al in soil solution quickly inhibits the root growth as well as water and nutrient uptake by the plant, resulting in a significant reduction in the crop production under these conditions (CHANG et al., 2015). It is estimated that acidic soils comprise 40 and 50% of the world's arable soil (KOCHIAN et al., 2015; RAHMAN et al., 2018). Some plant species evolved mechanisms to deal with Al toxicity (MA et al., 2001; RYAN & DELHAIZE, 2001; KOCHIAN et al., 2005; ARENHART et al., 2014). The most studied mechanism of tolerance is related to the secretion of organic acid anions from roots (MA, 2000; MA et al., 2001; RYAN & DELHAIZE, 2001; KOCHIAN et al., 2005; KOCHIAN et al., 2015). These anions include citrate, oxalate and/or malate (YOKOSHO et al., 2011; KOCHIAN et al., 2015) and are able to complex with Al, preventing Al from entering the plant (FURUKAWA et al., 2007). Many efforts have been applied to understand the nature of organic acid secretion induced by Al (MA et al., 2001; RYAN & DELHAIZE, 2001; KOCHIAN et al., 2005; ZHANG et al., 2019a). Plants differ from each other related to the type of secreted organic acid, temporal secretion patterns, sensitivity to temperature and responses to different Al doses (MA, 2000; YANG et al., 2013).

Two different patterns (I and II) can be identified in organic acids release based on secretion rhythm. In type I, the secretion occurs almost immediately after the addition of Al, which suggests that the metal activates a pre-existing ion channel in the plasma membrane and that it is not necessary to induce gene expression. Plants that display type II, the release of organic acids is delayed for several hours after exposure to Al, suggesting that there is a need

of gene expression induction. Some inducible proteins may be involved in the metabolism of organic acids or in the transport of their anions (MA, 2000; YANG et al., 2013). Previous studies demonstrated that the secretion of organic acids is performed through anionic channels or transporters. In maize plants, Al has been shown to activate Cl^- efflux, as well as the citrate-permeable anionic channel (PIÑEROS & KOCHIAN, 2001).

The molecular control of the anion secretion has been unveiled. The first gene directly related to Al tolerance in plants, *ALMT1* (*Al-Activated Malate Transporter 1*), was identified to be responsible for malate release in wheat (SASAKI et al., 2004; RAHMAN et al., 2018). Some proteins belonging to the MATE (Multidrug and Toxic Compound Extrusion) family are involved in the transport of citrate into plants and required for iron (Fe) translocation or Al detoxification (YOKOSHO et al., 2009). Differential gene expression analysis in soybean demonstrate that MATE genes, specially *GmMATE75*, are involved in Al tolerance and increased transcript accumulation 12 and 24 hours after exposed to Al treatment (LIU et al., 2016). Two MATE members were also characterized in maize, *ZmMATE1* and *ZmMATE2*, which co-localize to a major Al tolerance QTL (MARON et al., 2010). In addition, many transporters, including members of MATE and ABC families, were involved in the process of Al-citrate complex transport in *Hydrangea macrophylla* roots (CHEN et al., 2015). In *A. thaliana*, it has been shown that the FRD3 (Ferric Reductase Defective3) protein acts in citrate transport, which is required for translocation of Fe from roots to shoots (DURRETT et al., 2007). Two other studies showed that the release of citrate induced by Al in barley (*Hordeum vulgare*) and sorghum (*Sorghum bicolor*) is mediated by transporters from MATE family (FURUKAWA et al., 2007; MAGALHÃES et al., 2007). In barley, the gene

HvAACT1 (*Aluminum Citrate-Activated Transporter1*), encodes the carrier protein placed in plasma membrane of the root epidermal cells and is able to realize citrate secretion under Al toxicity condition (FURUKAWA et al., 2007). In sorghum, the *SbMATE* gene is also involved in the citrate efflux leading to Al tolerance (MAGALHÃES et al., 2007).

The rice genome presents six *AtFRD3*, *HvAACT* and *SbMATE* homologous genes, which were identified as *OsFRDL* (*Ferric Reductase Defective-like*). *OsFRDL1* (Os03g0216700), a citrate transporter, is close to *HvAACT* gene (FURUKAWA et al., 2007; YOKOSHO et al., 2009). The silencing of *OsFRDL1* indicates that it is not involved with citrate secretion induced by Al, but with the efficient translocation of Fe to the shoot (YOKOSHO et al., 2009). In addition, the authors observed in a specific genotype that *OsFRDL1* expression was not affected by Al treatment. However, the expression profile of *OsFRDL1* in response to exposure to Al in rice genotypes with different levels of tolerance has not been evaluated. Since rice roots secrete citrate in response to Al, a difference in the expression of genes involved in this process can be expected between tolerant and sensitive genotypes. The identification of differences in gene expression may contribute to the elucidation of the mechanisms involved in rice Al response. In this sense, this work aimed to evaluate the *OsFRDL1* expression in rice genotypes with contrasting Al response.

Material and methods

Plant material and growth conditions

The rice genotypes BRS Curinga, Farroupilha, BR-IRGA 410 and IAS 12-9 Formosa were grown in hydroponic system, under controlled environmental conditions. Rice seeds were germinated on nylon screens adapted to pots

containing complete nutrient solution (CAMARGO & OLIVEIRA, 1981) composed by 4mM Ca(NO₃)₂; 2mM MgSO₄; 4mM KNO₃; 0.435mM (NH₄)₂SO₄; 0.5mM KH₂PO₄; 2mM MnSO₄; 0.3µM CuSO₄; 0.8µM ZnSO₄; 30µM NaCl; 10µM Fe-EDTA; 0,10µM NaMoSO₄ and 10 µM H₃BO₃. After four days in the dark, the genotypes were subjected to a photoperiod of 12 hours of light / 12 hours of dark to the light intensity of 7,000 lux. A half part of the total of plants in V3 stage (SOSBAI, 2018) were transferred to aluminum excess treatment, which consisted of one-tenth of the total solution (without addition of phosphate to avoid possible precipitation of Al³⁺) containing concentrations of 0 and 14 mg L⁻¹ of aluminum, provided in the form of Al₂(SO₄)₃. The rest of the plants were kept in a standard solution (control condition). Control and Al stressed plants were kept in hydroponic system at 26°C. Plant solutions were continuously aerated and its pH adjusted to 4.0 ± 0.3 by addition of 1N HCl, as described by Camargo & Oliveira (1981). The main root length of ten plants in each treatment were morphologically evaluated at 0, 2, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours after exposure to treatment. Root samples for gene expression analysis were collected at 0, 12, 24 and 48 hours after exposure to treatment. The samples were washed with autoclaved ultrapure water and stored at -80°C until RNA extraction.

RNA Extraction, cDNA synthesis and Real-time quantitative reverse transcription-PCR (RT-qPCR) analysis

To evaluate the expression of *OsFRDL1* (Os03g0216700) in response to aluminum treatment in rice roots, two genotypes, one tolerant (Farroupilha) and one sensitive (BR-IRGA 410), were used. For gene expression analyses, the total RNA was extracted from root samples using TRIzol reagent (Invitrogen, CA, USA). The RNA quality and integrity were assessed by spectrophotometry

(Hitachi spectrophotometer, model U-1800) and electrophoresis in agarose gel. Subsequently, the RNA samples were treated with DNase I (Amplification Grade Dnase I, Invitrogen) in order to remove remaining genomic DNA. The cDNA synthesis was performed using SuperScript II RT (Invitrogen) and Oligo(dT) according to the manufactured recommendations. The RT-qPCR experiment was performed according to MIQE guidelines (BUSTIN et al., 2009). Oligonucleotides for the target gene *OsFRDL1* (Forward primer - 5'-TGCTGAAAAGACCAGGAAGACA-3' and Reverse primer - 5'-GTTGGCTCATTCTTGGGCTAC-3') were designed from sequences deposited in The Rice Annotation Project Data Base (RAPDB), using Primer3Plus (<http://www.bioinformatics.nl/cgi-bin/primer3plus/primer3plus.cgi>). Oligonucleotides for the housekeeping gene *Ubiquitin5 (UBQ5)* (Forward primer - 5'-ACCACTTCGACCGCCACTACT-3' and Reverse primer 5'-ACGCCTAAGCCTGCTGGTT-3') were obtained from JAIN et al. (2006). The RT-qPCR assay was conducted in triplicate in an ABI RT PCR 7500 (Applied Biosystems) thermocycler using SYBR Green (Applied Biosystems, California, USA) detection system. The relative expression of the target gene was calculated through the $\Delta\Delta C_t$ method (LIVAK & SCHMITTGEN, 2001).

Experimental design and statistical analysis

Three replicates in a random design were used. Morphological data from root evaluation were subjected to analysis of variance (ANOVA) and a regression analysis was performed since interaction between dose and exposure time was detected in ANOVA. Both analyses were performed using SAS statistical software (SAS, 2013). Expression data are shown in bar graphics and error bars represent standard deviation from three independent biological replicates.

Results and discussion

Farroupilha roots are less affected by aluminum excess

Al toxicity is the major factor limiting plant growth in acid soils. Small Al concentrations (micromolar) can inhibit root elongation in minutes or hours, inhibiting the water and nutrient uptake, resulting in reduced growth and yield (MA & FURUKAWA, 2003; RAHMAN et al., 2018). Since roots are strongly affected by Al, many reports have shown the evaluation of traits related to the growth of the root system (CHANG et al., 2015). Here, to understand the Al toxicity effects on rice Brazilian genotypes, we evaluated the root length trait in BR-IRGA 410, BRS Curinga, IAS 12-9 Formosa and Farroupilha genotypes in response to 14mg L⁻¹ of Al during 96 hours (Figure 1). To understand the effect of Al on root growth, an analysis of variance was performed (Table 1) and interactions between the treatments and exposure time was detected. In this sense, a regression analysis was performed.

Table 1. Analysis of variance for root length (RL) of rice seedlings under aluminum excess

Tabela 1. Análise de variância para comprimento de raiz (RL) de plântulas de arroz submetidas a excesso de alumínio

FV	DF	Mean square
		RL
Dose	1	46.216*
Time	7	32.368*
Dose*Time	7	5.955*
Residue	128	0.168
Mean		6.704
CV		6.117

*Significant by the F test (P ≤ 0.05).

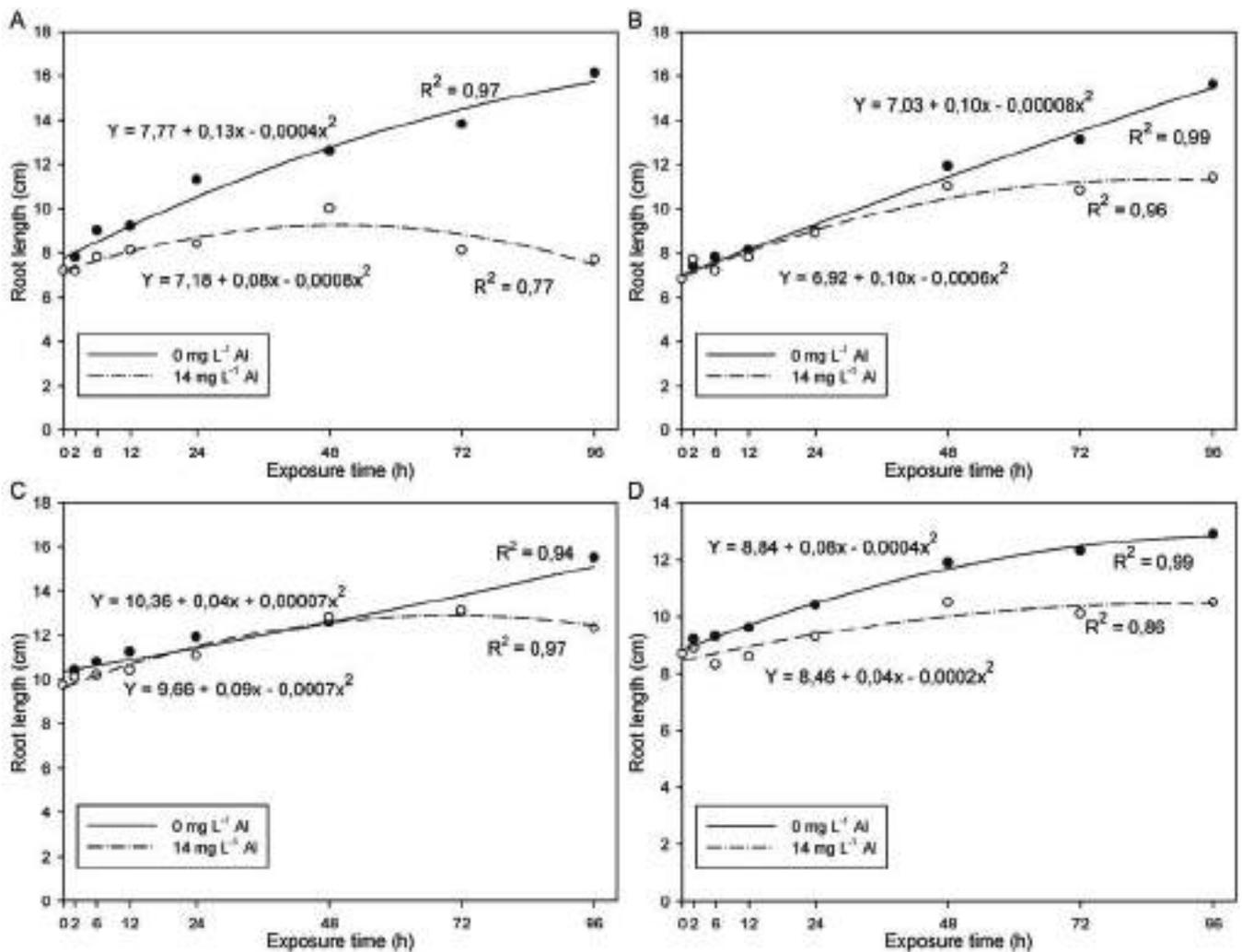


Figure 1. Root length of rice plants under aluminum treatment in different time of exposition. A: BR IRGA 410; B: BRS Curinga; C: Farroupilha; D: IAS 12-9 Formosa

Figura 1. Comprimento da raiz de plantas de arroz sob tratamento de alumínio com diferentes tempos de exposição. A: BR IRGA 410; B: BRS Curinga; C: Farroupilha; D: IAS 12-9 Formosa

The increase in exposure time to Al resulted in a reduction in root length of the BR-IRGA 410 cultivar when compared to the control. The root length was highly reduced after 24 hours of exposure, showing a 50% reduction at 96 hours (Figure 1A). The negative effects in the root development of BRS Curinga were observed at 48 hours after Al treatment and were intensified at 72 hours (Figure 1B). Al treatment negatively affected Farroupilha roots only after 72 hours of exposure (Figure 1C). The presence of Al in the growing media was also harmful to IAS 12-9

Formosa root growth (Figure 1D) as well as to BR IRGA 410, demonstrating sensitivity since the first hours of Al treatment. It can be also noticed that the Al effect in IAS 12-9 Formosa was less intense as the time of exposure to the metal increased.

One of the major constraints to evaluate plants related to Al tolerance is the correct setting of the stress level, which needs to achieve a significant reduction in root growth in the sensitive genotype. On top of this, the exposure time is also an important factor to be

considered (MACEDO et al., 1997). The Al dose used here (14mg L⁻¹) as well as the exposure time, seems to be useful to characterize different genetic materials. In addition, the morphological difference found here showed a negative effect of Al over all genotypes analyzed at 96 hours, although in different magnitudes, indicating that 96 hours is not a suitable treatment for gene expression analysis, since the molecular signaling responsible for the phenotype was activated before 96 hours. Taking into account the phenotype observed in the morphological analysis, we chose

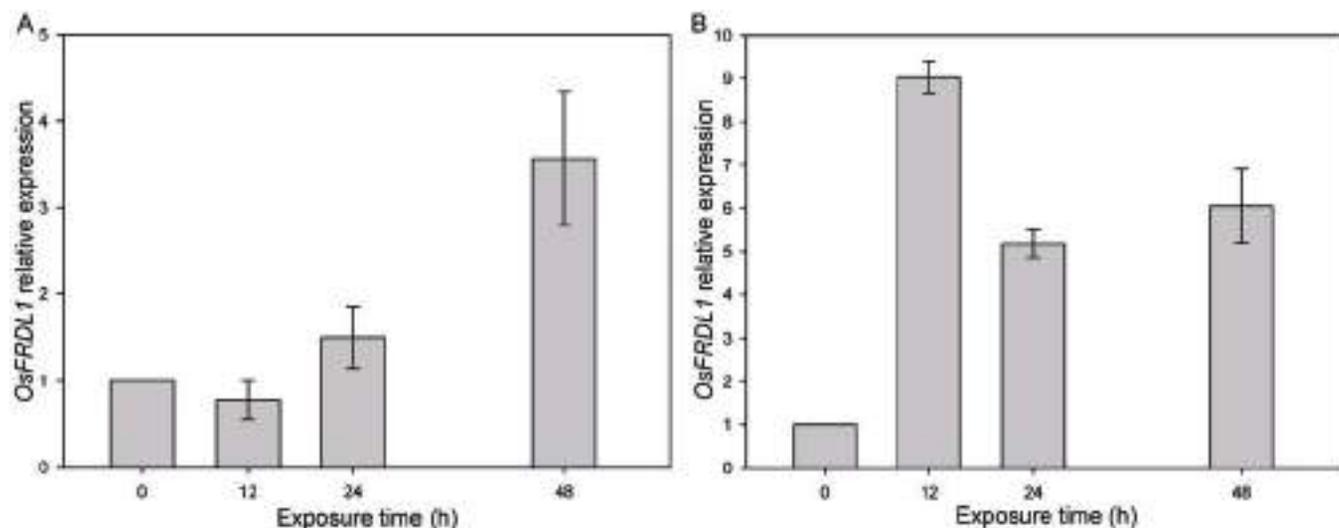


Figure 2. Relative expression of *OsFRDL1* in root tissue of rice plants during different exposition time under aluminum treatment. A: BR IRGA 410 and B: Farroupilha. Samples in control condition were used as baseline. Error bars represents mean \pm standard deviation ($n=3$)
 Figura 2. Expressão relativa de *OsFRDL1* no tecido radicular de plantas de arroz durante diferentes tempos de exposição sob tratamento com alumínio. A: BR IRGA 410 e B: Farroupilha. Amostras em condição de controle foram utilizadas como linha de base. As barras de erro representam a média \pm desvio padrão ($n = 3$)

two contrasting genotypes as models for Al tolerance and sensitivity to perform gene expression analyses. In this sense, Farroupilha, as a tolerant and BR IRGA 410 as a sensitive genotype were chosen for *OsFRDL1* transcriptional analyses at 0, 12, 24 and 48 hours.

***OsFRDL1* is activated in response to Al toxicity in different backgrounds**

To evaluate the effects of the increased Al exposure (0, 12, 24 and 48 hours) on the expression of *OsFRDL1*, a RT-qPCR assay was performed. Treatment with 14mg L^{-1} of Al for 12 hours did not cause increases in the expression of *OsFRDL1* in BR-IRGA 410, however, resulted in a 9-fold increase in Farroupilha. On the other hand, for 24 and 48 hours of treatment, 1.5 and 3.6-fold increases in expression were observed for BR-IRGA 410, respectively (Figure 2A). In Farroupilha, 5.2 and 6.1-fold increases were detected at 24 and 48 hours, respectively (Figure 2B). Overall, Farroupilha showed a higher

increase and a rapid activation of *OsFRDL1* expression in response to Al.

Barley and sorghum, two other members of Poaceae, as is rice, present *OsFRDL1* homolog genes, *HvAACT1* in barley and *SbMATE* in sorghum (FURUKAWA et al., 2007; MAGALHÃES et al., 2007). In barley exposed to 0 and $30\mu\text{M}$ of Al for 6 hours, an increased expression of *HvAACT1*, that encodes a citrate carrier membrane protein, were detected in roots and shoots. However, higher transcript accumulation was detected in roots (FURUKAWA et al., 2007). The amount of transcript was 26 times higher in the Al tolerant cultivar than in the Al sensitive, but the level of expression was not induced by Al in none of them. The authors suggested that *HvAACT1* is constitutively expressed in roots of barley and that secretion of citrate is mediated by the activation of *HvAACT1* protein. Expression of *SbMATE* gene in sorghum, which is also related to citrate secretion, was increased in roots of resistant Al plants and was induced by the Al treatment. An increased

expression was also detected with the increase of exposure time (MAGALHÃES et al., 2007).

When considering the amino acid sequence homology, *OsFRDL1* shows 87% identity with *HvAACT1* and 57% with *AtFRD3* (present in *Arabidopsis*) (YOKOSHO et al., 2009). *HvAACT1* is involved in the citrate secretion induced by Al (FURUKAWA et al., 2007), while *AtFRD3* releases citrate that participates in the transport of iron from the roots to the shoots (DURRETT et al., 2007). Therefore, it is expected that this protein in rice membrane is functionally related to citrate release to extracellular environment in response to Al, which represents one of the major mechanisms of plant tolerance to this stress (KOCHIAN et al., 2005; ZHANG et al., 2019a). In the rice genome, there are six homologous genes close to *AtFRD3*, *HvAACT1* and *SbMATE*. Previous reports showed that *OsFRDL1*, closed related to *HvAACT1*, was not affected by exposure to $50\mu\text{M}$ Al for 3 hours (YOKOSHO et al., 2009). In addition, no difference in

citrate secretion was detected between the knockout *OsFRDL1* line and the cultivar Nipponbare in the presence of Al. On the other hand, here we identified differences in expression levels of *OsFRDL1* in both BR-IRGA 410 (sensitive) and Farroupilha (tolerant) when control and Al treatments are compared (Figure 2).

Farroupilha showed a higher increase in *OsFRDL1* expression in response to Al. As *OsFRDL1* expression was observed at 12 hours after the treatment, probably the expression was initiated before, in a period between 0 and 12 hours. It may be associated to the absence of difference in root growth observed when comparing the control condition and the shorter times of Al exposure (Figure 1C). BR IRGA 410 showed a different profile, an increase in *OsFRDL1* transcripts was observed after 48 hours of Al treatment, and at lower levels when compared to Farroupilha. A tendency in root length reduction was observed in the first hours of Al treatment in BR IRGA 410. That reduction is probably related to the non-activation of *OsFRDL1*, responsible for citrate transport to extracellular medium. However, other genes can be involved in this process. Citrate displays a chelating role and neutralizes Al³⁺, the most toxic form of Al, preventing Al entering in root cells which can have negative effect on root growth in low pH conditions (KOCHIAN, 1995; ZHANG et al., 2019b). On the other hand, it was verified that both genotypes showed *OsFRDL1* expression in absence of Al (data not shown), agreeing with the response to *HvAACT1* gene in barley (FURUKAWA et al., 2007). However, when exposed to Al, the *OsFRDL1* transcriptional activation was more efficient in Farroupilha, which may explain in part, the observed phenotype, whereas BR IRGA 410 seems not to be able to overcome the Al presence through this mechanism.

Conclusion

-Farroupilha (Al tolerant) showed an increased expression of *OsFRDL1* when compared to BR-IRGA 410 (Al sensitive).

-The differences found in expression levels may be associated with the morphological responses observed in genotypes in response to Al exposure, suggesting that *OsFRDL1* is involved in response to Al in rice.

Acknowledgments

This work was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

References

ARENHART, R.A.; BAI, Y.; DE OLIVEIRA, L.F.; NETO, L.B.; SCHUNEMANN, M.; MARASCHIN, F.S.; MARIATH, J.; SILVERIO, A.; SACHETTO-MARTINS, G.; MARGIS R.; WANG, Z-Y.; MARGIS-PINHEIRO, M. New Insights into Aluminum Tolerance in Rice: The ASR5 Protein Binds the STAR1 Promoter and Other Aluminum-Responsive Genes. **Molecular Plant**, v.7, n.4, p.709-721, April 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/mp/sst160>.

BUSTIN, S.A.; BENES, V.; GARSON, J.A.; HELLEMANS, J.; HUGGETT, J.; KUBISTA, M.; MUELLER, R.; NOLAN, T.; PFAFFL, M.W.; SHIPLEY, G.L.; VANDESOMPELE, J.; WITTEWER, C.T. The MIQE guidelines: minimum information for publication of quantitative real-time PCR experiments. **Clinical Chemistry**, v.55, n.4, p.611-22, April 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1373/clinchem.2008.112797>.

CAMARGO, C.E.O.; OLIVEIRA, O.F. Tolerância de cultivares de trigo a diferentes níveis de alumínio em solução nutritiva e no solo. **Bragantia**, v.40, n.1, p.21-31, Fevereiro 1981. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051981000100003>.

CHANG, S.; JING-HAO, W.; GAO-LING, S.; LAI-QING, L.; JUN-XIA, D.; JIAN-LIN, W.; QING-SHENG, C. Different Aluminum Tolerance among Indica, Japonica and Hybrid Rice Varieties. **Rice Science**, v.22, n.3, p.123-131, May 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsci.2015.05.016>.

CHEN, H.; LU, C.; JIANG, H.; PENG, J. Global Transcriptome Analysis Reveals Distinct Aluminum-Tolerance Pathways in the Al-Accumulating Species *Hydrangea macrophylla* and Marker Identification. **PLoS One**, v.10, p.e0144927, December 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0144927>.

DURRETT, T.P.; GASSMANN, W.; ROGERS, E.E. The FRD3-mediated efflux of citrate into the root vasculature is necessary for efficient iron translocation. **Plant Physiology**, v.144, n.1, p.197-205, May 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.107.097162>.

FURUKAWA, J.; YAMAJI, N.; WANG, H.; MITANI, N.; MURATA, Y.; SATO, K.; KATSUHARA, M.; TAKEDA, K.; MA, J.F. An aluminum-activated citrate transporter in barley. **Plant Cell Physiology**, v.48, n.8, p.1081-1091, August 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/pcp/pcm091>.

FOY, C.D. Plant adaptation to acid aluminum-toxic soils. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, 19:959-987, November 1988. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00103628809367988>.

JAIN, M.; NIJHAWAN, A.; TYAGI, A.K.; KHURANA, J.P. Validation of housekeeping genes as internal control for studying gene expression in rice by quantitative real-time PCR. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.345, p.646-65130, June 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbrc.2006.04.140>.

KOCHIAN, L.V.; PIÑEROS, M.A.; HOEKENGA, O.A. The physiology, genetics and molecular biology of plant aluminum resistance and toxicity. **Plant and Soil**, v.274, p.175-195, July 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-004-1158-7>.

- KOCHIAN, L.V. Cellular mechanisms of aluminum toxicity and resistance in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.46, p.237-260, June 1995. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.pp.46.060195.001321>.
- KOCHIAN, L.V.; PINEROS, M.A.; LIU, J.; MAGALHAES, J.V. Plant Adaptation to Acid Soils: The Molecular Basis for Crop Aluminum Resistance. **Annual Review of Plant Biology**, v.66, p.571-598, January 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-arplant-043014-114822>
- LIU, J.; LI, Y.; WANG, W.; GAI, J.; LI, Y. Genome-wide analysis of MATE transporters and expression patterns of a subgroup of MATEs genes in response to aluminium toxicity in soybean. **BMC Genomics**, v.17, n.223, p.217-223, March 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s12864-016-2559-8>.
- LIVAK, K.J.; SCHMITTGEN, T.D. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2- $\Delta\Delta$ CT method. **Methods**, v.25, n.4, p.402-408, December 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/meth.2001.1262>.
- MA, J.F. Role of organic acids in detoxification of Al in higher plants. **Plant Cell Physiology**, v.41, n.4, p.383-390, April 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/pcp/41.4.383>.
- MA, J.F.; RYAN, P.R.; DELHAIZE, E. Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids. **Trends in Plant Science**, v.6, n.6, p.273-278, June 2001. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1360-1385\(01\)01961-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1360-1385(01)01961-6).
- MA, J.F.; FURUKAWA, J. Recent progress in the research of external Al detoxification in higher plants: a minireview. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v.97, n.1, p.46-51, September 2003. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0162-0134\(03\)00245-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0162-0134(03)00245-9).
- MACEDO, C.C.; KINET, J.M.; JAN, V.V.S. Effects of duration and intensity of aluminum stress on growth parameters in four rice genotypes differing in aluminum sensitivity. **Journal of Plant Nutrition**, v.20, p.181-193, November 1997. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01904169709365241>.
- MAGALHÃES, J.V.; LIU, J.; GUIMARAES, C.T.; LANA, U.G.P.; ALVES, V.M.C.; WANG, Y.; SCHAFFERT, R.E.; HOEKENGA, O.A.; PIÑEROS, M.A.; SHAFF, J.E.; KLEIN, P.E.; CARNEIRO, N.P.; COELHO, C.M.; TRICK, H.N.; KOCHIAN, L.V. A gene in the multidrug and toxic compound extrusion (MATE) family confers aluminum tolerance in sorghum. **Nature Genetics**, v.39, n.9, p.1156-1161, September 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/ng2074>.
- MARON, L.G.; PIÑEROS, M.A.; GUIMARAES, C.T.; MAGALHÃES, J.V.; PLEIMAN, J.K.; MAO, C.; SHAFF, J.; BELICUAS, S.N.J.; KOCHIAN, L.V. Two functionally distinct members of the MATE (multi-drug and toxic compound extrusion) family of transporters potentially underlie two major aluminum tolerance QTLs in maize. **The Plant Journal**, v.61, n.5, p.728-740, March 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-313X.2009.04103.x>.
- PIÑEROS, M.A.; KOCHIAN, L.V. A patch-clamp study on the physiology of aluminum toxicity and aluminum tolerance in maize. Identification and characterization of Al³⁺-induced anion channels. **Plant Physiology**, v.125, n.1, p.292-305, January 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.125.1.292>.
- RAHMAN, M.A.; LEE, S-H.; JI, H.C.; KABIR, A.H.; JONES, C.S.; LEE, K.W. Importance of Mineral Nutrition for Mitigating Aluminum Toxicity in Plants on Acidic Soils: Current Status and Opportunities. **International Journal of Molecular Sciences**, v.19, n.10, p.3073, October 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms19103073>.
- RYAN, P.R.; DELHAIZE, E. Function and mechanism of organic anion exudation from plant roots. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.52, p.527-560, June 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.arplant.52.1.527>.
- SAS. The SAS system for Windows. Cary, NC -USA: SAS Institute Inc. 2013
- SASAKI, T.; YAMAMOTO, Y.; EZAKI, B.; KATSUHARA, M.; AHN, S.J.; RYAN, P.R.; DELHAIZE, E.; MATSUMOTO, H. A wheat gene encoding an aluminum-activated malate transporter. **The Plant Journal**, v.37, n.5, p.645-653, March 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-313X.2003.01991.x>.
- SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil/ Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado; XXXII Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, Farroupilha, RS - Cachoeirinha, 205 p. 2018**
- YANG, L-T.; QI, Y-P.; JIANG, H-X.; CHEN, L-S. Roles of Organic Acid Anion Secretion in Aluminium Tolerance of Higher Plants. **BioMed Research International**, v.2013, p.173682, December 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/173682>.
- YOKOSHO, K.; YAMAJI, N.; UENO, D.; MITANI, N.; MA, J.F. OsFRDL1 is a citrate transporter required for efficient translocation of iron in rice. **Plant Physiology**, v.149, n.1, p.297-305, January 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.108.128132>.
- YOKOSHO, K.; YAMAJI, N.; MA, J.F. An Al-inducible MATE gene is involved in external detoxification of Al in Rice. **The Plant Journal**, v.68, n.6, p.1061-1069, December 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-313X.2011.04757.x>.
- ZHANG, X.; LONG, Y.; HUANG, J.; XIA, J. Molecular Mechanisms for Coping with Al Toxicity in Plants. **International Journal of Molecular Sciences**, v.20, n.7, p.1551, April 2019a. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms20071551>.
- ZHANG, F.; YAN, X.; HAN, X.; TANG, R.; CHU, M.; YANG, Y.; YANG, Y-H.; ZHAO, F.; FU, A.; LUAN, S.; LAN, W. A Defective Vacuolar Proton Pump Enhances Aluminum Tolerance by Reducing Vacuole Sequestration of Organic Acids. **Plant Physiology**, v.181, n.2, p.743-761, October 2019b. DOI: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.19.00626>. ■

Uso de bioestimulantes para o manejo da Sarna da Macieira em pomares

Leonardo Araujo¹, Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto¹, Jânio de Souza Vieira², Mateus da Silveira Pasa³, Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza⁴ e Marciel Stadnik⁵

Resumo – O objetivo do presente estudo foi verificar a possibilidade de uso de bioestimulantes de forma isolada ou em mistura com fungicidas para o manejo da sarna da Sarna da Macieira (SDM). Para isso, plantas de macieira ‘Gala’ foram pulverizadas de setembro a novembro nos anos de 2014 a 2018, entre um e dois dias antes de um período chuvoso com diferentes classes de bioestimulantes (aminoácidos, fosfitos, fertilizantes foliares a base de extrato vegetal, algas e minerais). Alguns bioestimulantes (principalmente fosfitos, aminoácidos e extratos vegetais) reduziram a incidência da SDM em até 99% em folhas e 76% em frutos, bem como melhoraram os parâmetros de qualidade dos frutos. No entanto, este efeito foi dependente da classe do bioestimulante utilizado, da forma como foi aplicado (isolado ou mistura) e do ciclo da macieira avaliado (variação condições ambientais).

Termos para indexação: *Malus domestica*; *Venturia inaequalis*; doenças da macieira; indução de resistência; manejo integrado

Use of biostimulants for the management of Apple Scab in orchards

Abstract – The aim of the present study was to verify the possibility of using biostimulants alone or in mixture with fungicides for the management of Apple Scab (AS). For this purpose, ‘Gala’ apple trees were sprayed from September until November of the years 2014 to 2018, among one and two days before a rainy season with different classes of biostimulants (amino acids, phosphites, foliar fertilizers based on plant extract, algae and minerals). Some biostimulants tested (mainly phosphites, amino acids and plant extracts) reduced the incidence of as up to 99% in leaves and 76% in fruits, as well as improved the fruit quality parameters. However, this effect was dependent on the class of biostimulant used, the way it was applied (isolated or mixture), and the year evaluated (variation in environmental conditions).

Index terms: *Malus domestica*; *Venturia inaequalis*; apple diseases; induction resistance; integrated management.

Introdução

A maçã é a segunda fruta de clima temperado mais produzida no Brasil, sendo os estados do Rio Grande Sul (577.774t) e de Santa Catarina (638.351t) os principais produtores (CEPA, 2017). Entre os fatores que afetam a produtividade da cultura, destaca-se a Sarna da Macieira (SDM), doença causada pelo fungo *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter, que pode causar perdas de até 100% na cultura, caso não sejam tomadas medidas adequadas de controle. O controle desta doença vem sendo rea-

lizado principalmente com a utilização de fungicidas de contato (multissítios) e sítio-específicos aplicados durante todo o ciclo. No entanto, tais medidas não se mostram eficientes em algumas condições, tais como: quando há uso indiscriminado de agrotóxicos sítio-específicos e selecionam-se populações de fungos resistentes aos fungicidas; quando os fungicidas de contato são pulverizados em condições ventosas, ou ocorrem períodos subsequentes de chuva e/ou com altos volumes; quando a pressão de inóculo nos pomares é muito alta. Por isso, a constante possibilidade de

falha de manejo da SDM, associada aos problemas ambientais decorrentes do mal uso dos fungicidas e ao alto custo de produção, impulsionam a busca de medidas alternativas e/ou complementares de controle (ARAUJO et al., 2016a, 2019; ARAUJO & MEDEIROS, 2018).

Dentre as medidas alternativas usadas para o controle de doenças atualmente, o uso de bioestimulantes vem se destacando. Define-se bioestimulante qualquer substância ou microrganismo capaz de melhorar a eficiência nutricional, a tolerância aos estresses abióticos/bióticos e/ou a qualidade dos

Recebido em 1/4/2020; Aceito para publicação em 21/7/2020.

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr. Empresa de Pesquisa e Extensão Rural (Epagri)/ Estação Experimental de São Joaquim, rua João Araújo Lima, 102, bairro Jardim Caicara, SC, 88600-000, São Joaquim, e-mail: leonardoaraujo@epagri.sc.gov.br; felipepinto@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Instituto Federal Catarinense, Campus Santa Rosa do Sul/Graduado, avenida Nascimento José da Rosa, S/N, bairro Vila Nova, SC, 88965-000, Santa Rosa do Sul, e-mail: vieira09janio@gmail.com.

³ Engenheiro-agrônomo, Dr. Universidade Federal de Pelotas/Bolsista PNPd/CAPES, Avenida Eliseu Maciel, s/n, bairro Capão do Leão, RS, 96050-500, Pelotas, e-mail: mateus.pasa@gmail.com.

⁴ Engenheiro-agrônomo (a), Dr. Proterra Engenharia Agrônômica, Estrada Federal BR-116, 7320, bairro Fatima, RS, 95200-000, Vacaria, e-mail: rosamaria@proterra.agr.br.

⁵ Engenheiro-agrônomo, Dr. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Rodovia Admar Gonzaga, 1346, bairro Itacorubi, 88034-001, Florianópolis, e-mail: marciel.stadnik@ufsc.br.

cultivos, independente do seu conteúdo nutricional (DU JARDIN, 2015; NARDI et al., 2016). Estes produtos podem ser obtidos a partir de diferentes materiais orgânicos e incluem substâncias húmicas, materiais orgânicos complexos, elementos químicos benéficos, peptídeos e aminoácidos, sais inorgânicos, extratos de algas marinhas, derivados da quitina e quitosana, aminoácidos e outras substâncias contendo N (NARDI et al., 2016). A utilização desses produtos vem sendo considerada como uma estratégia importante na busca de uma agricultura sustentável, pois se apresentam menos agressivos ao meio ambiente e pode melhorar o crescimento das plantas, ativando seu sistema de defesa (STADNIK et al., 2017). Os bioestimulantes influenciam positivamente a expressão de genes e a atividade de enzimas atuantes no metabolismo primário e secundário (CALVO et al., 2014; NARDI et al., 2016). O metabolismo primário é associado ao desenvolvimento ou à reprodução das plantas, enquanto o metabolismo secundário é envolvido com as respostas de defesa do hospedeiro. Metabólitos secundários (alcaloides, terpenoides, compostos contendo enxofre e fenóis) e proteínas RP (peroxidases e glucanases) têm sido associados a respostas de defesa inata e induzida contra patógenos de fruteiras (ARAUJO & STADNIK, 2013; ARAUJO et al., 2015; 2016b; FELIPINI et al., 2016). Deliopoulos et al. (2010) relata que bioestimulantes, à base de sais inorgânicos, são capazes de reduzir a severidade de 49 doenças fúngicas em diferentes tecidos (folhagem, caule, fruto, tubérculo, raiz e pós-colheita) em 35 espécies vegetais, incluindo cereais, fruteiras, raízes/tubérculos, plantas ornamentais e nativas. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi verificar a possibilidade de uso dos bioestimulantes de forma isolada ou em mistura com fungicidas para o manejo da SDM.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no município de São Joaquim, SC (28°17'39"S, 49°55'56"W, à altitude de 1.415 m) em um pomar de macieira copa 'Gala' enxertada sobre o porta-enxerto 'Marubakaido'. O clima, de acordo com a clas-

sificação de Köppen-Geiger, é do tipo Cfb, mesotérmico úmido, sem estação seca e com verão fresco. O acúmulo médio de temperaturas iguais ou inferiores a 7,2°C na região é de 900 horas. As condições meteorológicas durante a condução do experimento foram descritas na Figura 1. O solo do campo experimental é classificado como Cambissolo Húmico e as mudas foram plantadas no inverno de 2011. O espaçamento utilizado foi de 1,5m entre plantas e 4,5m entre linhas

(população final de 1.482 plantas por hectare). As plantas foram conduzidas no sistema líder central, sem sistema de sustentação.

De setembro a novembro dos anos de 2014 a 2018, entre um e dois dias antes de um período chuvoso, foram pulverizados os produtos listados na tabela 1. Nos ensaios do ciclo 2014/2015 testou-se o efeito isolado/e ou mistura dos bioestimulantes sobre a SDM. Nos ciclos 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018

Tabela 1. Produtos comerciais e doses utilizadas para controle da Sarna da Macieira em condições de campo

Table 1. Commercial products and doses used to control of Apple Scab in field conditions

Produtos comerciais e doses (100L)
Aminoácidos (a)
a1 (Terra-Sorb Foliar® - 2,1% N, 0,02% B, 0,05% Mn, 0,1% Zn); 300mL
a2 (Aminoquelant-K Low pH® - 1% N, 25% K ₂ O); 300mL
a3 (Fitamin-Cab Plus® - 5% N, 6% Ca, 0,21% B); 300mL
Fosfitos (Fos)
Fos1 (Fosfito Cu® - 20% P ₂ O ₅ , 4,5% Cu); 100mL
Fos2 (Fosfito Mg® - 25% P ₂ O ₅ , 4% Mg); 100mL
Fos3 (Fitofos-K Plus® - 40% P ₂ O ₅ , 20% K ₂ O); 200mL
Fos4 (Scudero Phos K® - 30% P ₂ O ₅ , 20% K ₂ O); 200mL
Fos5 (Aksine SH® - 30% P ₂ O ₅ , 4,5% Cu); 300mL
Fertilizante Foliar a base de Extrato Vegetal (Fev)
Fev (Phyto-Sar® - 14% C orgânico, 0,02% B); 100mL
Fertilizante Foliar a base de Extrato Algas (Fea)
Fea (Micromar-B® - 5% N, 1,3% Mg, 1% B, 1% Mn, 0,1% Mo, 0,1% Z); 400mL
Fertilizante Foliar Mineral (Ffm)
Ffm1 (Gama Super K Plus® - 3,06% P ₂ O ₅ , 35% K ₂ O); 300mL
Ffm2 (Gluconato de Cobre® - 6,8% Cu, 3,1% S); 200mL
Regulador de Crescimento (Rc)
Rc (Proexadiona Cálcica - Viviful®); 60mL
Fungicidas (Padrões positivos)
Cap (Captana - Captan®); 250mL
Dzl (Difenoconazol - Score®); 14mL
Man (Mancozeb - Dithane®); 200g
Pnl (Pirimetanil - Mythos®); 150mL

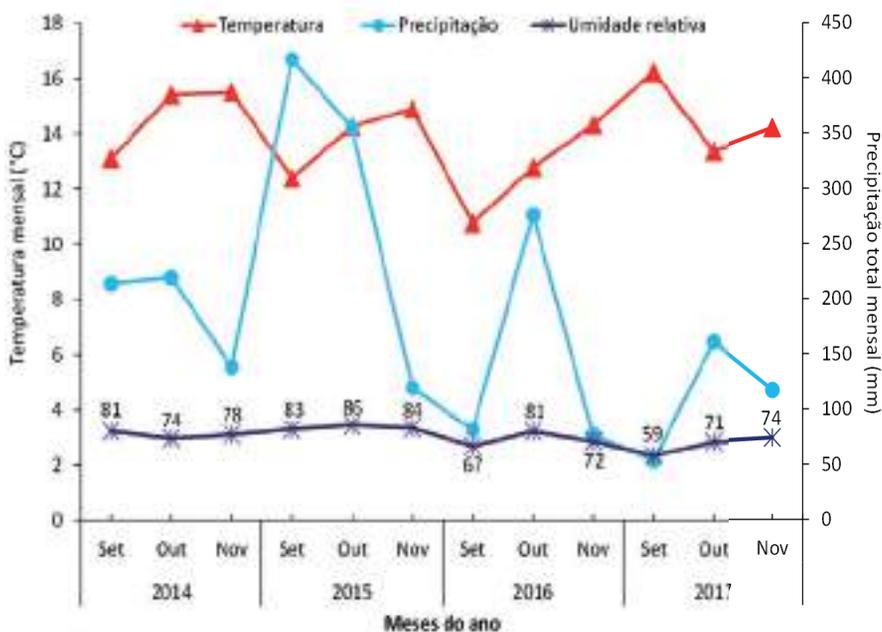


Figura 1. Temperatura média, precipitação total e umidade relativa média mensal, observadas no campo experimental localizado em São Joaquim, no Estado de Santa Catarina nos anos de 2014 a 2017. Dados obtidos da estação meteorológica localizada na Estação Experimental de São Joaquim da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Figure 1. Mean temperature, total precipitation and mean monthly relative humidity, observed in the experimental field located in São Joaquim, in the State of Santa Catarina in the years 2014 to 2017. Data obtained from the weather station located in the São Joaquim Experimental Station of the Agricultural Research and Rural Extension Company of Santa Catarina

avaliou-se a mistura de bioestimulantes com fungicidas sítio-específicos. Em todos os ciclos foram utilizados fungicidas de contato como controle positivo para comparação do efeito dos bioestimulantes sobre a SDM. Para as pulverizações foi utilizada uma lança com ponteira de 3 bicos Yamaho D-6 (vazão de 1,16L min.⁻¹) acoplada a um pulverizador estacionário de acionamento por motor de combustão interna e bomba regulado na pressão de 200lb pol⁻², com volume de calda de 1.000L ha⁻¹. Foram realizadas de seis a oito pulverizações por ciclo com intervalos de sete a dez dias. Folhas e frutos com sintomas da SDM foram infectados por *V. inaequalis* em condições naturais de campo. Na avaliação da SDM foram selecionados 10 ramos terminais ao acaso/planta e foi determinada a incidência da doença em 10 folhas/ramo e 30 frutos/planta no final de novembro de cada ano de acordo com Katsurayama & Boneti (2000). Nos 30 frutos foi

avaliada a severidade do “Russetting” de acordo com cinco classes propostas por Camilo & Denardi (2001): 1: ausência de “Russetting”, sendo tolerado somente aquele restrito à cavidade peduncular; 2: presença de “Russetting” não superando 10% da superfície do fruto; 3: incidência de “Russetting” entre 10% e 30 % da superfície do fruto; 4: incidência de “Russetting” entre 30% e 50% da superfície do fruto; 5: incidência de “Russetting” superior a 50% da superfície do fruto. Avaliaram-se as variáveis peso e diâmetro médio em 30 frutos de acordo com a metodologia de Katsurayama & Boneti (2000).

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições por tratamento, sendo que cada unidade experimental foi constituída por uma planta. Após verificar a homogeneidade das variâncias, os dados foram submetidos à análise de variância (Anova), e ao teste Tukey a 5% de probabilidade para

a separação de médias. Todas as análises foram realizadas com o software “R” versão 3.5.3. (R CORE TEAM, 2018).

Resultados e discussão

Entre os bioestimulantes utilizados isoladamente, somente os fosfitos 3 e 4 reduziram a incidência da SDM em frutos no ensaio 1 no ciclo 2014/2015. Em folhas, os fosfitos, fertilizantes à base de extrato vegetal e mineral 1, foram os produtos que apresentaram maior efeito sobre a incidência da SDM, com controle semelhante ou superior ao fungicida captana (controle positivo). Os fertilizantes à base de extrato de alga e mineral 2, aminoácidos e proexadiona cálcica não reduziram a incidência da SDM em folhas e frutos em comparação a testemunha. A mistura de alguns bioestimulantes não foi eficiente para reduzir a incidência da SDM em frutos no ensaio 2 no ciclo 2014/2015. No entanto, em folhas, a mistura de aminoácidos com fosfitos ou fertilizante à base de extrato vegetal reduziu a incidência da SDM de forma semelhante ao captana (Tabela 2).

Fosfitos aplicados isoladamente ou em mistura com o fungicida difenoconazol reduziram a incidência da SDM em folhas e frutos de forma semelhante ao captana no ciclo 2015/2016. A mistura de aminoácido com difenoconazol aparentemente melhorou o desempenho do fungicida sobre a incidência da SDM em folhas e frutos, embora esta redução não tenha sido estatisticamente diferente do tratamento com difenoconazol aplicado isoladamente nos ciclos 2016/2017 e 2017/2018. A mistura de aminoácido com pirimetanil não aumentou o efeito do fungicida sobre a redução da incidência da SDM em folhas e frutos, no entanto o controle deste tratamento sobre a doença foi semelhante ao fungicida mancozeb (controle positivo) no ciclo 2017/2018 (Tabela 2).

De acordo com Le Mire et al. (2016), os bioestimulantes não devem ser utilizados de forma isolada, mas associados nas estratégias de manejo integrado de

Tabela 2. Incidência da Sarna da Macieira (%) em folhas e frutos de plantas submetidas a diferentes tratamentos antes de períodos chuvosos e infectadas por *Venturia inaequalis* em condições de campo nos ciclos 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018

Table 2: *Apple Scab incidence (%) on leaves and fruits of plants submitted to different treatments before rainy periods and infected by Venturia inaequalis in field conditions in the 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 and 2017/2018 cycles*

Tratamentos														
Ciclo 2014/2015														
Ensaio 1														
Sarna	Test	a1	a2	a3	Fos1	Fos2	Fos3	Fos4	Fev	Fea	Ffm1	Ffm2	Rc	Cap
Folhas	45,8 a	42,3 ab	34,3 abc	31,0 abc	7,8 de	8,3 de	9,3 de	5,5 e	17,0 cd	33,3 abc	24,3 bc	27,8 abc	29,3 abc	22,8 c
Frutos	100 A	100 A	100 A	100 A	94,4 AB	92,2 AB	76,7 B	78,1 B	100 A	89,1 AB	100 A	100 A	100 A	74,4 B
Ensaio 2														
Sarna	Test	Fos1+a2	Fos2+a2	Fos4+a2	Fev+a2	Fea+a2	Fos1+a3	Fos2+a3	Fos4+a3	Fev+a3	Fos3+Dzl	Fos4+Dzl	Fea+a3	Cap
Folhas	44,3 a	13,5 c	13,0 c	10,0 c	16,0 bc	33,0 ab	20,0 bc	15,0 c	12,5 c	14,3 c	11,0 b	7,8 b	30,7 ab	12,2 c
Frutos	100 A	94,0 AB	82,5 AB	85,8 AB	92,4 AB	100 A	96,5 A	80,0 AB	97,1 A	93,3 AB	70,0 B	70,0 B	99,1 A	70,0 B
Ciclo 2015/2016														
Sarna	Test	Fos1	Fos2	Fos3	Fos4	Fos1+Dzl	Cap	Fos2+Dzl	Fos3+Dzl	Fos4+Dzl	Fos4+Dzl	Fos4+Dzl	Fos4+Dzl	Fos4+Dzl
Folhas	76,3 a	14,6 b	13,0 b	8,0 b	8,8 b	7,0 b	12,5 b	11,0 b	7,8 b	7,8 b	7,8 b	7,8 b	8,8 b	8,8 b
Frutos	100 A	80,8 AB	79,2 B	70,8 B	77,5 B	84,1 AB	80,0 B	75,8 B	70,0 B	70,0 B	70,0 B	70,0 B	67,5 B	67,5 B
Ciclo 2016/2017														
Sarna	Test	a1	Fos5	Cap	Dzl	aa1+Dzl								
Folhas	75,5 a	48,8 b	0,75 d	7,8 d	33,8 bc	29,5 c								
Frutos	94,2 A	74,2 B	22,4 DE	12,5 E	41,7 CD	51,6 C								
Ciclo 2017/2018														
Sarna	Test	a1	Man	Dzl	Pnl	aa1+Dzl								
Folhas	62,8 a	37,5 b	30,0 bcd	20,8 cd	15,3 d	20,75 cd								
Frutos	89,2 A	35,6 B	11,9 C	19,4 C	20,3 C	12,5 C	12,5 C	12,5 C	12,5 C	12,5 C	12,5 C	12,5 C	12,5 C	12,5 C

Médias com mesmas letras minúsculas e maiúsculas na linha indicam que não há diferença estatística (Tukey; $p \leq 0,05$). Siglas: Test (Testemunha), aa (Aminoácidos 1, 2 e 3), Fos (Fosfatos 1, 2, 3, 4 e 5), Fev (Fertilizante Foliar à base de Extrato Vegetal), Fea (Fertilizante Foliar a base de Extrato Algas), Ffm (Fertilizante Foliar a base de Extrato Algas), Rc (Regulador de Crescimento), Cap (Captana), Dzl (Difenocanazol), Man (Mancozeb) e Pnl (Pirimetamil). Vide Tabela 1 para consultar produtos comerciais e doses.

Means with the same lowercase and uppercase letters on the line indicate that there is no statistical difference (Tukey; $p \leq 0,05$). Acronyms: Test (Control), aa (Amino acids 1, 2 and 3), Fos (Phosphates 1, 2, 3, 4 and 5), Fev (Foliar Fertilizer from Plant Extract), Fea (Foliar Fertilizer from Extract Algae), Ffm (Foliar Fertilizer from Extract Algae), Rc (Growth Regulator), Cap (Captana), Dzl (Difenocanazole), Man (Mancozeb) and Pnl (Pirimetamil). See table 1 for commercial products and doses.

Tabela 3. Parâmetros de qualidade (severidade de “Russetting” (SR) e produtividade (peso (P) e diâmetro (D)) em frutos de plantas submetidas a diferentes tratamentos antes de períodos chuvosos e infectadas por *Venturia inaequalis* em condições de campo nos ciclos 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018

Table 3. Quality parameters (Russetting severity (SR)) and productivity (weight (P) and diameter (D)) in fruits of plants submitted to different treatments before rainy periods and infected by *Venturia inaequalis* in field conditions in the 2015/2016, 2016/2017 and 2017/2018 cycles

		Tratamentos									
		Ciclo 2015/2016									
		Qualidade									
		Produtividade									
Test	Fos1	Fos2	Fos3	Fos4	Cap	Fos1+Dzl	Fos2+Dzl	Fos3+Dzl	Fos4+Dzl		
SR (%)	0 b	28,9 a	14,4 ab	7,3 b	4,8 b	6,9 b	19,4 ab	8,7 ab	7,9 b	6,0 b	
P (g)	157,4 c	295,7 b	338,3 ab	363,0 ab	372,0 ab	423,0 a	269,0 bc	367,0 ab	363,0 ab	372,0 ab	
D (cm)	20,8 B	26,77 A	27,76 A	29,78 A	31,05 A	31,36 A	26,78 A	29,46 A	29,15 A	30,0 A	
		Ciclo 2016/2017									
		Qualidade									
		Produtividade									
Test	Fos5	Cap	Dzl	a1+Dzl							
SR (%)	24,5 bc	31,7 b	9,6 c	18,9 bc							
P (g)	723,5 b	907,3 a	912,5 a	970,3 a	938,5 a	970,3 a	907,3 a	907,3 a	907,3 a	907,3 a	
D (cm)	36,6 ns	37,4	40,1	39,5	40,1	39,5	40,3	39,6	39,6	39,6	
		Ciclo 2017/2018									
		Qualidade									
		Produtividade									
Test	Man	Dzl	Pnl	a1+Dzl	a1+Pnl						
SR (%)	12,5 ns	17,0	19,8	16,7	16,3						
P (g)	630,8 b	740,3 ab	749,0 ab	831,8 a	698,0 b	737,0 ab					
D (cm)	34,7 ns	37,6	37,5	38,5	37,1	37,1	37,1	37,1	37,1	37,1	

Médias com mesmas letras minúsculas e maiúsculas na linha indicam que não há diferença estatística (Tukey; $p \leq 0,05$). Siglas: Test (Testemunha), a (Aminoácidos 1), Fos (Fosfitos 1, 2, 3, 4 e 5), Cap (Captana), Dzl (Difenocozol), Man (Mancozeb) e Pnl (Pirimetaniil). Vide Tabela 1 para consultar produtos comerciais e doses. Means with the same lowercase and uppercase letters on the line indicate that there is no statistical difference (Tukey; $p \leq 0,05$). Acronyms: Test (Witness), a (Amino acids 1), Fos (Phosphites 1, 2, 3, 4 and 5), Cap (Captana), Dzl (Difenoconazole), Man (Mancozeb) and Pnl (Pyrimethanil). See table 1 for commercial products and doses.

pragas e doenças para complementar o controle dos agroquímicos e contribuir para a redução de dosagens e frequência de aplicação. Le Mire et al. (2016) também alertam que o desempenho dos bioestimulantes é dependente das condições ambientais do campo (temperatura, precipitação, umidade relativa, pressão da doença), sistemas de cultivo (genótipo da planta, exigências nutricionais, estado fisiológico) e da formulação. No presente estudo, entre 2014 a 2017 observaram-se muitas variações das condições ambientais entre setembro e novembro (Figura 1), principalmente no ciclo 2015/2016, quando foi registrado o fenômeno El Niño. Estas variações climáticas observadas nos anos de condução dos experimentos podem explicar a variação do controle da SDM quando estes produtos foram utilizados de forma isolada ou em mistura.

No entanto, apesar de variável, o efeito dos bioestimulantes sobre o controle da SDM não pode ser desprezado, pois existe um grande potencial destes produtos quando se buscam produtos alternativos para condução de plantas em sistemas mais sustentáveis. Soppelsa et al. (2018) usaram diferentes classes de bioestimulantes na condução de pomares orgânicos de maçãs, localizados na Itália, por um período de dois anos consecutivos e verificaram aumento na produção de compostos primários e secundários que melhoraram o potencial de mercado do cultivar Jonathan. Vários estudos (PETKOVSEK et al., 2009; FELIPINI et al., 2016; ARAUJO et al., 2015; 2016b) têm demonstrado que fruteiras com resistência inata e/ou induzida por bioestimulantes possuem maiores concentrações de compostos secundários (ácido cafeico, ácido gálico, ácido p-cumarico, ácido p-hidroxibenzoico, ácido protocatecuico, ácido salicílico, ácido salicil-hidroxiâmico, ácido sinapínico, catequina, cloridrina, epicatequina, epigallocatequina e miricetina) que resultam em menores índices de doenças em diferentes tecidos. Alguns bioestimulantes também têm a capacidade de

aumentar a atividade das enzimas peroxidases e glucanases em folhas, reduzindo a severidade da Mancha Foliar de *Glomerella* e da SDM em mudas de macieira mantidas em casa de vegetação (ARAUJO & STADNIK, 2013; FELIPINI et al., 2016). Assim, no presente estudo é possível que os bioestimulantes possam ter aumentando os níveis de compostos secundários e/ou proteínas RP, explicando assim os menores níveis da SDM em alguns tratamentos, embora novos estudos devam ser realizados para comprovar esta hipótese.

Somente os fosfitos 1 e 5 aumentaram a severidade de “Russeting” nos frutos de macieira nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017, respectivamente. As misturas dos outros bioestimulantes com os fungicidas difenoconazol ou pirimetanil não aumentaram a severidade de “Russeting” em todos os ciclos testados (Tabela 3). Araujo & Medeiros (2018) alertaram que fosfitos podem potencializar o efeito do “Russeting”, dependendo da mistura com fungicida ou dos compostos que acompanham a molécula na formulação, a exemplo do cobre. Geralmente os bioestimulantes estimulam os processos de nutrição das plantas, independentemente do teor de nutrientes do produto, com o objetivo de melhorar uma ou mais das seguintes características das plantas: (a) eficiência do uso de nutrientes, (b) tolerância a estresses abióticos e bióticos, ou (c) qualidade do cultivo. Assim, o “Russeting” observado em alguns frutos foi consequência somente do cobre contido na formulação dos fosfitos 1 e 5 (Tabela 1).

Plantas tratadas com misturas de bioestimulantes com os fungicidas difenoconazol ou pirimetanil apresentaram frutos com peso e diâmetro semelhantes aos controles positivos (captana ou mancozeb) em todos ciclos testados (Tabela 3). Em culturas perenes Soppelsa et al. (2018) afirmam que bioestimulantes são capazes de melhorar a coloração final de diferentes frutas, devido à capacidade destes produtos têm de modular a atividade de hormônios vegetais endógenos, associados à via bios-

sintética da antocianina na casca dos frutos. Soppelsa et al. (2018) também afirmam que frutos do cultivar Jonathan apresentaram melhor qualidade, aparência e valor nutricional, quando plantas de macieira foram tratadas com estes produtos. Mangueiras e mirtilleiros apresentaram um aumento de 18% para produtividade e 33% para peso de frutos, respectivamente, quando foram tratados com bioestimulantes durante o ciclo de crescimento (Drobek et al., 2019). Os resultados dos trabalhos de Soppelsa et al. (2018) e Drobek et al. (2019) são consistentes com os dados obtidos no presente estudo, que indica o efeito dos bioestimulantes sobre o metabolismo primário da macieira.

No presente estudo, embora os bioestimulantes mostrem potencial para ser utilizados na cultura da macieira, é provável que muitos produtores ainda não estarão completamente confiantes em usá-los, devido à variação de resultados obtidos no campo. Assim, a exemplo do presente estudo, mais ensaios devem ser realizados, pois fruticultores precisam de mais informações sobre como usar esta ferramenta em suas práticas agrícolas (número de aplicações, período, e concentrações para as diferentes cultivares e regiões produtoras de maçã).

Conclusão

- Alguns fosfitos, aminoácidos e extratos vegetais reduziram a incidência da SDM em folhas e frutos, bem como melhoraram os parâmetros de qualidade dos frutos.

- Fosfitos que possuem cobre na formulação apresentaram ótimos índices de controle da SDM, mas aumentaram o “Russeting” em frutos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e à Finep pelo suporte financeiro. Aos técnicos da Epagri Iran Souza Oliveira e Arthur Oliveira Souza pelo suporte técnico. ▶

Referências

- ARAUJO, L.; STADNIK, M.J. Cultivar-specific and ulvan-induced resistance of apple plants to *Glomerella* leaf spot are associated with enhanced activity of peroxidases. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, n.3, p.287-293, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.16174>.
- ARAUJO, L., BISPO, W.M.S., RIOS, V.S., FERNANDES, S.A., RODRIGUES, F.A. Induction of the phenylpropanoid pathway by acibenzolar-smethyl and potassium phosphite increases mango resistance to *Ceratocystis fimbriata* infection. **Plant Disease**, Minneapolis, v.99, p.447-459, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-08-14-0788-RE>.
- ARAUJO, L.; MEDEIROS, H.A.; PASA, M.S.; SILVA, F.N. Doenças da macieira e da pereira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.37, n.291, p.61-74, 2016a. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309414271_Doencas_da_macieira_e_da_pereira. Acesso em: 14 jan. 2017.
- ARAUJO, L.; BISPO, W.M.S.; RIOS, J.A.; FERNANDES, S.A.; RODRIGUES, F.A. Alkaloids and phenolics biosynthesis increases mango resistance to infection by *Ceratocystis fimbriata*. **Bragantia**, Campinas, v.75, n.2, p.199-211, 2016b. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.261>.
- ARAUJO, L.; MEDEIROS, H. A. PRINCIPAIS DOENÇAS E SEU CONTROLE. In: SEZERINO, A.A. (Org.) **Sistema de produção para a cultura da macieira em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2018. 136 p. (Sistema de produção, 50). Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/publicacoes/sistema-de-producao/>. Acesso em: 14 mar. 2020.
- ARAUJO, L.; PINTO, F.A.M.F.; ARAÚJO, F.J.V.; MEDEIROS, H.A.; PASA, M.S.; KRUEGER, R. Sistema de alerta e controle para controle de doenças da Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.32, n.1, p.86-91, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n1.12>.
- CALVO, P.; NELSON, L.; KLOPPER, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, Crawley, v.383, n.1, p.3-41, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>.
- CAMILO, A.P.; DENARDI, F. Efeito do carbaryl sobre o 'russetting' da maçã (*Malus domestica* Borkh.), cultivares 'Gala', 'Fuji' e 'Golden Delicious'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.3, p. 580-583, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452001000300027>.
- CEPA, Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2016-2017**. Epagri (Ed.), Florianópolis, p. 203. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese-Anual-da-Agricultura-SC_2016_17.pdf. Acesso em: 20 ago. 2018.
- DELIOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P.S.; HARE, M.C. Fungal disease suppression by inorganic salts: A review. **Crop Protection**, Guildford, v.29, n.10, p.1059-1075, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.05.011>.
- DROBEK, M.; FRAC, M.; CYBULSKA, J. Plant Biostimulants: Importance of the Quality and Yield of Horticultural Crops and the Improvement of Plant Tolerance to Abiotic Stress - A Review. **Agronomy**, Madison, v.9, n.6, p.335-353, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy9060335>.
- DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.196, n.1, p.3-14, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>.
- FELIPINI, R.B.; BONETI, J.I.; KATSURAYAMA, Y.; NETO, A.C.R.; VELEIRINHO, B.; MARASCHIN, M.; DI PIERO R.M. Apple scab control and activation of plant defence responses using potassium phosphite and chitosan. **European Journal Plant Pathology**, Switzerland, v.145, n.1, p.929-939, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10658-016-0881-2>.
- KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J.I.S. Eficiência do fungicida kresoxim-methyl no controle da sarna da macieira em casa de vegetação e no campo. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.25, n.3, p.538-543, 2000.
- LE MIRE, G.; NGUYEN, M.L.; FASSOTTE, B.; DU JARDIN, P.; VERHEGGEN, F.; DELAPLACE, P.; JIJAKLI, M.H. Review: implementing plant biostimulants and biocontrol strategies in the agroecological management of cultivated ecosystems. **Biotechnology, Agronomy, Society and Environment**, Liège, v.20, n.1, p.299-313, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.25518/1780-4507.12717>.
- NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; SCHIAVON, M.; ERTANI, A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.73, n.1, p.18-23, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0006>.
- PETKOVSEK, M.M.; STAMPAR, F.; VEBERIC, R. Accumulation of phenolic compounds in apple in response to infection by the scab pathogen, *Venturia inaequalis*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Amsterdã, v.74, n.1, p.60-67, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2009.09.003>.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 04 nov. 2018
- SOPPELSA, S.; KELDERER, M.; CASERA, C.; BASSI, M.; ROBATSCHER, P.; ANDREOTTI, C. Use of biostimulants for organic apple production: effects on tree growth, yield, and fruit quality at harvest and during storage. **Frontiers in Plant Science**, Melbourne, v.9, n.1342, p.1-17, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2018.01342>.
- STADNIK M.J.; ASTOLFI P.; FREITAS M.B. Bioestimulantes: uma perspectiva global e desafios para a América Latina. In: I Simpósio Latino-Americano sobre Bioestimulantes na Agricultura, 2017, Florianópolis. **Anais[...]** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 18-23. Disponível em: <http://www.bioestimulantes.ufsc.br/files/2017/11/Anais-I-Simp%3C%3B3sio-Latino-Americano-sobre-Bioestimulantes-na-Agricultura-SLABA-2017.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2018. ■

Desempenho do lambari-do-rabo-amarelo alimentado com rações práticas contendo diferentes níveis de proteína bruta

Haluko Massago¹ e Bruno Corrêa da Silva²

Resumo – O trabalho teve o objetivo de verificar o desempenho do lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax bimaculatus* alimentado com diferentes níveis de proteína bruta (PB) em dieta prática para a fase de engorda. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, feito com 6 dietas fareladas e 4 repetições cada, que apresentavam nível proteico de 18,9, 21,3, 23,7, 26,5, 28,6 e 31,2% PB, respectivamente. Foram usados 24 aquários de 80 litros com 20 peixes cada, com recirculação de água mantido a $23,2 \pm 0,95$ °C; pH $7,2 \pm 0,2$; alcalinidade $30,3 \pm 8,0$ mg CaCO_3 L⁻¹. O ensaio durou 70 dias, iniciando com lambaris de $1,29 \pm 0,08$ g, alimentados 4 vezes ao dia na quantidade de 7,0 a 3,5% do peso vivo por dia. Em todos os tratamentos a sobrevivência foi acima de 80% com o peso final entre 4,2 a 5,8g. Os resultados do peso final, a eficiência alimentar, a produtividade e o custo de produção indicam que a melhor dieta prática para a engorda do lambari-do-rabo-amarelo foi a que contém 26%PB.

Termos para indexação: *Astyanax bimaculatus*; nutrição; desempenho zootécnico; custos de alimentação.

Performance of yellow-tail lambari fed with practical feeds containing different levels of crude protein

Abstract – The aim of this research was to evaluate the practical diet crude protein (CP) diets based on the ideal protein for the growth of yellow-tail lambari *Astyanax bimaculatus* juvenile. The experimental design was completely randomized being 6 powder feed (18.9, 21.3, 23.7, 26.5, 28.6 and 31.2% CP), with 4 replicates each. Were used 24 aquariums (20 fish each, initial weight 1.29 ± 0.08 g) with 80-liter water recirculation system. Water were maintained at 23.2 ± 0.95 °C, pH 7.2 ± 0.2 , alkalinity 30.3 ± 8.0 mg CaCO_3 L⁻¹. The assay lasted 70 days, fed 4 times daily at 7.0 to 3.5% of body weight per day. In all treatments, they survived above 80% with the final weight between 4.2 and 5.8g. The results of the final weight, feed efficiency, productivity and production cost, indicate that the better practical diet for grow-out the yellow-tail lambari was the diet containing 26% CP.

Index terms: *Astyanax bimaculatus*; nutrition; zootechnical performance; feed cost.

Introdução

O lambari é uma espécie tropical de pequeno porte, nativa com ocorrência em várias regiões brasileiras, requisitado como isca-viva e também muito apreciado para consumo (PORTO-FORESTI et al., 2010), de hábito alimentar onívoro (VIANA et al., 2013), aceitando diferentes sistemas e manejos alimentares, podendo consistir em fonte e/ou renda alimentar para comunidades rurais (FONSECA et al., 2017). Dentre várias espécies chamadas de lambaris, destaca-se o lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax bimaculatus*, com bom desempenho produtivo. Diversos trabalhos já foram

realizados com esta espécie, avaliando a criação conjunta com outra espécie de lambari (ANTUNES et al., 2013); diferentes densidades de estocagem (JATOBÁ & SILVA, 2015); e as taxas e frequências alimentares (HAYASHI et al., 2004; JATOBÁ, 2018; MEURER et al., 2005).

Alguns trabalhos de nutrição já realizados para o lambari-do-rabo-amarelo incluem: a estimativa de exigências em aminoácidos essenciais com base na composição de carcaça e tecido muscular (ABIMORAD & CASTELLANI, 2011); a determinação de exigência em lisina (CAMPELO et al., 2018); e de proteína bruta (PB) e de energia digestível (ED) (COTAN et al., 2006; SUSSEL, 2012); a avaliação da inclusão de ingredientes de

origem animal e vegetal (SUSSEL et al., 2014), inclusive de óleo de orégano em dietas para a espécie (FERREIRA et al., 2014). Os trabalhos que avaliaram diferentes níveis de proteína bruta concluíram que a espécie pode ser alimentada com valores menores que os avaliados nos estudos.

Devido ao baixo volume de produção e inexistência de dieta comercial específica, os produtores de lambaris utilizam de forma improvisada dietas para outras espécies, ou produtos disponíveis na propriedade para adubação da água e, conseqüentemente, na alimentação dos peixes. Ingredientes proteicos possuem um custo maior frente aos energéticos e, se utilizados em ex-

Recebido em 29/1/2020. Aceito para publicação em 14/7/2020.

¹ Engenheira de pesca, Dra., Epagri/Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Cedap) - Unidade de Piscicultura de Itajaí, Rodovia Antônio Heil, 6800, Bairro Itaipava, 88318-112 Itajaí, SC, fone: (47)3398-6353, e-mail: halukomassago@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro de aquicultura, Dr., Epagri/Cedap - Unidade de Piscicultura de Itajaí, fone: (47)3398-6324, e-mail: brunosilva@epagri.sc.gov.br.

cesso, podem gerar prejuízos econômicos e ambientais, sem uma melhora no desempenho. No entanto, quando deficientes, esses ingredientes podem ser limitantes e prejudicar severamente o desenvolvimento e a saúde dos peixes (LIMA et al., 2015; NRC, 2011). Diante disso, o trabalho teve o objetivo de verificar o desempenho do lambari-do-rabo-amarelo alimentado com dietas práticas de diferentes níveis proteicos, para a fase de engorda.

Material e métodos

Para que os piscicultores familiares tenham em mãos uma dieta de fácil preparo, de baixo custo e que permita um bom desempenho de lambaris para o abate, foram formuladas dietas práticas fareladas usando-se ingredientes de fácil obtenção, considerando a exigência em aminoácidos e variando o nível de proteína bruta nas dietas teste.

Foram formuladas seis dietas experimentais, considerando a composição e digestibilidade de ingredientes (FURUYA, 2010), e as exigências já definidas para a espécie (ABIMORAD & CASTELLANI, 2011; COTAN et al., 2006; SUSSEL, 2014). As dietas fareladas foram formuladas com auxílio do programa "TD Software SuperCrac Premium 6.1." e confeccionadas com ingredientes locais, como o farelo de arroz e o farelo de soja (46% PB) e adição de premix mineral e vitamínico para peixes onívoros. Os farelos foram moídos em triturador forrageiro (modelo TRF80, marca TRAPP®) possuindo peneira de malha 800µm. Posteriormente, todos ingredientes foram pesados e misturados em batedeira planetária (marca BRITANIA®). Nesta etapa, para garantir a melhor homogeneização do premix vitamínico-mineral na dieta, primeiramente foram misturadas 100g do farelo de arroz com o premix, e posteriormente, adicionadas as demais quantidades de cada ingrediente para uma batida de 5kg homogeneizados por 10 min.

Após confecção, amostras das dietas foram enviadas para laboratório de

análises. A composição centesimal foi realizada conforme a metodologia descrita pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC). A matéria seca (MS) foi calculada por análise gravimétrica após secagem em estufa a 100°C durante 24h (950.01 em AOAC, 1999). O teor de matéria mineral (MM) foi determinado gravimetricamente por queima, num forno de mufla a 550°C durante 6h (942.05 em AOAC, 1999). O método de Kjeldahl (945.01) foi usado para determinar o teor de PB, e o extrato etéreo com hidrólise ácida (EEA) foi analisado

pelo método 9920.09 (AOAC, 1999). Fibra bruta (FB) foi analisada pelo método 978.10 (AOAC, 1999). Os valores de energia bruta (EB) foram determinados com um calorímetro adiabático. Já o aminograma das dietas foi realizado por cromatografia líquida (HPLC) de acordo com a metodologia descrita por Carreira et al. (2002).

Os dados de formulação (percentual de ingredientes na dieta), e o resultado das análises de composição centesimal das dietas encontram-se apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Formulação da dieta e a composição analisada das dietas (em matéria natural) para a engorda de lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax bimaculatus*

Table 1. Formulation of the diet and the analyzed composition of the diets made (in this natural matter) for yellow-tail lambari, *Astyanax bimaculatus*

	DIETA ⁽¹⁾					
	PB19	PB21	PB24	PB26	PB29	PB31
Percentual de ingredientes (%)						
Farelo soja 46%	18,45	26,19	33,64	40,37	48,08	55,79
Farelo de arroz	79,79	72,05	64,6	57,87	50,16	42,45
Premix ⁽²⁾	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76
Composição (%)						
Umidade e Voláteis	9,77	9,8	10,09	10,35	10,59	10,89
Proteína Bruta	18,87	21,27	23,74	26,47	28,58	31,25
Energia Bruta (kcal kg ⁻¹)	4.949	4.824	4.760	4.684	4.674	4.590
Fibra Bruta	9,63	10,19	9,45	8,87	8,05	7,72
Extrato Etéreo	19,25	17,81	16,12	14,59	12,79	11,06
Matéria mineral	9,62	9,36	9,04	8,73	8,38	8,02
Soma dos Aminoácidos	18,44	21,27	25,55	26,42	28,34	32,02
Arginina	1,43	1,62	1,89	1,89	2,05	2,26
Fenilalanina + Tirosina	1,54	1,84	2,21	2,22	2,36	2,77
Histidina	0,57	0,61	0,72	0,78	0,86	0,95
Isoleucina	0,78	0,93	1,10	1,17	1,24	1,41
Leucina	1,45	1,70	1,98	1,99	2,13	2,37
Lisina	1,05	1,33	1,59	1,63	1,73	1,99
Metionina + Cistina	0,68	0,83	0,96	0,78	0,83	0,97
Treonina	0,77	0,88	1,06	1,04	1,13	1,25
Triptofano	0,30	0,38	0,40	0,43	0,43	0,50
Valina	1,00	1,13	1,26	1,32	1,38	1,53

⁽¹⁾ Energia digestível baseado digestibilidade dos ingredientes para tilápia (FURUYA, 2010), sendo 2.832, 2.851, 2.899, 2.929, 3.010 e 3.041 kcal kg⁻¹, respectivamente. ⁽²⁾ Por quilograma da dieta: Vitamina A (mín.) 24.640 U.I., vit. D3 (mín.) 12.320 U.I., vit. E (mín.) 299 U.I., vit. K3 (mín.) 10,6mg, vit. B1 (mín.) 35,2mg, vit. B2 (mín.) 52,8mg, ácido pantotênico (mín.) 105,6mg, vit. B6 (mín.) 42,2mg, vit. B12 (mín.) 88,0mcg, vit. C (mín.) 123,2mg, ácido nicotínico (mín.) 0,3g, ácido fólico (mín.) 7,0mg, biotina (mín.) 0,5mg, colina (mín.) 1,8g, inositol (mín.) 0,9g, ferro (mín.) 0,2g, cobre (mín.) 28,2mg, manganês (mín.) 52,8mg, zinco (mín.) 0,3g, iodo (mín.) 3,5mg, selênio (mín.) 0,9mg.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado sendo 6 dietas: PB19 (18,9% PB); PB21 (21,3% PB); PB24 (23,7% PB); PB26 (26,5% PB); PB29 (28,6% PB); PB31 (31,2% PB) com 4 repetições cada tratamento.

A condução de ensaio foi em 24 aquários de 80L, ligados a um sistema de recirculação com filtro mecânico, biológico, aquecimento e aeração. Foram povoados 20 lambaris (1,29 ± 0,08g) por aquário, totalizando 480 animais. Os parâmetros de qualidade de água foram monitorados e controlados semanalmente ao longo do experimento, exceto temperatura da água que foi monitorada três vezes por semana, e se mantiveram com os seguintes valores: temperatura 23,6 ± 0,35°C (19,0 - 26,7°C), oxigênio dissolvido 7,5 ± 0,1mg L⁻¹ (6,5 - 9,1mg L⁻¹), pH 7,2 ± 0,2 (6,9 - 7,5), amônia total 0,5 ± 0,4mg L⁻¹ (0,1 - 1,6mg L⁻¹), nitrito 0,2 ± 0,2mg L⁻¹ (0,0 - 0,7mg L⁻¹) e alcalinidade 30,3 ± 8,0mg CaCO₃ L⁻¹ (20,7 - 44,0mg CaCO₃ L⁻¹). Os peixes foram alimentados 4 vezes ao dia (8, 11, 14 e 17h) com 7,0 a 3,5% do peso vivo por dia, reduzindo a porcentagem por peso vivo de alimento ofertado a partir do crescimento dos peixes e presença de sobra. Foram realizadas biometrias semanais de todos os animais de cada unidade experimental para observação do crescimento dos peixes e ajuste alimentar.

Após 70 dias de cultivo, realizou a despesca total, os peixes foram contados, pesados e com base nos dados obtidos foram estimadas as seguintes variáveis:

$$\text{Sobrevivência (\%)} = 100 \times \frac{\text{Número final de peixes}}{\text{Número de peixes povoados}}$$

$$\text{Ganho em peso semanal (g)} = \frac{\text{peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}}{\text{semanas de cultivo}}$$

$$\text{TCE (\%)} = 100 \times \left(\frac{\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})}{\text{tempo (dias)}} \right)$$

$$\text{Produtividade (kg.m}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Biomassa final (kg)}}{\text{Volume da unidade experimental (m}^3\text{)}}$$

$$\text{Eficiência alimentar} = \frac{\text{Biomassa final(g)} - \text{Biomassa inicial(g)}}{\text{Ração fornecida (g)}}$$

$$\text{Rendimento de carcaça (\%)} = 100 \times \frac{\text{Peso da carcaça}^1 \text{ (g)}}{\text{Peso do peixe (g)}}$$

$$\text{Eficiência proteica (\%)} = 100 \times \frac{\text{Ganho de peso (g)}}{\text{Consumo de proteína (g)}}$$

$$\text{Custo com alimentação (R$. kg}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Custo da dieta (R$. kg}^{-1}\text{)}}{\text{Eficiência alimentar}}$$

Onde, TCE – Taxa crescimento específico, ¹Peso da carcaça – Peso do lambari limpo com cabeça, sem vísceras e escama.

Os dados coletados foram avaliados por análise de variância unifatorial. Anteriormente, os dados foram submetidos aos testes de *Levene* e *Shapiro Wilk* para verificar a homogeneidade da variância e a normalidade. A separação de média,

quando necessário, foi realizada pelo teste de *Tukey*. Todos os testes levaram em consideração um nível de significância de 5%.

Resultados e discussão

Os níveis de proteína bruta nas dietas não influenciaram ($p > 0,05$) a sobrevivência (87,4 ± 10,6%) e o rendimento de carcaça (83,7 ± 1,8%), no entanto, o peso final, ganho de peso semanal, a taxa de crescimento específico, a produtividade, o custo final as eficiências alimentar e proteica foram influenciados significativamente. As médias dos resultados obtidos estão apresentadas na tabela 2.

O ganho de peso semanal e a taxa de crescimento específico apresentaram uma relação direta com aumento do teor proteico nas dietas até 26,47% PB (dieta PB26), e posteriormente, uma tendência de estabilização para os outros níveis testados (28,58% PB (PB29) e 31,25% PB (PB31).

O ganho em peso semanal durante o período experimental para o lambari nos tratamentos PB24 e PB29 foi de 0,4g/semana, semelhantes aos alcançados pelos ensaios de Jatobá & Silva (2015) e Natori et al. (2016). A eficiência alimentar obtida em nosso estudo foi semelhante aos obtidos por Campelo et al (2015), cujo ensaio foi realizado em aquário, nas densidades e pesos iniciais semelhantes, porém, com dietas contendo maior percentual proteico (32% PB). Meurer et al. (2005) e Jatobá (2018) também observaram eficiências alimentares semelhantes, entre 0,27 a 0,46. O desempenho semelhante dos lambaris neste estudo comparado com o desempenho obtido por outros autores que utilizaram rações comerciais extrusadas ou rações práticas peletizadas que continham uma diversidade maior de ingredientes, comprovam que as dietas práticas de maior nível proteico, contendo apenas três ingredientes, podem apresentar resultados satisfatórios.

O rendimento de carcaça encontrado para 21% PB (85,5%) neste estudo foi semelhante ao encontrado por Campelo et al. (2015), de 85,5% com lambari de 3,75g. Cotan et al. (2006) obtiveram rendimento de carcaça de 86,9% para peixe de 4,35g, e Ferreira et al. (2014) 78,4% com peixes de tamanho menor (3,26g). Estes resultados demonstram que as dietas práticas utilizadas neste estudo não prejudicaram este parâmetro na engorda. Além disso, observando a exigência de lisina determinada por Campelo et al. (2018) para o lambari-de-rabo-amarelo, que foi de 5,41% da proteína da dieta, e a porcentagem da lisina nas dietas experimentais (5,56 a 6,70% da proteína da dieta), é possível verificar que todas as dietas práticas deste estudo atenderam a exigência deste aminoácido essencial. Isto se deve pelo fato do farelo de soja (46%PB) possuir boas concentrações de lisina, que geralmente é limitante nas dietas de peixe (FURUYA, 2010).

Os animais alimentados com a dieta PB26 obtiveram os melhores resultados para todas as variáveis avaliadas em ▶

Tabela 2. Variáveis zootécnicas (média ± desvio padrão) de lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax bimaculatus*, após 70 dias de cultivo em água clara

Table 2. Zootechnical variables (mean ± standard deviation) of yellow-tail lambari, *Astyanax bimaculatus*, after 70 days of cultivation in clear water

Variável	Dieta					
	PB19	PB21	PB24	PB26	PB29	PB31
Sobrevivência (%)	91,3±7,5	91,3±6,3	88,8±11,1	87,5±8,7	77,5±11,9	88,3±12,6
Peso final (g)	4,2±0,6 ^c	4,9±0,5 ^{bc}	5,3±0,2 ^{ba}	5,6±0,3 ^{ba}	5,9±0,4 ^a	5,8±0,7 ^a
GPS (g semana ⁻¹)*	0,29±0,05 ^b	0,36±0,05 ^{ab}	0,40±0,01 ^a	0,43±0,03 ^a	0,45±0,04 ^a	0,45±0,07 ^a
TCE (%)**	1,7±0,1 ^b	1,9±0,1 ^a	2,0±0,1 ^a	2,1±0,1 ^a	2,1±0,1 ^a	2,1±0,1 ^a
Produtividade (kg m ⁻³)	0,95±0,16 ^b	1,10±0,09 ^{ab}	1,18±0,17 ^{ab}	1,22±0,10 ^a	1,13±0,14 ^{ab}	1,27±0,03 ^a
Eficiência alimentar	0,36±0,04 ^b	0,40±0,02 ^{ab}	0,41±0,05 ^{ab}	0,45±0,04 ^a	0,39±0,06 ^{ab}	0,40±0,03 ^{ab}
RC (%)***	82,1±1,8	83,5±1,6	83,4±2,2	85,5±0,8	84,3±1,0	83,3±1,8
Eficiência proteica (%)	1,9±0,2 ^a	1,9±0,1 ^a	1,7±0,2 ^a	1,7±0,1 ^a	1,4±0,2 ^b	1,3±0,1 ^b
Custo (R\$ kg ⁻¹)****	2,70±0,29 ^{ab}	2,52±0,11 ^a	2,63 ± 0,33 ^{ab}	2,44±0,18 ^a	3,02±0,46 ^b	2,89±0,33 ^{ab}

Diferentes letras significam diferença estatística pelo teste de Tukey (p < 0,05).

*GPS – Ganho de peso semanal, **Taxa de crescimento específico (%); ***Rendimento de carcaça (%); ****Custo com alimentação por quilo de lambari produzido.

comparação aos alimentados com as outras dietas testadas. Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com trabalho de Sussel (2012), que concluiu como sendo possível a utilização de dietas contendo 26% PB com resultados satisfatórios para o lambari-do-rabo-amarelo e compostas exclusivamente com ingredientes de origem vegetal (SUSSEL et al., 2014).

Os lambaris alimentados com as dietas com níveis mais baixos de proteína (PB19 e PB21) apresentaram menores peso final e ganho em peso em relação aos demais tratamentos. O tratamento PB19 proporcionou as piores taxas de crescimento específico e de produtividade quando comparado aos tratamentos PB26 e PB31. Tais resultados sugerem que níveis muito abaixo de 26% PB parecem não ser adequados para um bom desempenho zootécnico da espécie. Por outro lado, níveis de proteína na dieta acima de 26%PB apresentaram menor eficiência proteica e maior custo

por quilo produzido, o que pode indicar que a elevação do teor proteico da dieta não está sendo aproveitada adequadamente pelo lambari, sendo excretados mais compostos nitrogenados para o ambiente, gerando despesas desnecessárias. Nesse sentido, o uso das dietas PB26 parece ser o mais indicado para a engorda do lambari, pois proporciona melhor desempenho zootécnico com menor custo de alimentação e com boa utilização da parcela proteica da dieta.

A sobrevivência obtida com a dieta PB26 foi similar à encontrada por outros autores que estudaram o lambari-do-rabo-amarelo, como Jatobá & Silva (2015) e Sussel et al. (2018) que obtiveram 85,2 e 86% de sobrevivência, respectivamente.

Conclusão

Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que o emprego de dietas contendo 26%PB para a alimentação

do lambari-do-rabo-amarelo possibilita melhor desempenho zootécnico, associado a menores custos de produção.

Agradecimentos

À Cooperativa Regional Agropecuária Vale do Itajaí (Cravil) e à Nicoluzzi Indústria de Rações Ltda pelos ingredientes cedidos. Ao prof. Adolfo Jatobá do Instituto Federal Catarinense-Campus Araquari pelos lambaris, e aos funcionários Emidio Sant'Anna de Lara e Silvio Demarch Filho; da unidade de piscicultura de Itajaí pertencente ao Centro de Desenvolvimento de Aquicultura e Pesca (Cedap/Epagri) pelo apoio técnico.

Referências

ABIMORAD, E.G.; CASTELLANI, D. Exigências nutricionais de aminoácidos para o lambari-do-rabo-amarelo baseadas na composição da carcaça e do músculo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.37, n.1,

- p.31-38, 2011. Disponível em: https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/37_p1_31-38. Acesso em: 10 abr. 2017.
- ANTUNES, M.M.U.; HARTMAN, K.C.; MOREIRA, L.S.; JATOBÁ, A. Engorda de lambaris, do rabo vermelho e amarelo, em dois diferentes sistemas de cultivo. In: MOSTRA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA INTERDISCIPLINAR – VI MICTI, 2013, Camboriú. **Anais[...]** Camboriú: IFC, 2013. 5p. Disponível em: <http://micti-2013.ifc.edu.br/anais/resumos/trab00270.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2017.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analyses**. 16.ed. Arlington: VA., 1999.
- CAMPELO, D.A.V.; OLIVEIRA, K.R.B.; BATISTON, W.P.; ZUANON, J.A.S.; FURUYA, W.M.; MATSUSHITA, M.; SALARO, A.L. Conjugated linoleic acid in diets for lambari (*Astyanax altiparanae*) (Garutti & Britski, 2000). **Aquaculture Nutrition**, v.21, n.6, p.788-796, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/anu.12203>.
- CAMPELO, D.A.V.; SALARO, A.L.; LADEIRA, A.L.F.; MOURA, L.B.; FURUYA, W.M. Dietary lysine requirement of adult lambari (*Astyanax altiparanae*) (Garutti and Britski, 2000). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.47, p.1-9, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/rbz4720160325>.
- CARREIRA, R.L.; BARBOSA, C.M.D.S.; JUNQUEIRA, R.G.; MOTTA, S.D.; SILVESTRE, M.P.C. Emprego da cromatografia líquida de alta eficiência hidrofílica na determinação dos aminoácidos de hidrolisados de caseína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.3, p.229-232, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612002000300005>.
- COTAN, J.L.V.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D.; DONZELE, J.L.; RIBEIRO, F.B.; SERAFINI, M.A. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambuí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.634-640, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000300002>.
- FERREIRA, P.M.F.; NASCIMENTO, L.S.; DIAS, D.C.; MOREIRA, D.M.V.; SALARO, A.L.; FREITAS, M.B.D.; CARNEIRO, A.P.S.; ZUANON, J.A.S. Essential oregano oil as a growth promoter for the yellowtail tetra, *Astyanax altiparanae*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v.45, n.1, p.28-34, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/jwas.12094>.
- FONSECA, T.; COSTA-PIERCE, B.A.; VALENTI, W.C. Lambari aquaculture as a means for the sustainable development of rural communities in Brazil. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, p.1-15, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/23308249.2017.1320647>.
- FURUYA, W.M. (ed.). **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100p.
- HAYASHI, C.; MEURER, F.; BOSCOLO, W.R.; LACERDA, C.H.F.; KAVATA, L.C.B. Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.21-26, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000100004>.
- JATOBÁ, A. Viabilidade de diferentes taxas de alimentação para o cultivo de *Astyanax bimaculatus*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.17, n.3, p.450-453, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711732018450>.
- JATOBÁ, A.; SILVA, B.C. Densidade de estocagem na produção de juvenis de duas espécies de lambaris em sistema de recirculação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.67, n.5, p.1469-1474, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8080>.
- LIMA, C.S.; SILVEIRA, M.M.; TUESTA, G.M.R. Nutrição proteica para peixes. **Ciência Animal**, Fortaleza, v.25, n.4, p.27-34, 2015. Disponível em http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/artigo03_2015_4.pdf. Acesso em 10 abr. 2017.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; KAVATA, L.B.; LACERDA, C.H.F. Nível de arraçoamento para alevinos de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.1835-1840, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000600006>.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Fish and Shrimp**. Washington, DC.: National Academic Press, 2011. 392 p.
- NATORI, M.M.; ALVES, R.C.P.; OLIVEIRA, R.H.F.; SEGURA, J.G.; VIEGAS, E.M.M. Sesame oil in diets for lambari: Effects on growth parameters, corporal chemical composition and physiological alterations. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.7, p.1274-1280, 2016.
- PORTO-FORESTI, F.; CASTILHO-ALMEIDA, R.B.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F. Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2.ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2010. p.101-115.
- SUSSEL, F.R. **Fontes e níveis de proteína na alimentação do lambari-do-rabo-amarelo: desempenho produtivo e análise econômica**. 2012. 92f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-18032013-133242/publico/DO6723800COR.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2017.
- SUSSEL, F.R.; VIEGAS, E.M.M.; EVANGELISTA, M.M.; GONÇALVES, G.S.; SALLES, F.A.; GONÇALVES, L.U. Replacement of animal protein with vegetable protein in the diets of *Astyanax altiparanae*. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, Maringá, v.36, n.4, p.343-348, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i4.23836>.
- VIANA, L.F.; SÚAREZ, Y.R.; LIMA-JUNIOR, S.E. Influence of environmental integrity on the feeding biology of *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 in the Ivinhema river basin. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v.35, n.4, p.541-548, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v35i4.19497>. ■

Automação de baixo custo como alternativa para monitoramento hidrológico

Luis Hamilton Pospissil Garbossa¹, André Luis Tortato Novaes² e Katt Regina Lapa³

Resumo – Para gerenciar adequadamente os recursos hídricos, um componente básico é o conhecimento do comportamento hidrológico da região de interesse obtido através da aquisição de dados por meio de monitoramento ambiental automatizado. No entanto, o custo de equipamentos profissionais sofisticados de monitoramento hidrológico pode ser proibitivo para muitos locais ao redor do mundo. Este trabalho teve como objetivo desenvolver e testar uma plataforma de coleta de dados de baixo custo (PCD-B) que pode ser usada para adensar a rede de monitoramento hidrológico para precipitação, pequenos rios e temperatura da água. As medições realizadas com os sensores de baixo custo foram comparadas àquelas feitas com sensores profissionais e apresentaram resultados excelentes. O pluviômetro de balsa registrou 100% das medições, o sensor de distância coletou dados corretamente em 97,3% das medições e o coeficiente de determinação foi maior que 0,99 para a temperatura da água e do ar. A PCD-B foi mantida ativada e coletando dados por mais de 150 dias sem grandes problemas. As peças usadas na solução de baixo custo têm, aproximadamente, 9% do custo de uma solução profissional.

Termos para indexação: monitoramento; hidrologia; microprocessador

Low cost automation as an alternative for hydrological monitoring

Abstract – To proper manage water resources a key component is the data acquisition through environmental monitoring. However, the cost of professional sophisticated hydrological monitoring equipment's may be prohibitive for many locations around the world. This work aimed to develop and test a low-cost data collection platform (PCD-B) to be used to densify the hydrological monitoring network for rainfall, small rivers level and water temperature. Low cost sensors were compared to professional ones and presented an excellent result, with 100% of the tipping bucket rain records, distance sensor recorded correctly 97.3% and the coefficient of determination greater than 0.99 for water and air temperature. The PCD-B was kept active and collecting data over 150 days without serious problems. The low-cost solution parts have, approximately, 9% of the cost of a professional solution.

Index terms: monitoring; hydrology; microprocessor

Introdução

Um componente-chave para gerenciar adequadamente os recursos hídricos é a aquisição de dados por meio de monitoramento hidrológico. A gestão e o uso dos recursos hídricos requerem o conhecimento do comportamento hidrológico das bacias e os dados como precipitação e nível dos rios são a base para estes estudos. Os estudos de disponibilidade de água devem ser realizados com base nas melhores informações disponíveis (SANTOS et al., 2013). O monitoramento de campo nos permite identificar mudanças que podem ocorrer no regime hidrológico como resultado das mudanças climáticas, uso e ocupação do solo e uso da água. Nas

últimas décadas, diversos instrumentos de monitoramento hidrológico foram desenvolvidos e comercializados, apresentando um avanço significativo na capacidade de gerar grandes bancos de dados hidrológicos para apoiar engenheiros, órgãos ambientais e tomadores de decisão. Vários sistemas de monitoramento remoto em tempo real foram implantados por instituições científicas, agências governamentais e indústrias (DAOKUN et al., 2013; EPAGRI, 2020). No entanto, o custo de equipamentos sofisticados de monitoramento hidrológico pode ser muito elevado em diversos locais ao redor do mundo, principalmente para monitorar pequenas bacias hidrográficas ou mesmo para densificação de redes hidrológicas (WMO, 2012).

Praticamente não há monitoramento hidrológico de pequenas bacias hidrográficas para apoiar projetos locais, pequenas cidades e agricultores (GARBOSSA & PINHEIRO, 2015; GARBOSSA et al., 2018). Melo et al. (2020) identificaram apenas 28 bacias experimentais com monitoramento ativo em todo o Brasil sendo que mais da metade são de bacias com menos de 20km², confirmando a carência de monitoramento hidrológico em pequenas bacias.

Um dos motivos é que existem poucas tecnologias disponíveis e baratas. Este trabalho tem como objetivo desenvolver e testar uma plataforma de coleta de dados de baixo custo (PCD-B) que pode ser usada para adensar redes de monitoramento hidrológico profes-

Recebido em 8/5/2020. Aceito para publicação em 12/9/2020.

¹ Engenheiro, Dr., Epagri/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram), 88034-901 Florianópolis, SC, fone (48) 3665-5162, e-mail: luisgarbossa@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, MSc., Epagri/Cedap, 88034-901 Florianópolis, SC, fone (48) 3665-5052, e-mail: novaes@epagri.sc.gov.br.

³ Professora, Dra, UFSC/Dpto. Aquicultura, Florianópolis, SC, fone (48) 3721-5471, e-mail: katt.lapa@ufsc.br.

sionais ou monitorar pequenas bacias hidrográficas com foco em precipitação, umidade e temperatura do ar, nível de pequenos rios e temperatura da água. O protótipo PCD-B foi baseado na plataforma eletrônica Arduino⁵ associada a sensores de baixo custo como placa GSM, sensor de temperatura, relógio em tempo real, painel solar e bateria de 12 V-7Ah. A PCD-B foi desenvolvida para dispor das seguintes funções: (1) monitorar em tempo real parâmetros como precipitação, nível de pequenos rios e temperatura da água; (2) capacidade de armazenamento de dados na própria PCD-B; (3) Transmissão de dados para um servidor remoto. Este trabalho visou avaliar uma solução local de baixo custo para a plataforma de monitoramento hidrológico. A proposta é que a PCD-B seja capaz de fornecer dados com qualidade e confiabilidade suficientes ao ponto de ser considerada como alternativa para adensar a rede hidrológica em pequenas bacias hidrográficas.

Material e métodos

Os equipamentos usados neste estudo podem ser divididos em dois conjuntos: Os sensores profissionais, juntamente com o registrador de dados usados como referência nas medições e aqui considerados como solução de alto custo (SAC); e os equipamentos usados no desenvolvimento da PCD-B, considerados como solução de baixo custo (SBC). A Tabela 1 apresenta uma lista dos principais equipamentos utilizados no estudo, excluindo peças semelhantes para as duas soluções.

Os autores não recomendam nenhum equipamento em específico apresentado neste trabalho. Porém, a Tabela 2 apresenta os links para as especificações dos principais equipamentos e componentes usados, permitindo aos leitores acesso às informações qualitativas e detalhes das características dos componentes usados.

O experimento foi baseado na montagem e comparação de duas PCD. A primeira PCD foi montada com peças consideradas SAC, ou seja, equipamentos bem estabelecidos, geralmente implantados para monitoramento pro-

Tabela 1. Lista dos equipamentos usados e seu custo Fonte: adaptado de GARBOSSA et al., 2019.

Table 1. List of used parts and their cost. Author: adapted from GARBOSSA et al., 2019.

Descrição	Solução	Custo no Brasil (Fev/2020)
Sensor de temperatura ¹	SAC	R\$ 1.200
Sensor piezoelétrico (10 m)	SAC	R\$ 9.000
Sensor temperatura e umidade	SAC	R\$ 2.600
Modem GPRS / JAVA	SAC	R\$ 2.400
Datalogger profissional	SAC	R\$ 6.000
Total SAC		R\$ 21.200
Microcontrolador Arduino Mega	SBC	R\$ 100
Módulo RTC 1302	SBC	R\$ 25
Sensor de temperatura - DS 18B20	SBC	R\$ 20
Sensor de distância HC-SR04 (5 m)	SBC	R\$ 20
Sensor temp./ umid. do ar DHT 22	SBC	R\$ 50
Módulo GSM/GPRS SIM900	SBC	R\$ 230
Módulo cartão SD	SBC	R\$ 10
Módulo LCD 16 x 2	SBC	R\$ 30
Total SBC		R\$ 485
Partes comuns²		TOTAL
		R\$ 1.700

¹ Foram realizados testes de temperatura da água comparando os dados do sensor de temperatura de uma sonda multiparâmetros e um sensor profissional.

² Peças semelhantes para as duas soluções não são detalhadas na tabela (pluviômetro, painel solar, controlador de carga, bateria de 12V / 7Ah e fiação).

Tabela 2. Lista dos links para especificações técnicas dos equipamentos usados
Table 2. List of the links for the technical specs of the used parts

Descrição	Link para especificações técnicas
Sensor de temperatura	https://www.campbellsci.com/109
Sensor piezoelétrico	https://nivetec.com.br/wp-content/uploads/2019/05/NT_MN_Nivetec_S780.pdf
Sensor temp. e umid	https://www.dualbase.com.br/produtos/sensores/temperatura-e-umidade-relativa/sth-01
Modem GPRS / JAVA	https://duodigit.com.br/produtos/telemetria/terminal-java-tc65i/
Datalogger profissional	https://www.campbellsci.com.br/cr200x
Microcontrolador Arduino Mega 2560	https://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/arduinoBoardMega2560
Módulo RTC 1302	https://components101.com/ics/ds1302-rtc
Sensor de temperatura - DS 18B20	https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf
Sensor de distância HC-SR04	https://components101.com/ultrasonic-sensor-working-pinout-datasheet
Sensor temp./umid. do ar DHT 22	https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf
Módulo ethernet	https://store.arduino.cc/usa/arduino-ethernet-shield-2
Módulo GSM/GPRS SIM900	https://www.itead.cc/wiki/SIM900/SIM900A_GSM/GPRS_Minimum_System_Module
Módulo cartão SD	http://datalogger.pbworks.com/w/file/fetch/89507207/Datalogger%20-%20SD%20Memory%20Reader%20Datasheet.pdf

⁴ <https://www.arduino.cc/>

fissional e contínuo do ambiente no estado de Santa Catarina, Brasil (BLAINSKI et al., 2012; EPAGRI, 2020). Na segunda montagem, a PCD-B foi construída usando peças consideradas como SBC. As peças da SBC são facilmente obtidas em qualquer loja de eletrônica. Para este projeto, uma infraestrutura de um servidor de dados com banco de dados Oracle estava disponível (EPAGRI, 2020). A estrutura do banco de dados é uma parte essencial do sistema e de custo elevadíssimo, mas não foi objeto do presente estudo. Alternativas de menor custo para o banco de dados estão disponíveis atualmente (LUZANOV et al., 2018, KREIBICH, 2010). Porém precisam de mão de obra especializada na área de informática.

O esquema de montagem da PCD-B pode ser observado na Figura 1. As linhas coloridas representam as diferentes conexões e funções na montagem. A linha vermelha está relacionada à fonte de alimentação; a linha verde representa a parte do equipamento usada para a operação básica; as linhas azuis representam sensores conectados para monitoramento do ambiente; e a linha amarela está relacionada à transmissão de dados.

O código de programação do microcontrolador foi desenvolvido para atender às necessidades do estudo. No entanto, as bibliotecas que controlam os sensores, exceto o pluviômetro de balsa, foram obtidas diretamente a partir do Ambiente Integral de Desenvolvimento (IDE) do Arduino (BLUM, 2016) e, portanto, são facilmente acessíveis por qualquer usuário. O IDE do Arduino usado para programar o microcontrolador é de código aberto e pode ser baixado da Internet, enquanto o *software* da solução profissional é proprietário e pago. No entanto, é importante notar que tanto SBC quanto a SAC exigem conhecimentos básicos de eletrônica e programação.

Após a montagem da PCD-B foram realizados diversos testes para verificar a confiabilidade das medições. O primeiro teste foi verificar o pluviômetro de balsa, que a cada movimento da balsa produz um pulso elétrico que deve ser acumulado por um contador digital. O teste foi, basicamente, contar o número de pulsos simulados manu-

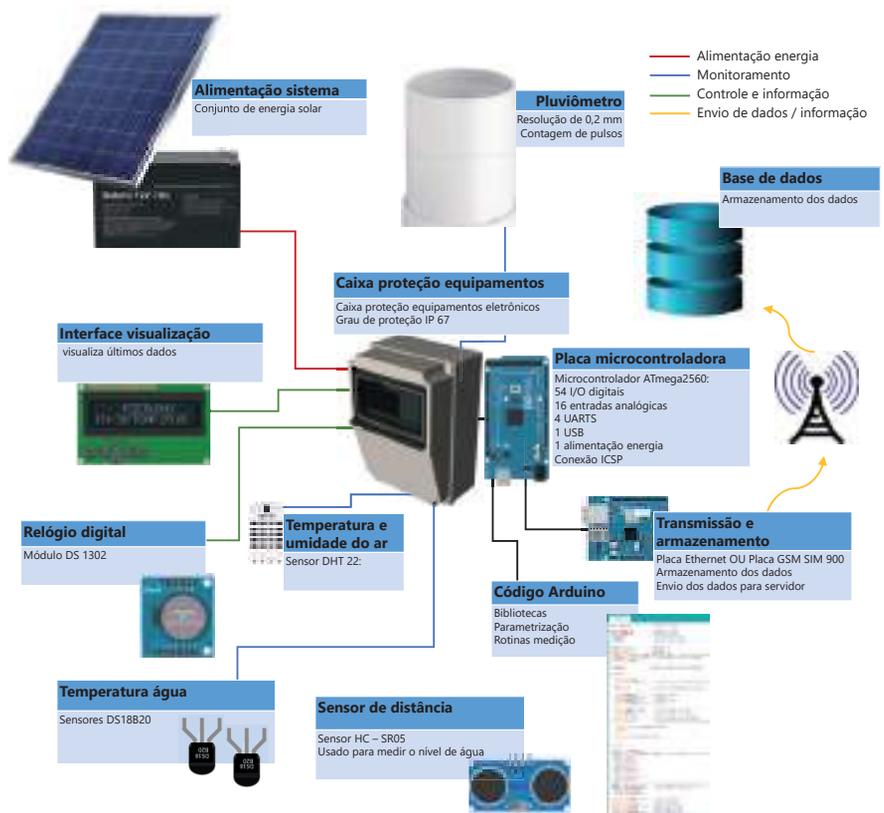


Figura 1. Esquema de montagem usado no desenvolvimento da PCD-B. Fonte: adaptado de GARBOSSA et al., 2019.

Figure 1. Assembly diagram used in the development of PCD-B. Author: adapted from GARBOSSA et al., 2019.

almente e verificar se a PCD-B contava corretamente o número de pulsos. Para converter o número de pulsos em altura de chuva, deve-se multiplicar as contagens pela capacidade do pluviômetro. Neste caso, foi utilizado um pluviômetro convencional e cada pulso representa 0,2mm de altura da chuva. O segundo teste teve como objetivo verificar a estabilidade das leituras de temperatura comparando as séries temporais registradas pelas duas soluções e usando o coeficiente de determinação (r^2), os valores médios e a existência de diferença entre a distribuição dos valores das amostras através do teste *one-way* Anova. Todos os sensores foram colocados próximos um dos outros em uma sala enquanto amostravam a temperatura. O terceiro teste verificou a capacidade do sensor de distância, que pode ser usado para monitorar nível de riachos e vertedores (até 4m), em reproduzir de forma confiável e contínua uma distância conhecida. O quarto teste teve como objetivo avaliar a capacidade da PCD-B de armazenar dados medidos em um

cartão SD e enviar os dados registrados para um servidor de dados usando um modem *General Packet Radio Services* (GPRS) ou rede Ethernet. Finalmente, a PCD-B foi mantida em operação por 156 dias para avaliar sua capacidade de trabalho e a durabilidade.

Resultados e discussão

O primeiro teste com o contador de pulsos do pluviômetro de balsa, o qual é uma implementação simples, resultou em 100% de registros. Foi possível contar todos os pulsos sem detectar nenhum erro nas leituras. Os testes foram feitos para contagem de 100 pulsos divididos em quatro vezes. Os erros que podem ocorrer estão associados com a tecnologia do pluviômetro de balsa. Porém, neste caso tanto a SAC como a SBC apresentarão erros nas medições (HABIB et al., 2001; LUIZ et al., 2013).

O segundo teste teve como objetivo verificar os sensores da SBC de temperatura da água e do ar com os sensores de temperatura da SAC. Mais de 9.300

leituras de cada um dos sensores foram usadas neste teste e os resultados são apresentados na Figura 2. Os acrônimos usados para identificar os sensores são os seguintes: TH-SBC (temperatura da água com sensor de baixo custo); TAR-SBC (temperatura do ar com sensor de baixo custo); T-SAC (Sensor de temperatura profissional de alto custo). A variação de temperatura durante o experimento foi de 16,1°C até 27,3°C.

As medidas de temperatura do T-SAC foram usadas como referência. Os resultados mostram que TH-SBC e TAR-SBC apresentaram resultados semelhantes às medidas de T-SAC. Os valores médios dos sensores T-SAC, TH-SBC e TAR-SBC são $21,8 \pm 2,2$, $21,7 \pm 2,3$ e $21,8 \pm 2,2$, respectivamente. Essa é uma forte evidência de que é possível usar a PCD-B para monitorar a temperatura da água e do ar. A umidade relativa do ar também foi monitorada com uma SBC. Porém, não havia sensor para SAC disponível para comparação e, portanto, esses dados não foram usados neste trabalho. Outro resultado estatístico que corrobora a confiabilidade dos sensores é o coeficiente de correlação r^2 de 0,991 e 0,992 para T-SAC vs. TH-SBC e T-SAC vs. TAR-SBC, respectivamente. O valor-p obtido com o teste Anova é igual a 0,093 ($p > 0,05$) e logo não há diferença significativa entre os três sensores. Contudo, é possível identificar na Figura 2 que existe alguma dispersão dos valores medidos. Parte dessa dispersão pode ser explicada por um problema experimental. Todos os sensores estavam fisicamente próximos. No entanto, os sensores T-SAC foram submersos em um frasco de 400mL de água da torneira, enquanto os sensores TH-SBC e TAR-SBC estavam ao lado, fora da água. Portanto, as diferenças observadas na Figura 3 devem ser parcialmente explicadas pela diferença na cinética de transferência de calor do ar e da água em eventos de variação repentina da temperatura do ar.

Foi realizado um teste simples para verificar a resistência dos sensores SBC, de temperatura, à oxidação, sendo dois sensores mantidos no ar, dois sensores em água doce e dois sensores em água salobra por 90 dias. Os sensores mantidos no ar e na água doce apresentam pequenos pontos avermelhados no corpo metálico e continuaram funcio-

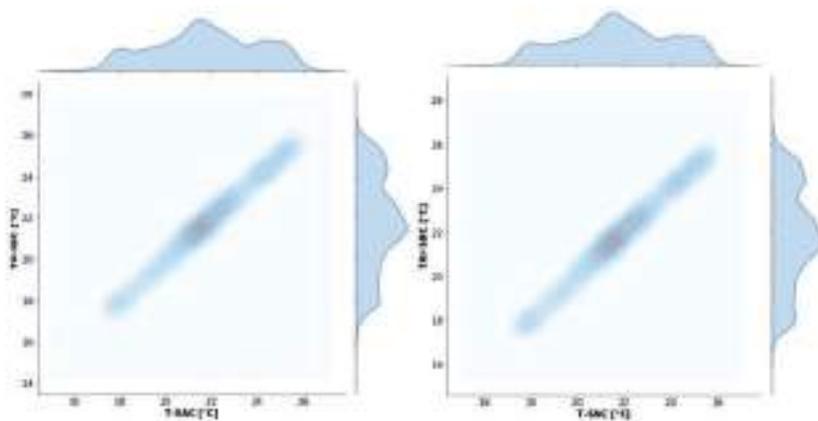


Figura 2. Comparação gráfica entre os conjuntos de dados de temperatura obtidos com (a) sensor de temperatura da água versus dados sensor de temperatura profissional e (b) sensor de temperatura do ar de baixo custo versus sensor de temperatura profissional. Fonte: adaptado de GARBOSSA et al., 2019.

Figure 2. Graphical comparison between selected temperature data sets with (a) water temperature sensor versus multi-parameter probe data and (b) low cost air temperature sensor versus professional water temperature sensor. Author: adapted from GARBOSSA et al., 2019.

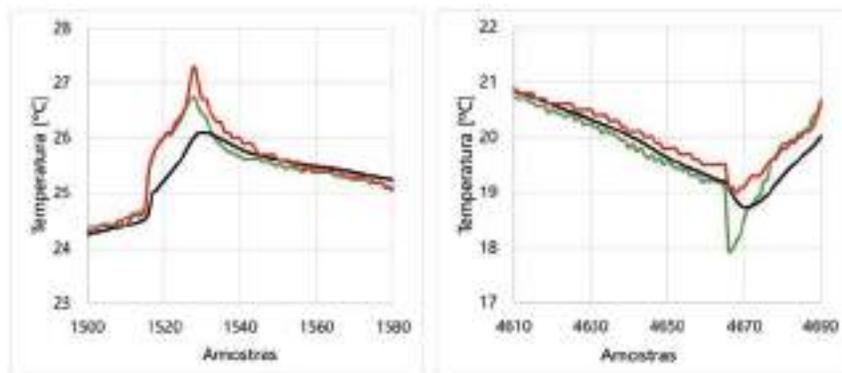


Figura 3. Diferenças nas temperaturas medidas em um instante de máxima temperatura do dia (a) e em um instante de mínima (b) com T-SAC em preto, temperatura do ar em vermelho e temperatura da água em verde. Fonte: adaptado de GARBOSSA et al., 2019.

Figure 3. Differences in temperatures measured at an instant of maximum temperature of the day (a) and at an instant of minimum temperature (b) with T-SAC in black, air temperature in red and water temperature in green. Author: adapted from GARBOSSA et al., 2019.

nando, enquanto os sensores na água salobra tiveram a cápsula metálica perfurada pela oxidação e pararam de funcionar.

O sensor de distância, usado nas medições do nível da água, foi montado sobre uma estrutura fixa e mantido a 32cm de distância de uma barreira física. Mais de 13 mil leituras foram realizadas. Ao verificar as leituras, foram identificados 348 erros de leitura, equivalente a 2,7% do total. Apesar do percentual de erros, as leituras úteis resultaram em um valor médio de $32,2 \pm 0,4$ cm, um excelente resultado com desvio padrão reduzido. A rotina computacional usada para leitura da distân-

cia pode ser reprogramada no intuito de reduzir o percentual de leituras erradas. Isso pode ser feito implementando uma rotina de verificação das leituras com base no desvio padrão de uma série de leituras instantâneas. Se o desvio padrão não atender a um valor máximo predefinido, novas leituras podem ser obtidas em um loop máximo predefinido. O próximo passo necessário é testar o mesmo sensor para avaliar sua capacidade de leitura em superfície de águas turbulentas, sujeitas a ondulações de alta frequência.

Todas as leituras realizadas durante o experimento foram salvas no cartão SD associado ao microcontrolador. Foi obti-

do 100% de sucesso no armazenamento de dados, cumprindo plenamente sua função. Também foi possível transmitir dados de forma contínua para o servidor de dados por um protocolo usando a solicitação HTTP POST. Dois módulos do Arduino foram testados, um módulo Ethernet e um módulo GPRS. O módulo ethernet funcionou corretamente, mas pode ser usado apenas em locais onde a conexão à internet está disponível através de cabo, o que não é uma realidade no monitoramento hidrológico. Ademais, a placa Ethernet testada consome muita energia, esgotando a bateria rapidamente. O módulo GPRS funcionou adequadamente, porém, houve aumento significativo na falha de transmissão de dados. Para reduzir o número de falhas de transmissão deve ser implementada uma rotina adicional a fim de verificar se os dados foram recebidos pelo servidor e, em caso negativo, fazer nova tentativa até um limite predeterminado de tentativas.

A PCD-B foi operada por mais de 150 dias e todos os sensores da SBC funcionaram continuamente durante esse período. Considerando que as visitas preventivas de manutenção nas PCD hidrológicas ocorrem, sistematicamente, em intervalos de 3 meses, pode-se presumir que este equipamento pode ser usado continuamente. Propostas similares estão em diversas partes do mundo com a possibilidade de agregar outros sensores (BOKINGKITO & LLANTOS, 2017).

O custo das peças de uma SAC profissional é de, aproximadamente, R\$ 21.200, enquanto a solução da PCD-B é de R\$ 485, o que permite a substituição de componentes sem grandes despesas. Esses custos não consideram a caixa de proteção, estrutura de suporte metálico, bateria, controlador de carga, painel solar e fiação com valor aproximado de R\$ 1.700 e necessários para ambas as plataformas (BLAINSKI et al., 2012). Ao incluir as partes de uso comum, a PCD-B representa cerca de 10% do custo da solução profissional. Se forem consideradas apenas as peças substituídas, o custo da PCD-B pode representar apenas 2% do valor.

É importante destacar que todos estes ensaios foram realizados em laboratório em condições controladas. A próxima etapa deverá prever testes des-

ta solução a campo, ao lado de soluções profissionais para avaliar sua robustez quando exposta a intempéries. Ademais, durante o desenvolvimento dos testes, um grande problema encontrado foi o alto consumo de energia pelo microprocessador. Este problema exige adequações nas rotinas para redução do consumo de energia e assim evitar problemas de esgotamento da bateria durante períodos de baixa radiação solar.

Conclusões

- A PCD-B demonstrou grande potencial para ser usada como solução de baixo custo para aplicações em redes secundárias.

- A PCD-B pode ser usada para fornecer dados e apoiar a tomada de decisão em locais que não dispõem de monitoramento hidrológico oficial, apoiando a gestão de recursos hídricos.

Agradecimentos

O trabalho de pesquisa foi financiado pela Epagri, que forneceu as peças e a infraestrutura necessárias para realização dos ensaios.

Referências

BLAINSKI, E.; GARBOSSA, L.H.P.; ANTUNES, E.N. **Estações hidrometeorológicas automáticas: recomendações técnicas para instalação**. Florianópolis: Epagri, 2012, 43p. (Epagri, Documentos, 240)

BLUM, J. **Explorando o Arduino: Técnicas e ferramentas para mágicas de engenharia**. 1 ed. Alta Books, Rio de Janeiro, 2016, 384 p.

BOKINGKITO, P.B.; LLANTOS, O.E. Design and Implementation of Real-Time Mobile-based Water Temperature Monitoring System. **Procedia Computer Science**, v.124, p.698-705, 2017.

DAOKUN, M.; QISHENG, D.; ZHENBO, L.; DAOLIANG, L.; YAOGUANG, W. Prototype of an Aquacultural Information System Based on Internet of Things E-Nose. **Intelligent Automation & Soft Computing**, v.18, p.569-579, 2013.

HABIB, E.; KRAJEWSKI, W.F.; KRUGER, A. Sampling errors of tipping-bucket rain gauge measurements. **Journal of Hydrologic Engineering**, v.6, n.2, p159-166, 2001.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Banco de dados de variáveis ambientais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2020. 20p. (Epagri, Documentos, 310)

GARBOSSA, L.H.P.; NOVAES, A.L.T.; LAPA, K.R. Low-Cost Automation for Hydrological Monitoring in Water Resources Management. In: International Electronic Conference on Water Sciences, 4th, 2019, *On-line*. International Electronic Conference on Water Sciences. **Proceedings[...]** Suíça: MDPI, 2019. p. 1-6.

GARBOSSA, L.H.P.; PINHEIRO, A. Vazões de referência para gestão de bacias hidrográficas rurais e urbanas sem monitoramento. **Revista de Gestão de Água da América Latina**. v.12, p.43-52, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.21168/rega.v12n1.p43-52>

KREIBICH, J.A. **Using SQLite – Small. Fast. Reliable. Choose Any Three**. 1 ed O'Reilly Media, Inc., Sebastopol, CA, 2010, 503 p.

LUIZ, W.; SAKAGAMI, Y.; SCOLARO, D.; REGIS, A.; DIAS, R.A.; STEINBACH, R. Intercomparação de pluviômetros de balança por meio de um sistema de verificação em laboratório. In: Seminário de extensão e inovação do IFSC, 2013, Florianópolis. **Anais[...]** Florianópolis, 2013. p. 1-3.

LUZANOV, P.; ROGOV, E.; LEVSHIN, I. (traduzido por MANTOVA, L) **PostgreSQL for beginners**. eBook 2018. Disponível em: https://edu.postgrespro.ru/introbook_v4_en.pdf. Acesso em: 1 Abril 2020.

MELO, D.C.D.; ANACHE, J.A.A.; ALMEIDA, C.N.; COUTINHO, J.V.; RAMOS FILHO, G.M.; ROSALEM, L.M.P.; PELINSON, N.S.; FERREIRA, G.L.R.A.; SCHWAMBACK, D.; CALIXTO, K.G.; SIQUEIRA, J.P.G.; DUARTE-CARVAJALINO, J.C.; JHUNIOR, H.C.S.; NÓBREGA, J.D.; MORITA, A.K.M.; LEITE, C.M.C.; GUEDES, A.C.E.; COELHO, V.H.R.; WENDLAND, E. The big picture of field hydrology studies in Brazil. **Hydrological Sciences Journal**, v.65, n.8, p.1262-1280, 2020.

SANTOS, P.V.C.; CUNHA, A.C. Outorga de recursos hídricos e vazão ambiental no Brasil: Perspectivas metodológicas frente ao desenvolvimento do setor hidrelétrico na Amazônia. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.18, p.81-95, 2013.

WMO. **The 5 Essential Elements of a Hydrological Monitoring Programme**. World Meteorological Organization Bulletin. 2012, 61, Disponível em: <https://public.wmo.int/en/bulletin/5-essential-elements-hydrological-monitoring-programme>. Acesso em: 1 Set. 2019. ■

Microbiota e conservação de produtos frescos

Felipe de Lima Franzen¹, Janine Farias Menegaes², Daiane Palma Cielo³, Giane Magrini Pigatto⁴, Tatiane Codem Tonetto⁵ e Mari Sílvia Rodrigues de Oliveira⁶

Resumo – Os produtos frescos têm importância significativa no âmbito da qualidade e da segurança dos alimentos em função de suas características, especialmente por sua maior suscetibilidade à deterioração e a consequente curta vida útil para consumo. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica apresentando os aspectos de interesse relacionados à microbiota e à conservação de produtos frescos. Para a presente pesquisa foram realizadas revisões bibliográficas nas literaturas nacional e internacional. Realizou-se uma busca por termos como microbiologia, microbiota, produtos frescos, produtos cárneos, produtos lácteos e conservação de produtos crus. A microbiota apresenta-se bastante variável, principalmente em função da espécie animal a partir da qual se obtém o produto ou a matéria-prima para elaboração de produtos derivados frescos. Já os processos de conservação incluem ações no sentido do impedimento de que os microrganismos cheguem ao produto; da destruição dos microrganismos e da modificação nas condições ambientais que impeçam o crescimento microbiano. Nesse sentido, os esforços acerca da obtenção de maior qualidade microbiológica nos produtos frescos devem alcançar toda a cadeia produtiva e a conservação dos produtos frescos pode complementar a melhoria das condições de viabilidade para seu consumo.

Termos para indexação: qualidade de alimentos; microbiologia de alimentos; deterioração de alimentos.

Microbiota and conservation of fresh products

Abstract – Fresh products are significantly important in terms of food quality and safety, due to the characteristics of these products, their susceptibility to deterioration and the consequent short shelf life for consumption. Thus, the objective of this work was to carry out a bibliographic review presenting the aspects of interest related to the microbiota and conservation of fresh products. For the present research, bibliographic reviews were carried out in the national and international literature. A search was carried out for terms microbiology, microbiota, fresh products, meat products, dairy products and raw product conservation. The microbiota is quite variable, mainly depending on the animal species from which the product or raw material is obtained to produce fresh products. Conservation processes, on the other hand, include actions to prevent microorganisms from reaching the product; destruction of microorganisms and changes in environmental conditions that prevent microbial growth. In this sense, efforts on obtaining higher microbiological quality in fresh products must reach the production chain, and the conservation of fresh products can complement the improvement of viability conditions for their consumption.

Index terms: food quality; food microbiology; deterioration of food.

Introdução

A temática acerca da microbiota e da conservação de produtos frescos se insere no âmbito da qualidade de alimentos sinalizando sua repercussão econômica, no que tange o aproveitamento de matérias-primas, particularmente de origem animal; cultural,

considerando a difusão de seu consumo pela população, como no caso das chamadas linguças frescas; e na própria saúde humana, em função da maior susceptibilidade desses produtos à deterioração microbiana, com potencial impacto aos consumidores (SIMÕES & KORDIAK, 2016; KASPER et al., 2017; NUNES et al., 2019).

No Brasil a linguça é um dos produtos cárneos mais fabricados, provavelmente porque sua elaboração, além de não exigir tecnologia sofisticada, utiliza poucos equipamentos, que são de baixo custo (TERRA, 1998; COLOMBO et al., 2016; NUNES et al., 2019).

Nesse contexto, a vida de prateleira – caracterizada por Forsythe (2013) ▶

Recebido em 17/4/2020. Aceito para publicação em 19/8/2020.

¹ Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Rua Monteiro Lobato, 80 - CEP 13083-862 Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Barão Geraldo, Campinas – SP, e-mail: ffranzen2@gmail.com

² Engenheira-agrônoma, Dr.ª, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Rurais - CCR, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Avenida Roraima, 1000, Prédio 70, Departamento de Fitotecnia, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP 97.105-900, Santa Maria, RS, e-mail: janine_rs@hotmail.com

³ Nutricionista, M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, CCR/UFSM, Avenida Roraima, 1000, Prédio 42, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP 97.105-900, Santa Maria, RS, e-mail: daiane_cielo@hotmail.com

⁴ Médica-Veterinária, Dr.ª, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, CCR/UFSM, e-mail: gigipigatto@yahoo.com.br

⁵ Química-Industrial, M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, CCR/UFSM, e-mail: tatytonetto@yahoo.com.br

⁶ Farmacêutica Bioquímica, Dr.ª, Docente do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos - DTCA, CCR/UFSM, e-mail: marisilviadeoliveira@yahoo.com.br

como o tempo que se passa desde a produção e a embalagem do produto até o ponto em que ele se torna inaceitável para o consumo – está relacionada com parâmetros intrínsecos e extrínsecos desse produto e apresenta-se, portanto, como um aspecto diretamente associado à microbiota e à conservação de produtos frescos (GERMANO & GERMANO, 2015; KASPER et al., 2017).

Tanto o leite e seus derivados quanto a carne e seus derivados, devido à riqueza em nutrientes e a fatores como atividade de água (a_w) e pH, tornam-se meios adequados para o crescimento de grande variedade de microrganismos que chegam ao produto aleatoriamente (FRANCO & LANDGRAF, 1996; JAY, 2005; ORDÓÑEZ et al., 2005).

A contaminação de queijos frescos por patógenos de origem alimentar, por exemplo, pode ocorrer ao longo das várias etapas da sua elaboração. Assim, para o controle preventivo da qualidade dos diferentes tipos de queijos, devem-se conhecer as principais fontes de patógenos e os mecanismos pelos quais podem ingressar na cadeia produtiva destes laticínios (ALMEIDA FILHO & AZEVEDO, 2019). De acordo com Kasper et al. (2017), os produtos derivados do leite, entre eles os queijos, por serem perecíveis, devem ser produzidos com matéria-prima de boa qualidade e submetidos a um eficiente controle em todas as etapas de processamento. São as chamadas boas práticas de fabricação, que iniciam com a sanidade do rebanho, passam pela ordenha, a conservação do leite e vão até o produto final, incluindo as práticas dentro do laticínio, como o armazenamento, o transporte e a comercialização adequada, a fim de se evitar as toxinfecções alimentares para a população.

Portanto, o emprego das técnicas de conservação apresenta-se como contraponto à deterioração microbiana dos produtos frescos. Mas segundo Ordóñez (2005), deve-se considerar a maioria dos métodos empregados na conservação de alimentos como seletivos, já que não afetam igualmente todos os tipos de microrganismos presentes e, conseqüentemente, só agem aumentando a vida útil, como no caso da refrigeração ou do acondicionamento a vácuo. Assim, delimitando-se duas

abordagens, uma sobre a microbiota associada aos produtos frescos carnes, leites e alguns de seus derivados, e a outra sobre a conservação destes (CDC, 2016; KASPER et al., 2017).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica apresentando os aspectos de interesse relacionados à microbiota e à conservação de produtos frescos.

Materiais e métodos

Para a presente pesquisa foram realizadas revisões bibliográficas na literatura nacional e internacional, utilizando quatro bases de dados bibliográficas - PubMed, Web of Science, Scielo e periódicos Capes. Foram também utilizados dados disponibilizados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Ao finalizar as pesquisas, as referências duplicadas foram excluídas. Realizou-se uma busca por termos como microbiologia, microbiota, produtos frescos, produtos cárneos, produtos lácteos e conservação de produtos crus. O período de busca foi de março de 2017 a março de 2020. Foram selecionadas pesquisas, artigos ou trabalhos publicados em inglês, português ou espanhol.

Microbiota relacionada aos produtos frescos cárneos de aves e pescados

As principais fontes de contaminação de carnes frescas por microrganismos referem-se à faca de sangria, pele do animal, trato gastrointestinal, mãos dos manipuladores, recipientes, ambiente de manuseio e aos nódulos linfáticos destes animais. O armazenamento prolongado em temperatura de refrigeração (4°C) não é eficiente para inibir o desenvolvimento microbiano. Com isso, várias bactérias poderão comprometer a qualidade da carne pelo início da sua deterioração, como por exemplo, pelo *Clostridium perfringens*, uma bactéria Gram-positiva que apresenta a conformação de bacilo pertencente à família Clostridiaceae (JAY, 2005; SOARES & GONÇALVES, 2012; FORSYTHE, 2013).

Em pescados a microbiota aquática advinda do gelo de conservação,

dos barcos e da qualidade da água na captura do processo de pesca são responsáveis pela conservação inicial dos produtos (GERMANO & GERMANO, 2015; SOARES & GONÇALVES, 2012; FORSYTHE, 2013).

Segundo Jay (2005), os gêneros de bactérias mais frequentemente encontrados em carnes frescas (bovina, suína e de aves) incluem: *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Campylobacter*, *Corynebacterium*, *Enterococcus*, *Listeria*, *Micrococcus*, *Moraxella*, *Pseudomonas*, *Psychrobacter* e *Vagococcus*. Dentre os gêneros de fungos, nos relatos mais frequentes de ocorrência em carnes frescas e refrigeradas, apontam-se: *Cladosporium*; *Geothricum*; *Mucor*; *Rhizopus*; *Sporothricum* e *Thamnidium*. Dentre as leveduras, destaca-se a ocorrência de *Candida*, *Debaryomyces*, *Rhodotorula* e *Torulopsis* em carnes frescas e refrigeradas.

Já em relação aos pescados, os de água morna tendem a ter uma microbiota mais rica em bactérias mesófilas Gram-positivas do que peixes de água fria, que apresentam mais bactérias Gram-negativas. Deste modo, os pescados marinhos são colonizados principalmente por psicotróficos (*Pseudomonas* ssp., *Alteromonas* ssp., *Shewanella putrefaciens*, *Actinobacter* ssp. e *Moraxella* ssp.), enquanto a microbiota mesófila constitui-se, geralmente, por micrococos e corineformes, além de *Actinobacter* (SOARES & GONÇALVES, 2012; FORSYTHE, 2013; GERMANO & GERMANO, 2015).

Os embutidos cárneos frescos são aqueles produtos preparados à base de carne crua, não submetidos a processos de cozimento, secagem ou outro tratamento térmico, sem o uso de aditivos e com período de consumo entre um a seis dias (BRASIL, 2019). Esses produtos devem ser conservados sob refrigeração (máximo de 4°C) até o consumo, para assegurar a qualidade microbiológica (ORDÓÑEZ et al., 2005; SANTOS, 2016; NUNES et al., 2019).

Nesse sentido, destaca-se que, nas indústrias brasileiras (salsicharias e frigoríficos), as carnes bovina, suína e avícola são as mais utilizadas como matéria-prima na elaboração de produtos cárneos. O maior objetivo da industrialização da carne visa aumentar a vida útil, desenvolver diferentes sabores e

utilizar partes do animal de difícil comercialização quando no estado fresco (TERRA, 1998; COLOMBO et al., 2016; NASCIMENTO et al., 2017).

Segundo o Decreto nº 9.013 de 2017, Art. 297 “linguiça é o produto cárneo obtido de carnes cominuídas das diferentes espécies animais, condimentado, com adição ou não de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial e submetido a processo tecnológico específico” (BRASIL, 2017).

A linguiça frescal caracteriza-se como um produto cru que não sofre nenhum tratamento térmico que reduza a sua microbiota, possui elevada atividade de água, tendo então uma vida-útil curta, a qual está diretamente ligada à carga microbiana resultante das diferentes contaminações, apesar da utilização do frio como ambiente de conservação (SANTOS, 2016; NUNES et al., 2019).

Segundo Daguer et al. (2011) e Colombo et al. (2016), produtos cárneos crus, como as linguiças frescas, frequentemente podem veicular microrganismos patogênicos em virtude da contaminação da matéria-prima, condimentos e/ou por manipulação inadequada e não serem submetidos a nenhum processo de cocção, propiciando o desenvolvimento de células vegetativas, como a *Salmonella* spp.

Daguer et al. (2011) verificaram em amostras de linguiças frescas, a contaminação de 3,8% (51 amostras analisadas) por *Salmonella* spp. e a contagem de coliformes termotolerantes acima do previsto na legislação (103NMP mL^{-1}) foram observadas em três amostras de salsicha (1,5%) de um total de 23 amostras. Na presente pesquisa, a contaminação das salsichas pode ter ocorrido após o processo de cozimento, pelo processo manual de descasque, indicando práticas deficientes de higiene pelos manipuladores nos estabelecimentos fabricantes.

Produtos cárneos crus, como as linguiças frescas, frequentemente podem veicular microrganismos patogênicos em virtude da contaminação da matéria-prima, condimentos e/ou manipulação inadequada e, por não serem cozidos, não permitem a destruição de células vegetativas (GEORGES et al., 2019).

Conforme Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019, que

estabelece as listas de Padrões Microbiológicos para Alimentos, os microrganismos patogênicos que devem ser pesquisados em embutidos crus (linguiças frescas) para verificar sua qualidade são *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e aeróbios mesófilos (BRASIL, 2019).

Ainda no enfoque dos produtos frescos cárneos, assume destaque a carne moída, assim comercializada ou considerada como base para a fabricação de hambúrgueres, almondegas e quibes. Conforme Jay (2005) a carne moída apresenta um número maior de microrganismos do que a carne não moída. Contribui para este fato a manipulação excessiva, os vários cortes utilizados e sua maior superfície de contato, o que favorece o crescimento de bactérias aeróbias, que frequentemente causam deterioração em baixas temperaturas, somados à utilização de moedores e utensílios sem adequada higienização. No mesmo sentido, cabe destacar que, em relação à incidência de microrganismos em carnes frescas de aves, a ave inteira tende a ter uma contagem microbiana mais baixa do que a ave em pedaços (GEORGES et al., 2019).

Nos pescados, a formação de uma camada limosa na pele caracteriza a presença de bactérias ($10^2\text{-}10^5\text{UFC g}^{-1}$), nas brânquias ($10^3\text{-}10^4\text{UFC g}^{-1}$) e nos intestinos ($10^2\text{-}10^9\text{UFC g}^{-1}$) (FORSYTHE, 2013).

Microbiota relacionada aos produtos frescos lácteos

No leite a contaminação microbiana pode ocorrer diretamente pelo gado leiteiro (bovino, caprino, ovino, entre outros) para o leite, ou indiretamente pela contaminação do leite durante o processo de ordenha, armazenamento e transporte. Os patógenos transmitidos pelo leite se originam do próprio animal, do homem ou de contaminação a partir do ambiente. Manipuladores infectados, que não respeitam a higiene das mãos, também se constituem em fonte potencial de contaminação do leite. Durante a ordenha e transporte, o leite pode ser sujeito a contaminações pelos equipamentos e/ou pelo abuso do binômio tempo-temperatura, que criam condições ótimas para o cresci-

mento microbiano (MOTARJEMI et al., 2014; PINTO et al., 2015; GEORGES et al., 2019).

A contaminação microbiana afeta negativamente a qualidade do leite, interferindo no processo de industrialização, reduzindo a durabilidade do leite fluido e de seus derivados lácteos (GERMANO & GERMANO, 2015; ALMEIDA FILHO & AZEVEDO, 2019).

O queijo fresco por definição é o produto que está pronto para consumo logo após sua fabricação. Nesse contexto, destacam-se os produtos lácteos frescos como o queijo minas frescal e a ricota. O queijo minas frescal é definido como “o queijo fresco obtido por coagulação enzimática do leite com coelho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não com ação de bactérias lácticas específicas” e é classificado como “um queijo semigordo, de muito alta umidade, a ser consumido fresco” (BRASIL, 2004).

Já a massa da ricota é extraída do soro pela ação de calor que age sobre a fonte de ácido que causa a precipitação das proteínas. Ambos devem ser consumidos o mais próximo possível de sua data de fabricação, porque a transformação bioquímica e a degradação gradual de seus componentes orgânicos se iniciam imediatamente após sua produção (LIMA & PENNA, 2012).

Desta maneira, nos primeiros momentos após a fabricação, a ação conjugada de enzimas naturais (lipases e proteases) e a microbiota produtora de ácido láctico (*Streptococcus lactis* e *Streptococcus cremoris*) são os responsáveis pelo aroma e sabor agradáveis destes produtos (PERRY, 2004; GEORGES et al., 2019).

Por outro lado, dependendo das condições de conservação, em virtude da intensa atividade lipolítica ou proteolítica dos microrganismos deteriorantes, em poucos dias pode-se verificar alterações ou defeitos nas características organolépticas (textura, cor, aroma, sabor, entre outros) destes produtos. Alguns tipos de queijos podem até mesmo apresentar massas heterogêneas ou oleaduras desejáveis devido ao gás produzido por microrganismos propiônicos anaeróbios ou indesejáveis, como as produzidas pelos coliformes (PINTO et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2017). ▶

É importante salientar que a qualidade da matéria-prima, o leite utilizado desde a ordenha, o armazenamento e o transporte até o laticínio, incluindo seu constante monitoramento através de indicadores de acidez, contagens bacterianas e de células somáticas, têm impacto direto no padrão e no prazo de validade dos queijos frescos (PERRY, 2004; PINTO et al., 2015).

Da mesma forma, a especificação e a qualidade dos diversos agentes coadjuvantes e ingredientes utilizados interagem com a matéria-prima no processo de fabricação dos diversos tipos de queijos, influenciando assim no produto final. Conforme Ducati & Nespolo (2010), o oxigênio do ar é igualmente importante na acidificação dos produtos frescos, cuja maturação é essencialmente superficial e, por este motivo, devem ser consumidos em poucos dias, após abertas as embalagens.

Os contaminantes *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* e *Mycobacterium avium* subespécie *paratuberculosis* (MAP) são os principais causadores de doenças em humanos por contaminação de origem alimentar através do consumo de vários tipos de queijos (SPRICIGO et al., 2008; ALMEIDA FILHO; AZEVEDO, 2019). A contagem de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* em queijos com umidade igual ou acima de 46% não pode ser maior que 10^3 UFC g⁻¹. Caso esse limite seja maior ou superior em qualquer etapa da elaboração desse produto, seu consumo torna-se inapropriado (PINTO et al., 2015; BRASIL, 2019; GEORGES et al., 2019).

Conservação de produtos frescos

Para estender a vida útil dos alimentos frescos faz-se necessário atuar contra os agentes de deterioração que podem ser físicos (temperatura), químicos (oxigênio) e microbiológicos (microrganismos), que promovem a deterioração de distintas formas. De acordo com Ordóñez (2005) e Kasper et al. (2017), para que os organismos possam alterar determinado alimento, é preciso que entrem em contato com ele e que aí se multipliquem. A partir daí, cabem

ações para impedir que os microrganismos cheguem ao produto, uma delas fundamentalmente, com tratamentos térmicos ou pela modificação das condições ambientais, criando-se outras que impeçam o crescimento microbiano.

As embalagens destinadas ao acondicionamento de produtos cárneos devem proteger os produtos da luz, a qual fornece energia, que acelera a reação de oxidação, podendo resultar na perda de cor, vitaminas e valor nutritivo (JU et al., 2019; MOHAMED; EL-SAKHAWY & EL-SAKHAWY, 2020). Devem ainda atuar como barreira ao vapor de água, evitando desta forma que os produtos ganhem ou percam água, pois quanto maior for a atividade de água, maior será a capacidade de deterioração por microrganismos (KALPANA et al., 2019).

As embalagens devem possuir propriedades de barreira a gases, como as embalagens a vácuo, onde o oxigênio é removido, ou embalagens com atmosfera modificada, que utilizam uma mistura de gases (O₂, CO₂ e N₂) que atuam inibindo o desenvolvimento microbiano (PANDEY et al., 2020; SHARMA et al., 2020).

Quando a carne é embalada a vácuo ou é usada uma atmosfera modificada com mais de 20% de CO₂, e o crescimento de *Pseudomonas spp.* é suprimido. Sob estas condições as bactérias lácticas (LAB) crescem mais rapidamente (*Lactobacillus*, *Carnobacterium* e *Leuconostoc*) e são frequentemente os únicos organismos detectáveis durante a armazenagem refrigerada de produtos em atmosfera modificada (KURUWITA et al., 2020; PANDEY et al., 2020).

A utilização do vácuo é fundamental para alguns produtos, uma vez que o oxigênio propicia o crescimento de microrganismos aeróbios, que deterioram o alimento e acarretam a rancidez das gorduras, alterando as características organolépticas (LIN et al., 2020; LIU et al., 2020).

A oxidação lipídica constitui um fator preocupante no processamento de produtos embutidos, principalmente de linguiças, pois o consumo de produtos rançosos causa inúmeros problemas à saúde do consumidor (KURUWITA et al., 2020; PANDEY et al., 2020; SHARMA et al., 2020).

Duarte & Gräff (2016) analisaram a

contaminação microbiológica em linguiça fresca armazenada sob refrigeração por 45 dias e comprovaram que, independente da embalagem usada (MRP, Nylon, EVOH ou polietileno), a cor e o odor do produto alteram-se com o tempo. Na pesquisa, a contaminação por bactérias lácticas foi similar, independentemente do tipo de embalagem, aumentando no 14º dia. Em relação às *Pseudomonas spp.*, observou-se que no 3º dia a contaminação para todos os tipos de embalagens ficou em 10², e zerou no 14º dia de análise. E as amostras analisadas não apresentaram contaminação por *Staphylococcus aureus*, em nenhuma das embalagens, durante todo o experimento (45 dias).

Tratamentos térmicos sob alta pressão, congelamento, irradiação ou com a redução da atividade de água abaixo de valores de aproximadamente 0,6 detêm totalmente o crescimento microbiano ou eliminam todos os microrganismos viáveis. Em geral, não se utilizam os métodos de conservação de forma isolada, mas sim associados a outros (ORDÓÑEZ et al., 2005; GERMANO & GERMANO, 2015).

Conforme a Resolução RDC nº 272 (BRASIL, 2019) utilizam-se como conservantes em produtos cárneos processados frescos, nitrito de potássio e de sódio (máximo 0,015 g/100 g), nitrato de sódio e de potássio (máximo 0,03 g/100 g), diacetato de sódio e diacetato ácido de sódio (máximo 0,1 g/100 g).

O nitrito é um composto essencial dos aditivos usados para a cura da carne e confere a cor rosa e o sabor únicos à carne. O óxido nítrico reage com a mioglobina (Fe²⁺) e a metamioglobina (Fe³⁺) para desenvolver uma cor rosa curada (ALAHAKOON et al., 2015).

O óxido nítrico se combina com a mioglobina (Fe²⁺) para formar nitroso-mioglobina, que é instável e o calor a converte em um pigmento rosa estável, denominado nitrosil-hemocromo. O nitrito atua como um antioxidante contra a oxidação de lipídios e inibe o crescimento de deterioração e bactérias patogênicas, incluindo *Clostridium botulinum* e *Listeria monocytogenes* (COLOMBO et al., 2016; NASCIMENTO et al., 2017).

Na perspectiva de melhorar a qualidade microbiológica dos pescados

aponta-se que o número de bactérias do muco e da pele dos peixes podem ser reduzidos se o pescado for lavado, mas tanto o número como as espécies de bactérias que infectam o pescado vão influenciar na sua decomposição, já que há grande variação no seu comportamento no que se refere à capacidade de causar deterioração (SOARES & GONÇALVES, 2012).

Por sua vez, considerando-se a conservação dos produtos frescos lácteos, assumem destaque as normativas referentes à matéria-prima leite, ressaltando-se sua importância na qualidade microbiológica dos produtos frescos a serem elaborados. No Brasil, a Instrução Normativa nº. 76 dispõe sobre o critério microbiológico do leite pasteurizado e do leite pasteurizado tipo A cujo parâmetro de Enterobacteriaceae é de um limite máximo de 5 UFC/mL. Ainda sobre a Instrução Normativa nº. 76 sobre produção, identidade e qualidade de leite, após a ordenha, distinguem-se três categorias: "leite cru refrigerado; leite pasteurizado; e leite pasteurizado tipo A" (BRASIL, 2018).

Contudo, um leite de baixa qualidade microbiológica não se conserva por longos períodos, mesmo sob refrigeração, principalmente pela sua contaminação por bactérias psicrotróficas formadoras ou não de esporos, que produzem enzimas lipolíticas e proteolíticas que rapidamente alteram o produto (ALMEIDA FILHO & AZEVEDO, 2019).

Esses grupos de microrganismos presentes no leite podem ser parcial e/ou quase que totalmente eliminados pelos processos de pasteurização e/ou esterilização comercial. No entanto, esses processos podem não eliminar as enzimas termorresistentes de alguns microrganismos que provocam a coagulação doce do leite, por exemplo, que é um problema grande para a indústria. A destruição de grupos patogênicos torna o leite mais seguro, eliminando potenciais riscos de infecção, mas não corrige defeitos relacionados ao sabor, à composição ou à adequação para a industrialização (LORENZETTI, 2006; SPRI-CIGO et al., 2008).

Por fim, considera-se a necessidade de que, cada vez mais, os métodos de conservação em produtos frescos se-

jam empregados de modo satisfatório. Segundo Picinin (2003) a elevada população bacteriana é indesejável para o consumidor, pois coloca em risco sua saúde devido à maior probabilidade de veiculação de doenças, muitas vezes, de alta patogenicidade. Para a indústria, o excesso de bactérias acarreta problemas na estocagem e no processamento dos alimentos e produtos que apresentam características sensoriais indesejáveis.

Considerações finais

Os produtos frescos apresentam sua inerente perecibilidade e a potencial contaminação microbiana, sobretudo a partir das suas matérias-primas, como aspectos desafiadores à garantia de qualidade e segurança ao consumidor. Nesse sentido, primordialmente, o investimento na obtenção de maior qualidade microbiológica nesses produtos deve alcançar toda a cadeia produtiva, desde a produção, o transporte e o processamento. Em relação à conservação dos produtos frescos, os esforços devem ser no emprego de técnicas adequadas e, como complemento, na melhoria das condições de viabilidade para consumo desses produtos.

Referências

ALAHAKOON, A.U.; JAYASENA, D.D.; RAMACHANDRA, S.; JO, C. Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. **Trends in Food Science & Technology**, v.45 n.1, p.37-49, 2015.

ALMEIDA FILHO, N.; AZEVEDO, L.L.T. Segurança alimentar e nutricional na América do Sul e BRICS: avanços e "nuvens" no horizonte. **Economia e Sociedade**, Campinas, v.28, n.3, p.717-739, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018**. Dispõe sobre Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. D.O.U., Publicado em: 26/12/2019, Edição: 249, Seção: 1, p.133. Brasília, DF, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 272, de 14 de março de 2019**. Estabelece os aditivos alimentares autorizados para uso em carnes e produtos cárneos. D.O.U., Publicado em: 18/03/2019, Edição: 52, Seção: 1, p.194. Brasília, DF, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 4, de 1 de março de 2004**. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do queijo minas frescal. Brasília, D.O.U., 05 de março de 2004. Brasília, DF, 2004.

CDC. **What is CDC's role in food safety?** Centro de Controle e Prevenção de Doenças, 2016.

COLOMBO, S.G.; BACHINI, T.V.; SILVA, J.M. Modelo de Gestão para Otimização do Rendimento de Envoltórios Naturais na Fabricação de Linguiça Suína Tipo Frescal. **Revista Latino Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v.4, n.5, p.124-139, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/relainep.v4i5.38383>

DAGUER, H.; SILVA, H.D.; HIGASHIYAMA, E.R.; ZANETTE, C.M.; BERSOT, L.S. Qualidade de produtos cárneos fabricados sob Inspeção Federal no Estado do Paraná. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.1 2, n.2, p.359-364, 2011.

DUARTE, D.A.; GRÄFF, T.B.A. Influência de diferentes tipos de embalagens na estabilidade de linguça frescal. **Higiene Alimentar**, v.30, n.260/261, p.109-115, 2016.

DUCATI, C.; NESPOLO, C.R. Queijo Minas e Ricota, semelhantes, mas não iguais. **Jornal Sul Brasil**, Chapecó, 02 set., 2010. p.25-25

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 607p. ▶

- FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. p.27-28.
- GEORGES, S.O.; BERNARDO, L.G.; ANDRÉ, M.C.D.P.B.; CAMPOS, M.R.H.; BORGES, L.J. Ecofisiologia microbiana e micro-organismos contaminantes de linguiça suína e de frango do tipo frescal. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.36, n.1, 2019.
- GERMANO, P.M.L.; GERMANO, M.I.S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos**. [S.l: s.n.], 2015. 1077p.
- JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711p.
- JU, J.; CHEN, X.; XIE, Y.; YU, H.; GUO, Y.; CHENG, Y.; QIAN, H.; YAO, W. Application of essential oil as a sustained release preparation in food packaging, **Trends in Food Science & Technology**, v.92, p.22-32, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.005>.
- KALPANA, S.; PRIYADARSHINI, S.R.; LEENA, M.M.; MOSES, J.A.; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Intelligent packaging: Trends and applications in food systems, **Trends in Food Science & Technology**, v.93, p.145-157, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.008>.
- KASPER, D.; FAUCI, A.; HAUSER, S.; LONGO, D.; JAMESON, J.; LOSCALZO, J. **Manual de medicina de Harrison**. 19. ed. Porto Alegre: AMGH, 2017. 1408p.
- KURUWITA, D.P.; JIANG, X.; DARBY, D.; SHARP, J.L.; FRASER, A.M. Persistence of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on the exterior of three common food packaging materials, **Food Control**, v.112, p.107-153, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107153>.
- LIMA, M.S.; PENNA, L.P.C. **Fabricação de Produtos Lácteos: Princípios Básicos**. Belo Horizonte: Emater-MG, 2012. 68p.
- LIN, W.; NI, Y.; PANG, J. Size effect-inspired fabrication of konjac glucomannan/polycaprolactone fiber films for antibacterial food packaging, **International Journal of Biological Macromolecules**, v.149, p.853-860, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.242>.
- LIU, C.; HUANG, J.; ZHENG, X.; LIU, S.; LU, K.; TANG, K.; LIU, J. Heat sealable soluble soybean polysaccharide/gelatin blend edible films for food packaging applications, **Food Packaging and Shelf Life**, v.24, p.100-485, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100485>.
- LORENZETTI, D.K. **Influência do tempo e da temperatura no desenvolvimento de microrganismos psicrotróficos no leite cru de dois estados da região sul**. 2006. 71f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- MOTARJEMI, Y.; MOY, G.G.; JOOSTE, P.J.; ANELICH, L.E. Milk and Dairy Products. In: Yasmine Motarjemi and Huub Lelieveld (Ed.) **Food Safety Management: Practical Guide for the Food Industry**. Harmonização Global, Bilthoven, Holanda, 2014. p.83-117.
- NASCIMENTO, R.S.; FONSECA, A.B.; FEIJÓ, M.B.S.; FRANCO, R.M.; MIRANDA, Z.B. Physicochemical characteristics of smoked cooked linguiças made with ostrich meat trimmings. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.69, n.2, p.491-496, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8969>.
- MOHAMED, S.A.A.; EL-SAKHAWY, M.; EL-SAKHAWY, M.A.M. Polysaccharides, protein and lipid-based natural edible films in food packaging: A Review, **Carbohydrate Polymers**, v.238, p.116-178, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116178>.
- NUNES, L.P.S.; CARDOSO FILHO, F.C.; CALDAS, M.L.; MARTINS, L.M.; SANTOS, L.P.S.; MURATORI, M.C.S. Microbiologia de linguiças caseiras *in natura*, refrigeradas, assadas e congeladas. **Ensaio e Ciências**, v.23, n.1, p.67-69, 2019.
- ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de alimentos. Componentes dos alimentos e processos**. Vol. 1. Porto Alegre. Editora Artmed. 2005. 294 p.
- ORDÓÑEZ, J.A.; MURAS, F.; JONG, E.V. **Tecnologia de Alimentos - Alimentos de Origem Animal**. Tradução de Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, v.2, 2005. 279p.
- PANDEY, V.K.; UPADHYAY, S.N.; NIRANJAN, K.; MISHRA, P.K. Antimicrobial biodegradable chitosan-based composite nano-layers for food packaging, **International Journal of Biological Macromolecules**, v.157, p.212-219, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.04.149>.
- PERRY, K.S.P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Quím. Nova**, São Paulo, v.27, n.2, p.293-300, 2004.
- PICININ, L.C.A. **Qualidade do leite e da água de algumas propriedades leiteiras de Minas Gerais**. 2003. 89f. (Mestrado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.
- PINTO, C.L.O.; MACHADO, S.G.; MARTINS, M.L.; VANETTI, M.C.D. Identificação de bactérias psicrotróficas proteolíticas isoladas de leite cru refrigerado e caracterização do seu potencial deteriorador. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.70, n.2, p.105, 3 set. 2015.
- SANTOS, C.Y. **Diagnóstico de situação da produção de linguiça fresca suína no Município de Rio Verde/GO**. 2016. 93f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2016.
- SHARMA, R.; JAFARI, S.M.; SHARMA, S. Antimicrobial bio-nanocomposites and their potential applications in food packaging, **Food Control**, v.112, 107086, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107086>.
- SIMÕES, P.; KORDIAK, J. **Avaliação da temperatura de gondolas da rede de frios de supermercados da cidade de Ponta Grossa- Pr**. 2016. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016.
- SOARES, K.M.P.; GONÇALVES, A.A. Qualidade e segurança do pescado. **Revista Instituto Adolfo Lutz (Impr.)**, São Paulo, v.71, n.1, 2012.
- SPRICIGO, D.A.; MATSUMOTO, S.R.; ESPÍNDOLA, M.L.; FERRA, S.M. Prevalência, quantificação e resistência a antimicrobianos de sorovares de *Salmonella* isolados de linguiça frescal suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.4, p.779-785, 2008.
- TERRA, N.N. **Apontamentos sobre tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Editora Unisinos, 1998. p.59-87. ■

**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



Foto da seca no extremo oeste catarinense em 2020
Foto: Aires C. Mariga