

# Agropecuária Catarinense



ISSN 0103-0779 (impresa)  
ISSN 2525-6076 (on-line)  
DOI 10.52945/rac  
Vol. 36, nº 2, maio/ago. 2023

## SCSBRS126 Dueto

Cultivar de arroz adaptado às mudanças climáticas

Banicultura: monitoramento  
da sigatoka e densidade do bananal

Entomologia: flutuação de  
tripes em armadilhas coloridas

Pastagens: cultivares  
desenvolvidos pela Epagri

# Agropecuária Catarinense

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



**Governador do Estado**  
Jorginho dos Santos Mello

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

**Presidente da Epagri**  
Dirceu Leite

## Diretores

**Célio Haverroth**  
Desenvolvimento Institucional

**Fabírcia Hoffmann Maria**  
Administração e Finanças

**Gustavo Gimi Santos Claudino**  
Extensão Rural e Pesca

**Rene Dorow**  
Ciência, Tecnologia e Inovação



## Comitê de Publicações/Publication Committee

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

## Conselho Editorial/Editorial Board

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

## Colaboraram como revisores técnico-científicos nesta edição

Alberto Franke	Frederico Denardi	Mireli Trombin de Souza
Alessandra Benatto	Guilherme Mallmann	Paulo Emílio Lovato
Candida Elisa Manfio	Jucinei José Comin	Rodrigo Mulazzani
Dahise Brilinger	Kleber Trabaquini	Rogério Goulart Junior
Daniel Augusto Schurt	Leandro Bittencourt Oliveira	Roni Moreira
Djalma Schmitt	Luis Augusto Araujo	Rubens Onofre Nodari
Edivânio Rodrigues Araújo	Marcelo Bezerra Lima	Sydney Antonio Frehner Kavalco
Fernando Fan	Marcio Sonogo	Thyana Lays Brancher
Fernando Reimann Skonieski	Mario Angelo Vidor	Veraldo Liesenberg
	Marlise Nara Ciotta	Vinicius Augusto Morais

## Lista dos editores de seção

Dr. Alexander de Andrade, Epagri/EEI  
Dr. André B. Soares, Epagri/UTFPR  
Dra. Cristiane de Lima Wesp, Epagri/EEV  
Dr. Douglas da Cruz Mattos, UENF  
Dr. Felipe Rafael Garcés Fiallos, UTM, Equador  
Dra. Glaucia A. Padrão, Epagri/Cepa  
Dr. Gustavo Brunetto, UFSM  
Dr. Haroldo T. Elias, Epagri/Cepal  
Dr. João F. M. dos Passos, Epagri/EEL  
Dr. João Guzanski, Epagri/Cedap  
Dr. Joatan M. da Rosa, UFPR  
Dr. Juracy C. Lins Junior, Epagri/EECD  
Dr. Keny H. Marigule, Epagri/EEI  
Dr. Leandro Hahn, Epagri/EECD  
Dr. Leonardo Araujo, Epagri/EESJ  
Dr. Luiz C. P. Martini, UFSC  
Dr. Marcio Sonogo, Epagri/EEU  
Dra. Marina L. M. Daltoé, UTFPR  
Dr. Matheus Deniz, UTFPR  
Dra. Marlise N. Ciotta, Epagri/EESJ  
Dr. Paulo A. de S. Gonçalves, Epagri/EEIT  
Dr. Rafael R. Sabião, Epagri/Cepaf  
Dra. Renata S. Resende, Epagri/EEIT  
Dr. Rogerio Luiz Backes, UFSM  
Dr. Tiago C. Baldissera, Epagri/EEL  
Dr. Ubirajara M. da Costa, Udesc  
D.Sc. Vinicius Caliar, Epagri/EEV

# Sumário

<b>Manias do consumidor, mudanças climáticas, melhoramento genético e suas implicações na segurança alimentar .....</b>	<b>5</b>
Rubens Marschalek	
<b>Produção da macroalga <i>Kappaphycus alvarezii</i> em Santa Catarina, safra 2022/2023.....</b>	<b>7</b>
Alex Alves dos Santos	
<b>Jornada de inovação rural desenvolvida em Santa Catarina: diagnóstico e soluções implementadas .....</b>	<b>10</b>
Marcelo Borghezán, Amanda Köche Marcon, Augusto Donadel Basso, Eduardo da Silva Daniel, Jaqueline Alves de Matos, Larissa Liane Heidorn, Luan Henrique Lopes dos Santos, Lucas Tomaz Spindola, Michel Yudi Shinkai Kanemaru, Paula Gimenez de Souza, Denilson Coelho e Victor Rodrigues Ferreira	
<b>Custos de produção na agropecuária em Santa Catarina: conceitos, métodos e resultados .....</b>	<b>15</b>
Dilvan Luiz Ferrari, Marcia Mondardo e Jurandi Teodoro Gugel	
<b>Monitoramento da sigatoka pelo sistema de pré-aviso biológico no clima subtropical de Santa Catarina.....</b>	<b>19</b>
André Boldrin Beltrame, Luiz Augusto Martins Peruch, Mauro Ferreira Bonfim Junior, Márcio Sônego, Vanessa Maria Correa Pacheco e Robert Harri Hinz	
<b>Curva de absorção de nutrientes e acúmulo de massa seca da grama missioneira-gigante em duas épocas de crescimento .....</b>	<b>22</b>
Ana Lúcia Hanisch e Bianca Schweitzer	
<b>Infiltração de água no solo medida com simulador de chuva e infiltrômetro de Cornell .....</b>	<b>26</b>
Júlio César Ramos, Evandro Spagnollo, Fabiana Schmidt	
<b>Population fluctuation of thrips in Moericke traps of different colors in semi-hydroponic strawberry cultivation.....</b>	<b>29</b>
Janaína Pereira dos Santos, Anderson Fernando Wamser, Janice Valmorbidá, Juracy Caldeira Lins Junior and Marcelo Mendes de Haro	
<b>Chuvas intensas para dimensionamento de calhas e condutores pluviais no estado de Santa Catarina .....</b>	<b>34</b>
Álvaro José Back, Gabriel da Silva Souza e Marina Patrício Panatto	
<b>Rooting of cuttings of <i>Feijoa sellowiana</i> with the use of antioxidants .....</b>	<b>42</b>
Jacqueline Claudino da Silva, Luiza da Silva Tognon, Yago Guedes Martins, Karine Louise dos Santos, Luciano Picoletto, Leonardo Araújo and Kelen Haygert Lencina	
<b>Morphology of linseed cultivars in contrasting sowing seasons.....</b>	<b>48</b>
Leonardo Cesar Pradebon, Ivan Ricardo Carvalho, Murilo Vieira Loro, José Antonio Gonzalez da Silva, Adriano Dietterle Schulz and Caroline Huth	
<b>Desempenho do cultivar SCS453 Noninha sob diferentes densidades de plantio.....</b>	<b>56</b>
Ramon Felipe Scherer, André Boldrin Beltrame, Luana Aparecida Castilho Maro, Gelton Geraldo Fernandes Guimarães, Jorge Luiz Malburg e Ricardo José Zimmermann de Negreiros	
<b>Planted forest area estimation in Santa Catarina using random sampling point .....</b>	<b>61</b>
Fabício Baumgarten Cardoso, Julio Cesar Refosco, Moacir Marcolin and Matheus Eneas Schefer Gervin	
<b>Principais cultivares de forrageiras da Epagri .....</b>	<b>68</b>
Ulisses de Arruda Córdova, Dediel Junior Amaral Rocha, Jefferson Araújo Flaresso, Joseli Stradioto Neto, Murilo Dalla Costa e Ana Lúcia Hanisch	

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

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

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

**EDITOR-CHEFE:** Rosana Kokuszka

**EDITORES TÉCNICOS:** Lucia Morais Kinceler  
Luiz Augusto M. Peruch  
Márcia Cunha Varaschin  
Paulo Sergio Tagliari

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

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

**REVISÃO TEXTUAL:** Laertes Rebelo

**FOTO DA CAPA:** Rubens Marschalek

**DOCUMENTAÇÃO:** José Carlos Gelsleuster

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

## FICHA CATALOGRÁFICA

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

Editada pela Epagri (1991 – )

Trimestral

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

1. Agropecuária – Brasil – SC – Periódicos.

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

CDD 630.5

## Editorial

As estimativas mostram que em menos de 30 anos teremos mais de 10 bilhões de seres humanos para alimentar no mundo. O excesso populacional irá se transformar certamente num dos maiores desafios da humanidade. O crescimento demográfico já é hoje em grande parte responsável pelas mazelas que assolam nosso planeta. A poluição, as mudanças climáticas e o esgotamento dos recursos, além da miséria e da pobreza, são questões que precisam ser enfrentadas com urgência e seriedade pela sociedade. O melhoramento genético, tema da seção de opinião desta edição da RAC, tem contribuído para atenuar este tipo de problema – o novo cultivar de arroz SCSBRS126 Dueto, lançado recentemente é um exemplo. Além de ressaltar a importância dos programas de melhoramento da Epagri e demonstrar o impacto do comportamento do consumidor sobre as cadeias produtivas de alimentos, o artigo de Rubens Marschalek faz um prognóstico bastante realista sobre o futuro da agricultura e alerta para a necessidade de se antecipar aos problemas.

A bananicultura também é destaque nessa edição da revista. A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo e o Brasil um dos principais produtores. Entre as doenças que afetam a cultura da bananeira, o complexo de sigatoka se destaca em Santa Catarina pelas perdas provocadas. A adoção de sistemas de monitoramento da sigatoka é um dos avanços mais importantes para o controle dessa doença e pode ser considerado um case de sucesso pelos resultados positivos para a cadeia produtiva. O sistema de pré-aviso biológico no clima subtropical de Santa Catarina, abordado pelos pesquisadores da Epagri nesta edição, tem auxiliado os bananicultores a maximizar o controle da sigatoka com um número menor de aplicações de fungicidas.

Outro assunto interessante que a revista traz aos leitores vem do Planalto Serrano e relaciona os principais cultivares de forrageiras registrados pela Epagri em uso no sul do Brasil. Nessa revisão bibliográfica são descritos os cultivares de forrageiras e suas aptidões que podem auxiliar os técnicos na seleção de forrageiras mais adequadas para a produção animal.

Além dos destaques mencionados, esta edição da RAC aborda diversos outros tópicos relevantes que estão na pauta da pesquisa agropecuária em Santa Catarina, como os custos de produção, o enraizamento de estacas da goiabeira-serrana e o desempenho do novo cultivar de banana SCS453 Noninha em um experimento realizado na Estação Experimental de Itajaí, SC.

Não deixe de ler a revista Agropecuária Catarinense.

A ciência não pode parar!

*Science cannot stop!*



**Curso Mulheres em Ação Flor-e-ser Agricultoras (Impresso/ On-line) - 2023 60p. BD 167**

Em termos de organização familiar e comunitária, as mulheres, cada vez mais, vêm buscando formas de exercer seu empoderamento ocupando espaços de participação e protagonismo em suas famílias e comunidades, ao mesmo tempo que desejam melhores condições de vida, reconhecimento e respeito como cidadãs. Diante disso, a Epagri desenvolveu um curso para mulheres agricultoras, dividido em módulos a partir de temáticas centrais, como autoestima, empoderamento, organização, cooperativismo e outros temas. Na proposta metodológica do curso as participantes são consideradas protagonistas nos processos de ensino-aprendizagem vivenciados coletivamente, em que a teoria e prática caminham juntas em um exercício contínuo de ação-reflexão-ação voltado ao crescimento pessoal e do grupo.



**Curso Mulheres em Ação Flor-e-ser Pescadoras (Impresso/ On-line) - 2023 60p. BD 168**

Este boletim segue o mesmo princípio do curso para as mulheres agricultoras. Assim as mulheres pescadoras também tiveram um espaço onde puderam se encontrar, dialogar sobre seus desafios e suas potencialidades. Trocaram experiências e se qualificaram para melhor se inserir no mercado atual. A dinâmica do curso também foi construída em módulos semelhantes aos das mulheres agricultoras.



**O terraceamento passo a passo (Impresso/ On-line) - 2023 32p. BD 170**

Embora o plantio direto tenha revolucionado a agricultura brasileira, o terraceamento continua sendo fundamental na busca pela sustentabilidade do sistema produtivo. Esta publicação tem por objetivo demonstrar os principais passos para a implantação de terraços associados ao planejamento da lavoura. A metodologia hoje utilizada pela Epagri, denominada HidroTerraço 1.0, está centrada na capacidade de armazenamento e escoamento do terraço. Ela permite reduzir o número de terraços, regular a umidade do solo, diminuir os riscos relacionados à estiagem e reduzir o estresse hídrico das plantas. Além disso, O HidroTerraço 1.0 gera ganho ambiental, pois restringe a contaminação por agrotóxicos, fertilizantes, o assoreamento, reduzindo ainda a eutrofização das águas e facilitando a manutenção das estradas rurais.



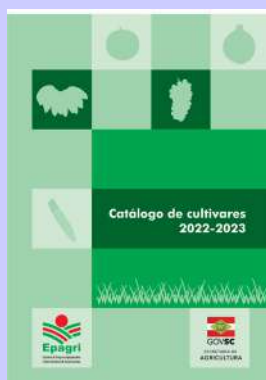
### Principais causas de abortamento em ruminantes (Impresso/ On-line) - 2023 56p. BT 209

A produção de ruminantes é destaque no estado de Santa Catarina do ponto de vista socioeconômico. A ocorrência de abortos nos rebanhos é um evento observado frequentemente por técnicos e produtores que afeta a atividade. Mas a escassez de dados e a insuficiência de informação para o diagnóstico impossibilitam a elaboração de estratégias eficazes de controle e prevenção do abortamento. Este Boletim Técnico visa contribuir com uma parcela do conhecimento a respeito do assunto. A publicação apresenta as principais causas de abortamento em ruminantes e as respectivas medidas de controle e prevenção para cada uma delas.



### Estimativas de perdas de solo por erosão hídrica por meio da Equação Universal de Perdas de Solo (Impresso/ On-line) - 2023 80p. BT 210

A erosão hídrica é a principal causa de degradação de solos agrícolas devido à remoção de partículas de solo e de nutrientes da camada superficial. Dessa forma, para promover uma agricultura sustentável, devem-se buscar técnicas que diminuam as taxas de erosão para níveis sustentáveis, isto é, taxas de perdas de solos menores que a capacidade de regeneração do solo. A publicação apresenta um programa elaborado em linguagem Delphi, onde constam as rotinas de cálculos da Equação Universal de Perdas de solo, o HidroEUPS. Trata-se de uma ferramenta disponibilizada para facilitar os cálculos e simulações de perdas de solo por erosão hídrica para diferentes condições edafoclimáticas e práticas de manejo. Sua utilização pelos técnicos e produtores contribuirá com o aumento do potencial produtivo do solo, reduzindo problemas de erosão.



### Catálogo de cultivares 2022-2023 (Impresso/ On-line) - 2023 80p. DOC 356

Um dos fatores que promoveram o aumento de produtividade das lavouras em Santa Catarina foi o desenvolvimento de cultivares mais adaptados às condições de clima, solo e relevo – um trabalho em grande parte realizado pelos programas de melhoramento genético da Epagri. O público preferencial é o produtor catarinense, mas atualmente muitos dos cultivares gerados pela Empresa estão sendo cultivados em outros estados e até outros países. Entre aqueles exportados estão os cultivares de arroz irrigado e maçã. Este catálogo apresenta os principais cultivares desenvolvidos pela Epagri e está estruturado por capítulo, de acordo com o tipo de produto: fruticultura, grãos, olericultura, pastagens e outros cultivares. No catálogo encontram-se todas as espécies atualmente comercializadas ou disponíveis para licenciamento.

# Manias do consumidor, mudanças climáticas, melhoramento genético e suas implicações na segurança alimentar

Rubens Marschalek<sup>1</sup>

O gênero *Homo*, do qual faz parte o *Homo sapiens*, habita este planeta há cerca de 2,5 a 2,33 milhões de anos (Ayala & Cela-Conde, 2017). Desde nosso início, quando éramos nômades coletores e caçadores, até os dias atuais, houve extraordinários avanços tecnológicos: o domínio do fogo, o surgimento e o uso da roda, as vacinas, os antibióticos e tantos outros incontáveis avanços sobre os quais, hoje, já nem pensamos mais. Parece que sempre estiveram aí, embora alguns negacionistas ainda não estejam convencidos a respeito de muitos deles.

Apesar do tremendo avanço tecnológico da espécie humana, existe uma necessidade animal primitiva que continua em vigor: manter-se vivo e alimentado. Quando esta premissa existencial corre algum risco, todo o restante é secundário. Atualmente, a sobrecarga que os 8 bilhões de homínidos causam ao planeta torna-se uma questão que merece mais atenção, tanto pela necessidade de geração de alimentos, quanto pela necessidade de mantermos o planeta habitável e viável. Dilema de difícil solução, já que ao longo das últimas décadas, apesar de disponíveis, meios de controle populacional foram irresponsável e veladamente suprimidos por líderes, políticos e pela maioria das religiões. Em decorrência disso, avolumam-se os problemas de mudanças climáticas antrópicas: poluição das águas doces, dos mares, dos oceanos, do ar e do solo, o esgotamento de diversos outros recursos, sem contar a miséria e a pobreza que assolam parte da população. Complicadas questões nos aguardam, já que ninguém quer abdicar de seu padrão de consumo ou de suas aspirações.

Mesmo em relação à alimentação, a equação também é de difícil solução. No geral, o consumidor urbano solicita da agricultura o impossível, o milagre. Senão vejamos: o consumidor deseja que alimentos sejam produzidos e ofertados abundantemente, respei-

tando o meio ambiente e a legislação, preferencialmente sem ou com pouco uso de agrotóxicos, de alta qualidade, visualmente impecáveis, padronizados quanto à cor, forma e tamanho, preferencialmente cultivados em sistemas agroecológicos ou orgânicos, mas sem a presença ou contaminação de fungos, insetos e outras pragas e, se possível, “de graça”. Além disso, devido à abundância de oferta de alimentos (nem para todos, a bem da verdade), o consumidor adquiriu manias e hábitos extravagantes, resultado também da sua ignorância a respeito da origem dos alimentos. Um dos anseios mais comuns e incongruentes do consumidor é a busca por alimentos “naturais”, que simplesmente quase não existem, posto que nossa alimentação não provém de espécies desenvolvidas pela natureza por seleção natural, mas sim de espécies selecionadas e até criadas por nós, durante milênios, na domesticação das plantas (MARSCHALEK, 2012). O milho, por exemplo, não existe na natureza. Incas e Maias o criaram, selecionando plantas por 10 mil anos, a partir do Teosinto. Logo, o milho, assim como a maioria dos outros alimentos, não pode ser considerado “natural”.

Voltando às manias do consumidor, uma delas é o luxo de rejeitar, por exemplo, no Brasil, grãos de arroz que não tenham a relação “comprimento x largura” de 3,5. O brasileiro em geral não compra arrozes que não sejam exatamente do padrão longo-fino, ou que, de alguma forma, não se prestem ao mercado de arroz branco ou não se adequem ao processo de parboilização, que conta necessariamente com variedades que se comportem – todas elas – da mesma forma na industrialização. Ora, o consumidor, que está na ponta de qualquer cadeia alimentar, dita as normas e seu comportamento é muitas vezes complexo (FERREIRA & BARRIGOSI, 2021). Ao final, o agronegócio entrega ao consumidor o que este pediu: ali-

mento bom, abundante, barato, bonito e padronizado. É o que se chama de “mercado”. Preço e aparência do grão são dois importantes fatores que os consumidores levam em conta no caso do arroz e do feijão (FERREIRA & BARRIGOSI, 2021). É bem verdade que também a agroindústria, e as estratégias de marketing, interferem na formação de padrões e hábitos de nosso consumidor de alimentos, modificando-os ao longo do tempo. Isso inclusive ocorreu com o arroz no Brasil, onde nem sempre o padrão de grãos longo-fino foi prevalente.

A agronomia é a atividade cujas diversas ciências envolvidas procuram patrocinar ao “urbanoide” a segurança alimentar, sendo ela e seus profissionais os que estão a munir o agricultor da tecnologia necessária para a produção. Uma das ciências envolvidas nisso é o Melhoramento Genético, atividade ancestral, que iniciou com a domesticação das primeiras plantas e animais. Nessa época remota, ainda não detínhamos os conhecimentos de genética providos pelo monge Gregor Johann Mendel (1822-1884), tampouco contávamos com os conceitos de evolução e seleção natural formulados por Charles Robert Darwin (1809-1882). Juntos, Mendel e Darwin formaram o arcabouço que nos permite gerar plantas e animais mais produtivos e, ao mesmo tempo, manejar essas populações, lavouras e florestas plantadas, a fim de que produzam nosso sustento e conforto.

O melhoramento genético tem a tarefa de gerar as variedades de plantas e animais que assegurem nosso bem-estar. A interferência das preferências do consumidor sobre as cadeias produtivas de alimentos, e o que estas acabam fornecendo aos próprios consumidores, têm consequências notáveis, embora muitas vezes, subliminares. Explico melhor usando novamente o arroz como exemplo, um dos cereais mais importantes para a humanidade. Se o consumidor e a indústria aceitam somente o

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301-970 Itajaí, SC, e-mail: rubensm@epagri.sc.gov.br

grão longo-fino como padrão, o que me cabe fazer, como geneticista-melhorista de arroz, ao obter uma nova variedade de arroz, eventualmente muito produtiva, de excelente qualidade, resistente a pragas e doenças (portanto, menos dependente de agrotóxicos), que é menos exigente em adubação, ou que resiste às mudanças climáticas, se esta não tiver um grão com o comprimento e a largura requeridos? Ou se ela tiver todos estes predicados e for também um grão longo fino, mas acabar sendo considerada pelo consumidor como “não natural”, por ser transgênica? Eu sei o que devo fazer: lanço-a no lixo, infelizmente. Uma variedade de arroz, como a que descrevi, não tem chance alguma de ser adotada e plantada pelos agricultores, porque a indústria não vai comprá-la, pois o consumidor não vai aceitá-la. Tudo isso somente por caprichos nos hábitos de consumo e um pouco de ignorância. Deve-se reconhecer, claro, que há algumas limitações de processamento na industrialização de larga escala, já que na indústria tudo que foge a certo padrão causa problemas, embora sejam problemas contornáveis e ajustáveis. Já a fome ou a insegurança alimentar são mais difíceis de contornar. Desta forma, o mesmo consumidor que quer arroz bom, barato, sem “agrotóxico” e produzido de forma ambientalmente correta, é aquele que sinaliza ao geneticista-melhorista que só consumirá uma variedade se esta atender seus padrões sensoriais e econômicos. Ou seja, o consumidor, sem se dar realmente conta disso, está pedindo ao agronegócio, no qual está inserido o melhoramento genético, que o produto final reúna só as virtudes que lhe convém, algo quase impossível.

Estamos, pois, diante de um impasse, e é preciso que todos nós estejamos conscientes dele. Estimativas da FAO sugerem que a produção de alimentos precisa dobrar até 2050 para atender a demanda (GUADALINI, 2012). O melhoramento genético consegue, munido de métodos convencionais e biotecnológicos, apresentar à sociedade aumentos de produtividade que, em cereais, não ultrapassam a cifra de 1% ao ano (BECKER, 2011), o que, aliás, ainda é muito otimista e mesmo que seja alcançado, é insuficiente para que atinjamos a meta de dobrar a produção de alimentos até

2050. A falta de arroz no mercado mundial (todo o resto também deve faltar), prevista para então, pode fazer o preço do produto subir até 31% até aquela data (NELSON et al. 2010 apud SINGH et al. 2021).

Os programas de melhoramento genético da Epagri vêm adaptando, desenvolvendo e disponibilizando excelentes variedades de maçã, banana, mandioca, milho, feijão, tomate, alface e tantas outras plantas. No caso do arroz, esses esforços são liderados pela Estação Experimental de Itajaí desde 1976 (ANDRADE et al., 2021). Os estudos existentes até agora indicam que o melhoramento genético feito pela instituição vem rendendo aumentos de potencial produtivo (ganho genético), no arroz irrigado, da ordem de 2,25%, portanto, o dobro do 1% citado anteriormente (MARSCHALEK et al., 2013). Assim, a instituição contribui decisivamente para superarmos o desafio mundial de suprir alimentos suficientes até 2050.

Neste ponto, é preciso que se informe ao leitor que o desenvolvimento de uma nova variedade de cereal leva geralmente 12 a 15 anos de trabalho interinstitucional e multidisciplinar. Considerando a complexidade e o longo prazo descritos envolvidos no desenvolvimento de novas variedades através do melhoramento genético, é necessário, portanto, que os pesquisadores vislumbrem tendências e antecipem-se aos problemas. Neste sentido, ainda em 2008 o Programa de Melhoramento Genético de Arroz irrigado da Epagri iniciou as primeiras prospecções na busca de variedades tolerantes aos extremos de temperatura, eventos decorrentes das mudanças climáticas, cuja frequência vem crescendo. Passados 15 anos, logrou-se êxito e disponibiliza-se à sociedade a 34ª variedade de arroz irrigado da Epagri, a 26ª destinada ao mercado catarinense. Trata-se da SCSBRS126 Duetto (Figura 1), originada da parceria Epagri e Embrapa, em colaboração com a Udesc/CAV. É uma variedade tolerante aos extremos de temperatura (alta e baixa) na fase reprodutiva do arroz. Sabe-se que temperaturas extremas ( $\leq 17^{\circ}\text{C}$  e  $\geq 38^{\circ}\text{C}$ ) provocam esterilidade, impedindo a formação dos grãos e provocando assim perdas em produtividade, o que coloca em risco nossa já

aludida segurança alimentar.

A Epagri responde, assim, a uma demanda da sociedade em relação ao arroz irrigado, sem que talvez o consumidor final se dê conta disso, pois ele, afinal, continuará encontrando arroz em quantidade, qualidade e preços baixos nas prateleiras dos mercados. Além disso, continuará a passear confortavelmente no shopping center sem ter consciência de que se manter alimentado continua sendo um desafio. Apesar de não se dar conta disso, é bom que este consumidor esteja mais atento aos seus anseios e seus padrões de consumo, pois eles determinam e determinarão a oferta de alimentos. Ser exigente demais pode ter como consequência final um produto mais caro e menos disponível, e não é isso que a humanidade precisará ao longo das próximas décadas. O custo de ser “enjoado” demais ao se alimentar, pode significar, a médio e longo prazos, fome e morte coletivas.

## Referências

- ANDRADE, A., MARSCHALEK, R., NOLDIN, J.A. Breve retrospectiva da orizicultura catarinense. *Agropecuária Catarinense*, v.34, n.1, p.5-6. 2021
- AYALA, F.J., CELA-CONDE, C.J. Processes in human evolution. Oxford: Oxford University Press, 2017. 574p.
- BECKER, H. *Pflanzenzüchtung*. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer, 2011. 368p.
- FERREIRA, C.M.; BARRIGOSI, J.A.F. **Arroz e Feijão: tradição e segurança alimentar**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. 164p.
- GUADALINI, G. O Desafio de alimentar 9 bilhões. *Veja*, v.170, 2011, p.170-171.
- MARSCHALEK, R. Sobre a natureza dos nossos alimentos. *Agropecuária Catarinense*, v.25, n.2, p.12-13, 2012.
- MARSCHALEK, R. et al. Estimativa de ganho genético obtido pela adoção das cultivares de arroz irrigado da Epagri em Santa Catarina, Brasil. Uberlândia. In: CONG. BRAS. DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 7. Uberlândia, *Anais[...]*. Uberlândia: SBMP, 2013. p. 2209-2213.
- SINGH, V.J. et al. Rice adaptation to climate change: opportunities and priorities in molecular breeding. In: HOSSAIN, M.A. et al. **Molecular Breeding for rice abiotic stress tolerance and nutritional quality**. Hoboken: Wiley Blackwell. 2021. p.92-119.



# Produção da macroalga *Kappaphycus alvarezii* em Santa Catarina, safra 2022/2023

Alex Alves dos Santos<sup>1</sup>

## Introdução

Santa Catarina encerrou em julho do corrente ano a segunda safra da macroalga *Kappaphycus alvarezii*, destinada, principalmente, à indústria de biofertilizante. O potencial de uso da espécie, entretanto, vai muito além, atingindo a gastronomia, as indústrias têxteis e de cosméticos, a alimentação animal e o comércio de créditos de carbono. Para atender todas essas possibilidades de uso, além de vários estudos viabilizados por meio de acordos de parceria firmados com outras instituições, a Epagri está conduzindo alguns estudos na região da Grande Florianópolis. O objetivo é o de ampliar a demanda por biomassa dessa alga e com isso, fortalecer esta nova atividade produtiva que nasceu em 2020 nos municípios de Florianópolis e Palhoça.

## Dados da produção

A produção da macroalga *Kappaphycus alvarezii* comercializada na safra 2022/2023 por Santa Catarina foi de 300,35 toneladas (t), representando um aumento de 193,56% em relação à safra 2021/2022 (102,3t) (Figura 1). Atuaram diretamente na produção 22 agricultores, que representaram um aumento de 450% em relação à safra 2022/2023, que contou com quatro agricultores. Ao todo, foram dez produtores de Florianópolis, cinco de Palhoça, dois de Porto Belo, três da Penha, um de Governador Celso Ramos e um de São Francisco do Sul (Tabela 1).

O município que mais contribuiu para a produção total do Estado foi Florianópolis, com uma produção de

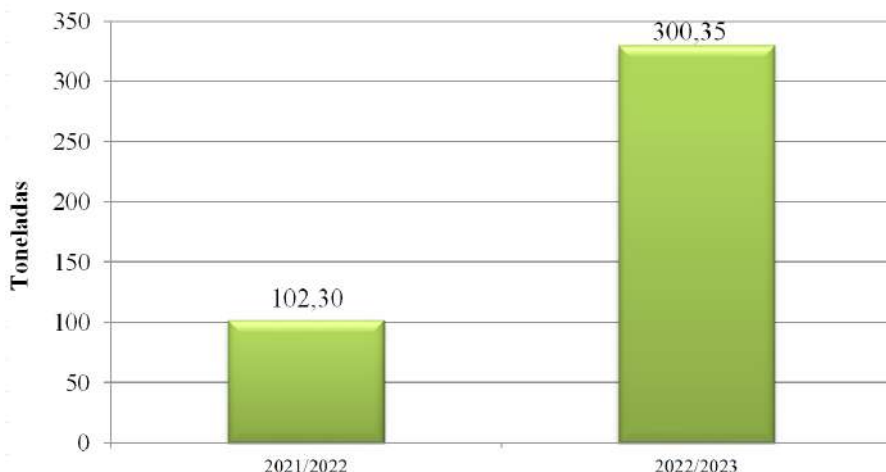


Figura 1. Dados da produção estadual da macroalga *Kappaphycus alvarezii*, em Santa Catarina

188,30t, representando um aumento de 221,8% em relação à safra 2021/2022 (58,5t), seguido por Palhoça, Penha, Governador Celso Ramos, Porto Belo e São Francisco do Sul (Figura 2).

A área total cultivada foi de 9,59ha resultando em uma produtividade de 31,32t/ha, considerada baixa quando comparada à produtividade esperada

de 64,5t/ha. A maior área cultivada foi a do município de Florianópolis, que somou 5,68ha e produtividade de 33,15t/ha, seguido por Palhoça com 2,98ha e produtividade de 30,94t/ha. O tamanho médio da área explorada é de 0,44ha por produtor e a produção média é de 13,65t por produtor (Tabela 1).

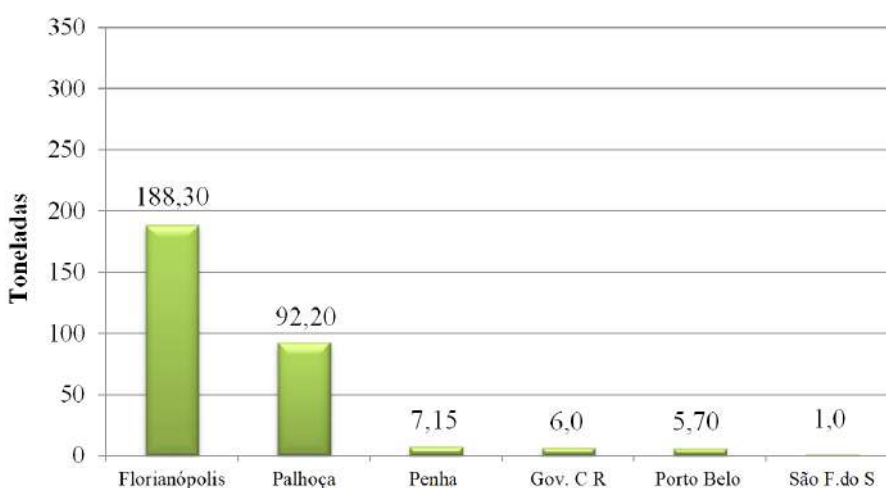


Figura 2. Dados das produções municipais da macroalga *Kappaphycus alvarezii*, em Santa Catarina

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Centro de Desenvolvimento de Aquicultura e Pesca (CEDAP), C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48)3665-5051, e-mail: alex@epagri.sc.gov.br.

Tabela 1. Dados estatísticos da produção municipal e estadual da macroalga *Kappaphycus alvarezii* em Santa Catarina

Município	Área (ha)	Produtor	Produção (t)
Florianópolis	5,68	10	188,30
Governador C. Ramos	0,35	1	6,00
São Francisco do Sul	0,12	1	1,00
Porto Belo	0,26	2	5,70
Penha	0,20	3	7,15
Palhoça	2,98	5	92,20
<b>Total Geral</b>	<b>9,59</b>	<b>22</b>	<b>300,35</b>

Fonte: Centro de desenvolvimento de Aquicultura e Pesca (CEDAP)

A segunda safra iniciou em setembro de 2022 e finalizou em julho de 2023, sendo que os produtores alcançaram três ciclos de cultivo, contra 2,2 ciclos da safra anterior. Geralmente a safra é encerrada em maio, com a chegada do inverno, porém, o inverno, considerado ameno, também atrasou e foi possível estender a safra até julho. A expectativa é que futuramente se possam atingir de 4 a 5 ciclos anuais. No entanto, fatores climáticos impediram a realização dos 4 ciclos possíveis na safra 2022/2023. As chuvas torrenciais, ocorridas desde o dia 26 de novembro até 3 de dezembro de 2022, resultaram em uma queda abrupta de salinidade, com mínimas que atingiram 3% na superfície, quando o normal é de 30 a 35%, determinando uma mortalidade de até 90% do volume plantado de algas, dependendo do local de cultivo. Neste período de chuvas a biomassa de algas nas fazendas marinhas foi estimada em 45,52t, ocasionando a perda do primeiro ciclo de cultivo dos quatro ciclos esperados para a safra. Eventos como este não são incomuns e comprometem o lucro e a produtividade das fazendas marinhas.

Os sistemas de cultivo que vêm

sendo utilizados são basicamente dois: sistema de cultivo com proteção contra o tráfego de embarcações (S1) e sistema de cultivo sem proteção (S2). Os dois sistemas são similares, mas a diferença está no sistema de amarração das cordas de cultivo de algas. Em S1 a área de cultivo é cercada com cabos

de 12mm de diâmetro, fixados com estacas que formam um “quadrado”. Estes cabos impedem o acesso de embarcações na fazenda marinha, formando uma barreira que protege o cultivo de acidentes com navegações. Neste sistema, as cordas de cultivo de algas são amarradas aos cabos laterais (Figura 3).

Em S2 a área de cultivo não é cercada por cabos de 12mm. Neste caso, as cordas de cultivo de algas são estendidas e suas extremidades são amarradas em estacas, formando corredores entre as cordas de cultivo que permitem a livre navegação de embarcações e conseqüentemente o aumento das possibilidades de acidente (Figura 4).

Um terceiro sistema de cultivo praticado em balsas flutuantes foi adotado por um único produtor. Tal sistema foi desenvolvido para integrar os cultivos de algas e moluscos, mas mesmo assim está sendo usado para o monocultivo de algas (Figura 5).

A grande maioria dos produtores (20) optou pelo sistema de plantio tipo tie tie, mas temos dois produtores que utilizam os dois sistemas (tie tie e tubular) e apenas um produtor que usa exclusivamente a rede tubular. A

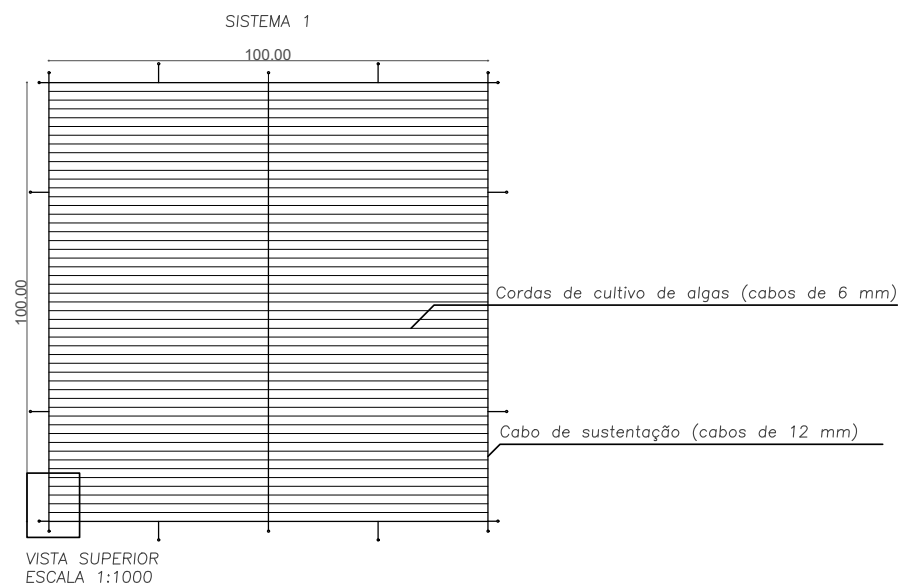


Figura 3. Planta baixa do sistema de cultivo com proteção (S1), onde as cordas de cultivo de algas são fixadas aos cabos metres, aqueles que circundam a área de cultivo

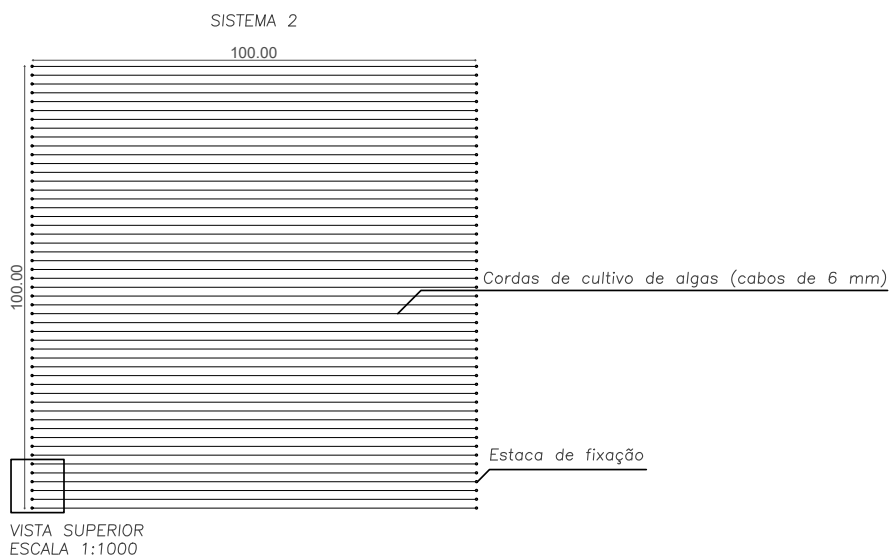


Figura 4. Planta baixa do sistema de cultivo sem proteção (S2), onde as cordas de cultivo de algas são fixadas por estacas



Figura 5. Sistema de cultivo em balsas flutuantes utilizando flutuadores desenvolvidos exclusivamente para integrar o cultivo de algas e moluscos  
Foto: Alex Alves dos Santos

opção por um ou por outro sistema vai depender basicamente das condições oceanográficas do local de cultivo e do sistema de produção – se mecanizado ou não. Os sistemas mecanizados são recomendados para fazendas marinhas com tamanhos superiores a 5ha.

O Estado comercializou 300,35kg de alga *in natura* na safra 2022/2023, praticando um preço médio de R\$2,80/kg na presente safra. Estes dados resultaram em uma movimentação financeira de R\$ 840.980,00 com a venda direta de alga. Considerando que esta biomassa de algas foi transformada em extrato de alga, popularmente conhecido como “biofertilizante”, com rendimento médio foi de 80% (1kg de alga = 0,8L de extrato de alga), obtêm-se 240.280 litros de biofertilizante que, comercializados a R\$18,00/litro, resultaram em uma movimentação financeira de R\$ 4.325.040,00. Ainda restam 4% (12.012,4kg) relativos ao chamado “farelo de alga”, resíduo que sobra após a extração do extrato e que ainda não foi comercializado, mas que já está sendo destinado para alimentação de suínos, aves, bovinos e para a adubação do solo. Estes valores de comércio são meramente especulativos, baseados em volumes produzidos e valores praticados em Santa Catarina e não traduzem lucro, apenas apresentam a movimentação financeira da atividade.

## Considerações finais

Os dados de produção e produtividade apresentados retratam o nascimento de uma nova atividade produtiva em Santa Catarina, com indicadores ainda bastante modestos, mas que poderão ser melhorados, no decorrer das sucessivas safras, com o aprendizado e a especialização de todos os envolvidos. O crescimento verificado de 200% de uma safra para outra retrata a demanda pelo produto e demonstra a expectativa do setor produtivo que está acreditando nesta nova cultura marinha, impulsionada pelo comércio comprador.

# Jornada de inovação rural desenvolvida em Santa Catarina: Diagnóstico e soluções implementadas



Marcelo Borghezán<sup>1</sup>, Amanda Köche Marcon<sup>2</sup>, Augusto Donadel Basso<sup>3</sup>, Eduardo da Silva Daniel<sup>4</sup>, Jaqueline Alves de Matos<sup>5</sup>, Larissa Liane Heidorn<sup>6</sup>, Luan Henrique Lopes dos Santos<sup>7</sup>, Lucas Tomaz Spindola<sup>8</sup>, Michel Yudi Shinkai Kanemaru<sup>9</sup>, Paula Gimenez de Souza<sup>10</sup>, Denilson Coelho<sup>11</sup> e Victor Rodrigues Ferreira<sup>12</sup>

**Resumo** – A inovação aumenta a competitividade, possibilitando a adaptação e superação de desafios, além de aproveitar as oportunidades para se posicionar melhor no mercado. O objetivo da Jornada de Inovação Rural do Sebrae foi estimular a adoção de processos inovadores, incentivando a autonomia e o empreendedorismo nos pequenos negócios rurais catarinenses. Este trabalho apresenta os resultados do grau de inovação e do impacto das soluções implementadas. A metodologia tem como base um questionário, gerando um gráfico radar para a organização e implementação de planos de melhorias. As ações ocorreram em cinco dimensões centrais de curto prazo e em quatro dimensões orbitais de médio e longo prazo. O ciclo de atividades ocorreu em 8 meses, entre dezembro de 2021 e julho de 2022, com 9 agentes locais, atendendo 119 empreendimentos rurais de todas as regiões de Santa Catarina. Os resultados impactaram todas as dimensões, principalmente nos controles gerenciais e em novos produtos ou serviços (modelos de negócios).

**Termos para indexação:** Sebrae; Oportunidades; Banco de ideias; Plano de ação; Melhoria contínua.

## Rural innovation journey developed in Santa Catarina: Diagnostics and implemented solutions

**Abstract** – Innovation increases competitiveness, enables adaptation and overcoming challenges, and seizes opportunities to better position itself in the market. The aim of the Sebrae Rural Innovation Journey was to stimulate the adoption of innovative processes, encouraging autonomy and entrepreneurship in small rural businesses of Santa Catarina. This paper presents the results of innovation degree and impact of the implemented solutions. The methodology is based on diagnostic, generating a radar chart for organization and implementation of improvement plans. The actions occurred in five central short-term dimensions and in four medium and long-term orbital dimensions. The cycle of activities took place in 8 months, between December 2021 and July 2022, with 9 local agents in 119 rural enterprises from all regions of Santa Catarina. The results improved all dimensions, mainly in management controls and in new products or services (business models).

**Index terms:** Sebrae; Opportunities; Idea list; Action plan; Continuous improvement.

## Introdução

Em Santa Catarina, o envolvimento de diversas instituições junto às cadeias produtivas agropecuárias e agroindustriais cria um ambiente proativo de oportunidades, inovação e investimentos. As características socioculturais e o meio geográfico (clima, solo e relevo), além do empreendedorismo e da organização coletiva, promovem no setor rural catarinense a diversificação, com

produtos e serviços reconhecidos pela qualidade e pelos diferenciais, impulsionando a geração de renda e o alcance do mercado nacional e daqueles destinados à exportação.

Muitos são os desafios que os empreendedores rurais enfrentam para se adaptar. Entre aqueles que ainda precisam ser superados, podem ser destacados: o desenvolvimento sustentável e o uso equilibrado dos recursos naturais, a adaptação às mudanças climáticas, a

transformação digital e a utilização das tecnologias de informação e comunicação, o atendimento às exigências do mercado consumidor, incluindo a segurança alimentar, a agregação de valor e a diversificação, a rastreabilidade e a certificação, o aperfeiçoamento das técnicas produtivas, a integração e atuação colaborativa nos modelos de negócios, além da conformidade, competitividade e gestão de riscos associadas às atividades rurais (EMBRAPA, 2022).

Recebido em 16/02/2023. Aceito para publicação em 05/05/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i2.1594>

<sup>1</sup> Eng.-agr., Dr., Sebrae, Bolsista orientador, Rodovia SC-401, km. 1, Bairro Itacorubi, 88030-000, Florianópolis, SC, e-mail: mborghezan@hotmail.com

<sup>2</sup> Eng. Florestal, Dra., Sebrae, Agente local de Inovação, e-mail: amandakoche@gmail.com

<sup>3</sup> Eng.-agr., Sebrae, Agente local de Inovação, e-mail: donadel.basso@gmail.com

<sup>4</sup> Eng.-agr., Dr., Sebrae, Agente local de Inovação, e-mail: edudaniel@hotmail.com

<sup>5</sup> Eng. de Pesca, M.Sc., Sebrae, Agente local de Inovação, e-mail: jackellyne.alves@hotmail.com

<sup>6</sup> Eng.-agr., M.Sc., Sebrae, Agente local de Inovação, e-mail: larissa.l.hei@gmail.com

<sup>7</sup> Eng.-agr., MBA, Sebrae, Agente local de Inovação, e-mail: eng.luanlopes@hotmail.com

<sup>8</sup> Eng.-agr., Sebrae, Agente local de Inovação, e-mail: lucastomazs@yahoo.com.br

<sup>9</sup> Tecnol. em Alimentos, M.Sc., Sebrae, Agente local de Inovação, e-mail: kanemaru@prgu@gmail.com

<sup>10</sup> Eng. de Alimentos, Dra., Sebrae, Agente local de Inovação, e-mail: gimenez.paulinha@gmail.com

<sup>11</sup> Eng.-agr., M.Sc., Sebrae, Gerência de Inovação e Empreendedorismo, e-mail: denilson@sc.sebrae.com.br

<sup>12</sup> Eng.-agr., M.Sc., Analista Técnico na Unidade de Competitividade do SEBRAE/NA, Asa Norte, W3 Norte, Quadra 515, Bloco C, Lote 32, 70770-50, Brasília, DF, e-mail: victor.ferreira@sebrae.com.br

A cultura empreendedora estimula a contínua inovação nos processos produtivos e na relação com os clientes, inclusive no meio rural, envolvendo conhecimento, organização e criatividade. Essa concepção está prevista na lei 10.973/2004, conhecida como “lei da inovação”, e na lei 13.243/2016, chamada de “marco regulatório”. Nesses instrumentos, o conceito de inovação está definido como “introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho” (Art. 2, IV) (BRASIL, 2016).

Assim, a metodologia do “radar de inovação”, proposta por Sawhney et al., (2006), serve como um modelo para a compreensão das oportunidades, mensurando e servindo de indicador de planos e metas de melhoria. Baseada em dimensões com impacto nos negócios rurais, a metodologia foi adaptada pelo Sebrae para estimar o grau de inovação nos empreendimentos (BACHMANN & DESTEFANI, 2008). O projeto piloto realizado com a atuação dos agentes locais (ALI Rural) busca fortalecer os negócios das cadeias agropecuárias e de agroindústrias, identificando as necessidades e potencializando as oportunidades de melhoria (SEBRAE, 2020).

Este trabalho relata as experiências pioneiras da Jornada de Inovação Rural (ALI Rural) nos empreendimentos agropecuários e agroindustriais de Santa Catarina, identificando as oportunidades e mensurando os impactos das ações implementadas.

## Metodologia da Jornada de Inovação Rural

As atividades foram realizadas entre dezembro de 2021 e julho de 2022, ordenadas em 10 encontros presenciais e/ou *on-line*, sendo 8 individuais e 2 coletivos (Figura 1), com 9 agentes locais atuando como facilitadores junto aos empreendimentos rurais distribuídos em todas as regiões de Santa Catarina.

Cada agente local prospectou até



Figura 1. Atividades da Jornada de Inovação Rural, organizadas em 10 encontros (8 individuais e 2 coletivos) com ciclos de 8 meses

Fonte: Adaptado de SEBRAE (2020)

Figure 1. Rural Innovation Journey activities, organized in 10 meetings (8 individual and 2 collective) with 8-month cycles

Source: Adapted from SEBRAE (2020)

15 produtores rurais e empreendimentos agroindustriais para participar das atividades. Inicialmente foi aplicado um questionário diagnóstico, com 21 temas para fundamentar o perfil, as características da(s) atividade(s) e o grau de inovação (T zero). Na sequência, foi elaborado o gráfico radar e identificadas as necessidades, permitindo listar oportunidades de melhoria e a criação de um banco de ideias. Foram priorizadas as ações de curto prazo e implementado um plano de melhorias para as cinco dimensões centrais (Figura 2).

As dimensões centrais foram: 1 - melhoria de processo produtivo; 2 - redução de custos; 3 - controles gerenciais; 4 - *marketing* e vendas; e 5 - novos produtos ou modelos de negócios. De forma complementar, foram trabalhadas em reflexões de médio e longo prazo, as dimensões orbitais: 1 - práticas sustentáveis; 2 - cooperação e atuação em rede; 3 - agregação de valor aos produtos; e 4 - Inovação (Figura 1). Nos encontros foram usadas diversas ferramentas de suporte, tais como: mapa mental e ciclo de produção, diagrama de Ishikawa, modelo de negócios Canvas, espiral de inovação, entre outras. Ao final, o

questionário diagnóstico foi novamente aplicado (T final), com a avaliação das soluções implementadas e a mensuração dos resultados de inovação.

## Indicadores de inovação e impacto das soluções nos empreendimentos rurais

A Jornada de Inovação Rural foi desenvolvida em Santa Catarina e em outros seis estados (GO, MA, PB, PE, RO e SP), atendendo 2.158 empreendimentos rurais distribuídos em 384 municípios brasileiros. Em Santa Catarina, as atividades ocorreram em 24 municípios das regiões Oeste, Meio-Oeste, Planalto Serrano, Vale do Itajaí, Litoral Norte, Grande Florianópolis e Sul. Foram 119 empreendimentos rurais atendidos, atuando em mais de 15 cadeias produtivas do agronegócio. Cerca de 76% dos empreendedores rurais possuíam registro formal como produtor rural, pescador ou maricultor. Os outros 24% estavam formalizados como microempreendedor individual (MEI), microempresa (ME) ou empresa de pequeno porte (EPP).



Figura 2. Exemplos dos planos de melhoria utilizados na Jornada de Inovação Rural  
 Fonte: Adaptado de SEBRAE (2020)  
 Figure 2. Examples of improvement plans used in the Rural Innovation Journey  
 Source: Adapted from SEBRAE (2020)

Observaram-se avanços nos indicadores em todas as dimensões, sendo que o valor médio do grau de inovação nos empreendimentos catarinenses passou de 2,3 (T zero) para 2,8 (T final) (Figura 3). Na média nacional do indicador radar de inovação, também houve melhora entre o cenário inicial encontrado (T zero = 1,9) e após a implementação do plano de ações (T final = 2,4).

As ações que resultaram em maior impacto nos indicadores envolveram as dimensões de controles gerenciais (T zero = 2,6 e T final = 3,3) e de novos produtos (modelos de negócios) (T zero = 2,4 e T final = 3,1). Entre os 21 temas analisados, as ações mais significativas foram nas práticas relativas aos “controles”, permitindo a gestão mais organizada e a tomada de decisões melhor fundamentada no registro e análise das informações. Outro tema com impacto expressivo foi em “metas”, resultando em organização e planejamento para o atingimento de objetivos. O terceiro tema com destaque foi o de “inovação em processos de produção”, representando as melhorias e os impactos nessas práticas dos empreendimentos rurais (Figura 3).

Diversas ações foram priorizadas e implementadas na Jornada de Inovação Rural (Tabelas 1 e 2), enquanto outras foram registradas no banco de ideias, discutidas e encaminhadas para aper-

feiçoamento futuro pelos empreendedores rurais, incentivando a melhoria contínua. Os planos de melhoria priorizaram ações que resultaram na resolução dos problemas identificados nos empreendimentos rurais. As ações implementadas foram listadas para cada uma das 5 dimensões centrais (Tabela

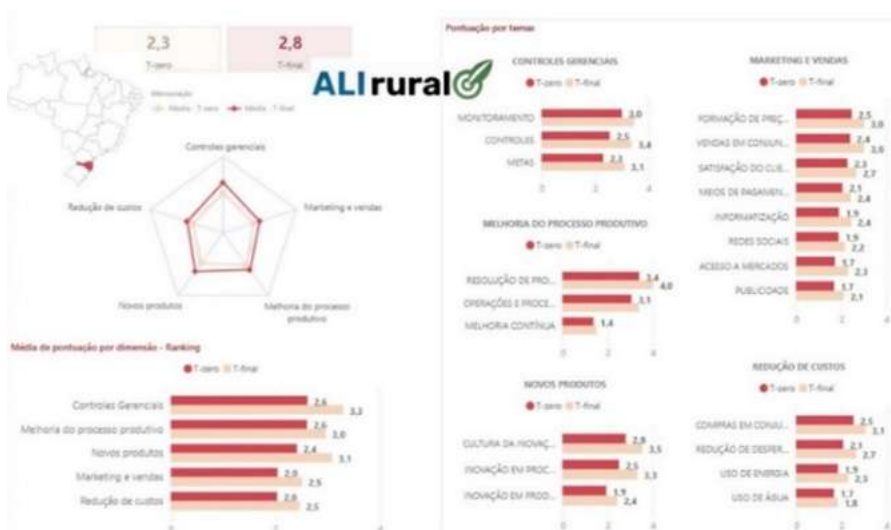


Figura 3. Gráfico radar e resultados dos diagnósticos aplicados nos empreendimentos rurais no início (T zero) e após a execução do plano de melhorias (T final) no ciclo da Jornada de Inovação Rural em Santa Catarina  
 Fonte: Adaptado de SEBRAE (2022)  
 Figure 3. Radar chart and results of diagnoses applied to rural enterprises at the beginning (T zero) and after the implementation of the improvement plan (T final) in cycle of the Rural Innovation Journey in Santa Catarina  
 Source: Adapted from SEBRAE (2022)

1), além de atividades com impactos nas 4 dimensões orbitais (Tabela 2).

As atividades realizadas no ALI Rural também direcionaram consultorias especializadas do Sebraetec, visitas técnicas, reuniões e seminários de capacitação com parceiros (Sebrae, Epagri, Senar, Cidasc, prefeituras municipais, conselhos municipais, sindicatos e consórcios intermunicipais), participação em feiras estaduais e em eventos técnicos nacionais, missões empresariais de negócios, formações empreendedoras através do Empretec Rural, envolvimento com projetos locais e regionais (Cidade empreendedora, Indicação geográfica, Turismo rural, Sustentabilidade e meio ambiente), participação em programas de compras de alimentos (programas governamentais de aquisição de alimentos de produtores rurais) e a cooperação para pesquisa e desenvolvimento com instituições de ciência e tecnologia, de ensino superior e de empresas privadas.

## Considerações finais

As ações implementadas nos planos de melhoria resultaram em soluções de

Tabela 1. Soluções implementadas nos planos de melhoria durante o ciclo da Jornada de Inovação Rural em Santa Catarina

Table 1. Solutions implemented in the improvement plans during Rural Innovation Journey cycle in Santa Catarina

DIMENSÃO	SOLUÇÕES IMPLEMENTADAS
<b>Controles gerenciais</b>	Planilhas de controles financeiros; planilhas para controles de estoque e de produção; uso de cadernos de campo; painel de monitoramento de indicadores; quadro de lista de tarefas; estabelecimento de objetivos e metas com acompanhamento de indicadores; definição de visão, missão, valores e objetivos futuros (1, 5 e 10 anos); desenvolvimento de aplicativo para controle do rebanho; identificação animal ou das unidades produtivas (colmeia); mapeamento de rotas de deslocamento para manejo; organização de estoque e de plano de vendas; automação de procedimentos por meio de informatização; capacitação e treinamento (cursos <i>on-line</i> ou presenciais) com participação do Sebrae e/ou de parceiros.
<b>Melhoria do processo produtivo</b>	Elaboração de lista de afazeres e/ou cronogramas de ação; análises laboratoriais (água, solo, solução nutritiva, produtos); readequação de espaços e materiais para o manejo e manuseio; ajuste em processo produtivo; construção, ampliação e/ou reforma de instalações; aquisição e/ou reforma de equipamentos, material e insumos; substituição de insumos; implementação de protocolos para os processos; capacitação em controle de qualidade (5S); preenchimento de cadernos de campo; organização e divisão de tarefas; auditoria interna para obtenção de Selo Arte; formalização de processamento (agroindústrias); registro de rastreabilidade da produção; diferenciação e agregação de valor; inovações nas práticas de manejo; implementação de fontes alternativas de energia (placas solares); capacitação e treinamento (cursos <i>on-line</i> ou presenciais) com participação de parceiros.
<b>Marketing e vendas</b>	Criação e implantação de rótulos e/ou embalagem de produtos; ações de estímulo e de acesso a mercados; ampliação de área de comercialização; prospecção de parcerias comerciais; implantação de loja virtual; melhoria e atualização das estratégias de marketing <i>on-line</i> ; criação e implantação de logomarca; código de barras em rótulos; ampliação dos canais de comunicação com clientes; informatização do controle de vendas; organização de lista de clientes; divulgação de diferenciais do produto; vendas institucionais (programas governamentais de aquisição de alimentos de produtores rurais); capacitação e treinamento (soluções do <i>Up</i> digital, cursos <i>on-line</i> ou presenciais) com participação do Sebrae e/ou de parceiros.
<b>Redução de custos</b>	Atuação coletiva em compra e venda; comercialização em atacados; uso racional e/ou substituição de insumos; manutenção de equipamentos e máquinas; utilização planejada de equipamentos e instalações; substituição e/ou modificação da matriz energética (placas solares); cooperação entre produtores nas práticas de manejo; planejamento e controle das contas a receber e a pagar; organização na logística de entrega e de compras; redução no desperdício de insumos, matérias primas e itens de uso frequente; reorganização do <i>layout</i> de equipamentos e nos processos de manejo e manipulação; planejamento e priorização das tarefas e da mão de obra (familiar e contratada); capacitação e treinamento (soluções do <i>Up</i> digital, cursos <i>on-line</i> ou presenciais) com participação do Sebrae e/ou parceiros.
<b>Novos produtos</b>	Planejamento e/ou implantação de processo produtivo; planejamento e/ou validação de novo produto; implementação de inovação na oferta (produto ou serviço); diversificação na propriedade (atividade produtiva, espécie produzida ou cultivar alternativa); reutilização de resíduos ou subprodutos; auditoria interna para implementação de certificação e/ou de serviço de inspeção (municipal, estadual ou federal); diversificação de atividades (turismo rural e outros serviços); prospecção de oportunidades e de novos planos de negócios; capacitação e treinamento (cursos <i>on-line</i> ou presenciais) com participação do Sebrae e/ou de parceiros.

Fonte: Agentes locais de inovação rural

Source: Local agents of rural innovation

Tabela 2. Impactos nos temas transversais de médio e longo prazo (dimensões orbitais) durante o ciclo da Jornada de Inovação Rural em Santa Catarina

Table 2. Impacts on medium and long-term transversal themes (orbital dimensions) during Journey of Rural Innovation cycle in Santa Catarina

DIMENSÃO	SOLUÇÕES IMPLEMENTADAS E/OU ENCAMINHADAS
<b>Práticas sustentáveis</b>	Realização do inventário de carbono da propriedade; boas práticas de produção e processamento; recuperação de recursos naturais (solo e água); fontes alternativas de energia.
<b>Agregação de valor</b>	Formalização; envolvimento nos projetos de indicação geográfica (cachaça, banana, ostras e mel); certificações e diferenciação de produtos; agroturismo.
<b>Inovação</b>	Melhorias em produtos e processos; reflexões usando a matriz FOFA (forças/fraquezas/oportunidades/ameaças); reflexões usando o ciclo PDCA (planejar/fazer/chechar/agir); planos de ação para demandas e oportunidades.
<b>Atuação em rede e cooperação</b>	Envolvimento no ecossistema local; participação em conselhos de desenvolvimento rural; estímulo para compras e vendas coletivas; fortalecimento das ações coletivas através de cooperativas e associações; engajamento de grupos.

Fonte: Agentes locais de inovação rural

Source: Local agents of rural innovation

inovação com impacto nos processos produtivos, na redução de custos, nas vendas e na propaganda, nos controles financeiros, no planejamento, na gestão, na diversificação e na diferenciação do negócio, além de avanços associados aos novos modelos de negócio. Inovações foram implementadas em todas as dimensões (centrais e orbitais), compreendendo as características sociais, econômicas e geográficas das regiões catarinenses e as especificidades das cadeias produtivas.

A integração de atuações com instituições públicas e parceiros da iniciativa privada fortaleceu e complementou o atendimento aos empreendimentos rurais catarinenses, tanto no enfoque gerencial e de planejamento, quanto nas orientações técnicas. A cooperação institucional contribuiu para atingir melhores resultados nas ações imple-

mentadas. A Jornada de Inovação Rural contribuiu de forma complementar e sem sobreposição de atribuições, fortalecendo o envolvimento coletivo e o empreendedorismo, colaborando também para a geração de renda, valorização e profissionalização dos produtores, incentivando a sucessão familiar e a sustentabilidade no meio rural catarinense.

## Referências

BACHMANN, D.L.; DESTEFANI, J.H. **Metodologia para estimar o grau de inovação nas MPE: cultura do empreendedorismo e inovação**. Curitiba, PR, 2008. 16p. Disponível em: <http://www.bachmann.com.br/website/documents/ArtigoGraudeInovacaonasMPE.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2023.

BRASIL. Lei n. 13.243, de 11 de janeiro de 2016. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília,

DF. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm). Acesso em: 08 set. 2022.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Visão de futuro do agro brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro>. Acesso em: 26 ago. 2022.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **ALI Rural: Guia do Bolsista 2021**. Brasília, DF: SEBRAE, 2020, 99p.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Programa **ALI Rural**. 2022. Disponível em: [https://bit.ly/sebrae\\_ali\\_rural](https://bit.ly/sebrae_ali_rural). Acesso em: 15 jan. 2023.

SAWHNEY, M.; WOLCOTT, R.C.; ARRONIZ, I. The 12 different ways for companies to innovate. **MIT Sloan Management Review**, v.47, n.3, p.75-81, 2006. Disponível em: <https://hbsp.harvard.edu/product/SMR207-PDF-ENG>. Acesso em: 17 ago. 2022.



# Custos de produção na agropecuária em Santa Catarina: conceitos, métodos e resultados

Dilvan Luiz Ferrari<sup>1</sup>, Marcia Mondardo<sup>2</sup> e Jurandi Teodoro Gugel<sup>3</sup>

**Resumo** – Este artigo tem por objetivo abordar os conceitos e a metodologia de custos de produção adotada pela Epagri junto aos agricultores do Estado. A pesquisa foi aplicada ao estudo de caso da produção de cebola no Alto Vale do Itajaí. A abordagem do custo operacional se consolida como uma metodologia de apuração de custos e receitas desenvolvida diretamente no campo de produção e que se mostra adequada às estratégias de vida e práticas da agricultura familiar catarinense.

**Termos de indexação:** Custos de produção; Agricultura familiar; Produção agrícola.

## Agricultural production costs in Santa Catarina: concepts, methods and results

**Abstract** – This article addresses the concepts and methodology of production costs adopted by Epagri with farmers in the state. The research was applied to the case study of onion cultivation in the Alto Vale do Itajaí (Santa Catarina state). The operational cost approach consolidates itself as a methodology for calculating costs and revenues developed directly in the field of production and which proves to be adequate to the life strategies and practices of family farming in Santa Catarina.

**Index terms:** Production costs; Family farming; Agricultural production.

## Introdução

Os agricultores catarinenses são responsáveis por desenvolver um conjunto diversificado de atividades produtivas em seus estabelecimentos agropecuários, com destaque para a produção de grãos, fruticultura, olericultura, pecuária de leite e corte, suínos, aves, piscicultura, maricultura e produtos florestais.

O desenvolvimento tecnológico e as produtividades crescentes não garantem automaticamente a viabilidade do sistema de produção. O acompanhamento dos custos de produção e dos resultados econômicos das atividades agropecuárias para cada ciclo (ano-safra) torna-se fundamental para verificar a competitividade e a sustentabilidade dos sistemas produtivos em Santa Catarina.

Neste artigo abordamos os conceitos e métodos aplicados pelos técnicos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri

na extensão rural e os resultados, em dois ciclos produtivos, da prática dos agricultores para apuração dos custos de produção e da rentabilidade na cultura da cebola no Alto Vale do Itajaí.

## Metodologia de custos de produção na agropecuária

A metodologia adotada para apurar custos de produção é a do custo operacional (MATSUNAGA et al., 1976; RAINERI et al., 2015). Os conceitos e métodos que balizam a apuração de custos de produção na Epagri podem ser vistos na Nota Técnica publicada pelo Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Epagri/Cepa) que se encontra disponível no site institucional (FERRARI et al., 2021).

A escolha pelo método do custo operacional se dá pelas seguintes razões:

- No método do custo operacional, o resultado obtido pelo produtor permite

determinar a taxa real de remuneração de seu capital de investimento. Já no método do custo total, a taxa de juros aplicada ao capital (custo de oportunidade) e, por vezes, também a remuneração do trabalho familiar, é arbitrária e pode não condizer, necessariamente, com os rendimentos reais apurados em alternativas, tendendo a superestimar os custos fixos (EDWARD, 1959);

- Resultados de custo total apurados com produtores, disponíveis em artigos e na própria Epagri<sup>4</sup>, não mostram uma associação dos prejuízos econômicos calculados com trajetórias negativas de crescimento dos empreendimentos e com a saída de agricultores da atividade;

- A noção de custo operacional se adéqua à forma de pensamento, funcionamento e ao modo de vida da agricultura familiar. Ademais, é estruturado de maneira a facilitar o entendimento dos indicadores e a tomada de decisão pelo agricultor.

Recebido em 30/03/2023. Aceito para publicação em 07/08/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i2.1608>

<sup>1</sup> Eng.-agr., Dr. Epagri/Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola – Cepa, Rod. Admar Gonzaga, 1486, Itacorubi, Florianópolis, CEP 88034-001, e-mail: dilvanferrari@epagri.sc.gov.br

<sup>2</sup> Eng.-agr., M.Sc. Epagri/Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola – Cepa, e-mail: mmondardo@epagri.sc.gov.br

<sup>3</sup> Eng.-agr., Epagri/Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola – Cepa, e-mail: jurandigugel@epagri.sc.gov.br

<sup>4</sup> Referente a culturas avaliadas no estado de São Paulo, ver em Matsunaga et al, 1976. Em Santa Catarina, no levantamento em propriedades no âmbito do programa de gestão agrícola da Epagri, ver em Soldateli et al (1997).

## Estrutura de custos e de resultados

A estrutura de custos e de resultados com abordagem oriunda do método do custo operacional e que se torna o modelo adotado pela Epagri pode ser visualizada nas duas figuras a seguir:

O conceito básico que fundamenta os custos operacionais é que **os agricultores têm condições de continuar produzindo, no curto prazo, se o preço do produto for igual ou superior ao custo operacional efetivo (COE)**. Nessa situação, o produtor consegue cobrir todos os desembolsos necessários para realizar a produção, inclusive o sustento familiar. Mas, no médio prazo, o agricultor irá se descapitalizar, caso não esteja cobrindo integralmente os custos de depreciação.

A única situação em que o agricultor deve parar a produção se dá quando a Receita Líquida Operacional/Margem Bruta é negativa, ou seja, quando o COE é maior que a Receita Bruta. Ou, alternativamente, implementar mudanças que impliquem redução dos custos ou aumento da produtividade dos fatores, tornando a Margem Bruta positiva.

Por outro lado, **se as receitas pagarem o custo operacional total (CO)**, cobrindo também os custos referentes à depreciação dos ativos imobilizados no negócio (benfeitorias, máquinas, implementos agrícolas e equipamentos), **o agricultor tem condições de continuar na produção em prazo mais longo**. Nesse caso, o resultado garantirá que o produtor faça a reposição do patrimônio investido em seu estabelecimento, não correndo o risco de descapitalização no longo do tempo.

Como pode ser observado na Figura 2, o **Lucro Operacional (ou Margem Líquida)** é um indicador-chave para a tomada de decisão do agricultor em relação à continuidade, expansão, substituição ou fechamento do empreendimento no curto e, sobretudo, no médio prazo.

A remuneração dos fatores de produção (terra e capital) do empreendimento familiar rural, quando ocorre,

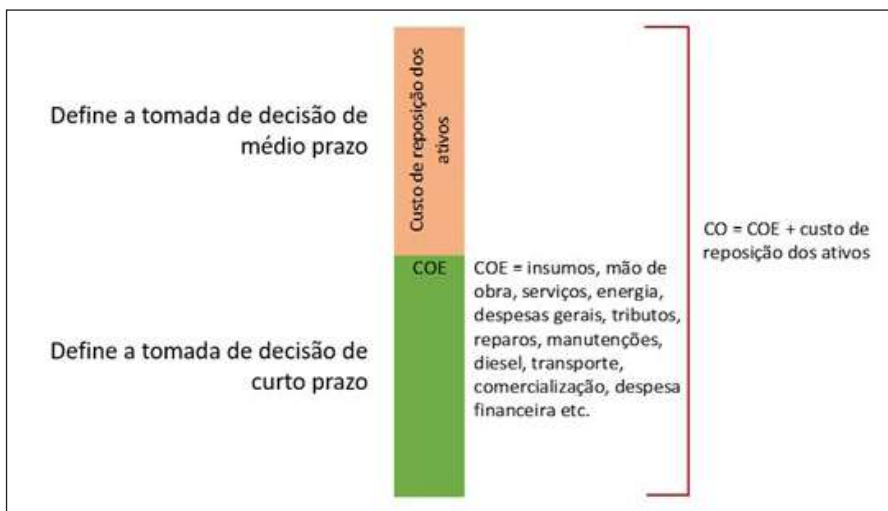


Figura 1. Estrutura de custos dos empreendimentos agropecuários  
 Figura 1. Cost structure of agricultural enterprises

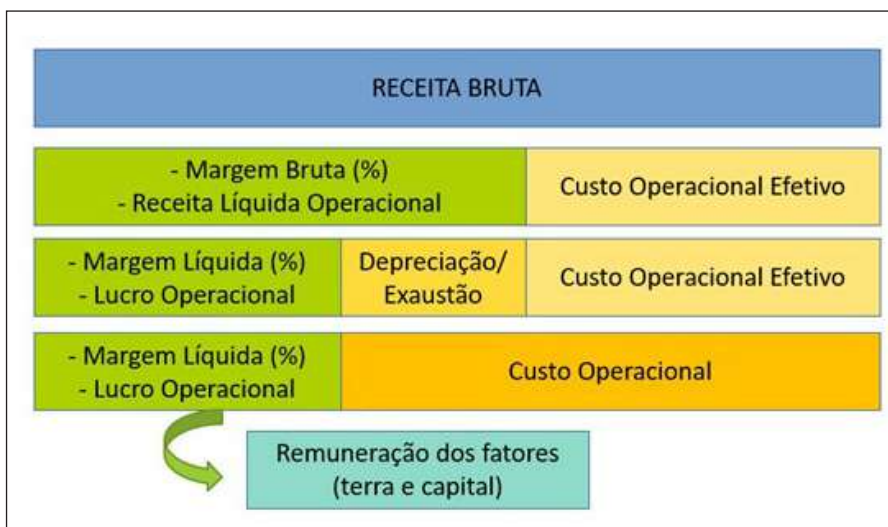


Figura 2. Estrutura de resultados de empreendimentos agropecuários  
 Figura 2. Structure of results of agricultural enterprises

pode ser quantificada justamente por um resíduo apurado entre a Receita Bruta e os Custos Operacionais. O resultado é dado pelo indicador taxa de remuneração dos fatores produtivos (terra e capital), podendo, então, ser comparado com alternativas ao negócio, como outras atividades agrícolas e pecuárias, aplicação na poupança, no mercado financeiro.

Numa condição de taxas positivas de remuneração dos seus ativos, o agricultor tende a expandir seus negócios quando a rentabilidade do seu patrimônio é equivalente ou superior a negócios alternativos que ele possa empreender.

## Resultados e Discussão: o cultivo da cebola no Alto Vale do Itajaí

A realização de um projeto-piloto de custos para a cebola no Alto Vale do Itajaí permitiu testar a campo os conceitos e o método com assinatura da Epagri. A integração de ações da pesquisa com a extensão rural<sup>5</sup> e a parceria com os produtores de cebola da região levaram a *insights* para o desenvolvimento de um sistema informatizado para custos de produção, denominado di@riodecampo (FERRARI, 2022), uma inovação tec-

<sup>5</sup> O levantamento dos custos da cebola foi realizado pelos extensionistas rurais dos municípios de Aurora, Alfredo Wagner, Vidal Ramos, Petrolândia, Ituporanga, Atalanta, Chapadão do Lageado.

nológica à disposição dos extensionistas rurais e a serviço dos agricultores catarinenses.

Os resultados apresentados a seguir são oriundos do acompanhamento técnico e econômico por dois ciclos produtivos, safras 2019/20 e 2020/21<sup>6</sup>. Nas safras 2019/20 e 2020/21, foram apurados os custos de produção da cebola em 14 e 12 estabelecimentos agropecuários, respectivamente.

Na safra 2019/20 (ver Figura 3), o custo operacional variou de R\$0,41 a R\$0,86 por quilo de cebola produzido, ficando na média em R\$0,70kg<sup>-1</sup>. A produtividade de nivelamento variou de 11.985 a 21.219kg ha<sup>-1</sup>. Todos os produtores tiveram Margem Bruta (MB) positiva, o que viabiliza continuarem produzindo no curto prazo, pois conseguem cobrir todos os custos consumidos no ciclo produtivo.

De um total de 14 produtores, 13 tiveram Lucro Operacional (LO) positivo. Isto significa que estes têm condições de continuar produzindo nos médio e longo prazos, pois conseguem cobrir todos os custos de produção, inclusive os custos de estrutura produtiva. O LO variou de R\$ -1.339,00 a R\$ 47.748,00 por hectare de cebola.

Em apenas um dos produtores acompanhados houve Lucro Operacional negativo, indicando descapitalização e necessidade de reavaliação dos custos, das tecnologias aplicadas e da prática mercantil.

A produtividade variou de 20.270 a 40.000kg por hectare de cebola e o preço médio variou de R\$ 0,65 a R\$ 2,13 por quilo de cebola comercializado.

Na safra 2020/21 (ver Figura 4), o custo operacional variou de R\$ 0,48 a R\$ 1,94 por quilo de cebola produzido, ficando na média em R\$ 0,87kg<sup>-1</sup>. Todos os produtores tiveram Margem Bruta (MB) positiva, o que viabiliza continuarem produzindo no curto prazo, pois conseguem cobrir todos os custos consumidos no ciclo produtivo.

Do total de 12 produtores, 11 tiveram Lucro Operacional (LO) positivo. Isto significa que têm condições de continuar produzindo nos médio e longo prazos, pois conseguem cobrir todos os



Figura 3. Resultados da safra 2019/20 em 14 estabelecimentos agropecuários em Santa Catarina, Brasil

Figura 3. Results of the 2019/20 harvest in 14 agricultural establishments in Santa Catarina, Brazil.

custos de produção, inclusive os custos de estrutura produtiva. O LO variou de R\$ -1.854,88 a R\$ 51.113,48 por hectare de cebola.

Apenas um produtor teve Lucro Operacional negativo. Significa que não cobriu todos os custos realizados na safra, uma condição que, se não for esporádica, pode levar à descapitalização do produtor no médio prazo.

A produtividade (bastante afetada por condições climáticas adversas) variou de 8.167 a 33.000kg por hectare

de cebola e o preço variou de R\$ 1,15 a R\$ 2,05 por quilo de cebola comercializado, ficando na média em R\$ 1,79kg<sup>-1</sup>.

Observou-se nos dois ciclos produtivos uma grande variabilidade de resultados entre os produtores. É uma situação que espelha a diversidade das práticas dos agricultores, em que as especificidades de local, manejo biológico, eventos climáticos e investimentos em tecnologia são fatores determinantes para os diferentes custos e resultados alcançados em cada safra.



Figura 4. Resultados da safra 2020/21 em 12 estabelecimentos agropecuários em Santa Catarina, Brasil

Figura 4. Results of the 2020/21 harvest in 12 agricultural establishments in Santa Catarina, Brazil.

<sup>6</sup> Nas duas safras acompanhadas, houve problemas de perdas na produção em função da ocorrência de granizo. Nas safras 2019/20 e 2020/21, três e seis produtores acionaram o Proagro, respectivamente.

## Considerações finais

A abordagem de custos de produção adotada no acompanhamento técnico e econômico da cultura da cebola no Alto Vale do Itajaí se mostrou efetiva e adequada aos sistemas produtivos da agricultura familiar em Santa Catarina. Os indicadores analíticos selecionados permitem aos extensionistas orientar o produtor visando à efetividade na tomada de decisão e no planejamento das safras vindouras, buscando melhorar seu resultado econômico.

A pesquisa-ação realizada junto aos agricultores permitiu o desenvolvimento de um sistema web (di@riodecampo) para apuração dos custos das principais culturas vegetais produzidas no Estado. Essa tecnologia já está disponível aos agricultores catarinenses assistidos pelo serviço de extensão rural da Epagri.

## Agradecimentos

Aos colegas extensionistas rurais Almir Kroger, Cristiano Schuch, Daniel Cansian, Daniel R. Schmitt, Giovani Emanuel Correia, Graziela Tavares, João Vinícius Ehara, Katiúcia M. Visentainer, Lauro Krunvald, Márcia Kuneski Lopes, Otávio Zimmermann, Tomás Pereira.

## Referências

EDWARD, C. Resource fixity and farm organization. **J. Farm Econ.**, v.41, n.4, p.747-59, 1959.

FERRARI, D.L.; PADRÃO, G.; ARAUJO, L.A. Conceitos e métodos aplicados à gestão de empreendimentos rurais e custos de produção nos programas da Epagri. **Nota Técnica Epagri/Cepa n 001/2021**. Florianópolis.

2021.

FERRARI, D.L. **Di@rio de Campo**. Florianópolis, SC: Epagri, 2022. Folder, 4 p.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N.; DULLEY, R.D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v.23, t.1, p.123-39, 1976.

RAINERI, C.; ROJAS, O.A.O.; GAMEIRO, A.H. Custos de produção na agropecuária: da teoria econômica à aplicação no campo. **Empreendedorismo, Gestão e Negócios**, v. 4, n. 4, p. 194-211, 2015.

SOLDATELLI, D.; HOLZ, E. **Manual de referências de administração rural - 1993/94 e 1994/1995**. Florianópolis, SC: Epagri, 1997. 532p.

# Monitoramento da sigatoka pelo sistema de pré-aviso biológico no clima subtropical de Santa Catarina



André Boldrin Beltrame<sup>1</sup>, Luiz Augusto Martins Peruch<sup>2</sup>, Mauro Ferreira Bonfim Junior<sup>3</sup>, Márcio Sônego<sup>3</sup>, Vanessa Maria Correa Pacheco<sup>4</sup> e Robert Harri Hinz<sup>5</sup>

**Resumo** – Santa Catarina é um importante estado brasileiro produtor de bananas. Devido à doença conhecida como complexo de sigatoka é necessário que se adotem diversas práticas de controle, como as aplicações de fungicidas, para o manejo dessa doença foliar. A adoção do sistema de pré-aviso biológico tem auxiliado os produtores na tomada de decisão quanto ao momento da realização de práticas de controle. O objetivo da adoção dos sistemas de pré-aviso é maximizar o controle da sigatoka com o menor número de aplicações de fungicidas. Desde a adaptação pela Epagri desse sistema de pré-aviso para as condições do litoral catarinense, estima-se que são realizadas ao menos duas pulverizações a menos por ciclo de produção nas regiões produtoras catarinenses, com impactos técnicos, ambientais, epidemiológicos e econômicos positivos. Neste trabalho é descrito a prática do monitoramento do pré-aviso biológico e seus impactos na cultura da bananeira em Santa Catarina, Brasil.

**Termos para indexação:** *Mycosphaerella musicola*, *Mycosphaerella fijiensis*, *Musa* spp.

## Sigatoka monitoring by the biological forecasting system in the subtropical climate of Santa Catarina

**Abstract** – Santa Catarina state is an important banana producer in Brazil. Due to sigatoka disease complex several fungicide sprays are necessary to control this leaf disease. The adoption of biological forecasting system has assisted banana growers in decisions regarding the time of making a new fungicide spray. Pre-warning systems aim to maximize sigatoka control through minimum fungicide spray. Since Epagri adapted this pre-warning system to Santa Catarina coast conditions, and its adoption by banana producers, it is estimated a reduction of at least two fungicides sprays every production season in the subtropical conditions of the state, leading to positive technical, environmental, epidemiological, and economical impacts. This paper describes the practice of monitoring the biological pre-warning and its impacts on banana cultivation in Santa Catarina state, Brazil.

**Index terms:** *Mycosphaerella musicola*, *Mycosphaerella fijiensis*, *Musa* spp.

## Introdução

A banana é uma das frutas mais produzidas no mundo e o Brasil é um importante produtor dessa fruta (FAOSTAT, 2022). A bananeira é cultivada em todo território brasileiro e o estado de Santa Catarina é responsável por aproximadamente 10% da produção nacional, com produção aproximada de 709 mil toneladas e produtividade de aproximadamente de 24.500 kg/ha (EPAGRI/CEPA, 2020).

Entre os diversos fatores que afetam a cultura da bananeira, o complexo de sigatoka, causado pelos fungos *Mycosphaerella musicola* (sigatoka amarela) e *Mycosphaerella fijiensis* (sigatoka negra), tem grande impacto na produção e qualidade de frutos de banana. *M. fijiensis* é mais agressiva que *M. musicola*, o que resulta em maiores danos e

dificuldade de controle (GANRY et al., 2011).

A adoção de sistemas de monitoramento do complexo de sigatoka é considerada um dos avanços mais importantes para o controle dessa doença em países produtores. Vários métodos de monitoramento da sigatoka já foram testados em condições de campo, mas os sistemas baseados nos trabalhos de Ganry & Meyer (1972) merecem destaque, pois se baseia na avaliação de variáveis da planta e da doença a fim de determinar seu desenvolvimento e o momento certo de fazer o controle.

O sistema de pré-aviso é o método aplicado rotineiramente em alguns estados brasileiros (SÔNEGO et al., 2013; RIOS et al., 2013). O monitoramento da sigatoka foi implementado em 1999 no litoral norte e em 2000 no litoral sul de Santa Catarina. A aplicação do sistema

proporcionou uma redução média de 50% no número de pulverizações no litoral do Sul Catarinense, reduzindo de seis para três pulverizações (SÔNEGO et al., 2013). Já no Norte Catarinense, os bananicultores que seguiram as recomendações do monitoramento da sigatoka controlaram a doença com duas aplicações por ano a menos do que aqueles que não adotaram o sistema.

O objetivo deste trabalho é descrever o método do pré-aviso biológico de monitoramento do complexo de sigatoka e seus resultados na bananicultura catarinense.

## Técnica de monitoramento

No sistema de monitoramento do pré-aviso biológico seleciona-se uma propriedade com cultivo de bananeira representativa de uma microbacia para

Recebido em 03/01/2023. Aceito para publicação em 18/08/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i2.1578>

<sup>1</sup> Eng.-agr., Dr., Epagri/EEI, Rod. Antônio Heil, 6800, 88318-112, Itajaí, SC. E-mail: andrebelttrame@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Eng.-agr., Dr., Epagri/DEMC, Rod. Admar Gonzaga, 1347, 88034-901, Florianópolis, SC. E-mail: lamperuch@epagri.sc.gov.br.

<sup>3</sup> Eng.-agr., Dr., Epagri/EEUr, Rod. SC 108, 1563, 88840-000 Urussanga, SC. E-mail: maurojunior@epagri.sc.gov.br; sonego@epagri.sc.gov.br.

<sup>4</sup> Tec.-agrícola, Abla, Rodovia Leonardo Martendal, 4000, 89115-000, Luiz Alves. E-mail: abla.la1989@gmail.com.

<sup>5</sup> Eng.-agr., M.Sc., Epagri/EEI, aposentado e coordenador técnico-científico do Sítio Barreiras. E-mail: robertharri@uol.com.br.

servir de ponto de monitoramento. No cultivo são selecionadas dez plantas que tenham entre 4 a 6 folhas bem-desenvolvidas, que serão avaliadas quanto ao desenvolvimento da sigatoka. As plantas amostradas podem ser trocadas em casos de dificuldade na avaliação, como altura excessiva, danos diversos, etc.

Neste método são considerados aspectos biológicos da doença e da bananeira. O crescimento do hospedeiro é determinado pelo número de folhas e o estágio de crescimento da folha vela, que varia de 0 a 8 pela escala de Brun (1963) (Figura 1).

A doença é quantificada na segunda, terceira e quarta folhas de cada planta, conforme os estágios das lesões, seguindo a classificação descrita abaixo (GANRY et al., 2011). Os estágios de desenvolvimento da sigatoka amarela são: Estágio 1: risca amarelo-esverdeada, menor que 1mm; Estágio 2: risca amarelo-esverdeada de maior comprimento (1-2mm), com descoloração mais intensa; Estágio 3: lesão cresce em tamanho e largura, assumindo coloração levemente parda; Estágio 4: primeira fase de mancha, coloração marrom-escura e aparecimento de um halo amarelado em volta da mancha; Estágio 5: fase final da mancha com centro cinza e margens negras. Já os estágios de desenvolvimento da sigatoka negra são: Estágio 1: risca menor que 1mm visível apenas na face adaxial da folha; Estágio 2: traços de cor marrom-café, limitados entre as nervuras vistos nas duas faces das folhas; Estágio 3: traços tornam mais espessos e maiores; Estágio 4: manchas elípticas de coloração marrom-escura; Estágio 5: manchas negras, podem apresentar halos cloróticos e centros levemente deprimidos; Estágio 6: manchas apresentam centros necrosados e secos, de cor cinza-claro, circundadas por bordas pretas.

Os dados são anotados em uma planilha, marcando-se os tipos de lesões presentes com sinais de zero (0) no caso de ausência, menos (-) ou mais (+) na presença de menos ou mais de 50 lesões de um estágio da lesão numa folha, respectivamente. Dependendo da folha e da severidade da doença, é atribuída uma pontuação pré-definida (Figura 2) que origina o somatório final das 10 plantas. O somatório ou soma bruta (SB) indica a evolução da doença, mas sem a necessidade de fazer a correção da folha para as condições do litoral

catarinense.

As avaliações dos sintomas são feitas em intervalos semanais (períodos quentes) ou quinzenais (períodos frios). O aviso fitossanitário é dado quando a soma bruta atinge um valor preestabelecido, que indica a necessidade de aplicação das práticas de controle pré-determinadas (BUREAU et al., 1992). Em pontos de monitoramento adotam-se 400 ou 800 pontos nas regiões norte e sul catarinenses, respectivamente, para recomendar a aplicação de fungicida. Além da pontuação, a tomada de decisão para a realização de uma nova aplicação leva em conta a evolução da doença, as condições ambientais, o desenvolvimento da bananeira, o último produto aplicado e o intervalo de aplicação. O produtor deve aplicar fungicidas

registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária para o controle dessas doenças.

O aviso fitossanitário é difundido por diferentes meios de comunicação, via telefone, correio eletrônico, grupos de whatsapp ou placas localizadas estrategicamente nas microbacias monitoradas. Nessas placas, um sistema semelhante ao semáforo indica aos produtores o ritmo de desenvolvimento da doença: sinal verde representa doença sob controle; sinal amarelo, doença em crescimento; e sinal vermelho, a necessidade de adoção de práticas de manejo para controlar a doença.

O monitoramento do complexo de sigatoka pelo sistema de pré-aviso biológico em propriedades rurais permitiu conhecer o comportamento das doen-

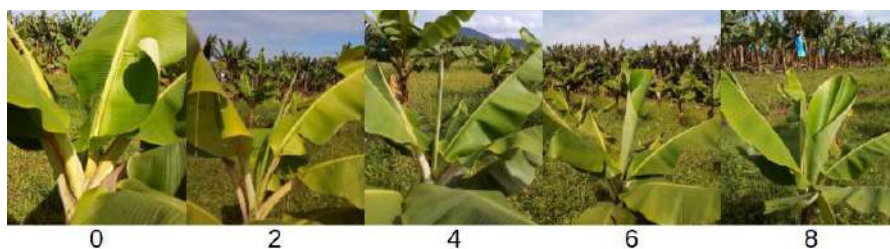


Figura 1. Escala de Brun do desenvolvimento da folha vela de bananeira em crescimento. Foto: André Boldrin Beltrame

Figure 1. Brun's scale of cigar leaf development for the banana plant growth. Photo: André Boldrin Beltrame

PO	EFA	FOLHA II				FOLHA III					FOLHA IV					
		1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
Coeficiente		-60	-100	-140	-140	-40	-80	-120	-160	-160	-20	-60	-100	-140	-180	-180
Pontuação		+80	+120	+160	+160	+60	+100	+140	+160	+160	+40	+80	+120	+160	+200	+200
<b>SOMA BRUTA =</b>																

Figura 2. Exemplo de tabela usada para avaliação semanal no campo da soma bruta. Nesta tabela se preenchem com o número de folhas da planta (EFA), símbolos da quantidade de lesões (-, +, 0), somatório na linha de pontuação e a soma bruta final. PO = planta observada; EFA = Evolução foliar atual; Coeficientes = números representam os estágios de evolução da doença. "-" representa que há menos de 50 lesões do mesmo tipo na folha; "+" representa que há mais de 50 lesões do mesmo tipo na folha

Figure 2. Example of sheet for weekly evaluation in the field of gross sum of the disease. In this table, the number of leaves of the plant (EFA), symbols for the number of lesions (-, +, 0), sum in the scoring line and the final raw sum are filled in. PO = observed plant; EFA = Current leaf evolution; Coefficients = numbers represent the stages of disease evolution. "-" means that there are less than 50 lesions of the same type on the sheet; "+" means that there are more than 50 lesions of the same type on the sheet

ças (sigatoka amarela e negra) ao longo do tempo em Santa Catarina (Figura 3). De uma forma geral verificou-se aumento no número de pulverizações no litoral norte catarinense, passando de 6 para 10 pulverizações em um ciclo de cultivo. Esse aumento deve-se em parte à maior agressividade de *M. fijiensis*, detectada em 2004 em Santa Catarina pela Cidasc (DOS SANTOS et al., 2022), mas também pela menor pontuação adotada como regra de decisão. Nas condições do litoral sul catarinense praticamente não houve alterações, permanecendo com uma média de 3 a 4 pulverizações por ciclo de cultivo. A constatação da presença da sigatoka negra a partir de 2004 certamente foi um fator importante para esse aumento no norte do estado, mas o monitoramento mostrou que seu impacto ainda é limitado no Sul do estado de Santa Catarina (DOS SANTOS et al., 2022). Em condições tropicais considera-se que a sigatoka negra substitui a sigatoka amarela cerca de dois anos após a sua introdução numa região, mas esse fato não se repetiu nas condições subtropicais catarinenses.

## Considerações finais

A adoção do sistema de monitoramento resultou em impactos técnicos, ambientais, epidemiológicos e econômicos na cultura da bananeira em Santa Catarina. Do ponto de vista técnico o monitoramento permite uma redução no número de pulverizações, mantendo um nível de controle adequado da doença. A redução das pulverizações também é um fator positivo do ponto de vista ambiental, pela menor quantidade de agrotóxicos no meio ambiente. Do ponto de vista epidemiológico, o sistema de monitoramento permitiu acompanhar os impactos da sigatoka negra nos bananais catarinense e reduziu o risco de aparecimento de *M. fijiensis* e *M. musicola* resistentes a fungicidas (GANRY et al., 2011). Em termos econômicos os resultados da adoção dessa tecnologia são significativos. Segundo os cálculos, o monitoramento gerou um retorno acumulado de cerca de 239 milhões de reais pelo ganho em eficiência e redução nos gastos de produção desde 2000 (EPAGRI, 2022). Considerando os resultados gerados pela aplicação dessa tecnologia, pode-se afirmar que o monitoramento de sigatoka pelo método pré-aviso biológico deve continuar

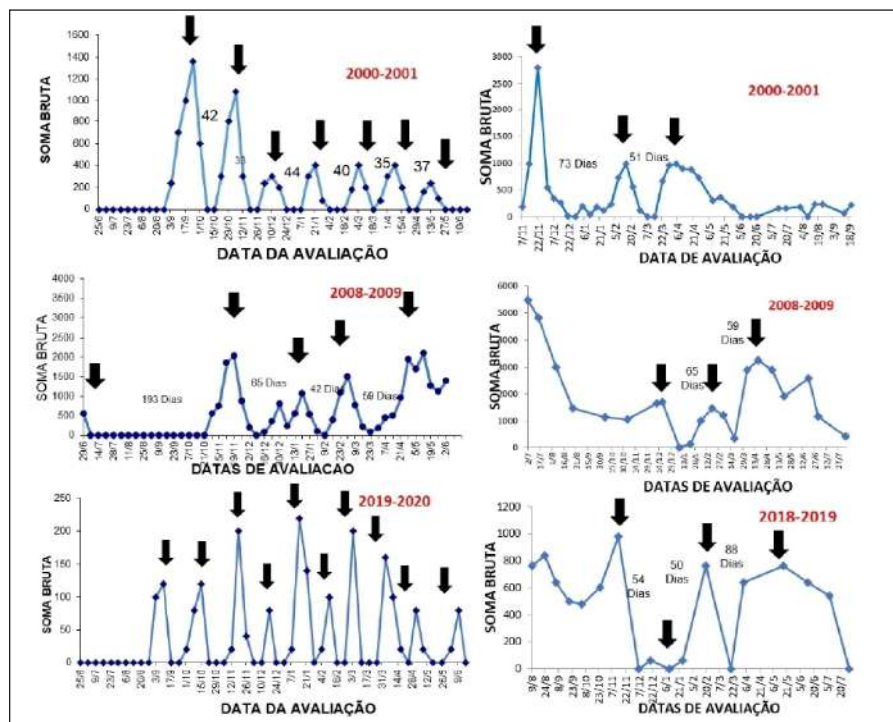


Figura 3. Dados de pontuação do mal de sigatoka de dois pontos de monitoramento no norte (esquerda) e sul (direita) catarinense no período de 2000/2020

Figure 3. Sigatoka disease score data from two monitoring points located in the north (left) and south (right) of Santa Catarina in the period 2000/2020

como uma prática-padrão na cultura da bananeira no estado de Santa Catarina.

## Referências

- BRUN, J. L. **Cercosporiose du bananier en Guinée. Etude de la phase ascosporee de *Mycosphaerella musicola* Leach.** 1963. 196f. Thèse (Doctorat ès science), University of Orsay, Paris, 1963.
- BUREAU, E.; MARIN, D.; GUZMAN, J.A. **El sistema de preaviso para el combate de la sigatoka negra en banana y platano.** UPEB, Panamá, 1992. 40p.
- DOS SANTOS, F.; MIOLA, A.; CARDOSO, F.K.; MEES, A.; PERUCH, L.A.M.; MOJOLLA, G.S. Avaliação temporal da ocorrência da sigatoka-negra em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22, 2022, Florianópolis. **Anais[...]** Jaboticabal: SBF, 2022. p. 262.
- EPAGRI. **Balanço social 2021.** Epagri: Florianópolis, 2022. 40p. (Epagri. Documentos, 352).
- EPAGRI/CEPA. **Números da Agropecuária Catarinense.** Florianópolis, SC, 2020. 64p. (Epagri. Documentos, 313).
- FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>. Acesso em: 27 jan. 2022.

GANRY, J.; MEYER, J.P. La lutte contrôlée contre le cercospora aux Antilles. Bases climatiques de l'avertissement. Technique d'observation et numération de la maladie. **Fruits**, Paris, v.27, n.11, p.767-774, 1972.

GANRY J.; FOURÉ E.; DE LAPEYRE DE BELLAI-RE L.; LESCOT T. An integrated approach to control the black leaf streak disease (BLS) of bananas, while reducing fungicide use and environmental impact. In: DHANASEKARAN, D.; THAJUDDIN, N.; PANNEERSELVAM, A. (Ed.). **Fungicides for plant and animal diseases.** Rijeka: InTech, 2011. p. 193-226.

MORAES, W. da S.; MODENESE-GORLA da SILVA, S.H.; FUKUDA, E.; SILVA, C. M. Técnica de monitoramento da sigatoka-negra na cultura da banana. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 8, n.2, 9p., 2011.

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

SÔNIGO, M.; PERUCH, L.A.M.; HINZ R.H. A warning system as a tool to control *Mycosphaerella* leaf spots in small banana farms in the south of Brazil. **Acta Horticulturae**, v.1, n. 986, p. 139-144, 2013.

# Curva de absorção de nutrientes e acúmulo de massa seca da grama missioneira-gigante em duas épocas de crescimento



Ana Lúcia Hanisch<sup>1</sup> e Bianca Schweitzer<sup>2</sup>

**Resumo** – Buscando contribuir para a geração de informações sobre as curvas de absorção de nutrientes em missioneira-gigante, foi realizado um experimento em delineamento completamente casualizado com três repetições, em uma área de pastagem já estabelecida há dois anos. Foram avaliadas as curvas de acúmulo de macro (N, P, K, Ca, Mg), de micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn e B) e de massa seca, a partir de cortes realizados aos 7, 14, 21 e 28 dias pós pastejo. Houve aumento linear das concentrações de N e K nas plantas de missioneira-gigante durante o outono, mas esse efeito não foi observado no verão. Os teores de P, Ca e Mg se mantiveram estáveis na planta nos dois períodos, e a concentração de micronutrientes apresentou tendência de redução em ambos, em especial de Fe. O acúmulo de massa seca até os 28 dias de crescimento da missioneira-gigante foi maior no período de outono do que no de verão.

**Termos para indexação:** *Axonopus catharinensis*; Curva de crescimento; Análise foliar; Nutrição mineral.

## Nutrient absorption curve and dry mass accumulation of the giant missionary grass in two growing seasons

**Abstract** – Aiming to add information on nutrient absorption curves in giant missionary-grass, an experiment was carried out in a pasture established for two years. The accumulation curve of macro (N, P, K, Ca, Mg) and micronutrients (Fe, Mn, Cu, Zn and B) and plant dry mass were evaluated from cuts performed at 7, 14, 21 and 28 days after grazing. There was a linear increase in N and K concentrations in giant missionary-grass during autumn, but this effect was not observed in summer. Plant P, Ca, and Mg levels remained stable in both periods, and micronutrient concentration, especially Fe, tended to decrease in both seasons. Plant dry mass accumulation at 28 days was higher in autumn than in summer.

**Index terms:** *Axonopus catharinensis*; Growth curve; Leaf analysis; Mineral nutrition.

O uso de pastagens perenes de verão, que geralmente possuem seu ciclo de crescimento de outubro a maio, se constitui como base dos sistemas de produção animal recomendados pela Epagri. Entre as principais espécies recomendadas destaca-se a espécie *Axonopus catharinensis* Valls (missioneira-gigante) por sua ampla adaptação ambiental, resistência à cigarrinhas-pastagens, alta palatabilidade, boa qualidade e alta produtividade (BALDISERA et al., 2016; HANISCH et al., 2016; CHIARADIA et al., 2014). No entanto, lacunas no conhecimento em relação ao seu desempenho ao longo do ano ainda são limitantes para a maximização do potencial produtivo desta pastagem.

Neste sentido, a Epagri criou em 2015 uma rede de avaliação participativa em nível estadual, integrando a visão técnica e a percepção dos agricul-

tores quanto ao desempenho produtivo das pastagens perenes (FERNANDES & VALOIS, 2021). Entre os trabalhos propostos, foram realizadas avaliações da curva de crescimento e de absorção de nutrientes da missioneira-gigante. As curvas de absorção de nutrientes demonstram a quantidade de nutrientes absorvidos em cada fase do desenvolvimento das plantas, auxiliando a criação de um programa de adubação específico para as culturas (KURTZ, 2017).

Este trabalho teve como objetivo gerar informações básicas sobre a curva de absorção de nutrientes da pastagem missioneira-gigante sob pastejo ao longo das estações do ano. Esses resultados buscam contribuir para a geração de indicadores técnicos que aumentem a eficiência do planejamento forrageiro e promovam o manejo adequado dessa espécie.

O experimento foi implantado em uma propriedade rural do município de Três Barras, SC (26°14'S e 50°32'O, clima Cfb, 814m altitude), em uma pastagem de missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis* Valls) cv. SCS 315 Catarina Gigante já estabelecida e em uso sob pastejo rotacionado há dois anos. Os dados climáticos do período apresentaram-se dentro da normalidade para a região. As características do solo (0-20cm) no momento da implantação do experimento eram: pH<sub>SMP</sub> = 6,9; P=4,1 e K = 91mg dm<sup>-3</sup>; M.O.S. = 5,3%; em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>: Al = 0; Ca= 18,5 e Mg = 3,0; V%=92%. Devido à alta fertilidade inicial do solo não foram realizadas práticas de correção. Em fevereiro foram aplicados 120kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100kg de K<sub>2</sub>O (CQFS, 2004) como adubação de manutenção da pastagem. A adubação nitrogenada de 100kg.ha<sup>-1</sup> de N foi parcelada ao lon-



go do período de crescimento da missioneira-gigante, sendo aplicados 20kg ha<sup>-1</sup> a cada dois pastejos, na forma de ureia.

Para a avaliação da curva de crescimento e absorção de nutrientes da pastagem foi implantado um experimento em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Para isso, três transectos de 2,4 x 0,80m foram marcados aleatoriamente dentro de uma área de 0,5ha de pasto. Cada transecto foi subdividido em quatro partes, de 0,80 x 0,80m onde foram realizados os cortes para avaliação, aos 7, 14, 21 e 28 dias após o pastejo. O crescimento outonal foi avaliado no mês de maio de 2015 (30/04; 6/05; 13/05 e 20/05) e o crescimento de verão, no mês de fevereiro de 2016 (29/01/2016; 05/02; 12/02 e 19/02). Como houve um atraso na rebrota de primavera que prejudicou a pastagem, não foi avaliado o crescimento primaveril.

Nas duas épocas, foi realizada uma roçada de uniformização a 5cm de altura do solo, sete dias antes de dar início aos cortes para avaliação. No momento de cada corte, a pastagem foi medida e cortada sempre a 5cm do solo. O material cortado foi pesado e levado para estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas e novamente pesado para determinação do teor de massa seca e estimativa da produção por hectare. As amostras secas foram encaminhadas para análise nutricional da parte aérea.

Os minerais K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados por espectrometria de absorção atômica após digestão nitroperclórica, HNO<sub>3</sub>/HClO<sub>4</sub> (6:1). Para construção da curva, utilizaram-se soluções padronizadas Tritisol (Merck) e nas análises de Ca e Mg empregou-se 0,1% La, na forma de La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Para a quantificação dos teores de fósforo (P) utilizou-se o método molibdato/vanadato e a leitura em espectrofotômetro UV-visível em leitura em 420nm (SCHVEITZER & SUZUKI, 2013). O nitrogênio (N) foi mineralizado utilizando-se uma solução sulfúrica + catalisadores a quente e quantificado pelo método de titulação de Kjeldahl (LABCONCO,

2005). Os dados foram submetidos aos pressupostos de normalidade pelo teste de Shapiro-Wink e se de variância pelo teste F, utilizando-se o nível de 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa Sisvar. Os fatores cujos efeitos foram significativos pelo teste F foram submetidos à análise de regressão para ajuste de equações de efeito linear ou quadrático que apresentaram os maiores coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>).

A curva de acúmulo de massa seca da pastagem apresentou, nos dois perí-

odos de avaliação, crescimento sigmoidal característico de pastagens perenes, com rápido acúmulo inicial, um período de acúmulo mais lento entre 14 e 21 dias e um período de elevada velocidade de crescimento entre 21 e 28 dias (FIGURA 1).

Os rendimentos médios estimados aos 28 dias de crescimento foram de 1.395kg ha<sup>-1</sup> de massa seca no período de outono e de 1.053kg ha<sup>-1</sup> no verão. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Hanisch et al (2016) em

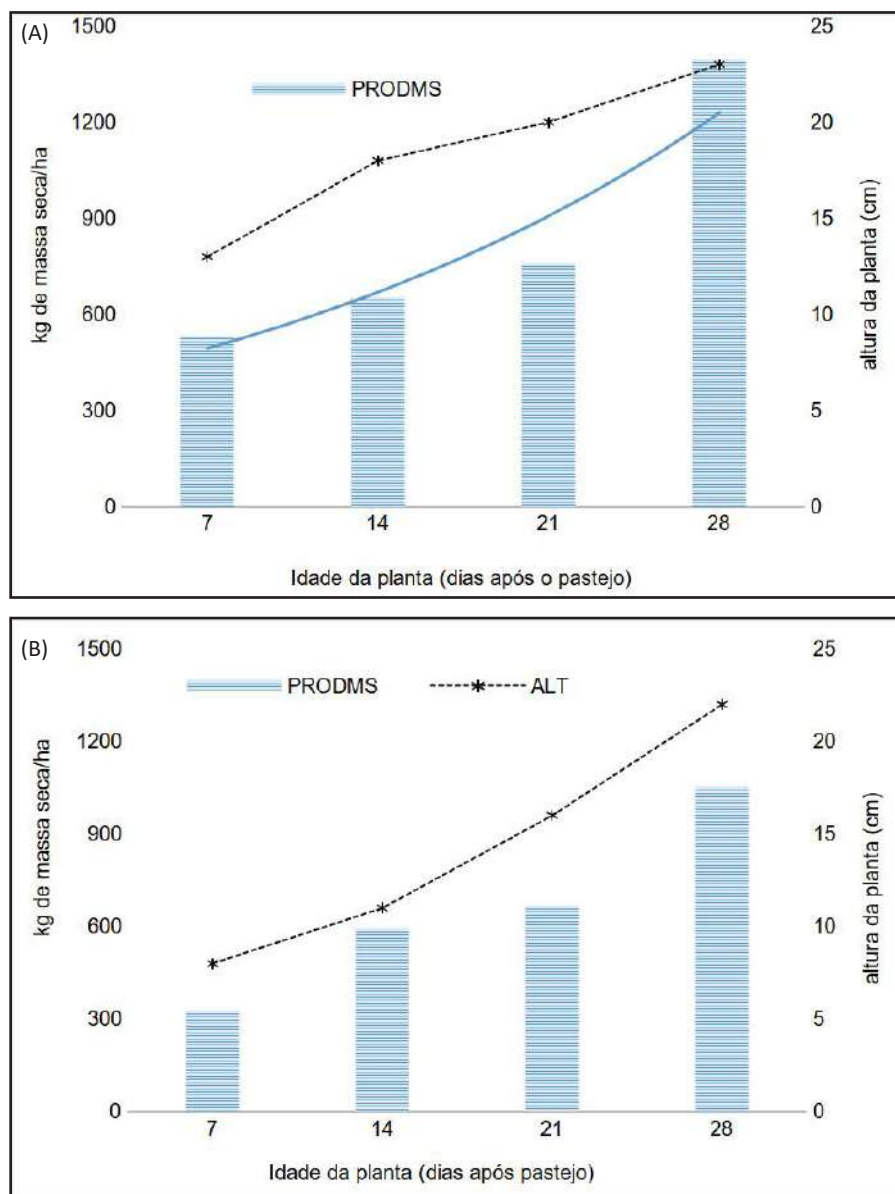


Figura 1. Acúmulo de massa seca da pastagem e altura média de plantas de missioneira-gigante, ao longo de 28 dias de crescimento no outono 2015 (A) e no verão 2016 (B). Três Barras, SC, Brasil

Figure 1. Dry mass accumulation and average height of giant missionary grass over 28 days of growth in autumn 2015 (A) and summer 2016 (B). Três Barras, SC, Brazil

uma pastagem de missioneira-gigante pastejada a 30cm de altura, com resíduo de 5cm. O menor acúmulo de massa seca observado durante o crescimento de verão pode estar relacionado à menor disponibilidade de nutrientes no solo, uma vez que a adubação de manutenção havia sido aplicada em fevereiro de 2015, quase um ano antes, em dose única. Por outro lado, o corte de outono ocorreu apenas três meses após a adubação. Esses resultados contribuem para reforçar o debate sobre a importância do parcelamento da adubação de manutenção, como estratégia de fornecimento de nutrientes ao longo de todo o período de crescimento.

Nos dois períodos de crescimento, o nitrogênio foi o nutriente mais acumulado pela missioneira-gigante, apresentado um acúmulo linear durante o outono de, aproximadamente, 3,5% da massa seca aos 28 dias de crescimento (FIGURA 2). Por outro lado, durante o verão a curva de acúmulo de N apresentou um comportamento quadrático, com aumento de teor somente até o 14º dia e posterior redução, apresentando uma concentração inferior a 1,8% do total da massa seca aos 28 dias (FIGURA 2). Mais uma vez esses resultados indicam a necessidade de ajuste na adubação, neste caso, da adubação nitrogenada em cobertura, uma vez que em função do manejo adotado pela propriedade, a adubação havia sido aplicada 58 dias antes do início da avaliação de verão.

O segundo nutriente mais absorvido pela missioneira foi o potássio, sendo observado efeito linear de acúmulo apenas no período de outono, com aumento desses nutrientes até os 28 dias de crescimento, totalizando 1,2% e 0,8% do total de massa seca, respectivamente, no outono e verão (FIGURA 2). Os teores de cálcio (0,45% no verão e 0,53% no outono), magnésio (0,23%) e fósforo (0,15%) não foram influenciados pelos dias de crescimento da planta (FIGURA 2) e foram próximos aos observados por Dufloth & Vieira (2013) avaliando missioneira-gigante em pastejo

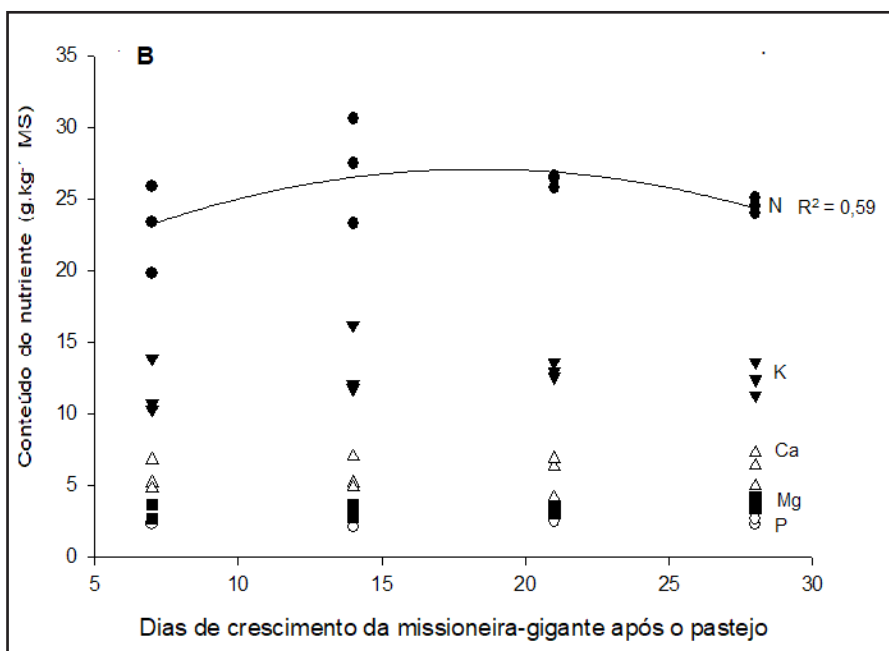
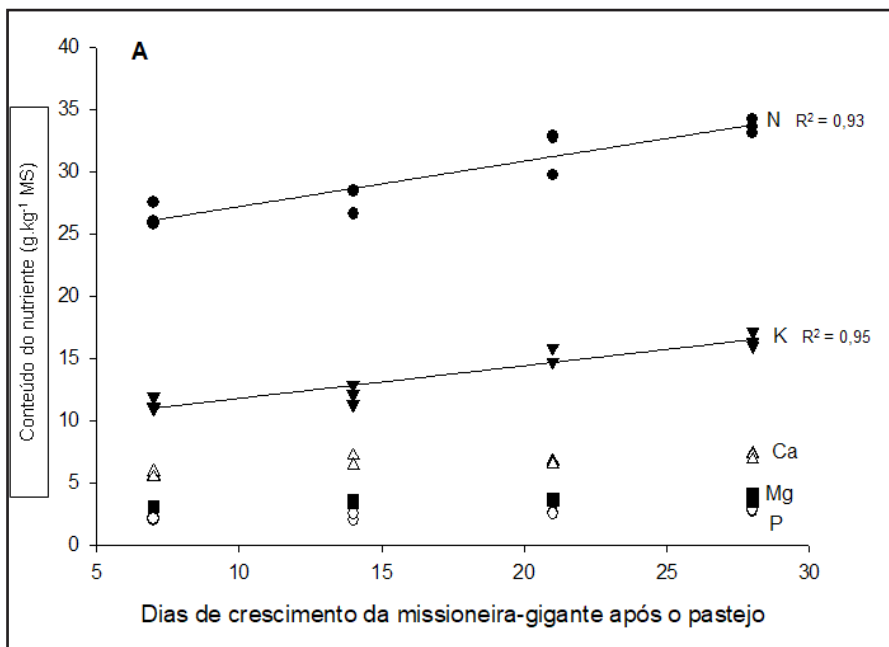


Figura 2. Curva do acúmulo de N, P, K, Ca e Mg em plantas de missioneira-gigante durante um ciclo de crescimento no outono (A) e no verão (B). Três Barras, SC, Brasil

Figure 2. Accumulation curve of N, P, K, Ca and Mg in giant missionary grass during a growth cycle in autumn (A) and summer (B) Três Barras, SC, Brazil

por bovinos de corte no sul do estado de Santa Catarina. Por outro lado, os micronutrientes analisados apresentaram tendência de redução ao longo do ciclo de crescimento, sendo que os teores de ferro, cobre e boro apresentaram redução significativa (TABELA 1).

Os resultados, obtidos em situação de propriedade e em pastejo, indicam a alta demanda da missioneira-gigante nas fases iniciais de crescimento, em

especial de N e K. Este é um fator importante a ser considerado no ajuste da adubação dessa pastagem, juntamente com o manejo do pastejo. Observa-se que no outono, com o crescimento mais lento, a absorção dos nutrientes ocorre até o 28º dia de crescimento, enquanto, no período de verão, a máxima absorção ocorreu até os 14 dias iniciais de crescimento.

Tabela 1. Teor de micronutrientes (mg kg<sup>-1</sup> MS) em plantas de missioneira-gigante durante dois períodos de crescimento (outono e verão), sob pastejo. Três Barras, SC, Brasil

Table 1. Micronutrients content (mg kg<sup>-1</sup> MS) in giant missionary grass during two growth periods (autumn and summer), under grazing. Três Barras, SC, Brazil

Dias	Fe		Mn		Zn		Cu		B	
	Outono	Verão	Outono	Verão	Outono	Verão	Outono	Verão	Outono	Verão
mg kg <sup>-1</sup> de MS										
7	515	445	92	117	27	39	4,1	8,5	24	61
14	508	515	90	76	30	34	4,2	9,7	21	53
21	448	416	78	79	30	32	2,1	9,5	21	52
28	406	387	86	69	27	29	1,2	8,9	20	53
Reg	L*	ns	ns	ns	ns	L*	L*	ns	L*	ns
Média	487 a	361 b	94 a	83 a	28 b	34 a	2,9 b	9,2 a	22 b	55 a

L= efeito linear; Q = efeito quadrático; \* = significativo a 5% de probabilidade; ns= não significativo.

L=linear effect; Q = quadratic effect; \* = significant at 5% probability; ns= not significant.

## Agradecimentos

À família de Gilmar e Andreia Goretz e aos engenheiros-agrônomos Filipe R. Kinalski e Waldemiro Sudoski da Epagri, pela parceria na seleção da família e discussão da proposta.

## Referências

- BALDISSERA, T.C.; PONTES, L.S.; GIOSTRI, A.F.; BARRO, R.S.; LUSTOSA, S.B.C.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F. Sward structure and relationship between canopy height and light interception for tropical C4 grasses growing under trees. **Crop & Pasture Science**, p.1-9, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1071/CP16067>.
- CHIARADIA, L.A.; MIRANDA, M.; FEDATTO, V.J.; NESI, C.N. Efeito da adubação nitrogenada na dinâmica populacional das cigarrinhas-das-pastagens. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 27, n. 1, p. 71-75, 2014. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/585>. Acesso em: 01 fev. 2022
- DUFLOTH, J.H.; VIEIRA, S.A. Qualidade nutricional, produção de matéria seca, rendimento animal e econômico da missioneira-gigante (*Axonopus catharinensis*) na região sul de Santa Catarina. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 18, 2012. Disponível em: <https://periodicos.unesc.net/ojs/index.php/tecnambiente/article/view/1237>. Acesso em: 02 fev. 2022
- FERNANDES, C.O.M.; VALOIS, C.M. **Do pasto ao leite: uma atividade rentável e sustentável**. Florianópolis: Epagri, 2021. 76 p. (Boletim Técnico n. 199).
- HANISCH, A.L.; DALGALLO, D.; ALMEIDA, E.X.; NEGRELLE, R.R.B. Desempenho e composição química de missioneira-gigante cultivada em sistema silvipastoril tradicional em duas alturas de pastejo. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v.59, n.4, p.345-351, 2016. Disponível em: <https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2421>. Acesso em: 10/02/2022
- KURTZ, C. Adubação da cebola com base em curvas de absorção. **Revista Campo e Negócios Hortifruti**, n.9, p.34-37, 2017.
- LABCONCQ. **To Kjeldahl Nitrogen determination methods and apparatus**. Expotech USA, Houston, Texas, USA, 2005.
- SCHVEITZER, B.; SUZUKI, A. **Métodos de análise foliar utilizados no laboratório de Ensaio Químico da Epagri/EECd**, Florianópolis, SC. Epagri, 2013. 30p.

# Infiltração de água no solo medida com simulador de chuva e infiltrômetro de Cornell



Júlio César Ramos<sup>1</sup>, Evandro Spagnollo<sup>1</sup>, Fabiana Schmidt<sup>2</sup>

**Resumo** – A determinação incorreta da infiltração de água no solo pode superestimar ou subestimar o espaçamento entre terraços em uma lavoura. O presente trabalho objetivou comparar dois equipamentos para determinar o volume infiltrado e a taxa constante de infiltração de água em um Nitossolo. O experimento foi realizado em 2018 com 5 repetições, composto pelos seguintes tratamentos: 1) simulador de chuvas em solo sob plantio direto; 2) simulador de chuvas em solo sob plantio direto após semeadura de feijão; 3) Infiltrômetro de Cornell em solo sob plantio direto; 4) Infiltrômetro de Cornell em solo sob plantio direto após semeadura de feijão. Não foi observada diferença entre os equipamentos e nem efeito da presença de linha de semeadura do solo para a taxa constante de infiltração de água no solo. Para avaliação da lâmina de água infiltrada, ambas as metodologias de simulação de chuvas obtêm os mesmos resultados.

**Termos de indexação:** Manejo do solo; Espaçamento entre terraços; Plantio direto.

## Soil water infiltration measured by rainfall simulator and Cornell sprinkle infiltrometer

**Abstract** – The incorrect determination of water infiltration may overestimate or underestimate the spacing between terraces on crops. The work aimed to compare two equipment to determine the infiltrated volume and the constant water infiltration rate on an Alfisol. The experiment was carried out in 2018 with five field replicates and composed of the following treatments: 1) rainfall simulator on soil under no-tillage; 2) rainfall simulator under no-tillage after bean sowing; 3) Cornell Sprinkle Infiltrometer on soil under no-tillage; 4) Cornell Sprinkle Infiltrometer under no-tillage after bean sowing. There is no difference between equipment for volume and the water infiltration rate constant. There is no difference between equipment, and there is no effect of the presence of a soil seeding line for a constant rate of water infiltration into the soil. Both rainfall simulation methodologies obtain the same results to evaluate the volume of water infiltration.

**Index terms:** Soil management; Terrace farming; No-tillage.

Algumas metodologias de cálculo do espaçamento entre terraços necessitam da determinação da taxa de infiltração constante de água no solo, representando o que ocorre em condição de chuva natural (BASSANI et al., 2023). Comparando a taxa constante de infiltração obtida com chuva natural e pelo infiltrômetro de duplo anel concêntrico e infiltrômetro de Cornell, Mallmann (2017) observou superestimações de 1,8 e 2,2 vezes pelos respectivos equipamentos. Em outro estudo, Pott & De Maria (2003), ao compararem 4 equipamentos, observaram menores valores de taxa de infiltração estável com o simulador de chuva em relação aos demais equipamentos, com média geral respectiva de 69,56mm h<sup>-1</sup>, 137,66mm h<sup>-1</sup>, 149,6mm h<sup>-1</sup> e 279,7mm h<sup>-1</sup> para o

simulador de chuva, permeâmetro, infiltrômetro de aspersão e infiltrômetro de pressão.

Assim, as características intrínsecas de cada equipamento geram valores distintos de infiltração de água, o que pode ser influenciado pela condição de superfície. Com base nisso, a hipótese do presente trabalho é de que a taxa constante de infiltração de água estimada pelo infiltrômetro de Cornell é maior que a estimada pelo simulador de chuva, antes e após a semeadura do solo. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar se a infiltração de água em um Nitossolo Vermelho Distrófico, medida com infiltrômetro de Cornell, é maior que a medida com o simulador de chuva, antes e após a semeadura do solo.

O trabalho foi realizado em novem-

bro de 2018 no município de Campos Novos, SC. Os testes de infiltração foram realizados em um Nitossolo Vermelho Distrófico manejado sob plantio direto por 5 anos. Os testes foram realizados 15 dias após a semeadura da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) sob cobertura do solo de centeio (*Secale cereale*).

O experimento fatorial, com cinco repetições, 4 tratamentos e dois fatores (equipamento e condição de superfície) foi disposto no campo em delineamento inteiramente casualizado, onde se estudaram: 1) simulador de chuvas em solo sob plantio direto; 2) simulador de chuvas em solo sob plantio direto após semeadura de feijão; 3) Infiltrômetro de Cornell em solo sob plantio direto; 4) Infiltrômetro de Cornell em solo sob plantio direto após semeadura de feijão.

Recebido em 07/02/2022. Aceito para publicação em 26/08/2023.

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

<sup>2</sup> Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri/Estação Experimental de Campos Novos (EECN), 89620-000 Campos Novos, SC, fone: (49) 3541-3508, e-mail: fabianaschmidt@epagri.gov.br.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i2.1383>

A área das parcelas experimentais era de 6m<sup>2</sup> (2,0 x 3,0m), com declividade do terreno de 8%. O feijão foi semeado em contorno ao declive, com espaçamento de 0,5m entre linhas nos tratamentos com semeadura. O infiltrômetro possuía área de coleta de 0,045m<sup>2</sup> (diâmetro de 0,24m), o simulador de chuvas 0,36m<sup>2</sup> (0,6 x 0,6m), e área de molhamento de 2m<sup>2</sup>. As calhas coletoras de ambos os equipamentos têm 20cm de altura, cravadas 10cm no solo, com um tubo na extremidade inferior que direcionava o escoamento por uma mangueira até o frasco coletor. A calha do infiltrômetro foi instalada na entrelinha do feijão, enquanto a calha do simulador contemplava uma linha de semeadura no meio da sua área de coleta.

Os testes de infiltração tiveram duração de 90 minutos. Com 127 gotejadores, o infiltrômetro gerou precipitações com intensidades que variaram entre 240 a 300mm h<sup>-1</sup>. Já o simulador de chuvas, composto de um bico Veejet 80100 disposto a 2,45m de altura e pressão de 0,42Kg cm<sup>-2</sup>, resultou em chuvas com intensidade entre 140 e 170mm h<sup>-1</sup>.

Os intervalos de coleta variaram entre 2 (início dos testes) e 10 minutos (final do teste com fluxo constante). Para determinar a intensidade de precipitação do infiltrômetro, em cada intervalo de leitura do escoamento, media-se a lâmina de água precipitada em mm. Já a intensidade do simulador foi determinada medindo o volume de 6 pluviômetros após 15 minutos de teste, dispostos nas laterais da calha coletora. As taxas constantes de infiltração foram determinadas pela diferença entre a precipitação e a taxa de escoamento. A lâmina de água infiltrada foi determinada pelo somatório da água infiltrada em cada intervalo de coleta. A determinação da taxa constante de infiltração foi feita pela média das últimas duas leituras de cada teste.

Inicialmente os dados foram submetidos à análise descritiva e exploratória. Foi verificada a normalidade de resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk, bem como a homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett. Após a análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Não houve efeito de tratamento

(Tabela 1) e não houve interação entre fatores para a taxa constante de infiltração (TCI) e lâmina de água infiltrada (LI). O coeficiente de variação foi elevado em ambos os equipamentos, sendo de 40% e 60% para o simulador de chuvas e infiltrômetro de Cornell, respectivamente. O infiltrômetro de Cornell teve maior amplitude de leitura entre os equipamentos, com valores variando entre 4 e 108mm h<sup>-1</sup>, enquanto o simulador de chuvas variou de 35 e 86mm h<sup>-1</sup>. A maior variação de leituras no infiltrômetro pode ser explicada pela menor área de avaliação e inexistência de perímetro externo de molhamento. Assim, com base nos resultados e variabilidade de leituras, não se recomenda dimensionar uma obra hidráulica sem repetições de campo para ambos os equipamentos. Este resultado é importante para o dimensionamento de obras hidráulicas como o terraço agrícola que necessitam de resultados precisos (BASSANI et al., 2023).

A presença da linha de semeadura com consequente formação de barreiras ao escoamento superficial não diminuiu a TCI, discordando do obser-

vado por Marioti et al. (2013). O efeito da alta cobertura do solo (ALMEIDA et al., 2018), entre 5 e 6t ha<sup>-1</sup>, e o curto comprimento de rampa da área de coleta, onde não há formação de sulco de escoamento (SCHICK et al., 2017), pode explicar estes resultados.

Na média geral, a TCI foi de 54mm h<sup>-1</sup>. Bertol et al. (2015) encontraram TCI média de 30,2mm h<sup>-1</sup> para o mesmo solo (Nitossolo) com simulador de chuvas tipo Swanson, com variação entre 36 e 69mm h<sup>-1</sup>. As médias de TCI medida com o simulador de chuva e com infiltrômetro de Cornell foram, respectivamente, 1,6 e 2 vezes maiores que a média de TCI medida com simulador tipo Swanson. Pode-se explicar a diferença de resultado pela diferença entre equipamentos, ou seja, pela menor área e comprimento de rampa, e pela menor declividade do terreno no presente estudo (SCHICK et al., 2017). Mallmann (2017) obteve relações similares quando comparou o infiltrômetro e os anéis concêntricos com a chuva natural.

Não houve diferença estatística entre equipamentos para as lâminas de água da chuva infiltrada, com média

Tabela 1. Taxa constante de infiltração e lâmina de água infiltrada em um Nitossolo, determinadas por dois equipamentos diferentes

Table 1. Constant rate of infiltration and depth of water infiltrated in an Alfisol, determined by two different equipment

Equipamento	Condição do solo			
	Só palha	Com linha de semeadura	Média	CV <sup>(2)</sup>
	Taxa constante de infiltração de água			
	----- mm h <sup>-1</sup> -----			%
Simulador de chuvas	54	43	48 <sup>NS(1)</sup>	40
Infiltrômetro de Cornell	67	54	60	60
<b>Média</b>	61 <sup>NS</sup>	49	54	55
Equipamento	Lâmina de água infiltrada			
	----- mm -----			%
Simulador de chuvas	106	106	106 <sup>NS</sup>	23
Infiltrômetro de Cornell	105	92	98	55
<b>Média</b>	105,5 <sup>NS</sup>	99	102	40

(1)NS= não significativo a 5% ( $p < 0,05$ ). (2)CV= Coeficiente de variação.

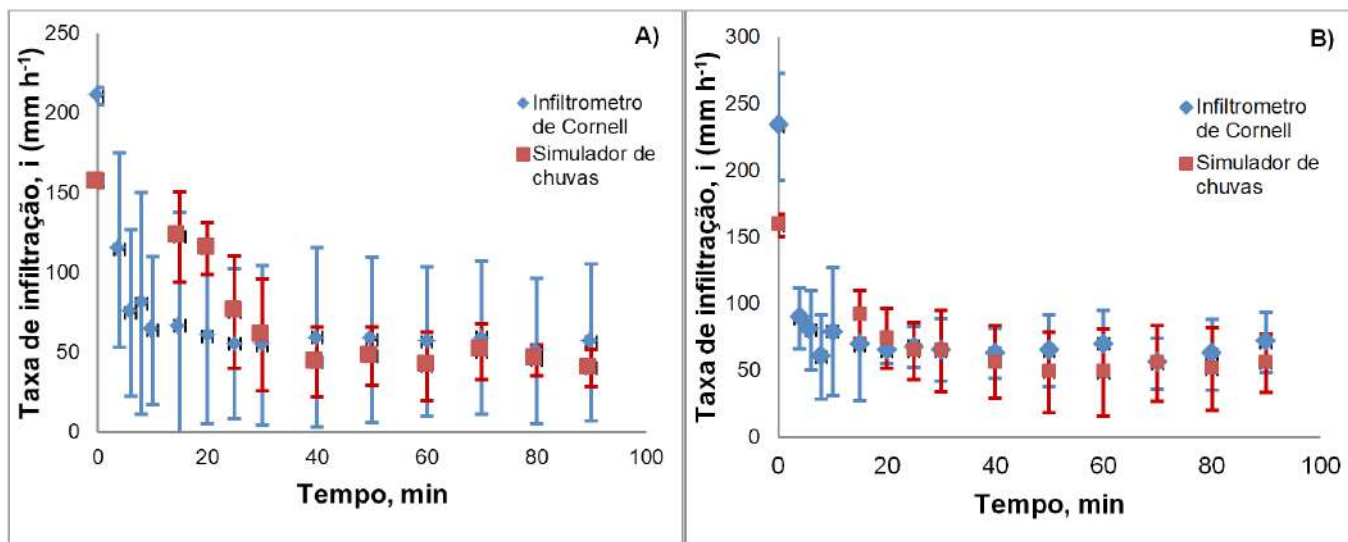


Figura 1. Taxa média de infiltração em um Nitossolo determinada pelo simulador de chuvas e pelo Infiltrômetro de Cornell em área de plantio direto com semeadura do solo (A) e em área de plantio direto sem a semeadura do solo (B)

Figure 1. Infiltration rate in an Alfisol determined by rainfall simulator and by the Cornell Infiltrometer in no-till area without soil seeding (A) and in no-till area with soil seeding (B)

geral de 102mm. Não houve diferença de lâmina infiltrada quando comparada a condição de superfície do solo. Segundo Marioti et al. (2013), as limitações do tipo de solo (profundidade, textura e/ou estrutura natural do solo) podem sobressair as diferenças de manejo do solo nas perdas de água e, consequentemente, na infiltração de água.

A lâmina de água infiltrada seguiu a mesma tendência de variabilidade que a taxa constante de infiltração de água no solo, onde o simulador de chuvas apresentou valores de lâmina de água infiltrada entre 78 e 143mm, e o infiltrômetro de Cornell valores entre 11 e 185mm.

O simulador de chuvas apresenta decaimento da infiltração mais gradual (Figura 1 A e B), enquanto o infiltrômetro de Cornell tem menor tempo de início de escoamento, maior taxa de infiltração inicial (acima de  $200\text{mm h}^{-1}$ ) e maior decaimento inicial, podendo ser explicado pela maior intensidade de chuva aplicada. Comparando as curvas do simulador de chuva, se observa um decaimento inicial mais lento da infiltração no solo semeado, não se observando diferença estatística na taxa constante final.

Não há diferença entre equipamento e efeito da presença de linha de se-

meadura na determinação da taxa constante de infiltração e lâmina de água infiltrada, onde o simulador de chuvas e infiltrômetro de Cornell apresentaram grande variação de resultados entre repetições, tornando necessárias repetições de campo para se utilizar os resultados em cálculos para determinar o espaçamento entre terraços.

## Agradecimentos

À Fundação Agrisus, pelo apoio financeiro para realização do projeto.

## Referências

- ALMEIDA, W. S.; PANACHUKI, E.; DE OLIVEIRA, P. T. S.; DA SILVA MENEZES, R.; SOBRINHO, T. A.; de CARVALHO, D. F. Effect of soil tillage and vegetal cover on soil water infiltration. *Soil and Tillage Research*, 175, 130–138, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.07.009>.
- BASSANI, M.H; GARCEZ, J.G.; BORTOLANZA, D.R.; SOCCOL, J.J.; PERGHER, M.; MOTA, M.R.; RAMOS, J.C.; WILDNER, L.P.; JUSTEN, J.G.K. **O terraceamento passo a passo**. Florianópolis: Epagri, 2023. 32p. (Epagri. Boletim Didático, 170).
- BERTOL, I.; BARBOSA, F.T.; BERTOL, C.; LUCIANO, R.V. Water infiltration in two culti-

vated soils in southern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39: 573-588, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20140304>.

MALLMANN, M.S. **Infiltração de água no solo condicionada pelo uso de plantas de cobertura**. 2017. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

MARIOTI, J.; BERTOL, I.; RAMOS, J. C.; WERNER, R. S.; PADILHA, J.; FLORES, M. C.; BANDEIRA, D. H. Erosão hídrica em semeadura direta de milho e soja nas direções da pendente e em contorno ao declive, comparada ao solo sem cultivo e descoberto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, p.1361-1371, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000500025>.

POTT, C.A.; DE MARIA, I.C. Comparação de métodos de campo para determinação da velocidade de infiltração básica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.1, p.19-27, 2003.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BARBOSA, F.T.; MIQUELLUTI, D.J. ; COGO, N.P. Water Erosion in a long-term soil management experiment with a Humic Cambisol. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.41, p.1-13, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20160383>

# Population fluctuation of thrips in Moericke traps of different colors in semi-hydroponic strawberry cultivation



Janaína Pereira dos Santos<sup>1</sup>, Anderson Fernando Wamser<sup>2</sup>, Janice Valmorbidá<sup>3</sup>,  
Juracy Caldeira Lins Junior<sup>4</sup> and Marcelo Mendes de Haro<sup>5</sup>

**Abstract** – Thrips are main strawberry insect pests and the use of traps is a practical and low-cost method to capture and monitor them. This study aimed to evaluate the population fluctuation and the efficiency of colored Moericke traps in capturing thrips in semi-hydroponic San Andreas strawberry cultivation in Caçador, Brazil. From October 2019 to October 2021, thrips were collected using Moericke traps made with white, yellow, and blue colored bowls. The traps were distributed randomly, with four replications per color, arranged at the same height as the cultivation bench. To count the thrips, 20mL water samples were collected weekly from the bottom of each bowl. The data were transformed into  $\ln(x)$  and the means were compared using the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ). Count data and meteorological variables were submitted to Pearson's correlation analysis ( $p \leq 0.01$  and  $0.05$ ) using Student's *t*-test. We found that the thrips population increases in early spring (September and October), with population peaks in summer (January, February, and March). In July, the population reduces due to the decreased temperatures. The blue colored trap was the most efficient in capturing thrips. Weekly monitoring of thrips with Moericke trap allows the observation of population peaks and helps in decision-making for pest control in semi-hydroponic strawberry cultivation.

**Index terms:** *Fragaria × ananassa*; Thysanoptera; Monitoring; Integrated pest management.

## Flutuação populacional de tripses em armadilhas Moericke de diferentes cores em cultivo de morangueiro semi-hidropônico

**Resumo** – Os tripses são importantes insetos-praga do morangueiro e o uso de armadilhas para a captura e o monitoramento destes insetos é um método prático e de baixo custo. Este estudo objetivou avaliar a flutuação populacional e a eficiência de armadilhas coloridas do tipo Moericke na captura de tripses em cultivo semi-hidropônico de morangueiro San Andreas, em Caçador, SC. As coletas dos tripses ocorreram de outubro de 2019 a outubro de 2021, utilizando-se armadilhas Moericke feitas com bacias de coloração branca, amarela e azul. As armadilhas foram distribuídas completamente ao acaso, com quatro repetições por cor, dispostas na mesma altura da bancada de cultivo. Para a contagem dos tripses, amostras de 20mL de água foram coletadas semanalmente do fundo de cada bacia. Os dados foram transformados em  $\ln(x)$  e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Os dados de contagem e as variáveis meteorológicas foram submetidos à análise de correlação de Pearson ( $p \leq 0,01$  e  $0,05$ ) pelo teste *t* de Student. A população de tripses aumenta no início da primavera (setembro e outubro), com picos populacionais no verão (janeiro, fevereiro e março). Em julho a população reduz em função da diminuição das temperaturas. A armadilha de coloração azul foi a mais eficiente na captura de tripses. O monitoramento semanal dos tripses com armadilha do tipo Moericke permite observar os picos populacionais e auxilia na tomada de decisão de controle da praga em cultivo de morangueiro semi-hidropônico.

**Termos para indexação:** *Fragaria × ananassa*; Thysanoptera; Mmonitoramento; Manejo integrado de pragas.

## Introduction

In Santa Catarina state, thrips (Thysanoptera: Thripidae) are considered the main insect pests of the strawberry crop (*Fragaria × ananassa* Duch.) (SANTOS et al., 2018), simultaneously damaging flowers and fruits (BERNARDI et al., 2015). The damage is caused by nymphs and adults that, by feeding on flowers, cause the appearance of brownish stains

and necrotic spots on the stamens and floral receptacle at the site of the bite, causing premature wilting of the flowers (NONDILLO et al., 2008; 2010). They can also cause tanning on the surface of green and ripe fruits (GONZALES-ZAMORA & GARCIA-MARÍ, 2003; NONDILLO et al., 2010; BERNARDI et al., 2015), reducing fruit production and quality and increasing perishability postharvest.

The use of traps is one of the most

practical and inexpensive methods for capturing and monitoring insects (MELO et al., 2001), especially those attracted by color (SANTANA et al., 2012), such as aphids, leafhoppers, chrysomelids, psyllids, whiteflies, leafminer flies, and thrips (SANTOS et al., 2021). In various types of cultivation, colored Moericke traps are widely used to monitor and control winged aphids (ROSSI, 1989; RESENDE et al., 2007) and thrips (SANTOS et al., 2018).

Received on 23/09/2022. Accepted for publication on 23/04/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i2.1554>

<sup>1</sup> Agronomist, Dra., Epagri/Caçador Experimental Station (EECD), C.P. 591, 89501-032, Caçador, SC, phone: (49) 3561 6813, e-mail: janapereira@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Agronomist, Dr., Epagri/Caçador Experimental Station (EECD), phone: (49) 3561 6828, e-mail: afwamser@epagri.sc.gov.br.

<sup>3</sup> Agronomist, Dra., Epagri/Caçador Experimental Station, phone: (49) 3561 6824, e-mail: janicevalmorbidá@epagri.sc.gov.br.

<sup>4</sup> Agronomist, Dr., Epagri/Caçador Experimental Station, phone: (49) 3561 6814, e-mail: juracyjunior@epagri.sc.gov.br.

<sup>5</sup> Agronomist, Dr., Epagri/Itajaí Experimental Station (EEI), phone: (47) 3398 6321, e-mail: marceloharo@epagri.sc.gov.br.

Due to its effectiveness, practicality, and low cost, the Moericke trap is one of the most used in insect survey studies (CARMO, 2018). In this method, the insects are attracted by the trap's color; then, after falling into the water, they are trapped in the aqueous medium and die. These traps can be made with plastic material, such as rectangular or square trays (RESENDE et al., 2007) or round basins, both types with a volumetric capacity ranging from 2 to 2.5 L (SANTOS et al., 2018). The traps can be installed close to the ground when the cultivation is in the ground or on supports when the cultivation is suspended (SILVA et al., 2013).

The efficiency of using Moericke traps to detect the presence and quantify the population density of different species of thrips will depend on the color of the traps and the height at which they are placed in the crop (MUJICA et al., 2007). In this context, this study aimed to evaluate the population fluctuation and the efficiency of Moericke colored traps in capturing thrips to obtain information for pest management in semi-hydroponic strawberry cultivation.

## Material and methods

This study was conducted in a greenhouse, at the Caçador Experimental Station (Epagri/ EEC) (26°49'03.1"S 50°59'24.9"W), with the strawberry cultivar San Andreas. The structure used in the semi-hydroponic cultivation was a simple bench, with slabs filled with 50L of a substrate composed of Sphagnum peat, roasted rice husks, expanded perlite, and vermiculite. In the fertigation, a hydraulic system was used, consisting of a deposit for the nutrient solution; non-draining and self-compensating drippers with a nominal flow rate of 8L h<sup>-1</sup>; a manifold distributor with four outlets; four 4x6mm microtubes; and one dripper stake per plant. The experiment consisted of eight 6m long benches, spaced 90cm apart. Each bench consisted of two rows of slabs spaced 30cm apart. Planting density was 94,815 plants ha<sup>-1</sup>.

Insects were collected weekly, and control was performed at population peaks with the following insecticides: Fitoneem® (Neem Oil) to control

thrips and whiteflies; Delegate® (Spinetoram) for thrips; Thuricide® (*Bacillus thuringiensis*, var. *kurstaki*) for caterpillars; Actara® (Thiamethoxam) for aphids, and Boveril® (*Beauveria bassiana*) for whiteflies and spider mites. Figures 1 and 2 show the application times of the previously described insecticides.

Thrips were collected every seven days, from October 2019 to October 2021, totaling 104 sampling occasions. Thrips were captured in Moericke traps made with 2.5L round basins measuring 22cm in diameter, internally and externally colored in white (RGB: 255, 255, 255), 'gold' yellow (RGB: 255, 215, 0), and 'cobalt' blue hue (RGB: 0, 71, 171). The basins were randomly distributed, with four replications per color, and placed on a support mounted at the same height as the cultivation bench, 80cm from the ground. Each basin was filled with 2L of water mixed with 5mL of neutral detergent, aiming to break the surface tension of the water, thus avoiding the exit of captured insects. Every seven days the water was refilled, only adding up the amount evaporated and, every 14 days, the basins were washed, and the water and detergent were renewed.

With a pipette, 20mL samples of water containing the insects were collected weekly from the bottom of each basin.

At the EEC Entomology Laboratory, the collected samples were inspected using a 6.4x magnification stereomicroscope to count thrips. The predominant species were identified following the routine slide assembly protocol for identifying thrips of any color (SILVEIRA & HARO, 2016). After assembly, the morphological characteristics of the specimens were identified using appropriate dichotomous keys for these species (MONTEIRO, 2001; MOUND & KIBBY, 1998).

Daily records of meteorological variables, from October 2019 to October 2021, referring to relative humidity (%) and air temperature (°C) (minimum, maximum, and average) were obtained from a meteorological station model H21-002 (Onset Computer Corporation, Bourne, MA, USA), installed inside the greenhouse at 1m from the cultivation. The records were obtained by sensors located at a height of 1.5m.

On each sampling occasion, the average number of thrips collected in traps of the same color was estimated to prepare annual graphs of population

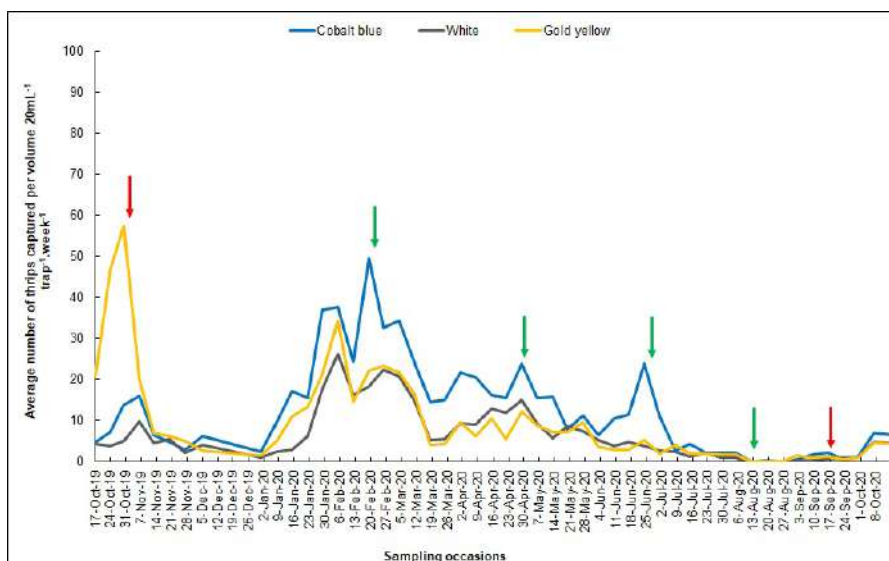


Figure 1. Average number of thrips captured.sampled volume (20mL)<sup>-1</sup>.trap-1.week<sup>-1</sup>, in semi-hydroponic San Andreas strawberry cultivation. The arrows indicate the application of insecticides for pest control, where: red (Espineteram) and green (Neem Oil). Caçador, SC – October/2019 to October/2020

Figura 1. Número médio de tripes capturados.volume amostrado (20mL)<sup>-1</sup>. armadilha<sup>-1</sup>. semana<sup>-1</sup>, em cultivo semi-hidropônico de morangueiro San Andreas. As setas indicam a aplicação de inseticidas para o controle de pragas, onde: vermelha (Espineteram) e verde (Óleo de Neem). Caçador, SC – outubro/2019 a outubro/2020



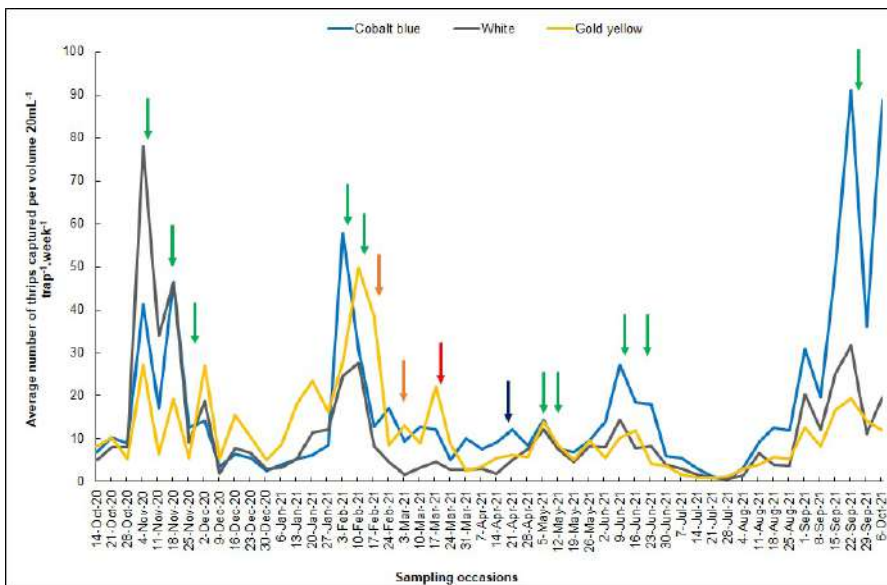


Figure 2. Average number of thrips captured.sampled volume (20mL)<sup>-1</sup>.trap<sup>-1</sup>.week<sup>-1</sup>, in semi-hydroponic San Andreas strawberry cultivation. The arrows indicate the application of insecticides for pest control, where: green (Neem Oil); orange (*Bacillus thuringiensis*, var. *kurstaki*); red (Thiamethoxam); and black (*Beauveria bassiana*). Caçador, SC – October/2020 to October/2021

Figura 2. Número médio de tripes capturados.volume amostrado (20mL)<sup>-1</sup>. armadilha<sup>-1</sup>. semana<sup>-1</sup>, em cultivo semi-hidropônico de morangueiro San Andreas. As setas indicam a aplicação de inseticidas para o controle de pragas, onde: verde (Óleo de Neem); laranja (*Bacillus thuringiensis*, var. *kurstaki*); vermelha (Tiametoxam) e preta (*Beauveria bassiana*). Caçador, SC – outubro/2020 a outubro/2021

fluctuation. Statistical analyzes were performed using the SISVAR software (FERREIRA, 2019) and the thrips count data were transformed into ln(x); then, means were compared using the Tukey's test ( $p \leq 0.05$ ). Counting data and meteorological variables recorded inside the greenhouse were subjected to Pearson's correlation analysis ( $p \leq 0.01$  and  $0.05$ ) using Student's *t*-test. The obtained correlations were interpreted as proposed by Mukaka (2012). The values used in these analyses were relative to daily averages of relative humidity and air temperature (minimum, maximum, and average), recorded in the seven days preceding each thrips sampling occasion.

## Results and discussion

### Capture efficiency

The predominant species of thrips in semi-hydroponic San Andreas strawberry cultivation was *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), representing 95% of the collected specimens. This result corroborates data from the literature,

which reports this species as the most frequent and abundant in the southern region of Brazil in strawberry crops (NONDILLO, et al., 2008; 2010; PINENT et al., 2011). Another three Thripidae species were collected: *Haplothrips gowdeyi* (Franklin) (0.3%); *Caliothrips phaseoli* (Hood) (0.7%), and *Thrips tabaci* Lind. (4%). The four species occurred throughout the study period.

There was a significant difference in the capture of thrips for the three trap colors. The blue-colored trap was the most efficient in capturing thrips, followed by the yellow. The white trap provided lower capture of thrips (Table 1). However, in November 2020, it was verified that the white trap provided a superior capture of insects than the blue and yellow. This can be explained by color fading on the inside of the blue and yellow bowls. Due to this, all basins of the experiment were replaced by new ones.

The mean number of thrips captured/sampled per volume/trap/week was 14.6; 10.3; and 8.7 in the blue, yellow, and white-colored traps, respectively (Table 1). In the tomato crop, Santos (2009) verified that for

the capture of *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) thrips, the blue trap was more efficient than the yellow. Sampson & Kirk (2013) found that the use of blue traps in large quantities, aimed at the massive capture of *F. occidentalis* in semi-protected cultivation of strawberry cultivar Camarillo, reduced the number of adult thrips per flower by 61% and fruit tanning by 55%.

### Population fluctuation

According to Parchen et al. (2010), to avoid damages to the crop, knowledge of the time of greatest occurrence of *F. occidentalis* related to local climatic conditions is an important tool for strawberry producers. The thrips population fluctuation determined by periodic samplings with Moericke traps proved to be seasonal, varying between months and between years of study (Figures 1 and 2). The thrips population tended to increase in early spring, in September and October, due to rising daily temperatures (Figures 1 and 2).

In the first year of the study, a population peak was recorded on October 30, 2019, which was followed by a drastic population reduction due to the application of insecticide (Spinetoram) (Figure 1). From January to February 2020, there was another population increase; then, in early July 2020, the population of thrips reduced drastically due to the decreased temperatures (Figure 1), increasing again in early November 2020 (Figure 2).

The following year exhibited the same trend as the first, in which the thrips population decreased in July and increased again in early September 2021, with the highest population peak in September 2021 (Figure 2). In Paraná state, Parchen et al. (2010) also found thrips population peaks in January and February, in 'Aromas' and 'Albion' strawberries cultivated in the soil in protected tunnels. In Rio Grande do Sul state, Nondillo et al. (2008) recorded larger populations of *F. occidentalis* from December to March, with a population decline after April. According to these authors, this occurred due to the high reproductive capacity of *F. occidentalis*, which presents 10 to 18 generations per

year in strawberry producing regions of southern Brazil.

According to MUKAKA (2012), Pearson's correlation analysis revealed a weak positive correlation between the quantity of thrips count in the yellow trap and the meteorological variables, specifically air temperature (Table 2). The correlation was found to be stronger with average temperatures and minimum temperatures (Table 2). Although correlations were positive and significant for thrips count in the blue basin and air temperatures (Table 2), these can be considered negligible, as indicated by Mukaka (2012). Thus, air temperature is more positively correlated with thrips population fluctuation, and this correlation is better observed with the use of yellow traps. Probably the blue trap, by attracting more thrips (Table 1), tends to overestimate the population of this pest in the environment. No correlation was observed between relative humidity of the air and population fluctuation of thrips (Table 2). We highlight that the low correlation of thrips population fluctuation with meteorological variables may have occurred due to the application of insecticides at population peaks of the pest.

In southern Brazil, to control thrips in strawberry crops, the application of insecticides has been the main strategy adopted by producers. In many cases, these applications are made without technical criteria, which may increase production costs and presence of residues in the fruits, increasing the risks of environmental and human intoxication. According to Santos (2016), due to the environmental awareness of Brazilian producers and consumers demand for food without pesticide residues, pest management must be improved, requiring the use of strategies based on Integrated Pest Management (IPM). In this sense, monitoring thrips using sampling analysis with Moericke blue traps will allow monitoring the increase and decrease of pest populations in the cultivation area to verify the periods of most remarkable occurrence and population peaks.

Periodic sampling with blue traps associated with phytosanitary management can help in decision-making on thrips control and minimize pest damage and economic losses. This

Table 1. Mean value ( $\pm SE$ ) of thrips captured per Moericke traps<sup>-1</sup>.week<sup>-1</sup> in semi-hydroponic San Andreas strawberry cultivation (n=104). Caçador, SC - October 17, 2019 to October/2021  
Tabela 1. Valor médio ( $\pm EP$ ) de tripes capturados por armadilhas Moericke<sup>-1</sup>.semana<sup>-1</sup> em cultivo semi-hidropônico de morangueiro San Andreas (n=104). Caçador, SC - outubro/2019 a outubro/2021

Trap color	Number of thrips captured.sampled volume (20mL) <sup>-1</sup> .trap <sup>-1</sup> . week <sup>-1</sup>
'Cobalt' blue	14.6 $\pm$ 1.56 a
'Gold' yellow	10.3 $\pm$ 1.04 b
White	8.7 $\pm$ 1.05 c

Means followed by the same letter do not differ from each other by Tukey's test at 5% probability of error.

Table 2. Pearson's correlation for thrips captured in Moericke traps and meteorological variables obtained inside of greenhouse, in semi-hydroponic San Andreas strawberry cultivation (n=104). Caçador, SC - October/2019 to October/2021  
Tabela 2. Correlação de Pearson entre a captura de tripes em armadilhas Moericke com as variáveis meteorológicas obtidas no interior da casa de vegetação, em cultivo semi-hidropônico de morangueiro San Andreas (n=104). Caçador, SC - outubro/2019 outubro/2021

Trap color	Relative humidity	Air temperature		
		Minimum	Average	Maximum
'Cobalt' blue	-0,03ns	0.25*	0.24*	0.26**
'Gold' yellow	0,01ns	0.40**	0.39**	0.32**
White	-0,09ns	0.15ns	0.15ns	0.16ns

ns=Pearson's correlation coefficient not significant by the t test at 5% significance

\* and \*\*= Pearson's correlation coefficient significant by the t-test at 5 and 1% significance, respectively.

Weak positive correlation according to MUKAKA (2012).

method can also be complemented by the monitoring of some plants at random using the beating method, which, according to Bernardi et al. (2015), consists of shaking the flowers on a plastic tray with a white background to verify the incidence of thrips. Adhesive traps can also be used for this purpose. Allied to this, the use of traps has several advantages such as: not being toxic to humans and environment, having no smell, being easy to handle, and being useful in open fields, greenhouses, and crops, where application of pesticides is restricted, which is the case with organic crops.

We highlight that the Moericke trap made with basins is more practical and cheaper compared to the adhesive trap. The blue-colored adhesive trap costs about 4.50 BRL per unit (amount obtained in September 2022 from three different suppliers) and, depending on the thrips infestation in the crop, these traps must be replaced weekly with new ones. Moericke traps made with bowls cost about 20.00 BRL per unit and

must be replaced with new ones when the color fades, which can take up to 12 months, as observed in the present study. In this way, using Moericke traps becomes a low-cost option for strawberry producers, especially in small areas and in organic crops.

Even though the yellow color is not mentioned in the literature as a preferential attractiveness for thrips, we observed that these insects were captured by traps of this color, a fact also observed by Santana et al. (2012) in the cultivation of organic vegetables and by Mujica et al. (2007) in grapevine. In Uruguay, Mujica et al. (2007) verified that yellow traps were the most efficient method of monitoring thrips (*F. occidentalis*) compared to the beating method. Therefore, if other pests that are attracted by the yellow color in the crop are detected, such as aphids, whiteflies, and cows, it is recommended to install yellow traps interspersed with blue ones since the basins can be changed places according to the insect pest occurrence in each plot.

## Conclusions

- The population fluctuation of thrips is seasonal, varying between months and years of the study, and the number of insects captured in Moericke traps tends to increase in the warmer periods of the year.

- The blue Moericke trap is the most efficient trap for capturing thrips in semi-hydroponic San Andreas strawberry cultivation.

## Acknowledgments

The Foundation for Research and Innovation Support of the State of Santa Catarina (FAPESC) and the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) (429226/2018-7) for financial support for the development of the research.

## References

ARAÚJO, S.W. A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicais. **Revista da Biologia**, São Paulo, v.10, n.1, p.1-7, 2013.

BERNARDI, D.; BOTTON, M.; NAVA, D.E.; ZAWADNEAK, M.A.C. **Guia para a identificação e monitoramento de pragas e seus inimigos naturais em morangueiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2015, 46p.

CARMO, M.C.; CUNICO, J.M.; SILVA, P.K.M.; PEREIRA, S.S.; FERREIRA, A.G. Bandeja d'água de cor amarela na captura de insetos em área agroecológica e convencional, na Amazônia Sul Ocidental. **Agrarian Academy**, Goiânia, v.5, n.9, p.104-111, 2018.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.4, p.529-535, 2019. ISSN 1983-0823. Doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

GONZALES-ZAMORA, J.E.; GARCIA-MARÍ, F. The efficiency of several sampling methods for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in strawberry flowers. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.127, n.9-10, p.516-521, 2003.

MELO, L.A.S.; MOREIRA, A.N.; SILVA, F.A.N. **Armadilha para monitoramento de insetos**. Jaguariúna, SP, 2001. 4p. (Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico).

MONTEIRO, R.C. The Thysanoptera fauna

of Brazil. *In*: MARULLO, R. & MOUND, L.A. (Eds.). INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THYSANOPTERA, 7, 2021. **Proceedings**[...]. Australian National Insect Collection, Canberra, p.325-340, 2001.

MOUND, L.A.; KIBBY G. **Thysanoptera: an identification guide**. 2.ed. Canberra: CSIRO Entomology, 1998, 70 p.

MUJICA, M.V.; SCATONI, I.B.; FRANCO, J.; NUÑEZ, S.; BENTANCOURT, C.M. Fluctuación poblacional de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) em *Vitis vinifera* L. cv. Italia en la zona sur de Uruguay. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v.33, n.4, p.457-467, 2007.

MUKAKA, M.M. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**, Malawi, v.24, n.3, p.69-71, 2012.

NONDILLO, A.; REDAELLI, L.R.; BOTTON, M.; PINENT, S.M.J.; GITZ, R. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações anuais de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) em morangueiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.37, n.6, p.646-650, 2008.

NONDILLO, A.; REDAELLI, L. R.; PINENT, S.M.J.; BOTTON, M. Caracterização das injúrias causadas por *Frankliniella occidentalis* no morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, p. 820-826, 2010.

PARCHEN, H.A.; ZAWADNEAK, M.A.C.; SCHUBER, J.M.; PINTO, C.W.; KUHN, T.M.; BENATTO, A.; ARAUJO, E. Identificação e monitoramento de tripes do morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, S822-S826, 2010.

PINENT, S.M.J.; NONDILLO, A.; BOTTON, M.; REDAELLI, L.R.; PINENT, C.E.C. Species of thrips (Insecta, Thysanoptera) in two strawberry production systems in Rio Grande do Sul State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.55, n.3, p.419-423, 2011.

RESENDE, A.L.S.; SILVA, E.E. da; GUERRA, J.G.M.; AGUIAR-MENEZES, E. de L. **Amostragem de pulgões alados utilizando bandeja d'água e placa adesiva**. Seropédica, RJ, 2007. 4p. (Embrapa Agrobiologia. Circular técnica, 19).

ROSSI, M.M. **Análise faunística, flutuação populacional e efeitos de fatores climáticos sobre algumas espécies de pulgões (Homoptera: Aphididae) em Lavras – MG**. 1989. 88f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG, 1989.

SAMPSON, C.; KIRK, W.D.J. Can mass trapping reduce thrips damage and is it economically viable? Management of the Western flower thrips in strawberry. **PLoS One**, San Francisco, v.8, n.11, e80787, 2013.

SANTANA, M.L.G.; OLIVEIRA, D.L.; NETO, A.S.C.; MOREIRA, A.N.; CARVALHO, J.F. Eficiência de armadilhas d'água na amostragem de insetos em horta orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.5346-5350, 2012. Available at: [http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV\\_6/A4890\\_T8487\\_Comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_6/A4890_T8487_Comp.pdf). Accessed on: 23 Aug. 2022.

SANTOS, J.P. Atraia o inimigo para a armadilha. **Revista Campo & Negócios HF, Uberlândia**, p.42-43, 2009.

SANTOS, J.P. Principais pragas e seu controle. *In*: BECKER, W.F. (coord). **Sistema de Produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016. p.105-124.

SANTOS, J.P.; CZERNIAK, M.P.C.; VALMORBIDA, J.; WAMSER, A.F.; LINS JUNIOR, J.C. Eficiência de armadilhas coloridas na captura de tripes em cultivo semi-hidropônico de morangueiro. *In*: ENCONTRO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 12., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA, 4., 2018, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, 2018. v.1. p. 8-11.

SANTOS, J.P.; VALMORBIDA, J.; WAMSER, A.F.; LINS JUNIOR, J.C.; HARO, M.M. Armadilhas coloridas para a captura de tripes em morangueiro semi-hidropônico. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 12., 2020, On-line. **Anais [...]**. Santa Maria, 2020. v.1. p.1.

SANTOS, J.P.; FAGUNDES, E.; MENEZES-NETTO, A.C. Custos de armadilhas adesivas artesanais para a captura de insetos-praga. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.34, n.2, p.26-29, 2021.

SILVA, F.W.M.; LEITE, R.J.V.; CARREGARO, J.B. Composição de insetos na estação seca com o uso de pratos-armadilha coloridos em cerrado típico e parque cerrado. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v.17, n.6, p.1-10, 2013. Available at: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26032927007>. Accessed on: 23 Aug. 2022.

SILVEIRA, L.C.P.; HARO, M.M. 2016. Fast slide preparation for thrips (Thysanoptera) routine identifications. **European Journal of Entomology**, Branisovska, 113, p.403-408, 2016.

# Chuvas intensas para dimensionamento de calhas e condutores pluviais no estado de Santa Catarina



Álvaro José Back<sup>1</sup>, Gabriel da Silva Souza<sup>2</sup> e Marina Patrício Panatto<sup>3</sup>

**Resumo** – O dimensionamento de estruturas de captação e condução de água da chuva deve levar em consideração a intensidade da chuva local. A norma técnica vigente recomenda dimensionar as calhas e condutores baseando-se na intensidade da chuva com duração de 5 minutos e período de retorno de 25 anos. No presente estudo foram utilizadas as equações IDF atualizadas para Santa Catarina, baseadas em 176 estações pluviométricas com séries de dados de chuva maiores que 30 anos de observação. Desta forma foram determinadas as intensidades de chuva com duração de 5 minutos e período de retorno de 25 anos através das equações IDF. As intensidades de chuva variam de 140 a 215mm h<sup>-1</sup> com os maiores valores observados na região de Florianópolis, Litoral Norte e Extremo Oeste do Estado. Os menores valores ocorrem na região do Médio Vale do Itajaí. Os dados foram espacializados a fim de se obterem os valores médios representativos de cada município do Estado. Observaram-se diferenças importantes em relação aos valores normalmente usados nas tabelas técnicas de calhas pluviais, evidenciando a necessidade de novos estudos em função da atualização das equações de chuvas intensas.

**Termos de indexação:** Calhas; Chuvas intensas; Captação de água da chuva.

## Intense rain for dimensioning gutters and rainway conductors in the state of Santa Catarina

**Abstract** – The design of rainwater collection and conduction structures must consider the local rainfall intensity. The current technical standard recommends dimensioning the gutters and conductors based on the intensity of rain lasting five minutes and a return period of 25 years. The present study used updated IDF equations for Santa Catarina, based on 176 rainfall stations with rainfall data series greater than 30 years of observation. In this way, the rainfall intensities lasting five minutes and a return period of 25 years were determined through the IDF equations. Rainfall intensities range from 140 to 215mm h<sup>-1</sup> with the highest values observed in the region of Florianópolis, on the North Coast and Extreme West of the State. The lowest values occur in the region of Middle Vale of Itajaí region. Data were spatialized, and mean values representative of each municipality in the state were obtained. Significant differences were observed concerning the values generally used in the technical tables of downspouts, highlighting the need for further studies due to the updating of the heavy rainfall equations.

**Index terms:** Gutters; Heavy rains; Rainwater harvesting.

## Introdução

Na última década, devido às frequentes estiagens e à crise hídrica, a captação de água de chuva tem sido apontada como fonte alternativa de abastecimento de água em áreas urbanas e rurais, tendo como vantagens aspectos sociais e econômicos relacionados à diminuição da demanda de água e do dispêndio de energia elétrica pelas concessionárias, à redução da afluência de águas pluviais ao sistema de drenagem e aos impactos da poluição difusa nos corpos hídricos (REZENDE & TECEDOR, 2017; MARANGONI et al., 2019).

Os sistemas de aproveitamento das águas de chuva são formados basicamente pela área de captação, geralmente coberturas ou telhados; componentes de transporte, calhas e condutores verticais; filtros e o reservatório. Para o dimensionamento de cada tipo de obra de engenharia, existem diferentes critérios a serem adotados, sempre baseados nos dados de chuvas intensas (ASAE, 2012). Com isso, para determinada obra, tem-se uma razão de duração da chuva e um período de retorno.

O dimensionamento das calhas e condutores verticais deve ser realizado com base nas características das

chuvas intensas locais. A NBR 10844 (ABNT, 1989) determina que o dimensionamento das calhas deve considerar a duração da precipitação em 5 minutos e o período de retorno (T), que deve ser escolhido seguindo as características da área a ser drenada, sendo T = 1 ano: áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados; T = 5 anos: coberturas e/ou terraços; T = 25 anos: coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado. Já na NBR 15527 ABNT (2019) é recomendado o período de retorno de 25 anos. Tomaz (2011) comentou que o critério da duração de 5 minutos é

Recebido em 20/12/2022. Aceito para publicação em 05/05/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i2.1579>

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr. Engenharia, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Estação Experimental de Urussanga, e-mail: [ajb@epagri.sc.gov.br](mailto:ajb@epagri.sc.gov.br)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrimensor, Mestrando em Ciências Ambientais, Av. Universitária, 1105 - Universitário, Criciúma - SC, 88806-000, UNESC, e-mail: [eng.agrimensorgabriel@gmail.com](mailto:eng.agrimensorgabriel@gmail.com)

<sup>3</sup> Engenheira Civil, UNESC, e-mail: [marinapanatto@hotmail.com](mailto:marinapanatto@hotmail.com)

utilizado mundialmente, e para o período de retorno recomendou-se usar 25 anos, considerando os aspectos da urbanização e ilhas de calor que podem aumentar as frequências de eventos extremos em áreas urbanas.

Nas instalações prediais de águas pluviais as calhas têm como principal função recolher e conduzir as águas das chuvas que atingem as edificações até um local adequado, minimizando assim os problemas relacionados à aparência e à durabilidade das construções civis (ROSA et al., 2020). O dimensionamento inadequado de calhas e condutores pode levar a transbordamento da calha e consequente surgimento de patologias. Nos eventos de chuva intensa podem ocorrer o transbordamento e o vazamento em calhas e condutores, que podem gerar algumas complicações para a edificação. Os problemas decorrentes deste fenômeno podem aparecer tanto em paredes como em pisos e fachadas. As complicações geradas a partir de infiltrações e umidades são problemas difíceis de serem corrigidos, contribuindo principalmente para as patologias desagradáveis que prejudicam a estrutura (VERÇOZA, 1991). Quando se trata de seção insuficiente de calhas e de condutores, isso pode ser ainda mais prejudicial, ocorrendo assim o transbordo de água, responsável por esses danos indesejáveis.

Torres & Silva (2015) destacam que patologias relacionadas com a umidade descendente são frequentemente atribuídas à deficiência no sistema de calhas e condutores pluviais. De acordo com Pepinelli et al. (2016), desde a antiguidade a água foi um grande objeto de estudo, e cada vez mais a patologia na construção civil ganha espaço principalmente devido a esse grande fator que influencia na degradação das construções como as variações climáticas. Morelli et al. (2012) citam que a chuva tem importância pela fonte de umidade que pode aumentar a degradação das paredes e fachadas.

Existem várias tabelas indicando a área do telhado a ser usada para determinadas calhas comerciais (TIGRE, 2022; AMANCO, 2008). Estas tabelas

são baseadas nas intensidades de chuva determinadas pelas equações de chuvas intensas apresentadas por Pfafstetter (1957). Back (2022) atualizou as equações IDF para o estado de Santa Catarina apresentando as equações IDF para chuvas com durações de 5 min a 1.440 minutos obtidas pela desagregação da chuva máxima diária baseada nas relações entre chuva de diferentes durações observadas em Santa Catarina.

Dessa forma este estudo teve como objetivo determinar as intensidades de chuvas para dimensionamento de calhas e condutores pluviais para o estado de Santa Catarina.

## Material e métodos

Para o presente trabalho foram usadas as equações IDF ajustadas por Back (2022) para 224 estações pluviométricas de Santa Catarina. Foi adotado o critério de exclusão das estações com série de dados inferior a 30 anos, reduzindo o número de estações pluviométricas para 176, sendo 164 estações da ANA e 12 estações da Epagri (Figura 1).

Através das equações IDF, foram calculadas as intensidades de chuva com duração de 5 minutos e um período de retorno de 25 anos, de forma que os seus valores ficassem atribuídos ao arquivo espacial *shapefile*. Assim, através do *software* de geoprocessamento ArcGIS 10.8 (ESRI), os dados das 176 estações pluviométricas e seus atributos (coeficientes da equação IDF) foram especializados geograficamente, possibilitando o uso das ferramentas de interpolação geoestatística, neste caso a *kriging ordinary*, sendo o método indicado para grandes áreas de estudo. O uso da ferramenta *Zonal Statistics* possibilitou realizar a etapa de cálculo da média dos pixels com seus devidos parâmetros estimados, utilizando o limite municipal de cada município do Estado para encontrar o resultado. Com isso foram representados em forma de mapa e tabela os valores de intensidade média estimada para cada município do estado de Santa Catarina. Com base na amplitude da intensidade observada no estado de Santa Catarina, foram deter-

minados cinco intervalos de intensidade de chuva, de 15mm h<sup>-1</sup>.

## Resultados e discussão

A Figura 2 representa a espacialização da intensidade da chuva com duração de 5 minutos e período de retorno de 25 anos para o estado de Santa Catarina. Observa-se que os maiores valores ocorrem na região de Florianópolis, Litoral Norte do Estado e na região do Extremo Oeste. Os menores valores ocorrem na região do Médio Vale do Itajaí. Essa variação da chuva já foi observada por Back & Bonetti (2014) e Back et al. (2021). Back (2000) também observou que na região de Florianópolis foram registrados vários eventos de chuvas intensas que influenciaram nos estudos das equações IDF.

A variação espacial das chuvas no Estado pode ser explicada por vários fatores, como a ação das massas de ar, o efeito do relevo e da distância do litoral (FETTER et al., 2018). Seluchi et al. (2017) destacam que a região leste do estado de Santa Catarina apresenta longo histórico de desastres naturais, destacando que a localização dentre as latitudes médias e subtropicais permite que tanto as massas de ar tropical quanto os sistemas frontais influenciem na região. Os autores analisam as características principais das frentes frias causadoras de chuvas intensas no litoral do Estado de Santa Catarina. Cardoso et al. (2020) destacam que vários desastres naturais que ocorrem em Santa Catarina, como os alagamentos e os deslizamentos, estão associados a sistemas meteorológicos estacionários, que resultam em vários dias de chuvas. Já as chuvas intensas tratadas neste trabalho são chuvas de curta duração, onde os processos convectivos ganham maior importância, justificando os maiores valores no litoral do Estado,

Nas Tabelas 1 a 5 encontram-se os valores médios das intensidades de chuva para cada município, de acordo respectivamente com as faixas de intensidade ilustradas na Figura 2.

Back & Bonetti (2014) apresentaram as intensidades de chuva com duração

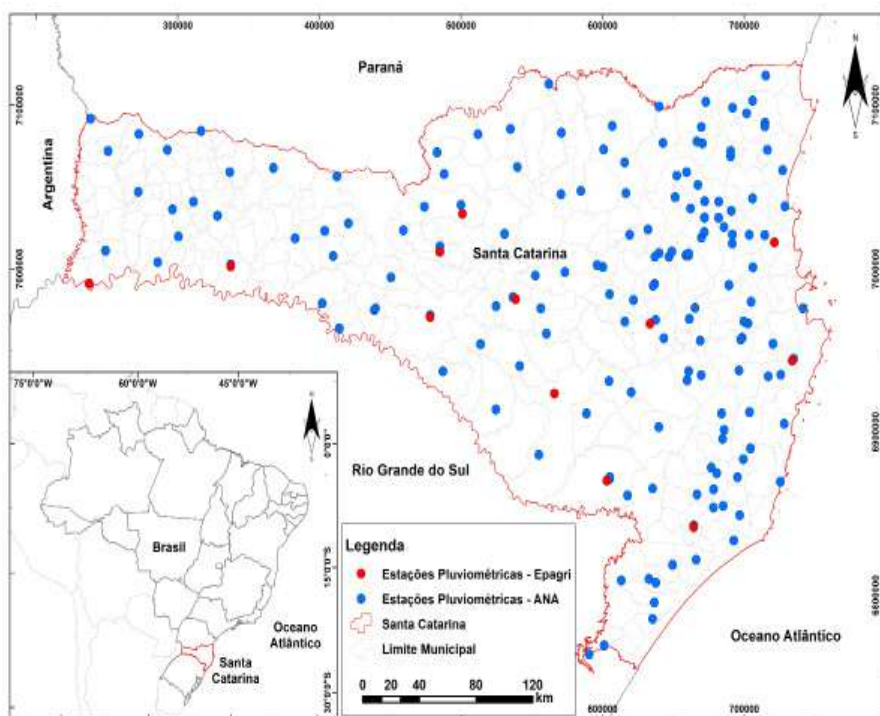


Figura 1. Distribuição das 176 estações pluviométricas selecionadas para o estudo em Santa Catarina, Brasil

Figure 1. Distribution of the 176 rainfall stations selected for the study in Santa Catarina, Brazil

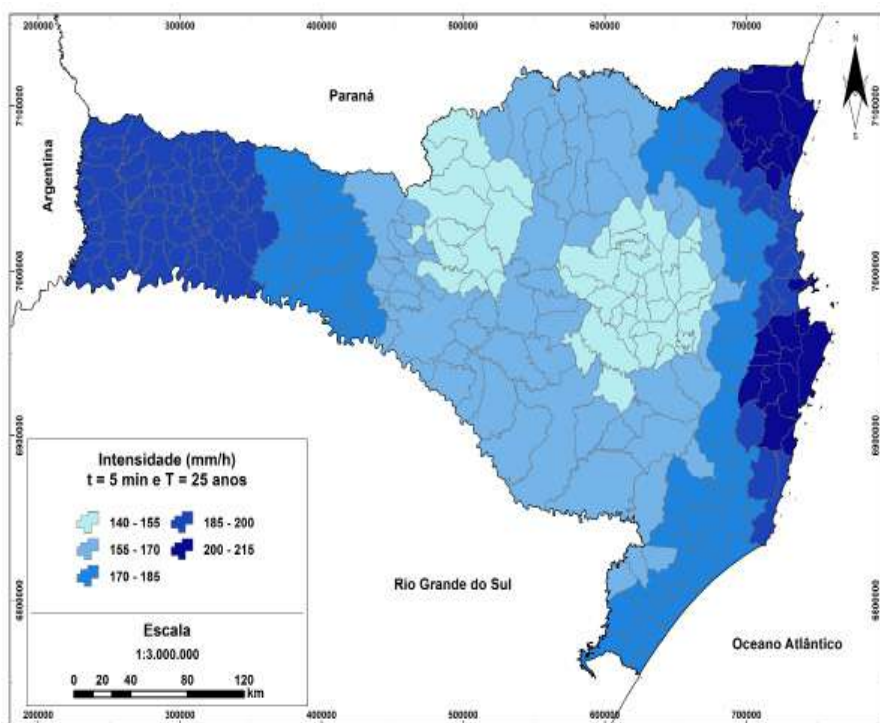


Figura 2. Intensidade média da chuva com duração de 5 minutos e período de retorno de 25 anos para cada município do estado de Santa Catarina, Brasil

Figure 2. Average rainfall intensity lasting 5 minutes and a return period of 25 years for each municipality in the state of Santa Catarina, Brazil

de 5 minutos, período e retorno de 1, 5 e 25 anos para 147 estações pluviométricas baseadas nas equações IDF usando os coeficientes de desagregação médios do Brasil (CETESB, 1986). Para o período e retorno de 25 anos, os autores obtiveram intensidades de chuva que variam de 162 a 390mm h<sup>-1</sup>, com média para o Estado de 218mm h<sup>-1</sup>. Observa-se que no presente estudo obtiveram-se valores menores de intensidade, o que em parte se explica pelo fato de usar os coeficientes de desagregação de chuva de Santa Catarina. Back et al. (2021) mostraram que para durações inferiores a 1 hora os coeficientes de desagregação da chuva de Santa Catarina implicam menores valores de chuva que os coeficientes médios do Brasil. Outro fator que justifica os menores valores foi a utilização de valores médios por município, o que dessa forma pode suavizar alguns valores pontuais mais extremos obtidos nas equações IDF.

Quando comparado com os valores de intensidade de chuva constantes na NBR 10844 (ABNT, 1989), que se baseiam nos trabalhos de Pfafstetter (1957), observam-se diferenças importantes. Dentre as 98 estações pluviográficas do Brasil, somente constam dados de três estações de Santa Catarina, localizadas nos municípios de Blumenau, Florianópolis e São Francisco do Sul, com intensidade de chuva de 152, 144 e 167mm h<sup>-1</sup> respectivamente. Observa-se que os valores obtidos para estas cidades foram 170,6, 212,0 e 213,7mm h<sup>-1</sup> respectivamente. Para estas cidades, mesmo usando os coeficientes de desagregação de Santa Catarina, os valores de intensidade foram bem superiores. O estudo de Back (2022) conta com várias estações pluviométricas como a de Blumenau, com mais de 60 anos de dados de observação, por isso eles são muito mais representativos que os trabalhos de Pfafstetter (1957), que tinham apenas 15 anos de dados. Para São Francisco do Sul não existem dados recentes de chuva, assim o valor foi obtido por interpolação no mapa (Figura 2), onde se observa (Figura 1) que vários municípios próximos possuem séries de dados de chuva recente superior a 30 anos. Para

Tabela 1. Intensidade da chuva com duração de 5 minutos e período de retorno de 25 ( $I_{5,25}$ ) para os municípios localizados na faixa de 140 a 155mm h<sup>-1</sup> no estado de Santa Catarina, Brasil

Table 1. Rainfall intensity lasting 5 minutes and return period of 25 ( $I_{5,25}$ ) for municipalities located in the range of 140 to 155mm h<sup>-1</sup> in Santa Catarina, Brazil

Município	$I_{5,25}$ (mm h <sup>-1</sup> )	Município	$I_{5,25}$ (mm h <sup>-1</sup> )
Agrolândia	151,9	Mirim Doce	152,8
Agronômica	146,2	Monte Carlo	154,1
Apiúna	146,3	Otacílio Costa	152,3
Arroio Trinta	154,0	Palmeira	154,8
Ascurra	146,5	Petrolândia	151,8
Atalanta	151,2	Porto União	152,8
Aurora	146,5	Pouso Redondo	149,1
Bocaina do Sul	154,9	Presidente Getúlio	144,2
Braço do Trombudo	150,9	Presidente Nereu	149,6
Caçador	151,1	Rio das Antas	151,0
Calmon	151,4	Rio do Oeste	146,1
Chapadão do Lageado	150,7	Rio do Sul	143,9
Dona Emma	144,9	Rodeio	154,2
Fraiburgo	152,8	Salete	150,0
Frei Rogério	154,9	Taió	151,3
Ibirama	143,8	Tangará	154,1
Imbuia	151,6	Timbó Grande	154,5
Ituporanga	148,9	Trombudo Central	146,9
José Boiteux	147,7	Vidal Ramos	153,5
Laurentino	144,7	Videira	152,4
Lebon Régis	153,8	Vitor Meireles	154,1
Lontras	143,8	Witmarsum	146,5
Matos Costa	152,0		

o município de Florianópolis obteve-se a intensidade de chuva de 27% superior à constante na norma ABNT (1989), porém 46% inferior ao índice citado por Back & Bonetti (2014).

No dimensionamento das calhas pluviais a vazão máxima é calculada pela fórmula racional como o produto da intensidade da chuva pela área de captação como expresso pela Equação 1:

$$Q = \frac{IA}{60} \quad (1)$$

Em que: I é a intensidade da chuva (mm h<sup>-1</sup>); A é a área de captação (m<sup>2</sup>); Q é a vazão máxima (l/min). Para o dimensionamento dos condutores verticais é comum a utilização de tabelas relacionando a área de contribuição em função da vazão máxima da calha e da intensidade da chuva conforme a Equação 2:

$$A = \frac{60Q}{I} \quad (2)$$

Tigre (2022) apresenta as áreas de contribuição para as calhas pluviais para as 98 cidades do Brasil com as equações de Pfafstetter (1957). As diferenças observadas nas intensidades de chuvas para os municípios do estado de Santa Catarina evidenciam a necessidade de atualização dessas tabelas e da própria norma da ABNT (1989). As tabelas de áreas máximas para o condutor podem ser expressas para diferentes faixas de intensidade de chuva. A Amanco (2008) apresenta tabelas de área máxima de contribuição para calhas semicircular com capacidade de 533L s<sup>-1</sup> em que a área de captação varia de 141 a 242m<sup>2</sup> para intensidade de chuva entre 132mm h<sup>-1</sup> e 242mm h<sup>-1</sup>. Da mesma forma Botelho & Ribeiro (1998) citam um método prático que fornece o diâmetro do tubo para as chuvas críticas de 120mm h<sup>-1</sup> e 150mm h<sup>-1</sup>. Bressan (2006) apresenta outras tabelas para dimensionamento do diâmetro do condutor vertical em função da intensidade de chuva que variam de 25 a 300mm h<sup>-1</sup>. Uma vez estabelecidas a intensidade da chuva do local e a vazão máxima da calha, podem-

Tabela 2. Intensidade da chuva com duração de 5 minutos e período de retorno de 25 ( $I_{5,25}$ ) para os municípios localizados na faixa de 155 a 170mm h<sup>-1</sup> no estado de Santa Catarina, Brasil

Table 2. Rainfall intensity lasting 5 minutes and return period of 25 ( $I_{5,25}$ ) for municipalities located in the range of 155 to 170mm h<sup>-1</sup> in Santa Catarina, Brazil

Município	$I_{5,25}$ (mm h <sup>-1</sup> )	Município	$I_{5,25}$ (mm h <sup>-1</sup> )
Abdon Batista	165,7	Lages	165,6
Água Doce	164,0	Leoberto Leal	164,4
Alfredo Wagner	160,7	Luzerna	163,5
Anita Garibaldi	165,5	Macieira	155,3
Bela Vista do Toldo	163,5	Mafra	168,8
Benedito Novo	157,3	Major Vieira	166,3
Bom Jardim da Serra	169,8	Monte Castelo	164,6
Bom Retiro	155,9	Nova Veneza	169,6
Botuverá	169,4	Painel	163,6
Brunópolis	158,5	Papanduva	167,4
Campo Belo do Sul	164,7	Pinheiro Preto	155,7
Campos Novos	163,8	Ponte Alta	155,1
Canoinhas	162,1	Ponte Alta do Norte	156,3
Capão Alto	168,0	Rio do Campo	155,3
Celso Ramos	168,8	Rio Rufino	158,5
Cerro Negro	163,9	Salto Veloso	158,3
Correia Pinto	160,1	Santa Cecília	157,5
Curitibanos	157,4	Santa Terezinha	165,2
Doutor Pedrinho	162,9	São Cristóvão do Sul	155,1
Erval Velho	166,6	São Joaquim	165,8
Grão-Pará	169,9	São José do Cerrito	162,5
Herval d'Oeste	164,0	Timbé do Sul	169,1
Ibiam	156,5	Timbó	165,5
Ibicaré	157,6	Três Barras	168,0
Indaial	158,6	Treze Tílias	160,4
Iomerê	155,6	Urubici	160,3
Irineópolis	155,2	Urupema	161,0
Itaiópolis	167,1	Vargem	162,2
Joaçaba	168,4	Zortéa	168,6
Lacerdópolis	168,6		

se substituir essas tabelas pelo emprego da Equação 2.

## Conclusões

No estado de Santa Catarina ocorre uma grande variação espacial da intensidade da chuva a ser usada no dimensionamento das calhas pluviais.

Para o período de retorno de 25 e duração de 5 minutos, a intensidade da chuva varia de 140 a 215mm h<sup>-1</sup>.

As maiores intensidades foram observadas no Litoral Norte, região de Florianópolis e Oeste do estado, e as menores intensidades são observadas no Médio Vale do Itajaí.

Com as intensidades de chuva obtidas no estudo deve-se revisar as tabelas de dimensionamento de calhas e condutores verticais para os municípios de Santa Catarina.

## Referências

AMANCO DO BRASIL LTDA. **Soluções Amanco Linha Predial**. 4ª Ed. 2008. 174p.

ASAE STANDARDS. S268.5 Design, Layout, Construction and Maintenance of Terrace Systems. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, Michigan.2012. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10844: Instalações Prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro,1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR15527: Água de chuva-aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis-requisitos**. Rio de Janeiro, 2019. 10p.

BACK, Á.J. **Chuvas intensas e estimativas da chuva de projeto para o estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2022 p.204.

BACK, Á.J.; BONETTI, A.V. Chuva de projeto para instalações prediais de águas pluviais de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.19, n.4, p.260-267, 2014.

BACK, Á.J.; WILDNER, L.P.; PEREIRA, J.R. Chuvas intensas para projetos de conservação do solo e da água no estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.34, p.65-72, 2021.



Tabela 3. Intensidade da chuva com duração de 5 minutos e período de retorno de 25 ( $I_{5,25}$ ) para os municípios localizados na faixa de 170 a 185mm h<sup>-1</sup> no estado de Santa Catarina, Brasil

Table 3. Rainfall intensity lasting 5 minutes and return period of 25 ( $I_{5,25}$ ) for municipalities located in the range of 170 to 185mm h<sup>-1</sup> in Santa Catarina, Brazil

Município	$I_{5,25}$ (mm h <sup>-1</sup> )	Município	$I_{5,25}$ (mm h <sup>-1</sup> )
Abelardo Luz	184,7	Maracajá	177,9
Alto Bela Vista	173,6	Meleiro	173,4
Angelina	183,4	Morro da Fumaça	181,2
Anitápolis	172,9	Morro Grande	170,0
Arabutã	181,1	Nova Trento	179,0
Araranguá	178,3	Orleans	173,4
Armazém	179,1	Ouro	171,5
Arvoredo	184,7	Ouro Verde	183,9
Balneário Arroio do Silva	178,4	Passo de Torres	176,0
Balneário Gaivota	177,5	Passos Maia	176,1
Balneário Rincão	180,8	Pedras Grandes	182,4
Blumenau	170,6	Peritiba	172,4
Bom Jesus	184,9	Pescaria Brava	182,2
Braço do Norte	177,7	Piratuba	173,0
Brusque	183,4	Pomerode	172,0
Capinzal	170,7	Ponte Serrada	176,8
Capivari de Baixo	183,9	Praia Grande	172,1
Catanduvás	172,1	Presidente Castello Branco	172,4
Cocal do Sul	179,9	Rancho Queimado	176,5
Concórdia	177,7	Rio dos Cedros	170,7
Corupá	177,6	Rio Fortuna	171,2
Criciúma	177,1	Rio Negrinho	170,0
Ermo	174,2	Sangão	181,6
Faxinal dos Guedes	183,5	Santa Rosa de Lima	170,4
Forquilha	174,7	Santa Rosa do Sul	173,8
Gaspar	176,7	São Bento do Sul	182,6
Gravatal	182,0	São João do Sul	173,7
Guabiruba	173,9	São Ludgero	182,2
Içara	180,1	São Martinho	180,5
Ilhota	182,7	Seara	184,1
Ipira	172,4	Siderópolis	171,8
Ipumirim	183,3	Sombrio	175,5
Irani	177,3	Treviso	171,1
Itá	181,8	Treze de Maio	181,9
Jaborá	173,5	Tubarão	183,4
Jacinto Machado	173,0	Turvo	173,8
Jaguaruna	182,4	Urussanga	178,7
Lauro Müller	171,6	Vargeão	182,9
Lindóia do Sul	181,0	Vargem Bonita	173,2
Major Gercino	181,2	Xavantina	184,5

Tabela 4. Intensidade da chuva com duração de 5 minutos e período de retorno de 25 ( $I_{5,25}$ ) para os municípios localizados na faixa de 185 a 200mm h<sup>-1</sup> no estado de Santa Catarina, Brasil

Table 4. Rainfall intensity lasting 5 minutes and return period of 25 ( $I_{5,25}$ ) for municipalities located in the range of 185 to 200mm h<sup>-1</sup> in Santa Catarina, Brazil

Município	$I_{5,25}$ (mm h <sup>-1</sup> )	Município	$I_{5,25}$ (mm h <sup>-1</sup> )
Águas de Chapecó	191,5	Luiz Alves	187,7
Águas Frias	189,7	Maravilha	192,6
Anchieta	193,4	Marema	188,7
Balneário Camboriú	190,1	Massaranduba	190,0
Balneário Piçarras	189,8	Modelo	190,8
Bandeirante	194,2	Mondaí	193,5
Barra Bonita	195,0	Navegantes	187,3
Barra Velha	197,6	Nova Erechim	190,2
Belmonte	193,9	Nova Itaberaba	189,9
Bom Jesus do Oeste	192,5	Novo Horizonte	192,0
Caibi	193,5	Paial	185,2
Camboriú	189,6	Palma Sola	194,6
Campo Alegre	194,9	Palmitos	192,8
Campo Erê	193,6	Paraíso	195,2
Canelinha	192,3	Penha	189,1
Caxambu do Sul	190,9	Pinhalzinho	190,1
Chapecó	185,9	Planalto Alegre	190,2
Cordilheira Alta	186,9	Princesa	195,2
Coronel Freitas	189,2	Quilombo	189,7
Coronel Martins	190,5	Riqueza	193,5
Cunha Porã	193,1	Romelândia	192,8
Cunhataí	192,1	Saltinho	192,5
Descanso	193,9	Santa Helena	193,9
Dionísio Cerqueira	195,1	Santa Terezinha do Progresso	192,7
Entre Rios	189,3	Santiago do Sul	190,5
Flor do Sertão	193,9	São Bernardino	192,8
Formosa do Sul	190,4	São Bonifácio	192,0
Galvão	190,5	São Carlos	192,1
Guaraciaba	195,2	São Domingos	190,1
Guarujá do Sul	195,1	São João Batista	197,8
Guatambú	188,6	São João do Oeste	193,6
Imaruí	185,8	São José do Cedro	195,1
Imbituba	189,5	São Lourenço do Oeste	192,6
Iporã do Oeste	193,7	São Miguel da Boa Vista	192,3
Ipuçu	188,2	São Miguel do Oeste	194,4
Iraceminha	193,6	Saudades	190,7
Irati	190,1	Serra Alta	191,9
Itajaí	185,7	Sul Brasil	190,4
Itapema	192,7	Tigrinhos	192,5
Itapiranga	193,8	Tijucas	198,1
Jaraguá do Sul	188,7	Tunápolis	193,9
Jardinópolis	189,7	União do Oeste	189,7
Jupiaí	192,1	Xanxerê	185,1
Laguna	185,8	Xaxim	185,7
Lajeado Grande	186,7		

Tabela 5. Intensidade da chuva com duração de 5 minutos e período de retorno de 25 ( $I_{5,25}$ ) para os municípios localizados na faixa de 200 a 215mm h<sup>-1</sup> no estado de Santa Catarina, Brasil

Table 5. Rainfall intensity lasting 5 minutes and return period of 25 ( $I_{5,25}$ ) for municipalities located in the range of 200 to 215mm h<sup>-1</sup> in Santa Catarina, Brazil

Município	$I_{5,25}$ (mm h <sup>-1</sup> )	Município	$I_{5,25}$ (mm h <sup>-1</sup> )
Águas Mornas	200,4	Itapoá	204,8
Antônio Carlos	209,7	Joinville	203,0
Araquari	211,6	Palhoça	214,1
Balneário Barra do Sul	213,2	Paulo Lopes	201,9
Biguaçu	208,6	Porto Belo	201,1
Bombinhas	207,5	Santo Amaro da Imperatriz	212,3
Florianópolis	213,7	São Francisco do Sul	212,0
Garopaba	201,3	São João do Itaperiú	201,4
Garuva	201,9	São José	212,8
Governador Celso Ramos	207,4	São Pedro de Alcântara	208,6
Guaramirim	206,0	Schroeder	200,8

BACK, Á.J. Relação Intensidade-Duração-Frequência de Chuvas intensas de Florianópolis, SC. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.5, p.126-132, 2000.

BOTELHO, M.H.C.; RIBEIRO Jr., G. de A. **Instalações hidráulicas prediais feitas para durar usando tubos de PVC**. São Paulo: ProEditores, 1998. 230p. il.

BRESSAN, C.P. **Levantamento de técnicas para o dimensionamento de condutores verticais em instalações prediais de águas pluviais**. Monografia Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil. Universidade São Francisco – USF, Itatiba, SP. 2006. 48p.

CARDOSO, C.S.; QUADRO, M.F.L. de; BONETTI, C. Persistência e abrangência dos eventos extremos de precipitação no Sul do Brasil: Variabilidade Espacial e Padrões Atmosféricos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.35, .2, p.219-231, 2020.

CETESB. **Drenagem urbana** – manual de projeto. 3. ed. São Paulo: Cetesb, 1986.

FETTER, R.; OLIVEIRA, C.H. de; STEINKE, E.T. Um Índice para Avaliação da Variabilidade Espaço-Temporal das Chuvas no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n.

2, 225-237, 2018

MARANGONI, T.T.; OLIVEIRA, J.N. de; LIBÂNIO, M. Avaliação quantitativa e qualitativa do emprego de paredes como nova perspectiva para captação de água de chuva. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.24, n.3, p.575-584, 2019.

MORELLI, F.; LIMA, M.G; SOUZA JUNIOR, W.C. Influência do ambiente natural sobre o ambiente construído: um estudo sobre o índice de chuva dirigida. **Ambiente & Sociedade**, v.15, n.1, p.41-52, 2012.

PEPINELLI, G.R.; SILVA, I.C.M.; FREITAS; STARADUB, S.; CAMPOS, R.V.M. **Patologia da construção Civil**. 2016. Disponível em: <https://concepar.grupointegrado.br/resumo/patologia-da-construcao-civil/480/1129>. Acesso em: 14/11/2022.

PFALSTETTER, O. **Chuvas intensas no Brasil**. Rio de Janeiro: DNOS, 1957. 419p.

REZENDE, J.H.; TECEDOR, N. Aproveitamento de água de chuva de cobertura em edificações: dimensionamento do reservatório pelos métodos descritos na NBR 15527. **Revista Ambiente & Água**, n.12, v.6, p.1040-1056, 2017.

ROSA, B.H.; CORRÊA, F.V.; THABALDI, M.S.

Dimensionamento de calhas retangulares para instalações prediais de águas pluviais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS, 13, Porto Alegre, 2020. **Anais [...]** Porto Alegre, 2020.

SELUCHI, M.; BEU, C.; ANDRADE, K.M. Características das frentes frias causadoras de chuvas intensas no leste de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.32, n.1, p.25-37, 2017.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo, Navegar editora, 2011. 208p.

TORRES, A.S.; SILVA, J.N. da. Patologias nos sistemas construtivos das edificações do início do século XX no Sul do Rio Grande do Sul – Estudo de caso de residência na cidade de Rio Grande. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v.10, n.2, p. 39-55, 2015.

TIGRE BRASIL. Tigre linha Aquapluv. Disponível em: [https://tigrecombrrod.s3.amazonaws.com/export.tigre.com/files/arquivos/catalogos/Aquapluv\\_0.pdf](https://tigrecombrrod.s3.amazonaws.com/export.tigre.com/files/arquivos/catalogos/Aquapluv_0.pdf). Acesso em: 14/11/2022.

VERÇOZA, E.J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.

# Rooting of cuttings of *Feijoa sellowiana* with the use of antioxidants



Jacqueline Claudino da Silva<sup>1</sup>, Luiza da Silva Tognon<sup>1</sup>, Yago Guedes Martins<sup>2</sup>, Karine Louise dos Santos<sup>3</sup>, Luciano Picolotto<sup>4</sup>, Leonardo Araújo<sup>5</sup> and Kelen Haygert Lencina<sup>3</sup>

**Abstract** – *Feijoa sellowiana* O. Berg is a native fruit with great potential for cultivation, but Brazil has few orchards on a commercial scale. One of the difficulties in expanding production is linked to obtaining clonal plantlets due to the lack of efficient protocols for vegetative propagation. Thus, this study aimed to evaluate the efficiency of the antioxidant polyvinylpyrrolidone (PVP) in cuttings of *F. sellowiana*. Different concentrations of PVP (0, 2,000, and 4,000mg L<sup>-1</sup>), applied systemically, were tested in immersion and associated with a solution of indolebutyric acid (IBA). The application of 4,000mg L<sup>-1</sup> of PVP in systemic form resulted in the highest percentages of survival and shooting (47.1% and 25%, respectively) and maximized callus formation (50%) at 90 days of cultivation and rooting (47.5%) at 120 days. The use of PVP favors the vegetative propagation of *F. sellowiana* by cuttings and may be a relevant tool in the clonal propagation of the species.

**Index terms:** Vegetative propagation; Adventitious rooting; PVP.

## Enraizamento de estacas de *Feijoa sellowiana* com uso de antioxidante

**Resumo** – *Feijoa sellowiana* O. Berg é uma frutífera nativa de grande potencial de cultivo, porém no Brasil existem poucos pomares em escala comercial. Uma das dificuldades à expansão da produção está vinculada a obtenção de mudas clonais pela escassez de protocolos eficientes para a propagação vegetativa. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do antioxidante polivinilpirrolidona (PVP) na estaca de *F. sellowiana*. Para isso foram testadas diferentes concentrações de PVP (0, 2000 e 4000mg L<sup>-1</sup>) aplicados de forma sistêmica, em imersão e associado à solução de ácido indolbutírico (AIB). A aplicação de 4000mg L<sup>-1</sup> de PVP na forma sistêmica resultou nas maiores porcentagens de sobrevivência e brotação (47,1 e 25,0%, respectivamente), bem como foi maximizou a formação de calos (50,0%) aos 90 dias e de raízes (47,5%) aos 120 dias de cultivo. O uso de antioxidante polivinilpirrolidona favorece a propagação vegetativa de *F. sellowiana* por estaca, podendo apresentar-se como relevante ferramenta na propagação clonal da espécie.

**Termos para indexação:** Propagação vegetativa; Enraizamento adventício; PVP.

## Introduction

Brazil is a country rich in plant biodiversity, with many native fruit species (NEGRI et al., 2016) with potential for commercial production and income generation (AMARANTE et al., 2017). Among these species, *Feijoa sellowiana* O. Berg, a synonym of *Acca sellowiana* and popularly known as pineapple guava (*goiabeira-serrana* in Portuguese), belongs to the Myrtaceae family and is native to the Southern Brazilian plateau, northeastern Uruguay, and parts of Argentina (MATTOS, 1954; MATTOS, 1986; MATTOS, 1990; KELLER & TRESSSENS, 2007). Despite its

natural occurrence and potential, the cultivation of *F. sellowiana* is restricted to small areas, but with prospects for expansion (AMARANTE et al., 2017). It is cultivated commercially in New Zealand and Colombia, countries that have significant production and export the fruit, including to Brazil (PARRA-CORONADO et al., 2015). In this sense, the possibility of use in several by-products, the nutraceutical and pharmacological properties of the fruit, its adaptation to the climatic conditions of the region, and, above all, the fact that it is native to the country evidences the need for investment in research aimed at advances related to

autecology and cultural management of the species (OLIVEIRA et al., 2021; SANTOS et al., 2021).

One of the significant limitations that hinder the popularization of the species in Brazil is the need for efficient methodologies for plantlets production (AMARANTE et al., 2013), especially by vegetative propagation. Although Souza (2013) obtained promising results with the grafting technique, other researchers consider that the propagation of *F. sellowiana* presents difficulties when using the cutting, grafting, micropropagation, and stump layering methods (ROSS & GRASSO, 2010; PASA et al., 2018). This situation

Received on 01/03/2023. Accepted for publication on 02/06/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i2.1601>

<sup>1</sup> Mestrandas no Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais – PPGEAN da Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia Ulysses Gaboardi, Km 5, 89520-000 Curitiba, SC, e-mail: jaqqquesil33@gmail.com e luiza\_tognon@hotmail.com, respectivamente.

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Florestal, UFSC, Rodovia Ulysses Gaboardi, Km 5, 89520-000 Curitiba, SC, e-mail: yago\_gm@hotmail.com.

<sup>3</sup> Professoras vinculadas ao Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais – PPGEAN da Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia Ulysses Gaboardi, Km 5, 89520-000 Curitiba, SC, e-mail: karine.santos@ufsc.br e kelen.lencina@ufsc.br, respectivamente.

<sup>4</sup> Professor da Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia Ulysses Gaboardi, Km 5, 89520-000 Curitiba, SC, e-mail: picolotto.l@ufsc.br

<sup>5</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Laboratório de Fitopatologia, Epagri – Estação Experimental de São Joaquim. São Joaquim, SC, Brasil. E-mail: leonardoaraujo@epagri.sc.gov.br

hinders the homogeneity of both the orchards (FRAZON et al., 2004; PASA et al., 2018) and, in the case of *F. sellowiana*, the expansion of productive areas.

In order to contribute to overcoming these limitations, cuttings are included, since this is one of the most common, accessible, and practical clonal multiplication techniques, consisting of the adventitious rooting of vegetative propagules known as cuttings, which are taken from mother plants with the desired characteristics. Adventitious rooting, in turn, is an essential process for successful propagation and depends on factors such as temperature, brightness, humidity, type of cutting, cutting time, plant hormones, and genotypes (PASA et al., 2018).

In general, species are classified according to their ability to form adventitious roots, from easy-to-root to recalcitrant species, that is, species that are difficult to root. *F. sellowiana* is considered recalcitrant, which, according to Timm et al. (2014), is related to the high amount of phenolic compounds produced by the species, promoting the rapid oxidation of cuttings. Phenolic compounds are released in lesions or cuts as a rapid defense against infections, serving as substrates for enzymes such as peroxidases, polyphenol oxidases (JANEIRO, 2011), and oxidases. Oxidative enzymes degrade and inhibit indoleacetic acid (AIA), an auxin associated with cell hypertrophy and plant growth (FERREIRA et al., 2017).

Thus, the use of antioxidants in asexual propagation is an alternative to circumvent this limitation, since these substances inactivate free radicals and reduce or prevent intoxication of cuttings by the release of phenolic compounds (ARAÚJO, 1985). However, although phenolic compounds are harmful to cuttings, these compounds are also essential for plants, as they regulate the oxidation of AIA, which are phytohormones responsible for root induction (HARTMANN et al., 2018; BEZERRA et al., 2014; STEFANEL et al., 2021). Therefore, the adjustment between these compounds in the plant is necessary to promote an antioxidant effect. Among the

substances with this effect, we highlight citric acid, ascorbic acid, activated charcoal, polyvinylpyrrolidone (PVP), dithiothreitol, among others (GOULART et al., 2010).

Thus, considering the commercial potential of *F. sellowiana*, the difficulty in adventitious rooting, and the need to find a fine adjustment in the use of antioxidant compounds that efficiently enable plantlets production, this study aimed to evaluate the antioxidant PVP in the vegetative propagation of *F. sellowiana* by cuttings.

## Material and methods

The plant materials used in this study were epicormic shoots formed at the base of 10 *Feijoa sellowiana* plants selected considering shoot production. The donor plants were from the agricultural experimental area of the Federal University of Santa Catarina, Campus Curitibanos. Access to native genetic material followed the requirements of Law No. 13,123/2015, with registration at the Genetic Heritage Management Council No. A3B7DCD.

Three ways of applying the antioxidant PVP, at three concentrations (0, 2,000, and 4,000mg L<sup>-1</sup>), were tested: systemic application; treatment in a phytohormone solution of indolebutyric acid (IBA); and immersed cuttings. In systemic application, immediately after collection, the bases of part of the epicormic shoots were immersed in PVP solution at different concentrations (0, 2,000, and 4,000mg L<sup>-1</sup>) (Figure 1A) for 3,600 seconds. The principle of this treatment is that the antioxidant solution placed in contact with the base of the shoot is absorbed and translocated with the sap to all parts of the plant via the vascular system (xylem). The control treatment (0mg L<sup>-1</sup>) consisted of keeping the bases of the shoots in distilled water. After 3,600 seconds, the shoots were sectioned into 2 to 5cm long cuttings, keeping two pairs of leaves with 50% of their leaf area. All cuttings were treated for 10 seconds in a hydroalcoholic solution of IBA at a concentration of 2,000mg L<sup>-1</sup> (Figure 1). For the other two forms of application (phytohormone solution and immersed

cuttings), the epicormic shoots were collected and immediately sectioned into 2 to 5cm long cuttings, keeping two pairs of leaves with 50% of the leaf area. Therefore, these two treatments differ from the first because PVP is applied after the cuttings are made, while in the systemic treatment, it is applied to the entire epicormic shoot and the cuttings are made only after 3,600 seconds of treatment in an antioxidant solution.

For the application in a phytohormone solution, the cuttings were treated for 10 seconds in a hydroalcoholic solution of IBA at a concentration of 2,000mg L<sup>-1</sup> containing, in association, the different concentrations of PVP (0, 2,000, and 4,000mg L<sup>-1</sup>) (Figure 1B). For the treatment with immersed cuttings, immediately after making the cuttings, they were immersed in containers with a solution with different concentrations of PVP (0, 2,000, and 4,000mg L<sup>-1</sup>) for 3,600 seconds (Figure 1C). After this period, the bases of the cuttings were treated for 10 seconds in a hydroalcoholic solution with 2,000mg L<sup>-1</sup> of IBA.

After the treatments, the cuttings were cultivated in Styrofoam trays with 128 alveoli and medium grain vermiculite, and kept in a humid chamber, with intermittent nebulization irrigation. The relative humidity was maintained at around 85% and the temperature at 25±2°C.

The experimental design used was completely randomized in a 3×3 factorial scheme (forms of application and concentrations of PVP), with ten repetitions of four cuttings each. At 30, 60, 90, and 120 days, the cuttings were evaluated for percentages of survival, sprouting, callus formation, and rooting of the cuttings. The data were tested for normality and homogeneity of variances and ANOVA was used to interpret the results. In cases of significant differences, the means were compared using Tukey's test at 5% error probability using the R Core Team (2020) software.

## Results and discussion

We observed neither a significant interaction between the factors nor a significant influence of the



Figure 1. Epicormic shoots of *F. sellowiana* in PVP antioxidant solution for systemic treatment (A); cuttings with their bases immersed in IBA and PVP antioxidant solution (B); and cuttings immersed in an antioxidant solution (C)

Photos: Jacqueline Claudino da Silva

Figura 1. Brotos epicórmicos de *F. sellowiana* em solução de antioxidante PVP para tratamento sistêmico (A); estacas com as bases imersas em solução de AIB e antioxidante PVP (B); e estacas imersas em solução de antioxidante (C)

Fotos: Jacqueline Claudino da Silva

isolated factors on the percentage of survival and sprouting of cuttings of *F. sellowiana* at 30, 60, 90, and 120 days of cultivation in a humid chamber. Regardless of the treatment, mean survival rates remained high at 30 and 60 days of cultivation (95.0% and 86.1%, respectively), reducing to 64.2% at 90 days and 39.4% at 120 days (Figures 2A and 2B). Sprouting increased from 11.6% at 30 days to 35% at 60 days of cultivation and decreased to 21.9% at 120 days (Figures 2C and 2D). These results show that the cuttings reach their maximum sprouting at 60 days; after this period, if no roots are formed, the cuttings tend to die (Figure 2).

At 30 days, the base of the cuttings showed no callus formation. At 60 and 90 days, we observed formed calluses and a significant interaction between the factors tested for this variable. The highest callogenesis responses occurred in systemic treatments with 2,000 and 4,000mg L<sup>-1</sup> of PVP and at 60 and 90 days in the treatment in IBA solution with 2,000mg L<sup>-1</sup> of PVP (Table 1). For Bressaneli (2017), the presence of calluses at the bases of mini cuttings of *F. sellowiana* did not indicate the formation of adventitious roots, but they are indicative of cell differentiation. According to Silva et al. (2012), the presence of calluses in olive tree cuttings indicates cell differentiation, suggesting the formation of early adventitious

roots, and *F. sellowiana* may have this same behavior (Table 2).

Regarding the rooting percentage, the tested treatments showed no significant interaction. At 30 days, we observed root formation in plants subjected to the systemic treatment, but without differing from the other forms of application (Figure 3A), and the application of 4,000mg L<sup>-1</sup> of PVP, which showed the same behavior compared to

the other concentrations (Figure 3B). At 60 and 90 days, the influence of isolated culture factors was evident (Figure 3). The systemic treatment resulted in the highest rooting percentage, but without differing from the treatment with immersed cuttings (Figure 3A). For the application of 4,000mg L<sup>-1</sup> of PVP, the result was significantly higher than the other concentrations for the same cultivation period (Figure 3B).

Table 1. Percentage of callus formation in cuttings of *F. sellowiana* at 60 and 90 days in a humid chamber after treatment with different forms of application and concentrations of polyvinylpyrrolidone (PVP)

Tabela 1. Porcentagem de formação de calos em estacas de *F. sellowiana* aos 60 e 90 dias em câmara úmida após tratamento com diferentes formas de aplicação e concentrações de polivinilpirrolidona (PVP)

PVP concentration (mg L <sup>-1</sup> )	PVP treatments / % callus formation		
	Systemic at 60 days	IBA solution	Immersion
0	17.5 aA	20.0 abA	20.0 aA
2,000	37.52 aA	40.0 aA	22.5 aA
4,000	37.5 aA	7.5 bB	30.0 aAB
Mean	30.8	22.5	24.2
CV (%)	85.5		
At 90 days			
0	17.5 bA	27.5 aA	27.5 aA
2000	40.0 abA	40.0 aA	30.0 aA
4000	50.0 aA	12.5 aB	35.0 aAB
Mean	35.8	26.7	30.8
CV (%)	79.5		

\* Values followed by the same lower case letter in the vertical and capital letter in the horizontal do not differ by Tukey's test at 5% probability of error.

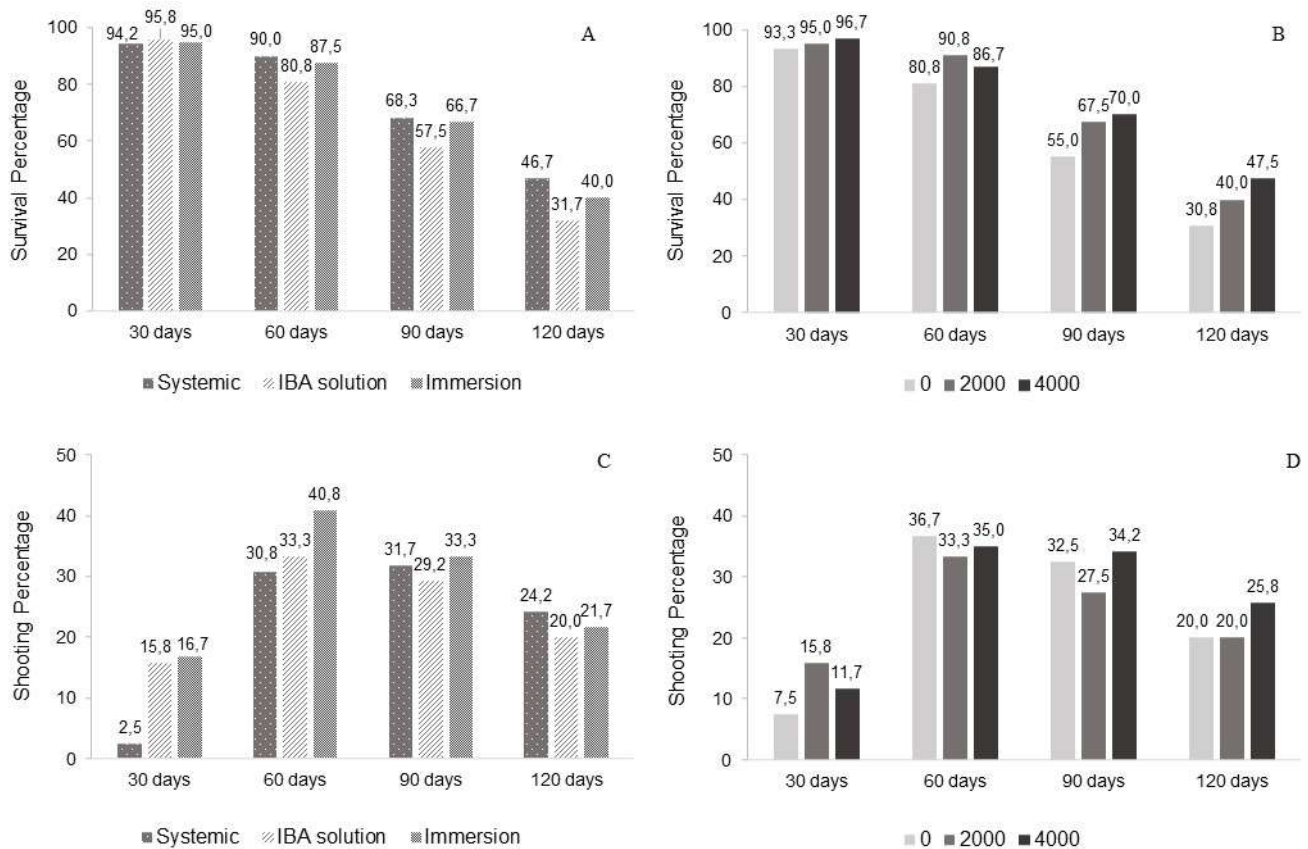


Figure 2. Survival and sprouting percentage of cuttings of *F. sellowiana* in different forms of application (A and C, respectively) and with different concentrations of PVP (B and D, respectively) at 30, 60, 90, and 120 days of cultivation in a humid chamber

Figura 2. Porcentagem de sobrevivência e de brotação de estacas de *F. sellowiana* em diferentes formas de aplicação (A e C, respectivamente) e com diferentes concentrações de PVP (B e D, respectivamente) aos 30, 60, 90 e 120 dias de cultivo em câmara úmida

Although Hartmann et al. (2018) explain that early-sprouting cuttings do not emit adventitious roots due to competition for carbohydrates for root and shoot formation and hormonal imbalance in the cuttings, this apparently did not occur in *F. sellowiana*, since the rooting percentage showed an increasing trend after 60 days.

At 120 days, we observed a significant interaction between the factors tested, and the systemic treatment with 4,000mg L<sup>-1</sup> of PVP showed the highest rooting (Table 2). *F. sellowiana* is a species of the Myrtaceae family that has, at the cutting point of the propagules, high rates of oxidation of phenolic compounds present in large quantities in the tissues, a factor responsible for the reduced rooting capacity of these species (FACHINELLO et al., 1995). Thus, the use of antioxidant substances, such as PVP, can

be beneficial in the adventitious rooting process, since PVP adsorbs phenols released by plant tissues through hydrogen bonds, preventing oxidation and polymerization and adsorbing products related to phenolic oxidation (GOULART et al., 2010).

The results obtained in this study are in line with Goulart et al. (2010), who observed the best results with the application of 4,000 mg L<sup>-1</sup> of PVP in the rooting of mini cuttings in clones of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* (Myrtaceae). In their study, the PVP application method used was associated in IBA solution and they did not test other methods (GOULART et al., 2010).

On the other hand, the study by Martins et al. (2022) found high concentrations of phenolic compounds in the cambial region of rooted cuttings, suggesting a positive influence of these compounds on adventitious

rooting. Similarly, Wu & Toit (2011) recommend the exogenous application of phenolic compounds at the bases of cuttings of *Protea cynaroides* L. to stimulate root formation. This would explain the ineffectiveness of applying antioxidants for the rooting of cuttings of species such as *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) (BERGO & MENDES, 2000) and *Vaccinium myrtillus* (Ericaceae) (HOFFMANN et al., 1995).

Interestingly, Coutinho et al. (1992), when testing the use of PVP associated with IBA, observed no rooting stimulatory effect in cuttings of *F. sellowiana*, the same species evaluated in this study. Thus, in this case, the ineffectiveness of PVP in rooting is more related to how the antioxidant is applied. The antioxidant may have been influenced only during the period of immersion of the base of the cuttings, but after placement in the substrate,

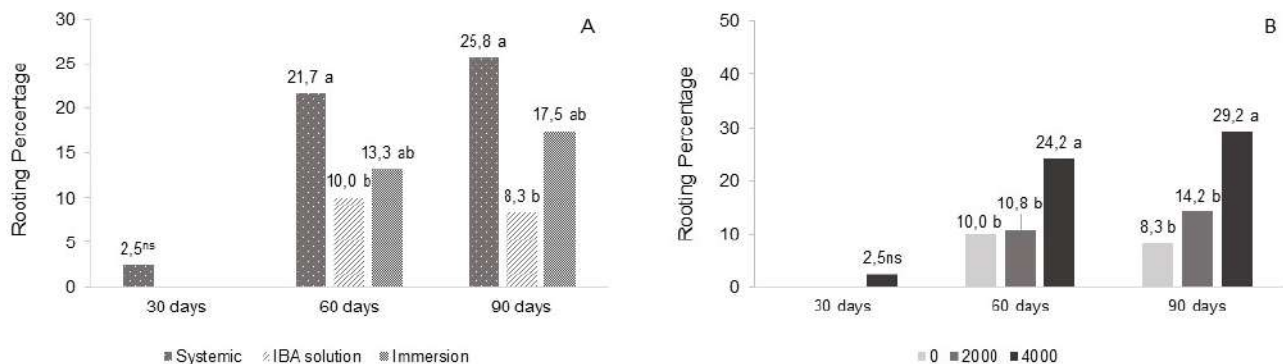


Figure 3. Rooting percentage of cuttings of *F. sellowiana* in different forms of application (A); and with different concentrations of PVP (B); at 30, 60, and 90 days of cultivation in a humid chamber

Values followed by the same letter in bars of the same color were not different from each other by Tukey's test at 5% probability of error  
 Figura 3. Porcentagem de enraizamento em estacas de *F. sellowiana* em diferentes formas de aplicação (A); e com diferentes concentrações de PVP (B); aos 30, 60 e 90 dias de cultivo em câmara úmida

Valores seguidos de mesma letra nas barras de mesma cor não diferentes entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

oxidation may have occurred again (HOFFMANN et al., 1995).

The cutting of epicormic shoots treated systemically with 4,000mg L<sup>-1</sup> of PVP resulted in root formation in 47.5% of the cuttings, which is a promising result for cloning the species, since propagation by cuttings, to date, has not been feasible due to the recalcitrance to adventitious rooting obtained in studies performed with the species, with values ranging from 0% to 32% (DUARTE et al., 1992; FIGUEIREDO et al., 1995; BRESSANELI, 2017). Thus, further studies are recommended, addressing especially the invigoration/rejuvenation of propagules, the evaluation of other antioxidant substances, and the concentrations of substrate and IBA that favor adventitious rooting and make the technique viable for cloning the species.

## Conclusion

The use of the antioxidant polyvinylpyrrolidone favors the vegetative propagation of *F. sellowiana* by cuttings.

## References

AMARANTE, C.V.T.; SANTOS, K.L. Goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v.33, n.1, p.001-334, 2011.

AMARANTE, C.V.T.; SOUZA, A.G.; BENINCÁ, T.D.T.; STEFFENS, C.A. Fruit quality of Brazilian

Table 2. Rooting percentage in cuttings of *F. sellowiana* subjected to different forms of application and concentrations of polyvinylpyrrolidone (PVP) after 120 days in a humid chamber

Tabela 2. Porcentagem de enraizamento em estacas de *F. sellowiana* submetida a diferentes formas de aplicação e concentrações de polivinilpirrolidona (PVP) aos 120 dias em câmara úmida

PVP concentration (mg L <sup>-1</sup> )	PVP treatments / % rooting		
	Systemic	IBA solution	Immersion
0	12.5 bA	10.0 aA	10.0 aA
2,000	20.0 bA	12.5 aA	17.5 aA
4,000	47.5 aA	12.5 aB	27.5 aB
Mean	26.7	11.7	18.33
CV (%)	92.8		

\* Values followed by the same lower case letter in the vertical and capital letter in the horizontal do not differ by Tukey's test at 5% probability of error.

genotypes of feijoa at harvest and after storage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.9, p.734-742, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017000900005>.

AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A.; BENINCÁ, T.D.T.; HACKBARTH, C; SANTOS, K.L. Qualidade e potencial de conservação pós-colheita dos frutos em cultivares brasileiras de goiabeira-serrana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, p.990-999, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000400009>.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1985. 355p.

BERGO, C.L.; MENDES, A.N.G. Propagação vegetativa do Cafeeiro (*Coffea arabica* L.) por meio de enraizamento de estacas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.2, p.392-398, 2000.

BEZERRA, R.M.F.; ALOUFA, M.A.I.; FREIRE, F.A.M.; SANTOS, D.D. Efeito de 6-benzilaminopurina sobre a propagação in vitro de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (Fabaceae). **Revista Árvore**, v.38, n.5, p.771-778, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000500001>.

BRESSANELLI, M. **Minietaquia de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*)**. 2017. 39f. Trabalho de Conclusão (Graduação em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.



- COUTINHO, E.F.; KLUGE, R.A.; JORGE, R.O.; HAERTER, J. A.; SANTOS FILHO, B. G. dos S.; FORTES, G. R. de L. Efeito do ácido indolbutírico e antioxidante na formação de calos em estacas semilenhosas de goiabeira-serrana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.3, p.141-143, 1992.
- DUARTE, O.R.; FACHINELLO, J.C.; SANTOS FILHO, B.G. Multiplicação da goiabeira serrana através de estacas semilenhosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.3, p.513-516, 1992.
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R.L. **Propagação de Plantas Frutíferas de Clima Temperado**. 2.ed. Pelotas: Editora UFPel, 1995. 179p.
- FERREIRA, B.G.; FALCIONI, R.; GUEDES, L.M.; SOFIA, C.A.; ANTUNES, W.C.; LUIZ, A.; SOUZA, L.A.; ISAIAS, R.M.S. Preventing false negatives for histochemical detection of phenolics and lignins in PEG - embedded plant tissues. **J. Histochem. Cytochem**, v.65, n.2, p.105-116, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1369/0022 | 554 | 6677035>.
- FIGUEIREDO, S.L.B.; KERSTEN, E.; SCHUCH, M.W. Efeito do estiolamento parcial e do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira-serrana (*Feijoa sellowiana*, Berg). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.167-171, 1995. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161995000100029>.
- FRAZON, R.; ANTUNES, L.E.; RASEIRA, M.C. Efeito do AIB e de diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, RS, v.10, n. 4, p. 515-518, out/dez, 2004.
- GOULART, P.B.; XAVIER, A.; DIAS, J.M.M. Efeito de antioxidantes no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.6, p.961-972, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000600001>.
- HARTMANN, H.; KESTER, D.; DAVIES, F.; GENEVE, R.; WILSON, S. Plant Propagation: Principles and Practices. **Pearson**. 9.ed. 2018.
- HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J.C.; DOS SANTOS, A.M. Propagação de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) através de estacas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.2, p.231-236, 1995.
- JANEIRO, A.R. **Análise do teor de compostos fenólicos e de ligninas em diferentes órgãos vegetativos de espécies arbóreas nativas de diferentes grupos sucessionais**. 2011. 59p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2011.
- KELLER, H.A.; TRESSSENS, S.G. La presencia en Argentina de dos especies de uso múltiple. *Acca sellowiana* (Myrtaceae) y *Casearia lasiophylla* (Flacourtiaceae). **Revista Darwiniana**, v.45, n.2, p.204-212, 2007.
- MATTOS, J.R. **A Goiabeira-serrana**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis, 1986. (publicação IPRNR, 19).
- MATTOS, J.R. **Estudo pomológico dos frutos indígenas do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Oficinas Gráficas da imprensa Oficial, 1954.
- MATTOS, J.R. **Goiabeira-serrana- Fruteiras nativas do Brasil**. 2 ed. Porto Alegre: Ceue, 1990.
- MARTINS, M.; GOMES, A.F.G.; SILVA, É.M.; SILVA, D.F.; PECHE, P.M.; MAGALHÃES, T.A.; PIO, R. Effects of anatomical structures and phenolic compound deposition on the rooting of olive cuttings. **Rhizosphere**, v.23, 100557, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2022.100557>.
- NEGRI, T.C.; BERNI, P.R.A.; BRAZACA, S.G.C. Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. **Biosáude**, Londrina, v.18, n.2, 2016. <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/biosauade/article/view/27615>.
- OLIVEIRA, P.M.; ROSA, B.R.; AQUINO, A.C.M.S. Farinha de resíduos de feijoa (*Acca sellowiana*): propriedades tecnológicas e aceitação sensorial de muffins. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, Curitiba, v.7, n.3, p.26577-26586, 2021. Doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-383>.
- PARRA-CORONADO, A.; FISCHER, G.; CAMACHO TOMAYO, J.H. Development and quality of pineapple guava fruits in two locations with different altitudes in Cundinamarca, Colombia. **Bragantia**, Campinas, v.74, n.3, p.359-366, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0459>.
- PASA, M.S.; SOUZA, A.N.; SCHIMITZ, J.D.; BRIGHENTI, A.F.; SILVA, C.P.; CIOTTA, M.N.; SOUZA, A.L.K. Propagação. In: CIOTTA, M.N.; ARIOLI, C.J.; PINTO, F.A.M.F.; DOS SANTOS, K.L.; ARAÚJO, L.; PASA, M.S. **A cultura da goiabeira serrana**. Florianópolis: Epagri, 2018. p. 79-87.
- TEAM, R. R Core Team: A language and environment for statistical computing. <http://www.R-project.org>, 2020.
- ROSS, S.; GRASSO, R. Propagação in vitro de 'Guayabo del país (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret). **Ciência e Biotecnologia de Frutas**. 4.ed. Montevideo, Uruguay, 2010. p. 83-87.
- SANTOS, K.L.; CIOTTA, M.N.; JUNIOR, J.B.T.; PEREIRA, G.E.; ITAKO, A.T.; RIBEIRO, H.N. Sensory analysis and acceptance of feijoa fruit. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.20, n.3, p.231-235, 2021. Doi: <https://doi.org/10.18188/sap.v20i3.27521>.
- SANTOS, K.L.; PERONI, N.; GURIES, R.P.; NODARI, R.O. Traditional Knowledge and Management of Feijoa (*Acca sellowiana*) in Southern Brazil. **Economic Botany**, v.63, n.2, p.204-214, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12231-009-9076-5>.
- SILVA, L.F.O.; OLIVEIRA, A.F.; PIO, R.; ZAMBON, C.R.; OLIVEIRA, D.L. Rooting of semiwoody cuttings of olive cultivars. **Bragantia**, v.71, n.4, p.488-492, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052012000400006>.
- SOUZA, S.N. de. Técnica de enxertia para a propagação da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.12, n.3, p. 314-316, 2013.
- STEFANEL, C.M.; REINIGER, L.R.S.; RABAIOLLI, S.M.S.; SILVA, K.B.; ANDREOLLA, T.L.P.; Antioxidante e giberelina no cultivo in vitro de *Eugenia involucrata* DC. **Revista de Ciências Agrárias**, v.44, n.1, p.43-50, 2021. Doi: <https://doi.org/10.19084/rca.23704>.
- TIMM, C.R.F.; SCHUCH, M.W.; TOMAZ, Z.F.P.; RAASCH, C.G. SCHEUMANN, L.C. Efeito do AIB e do substrato no enraizamento de miniestacas de uvaieira (*Eugenia pyriformis* CAMBESS.). In: ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 4, n.1, 2014, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: Embrapa, p.88.
- WU, H.C.; TOIT, E.S. Role and significance of total phenols during rooting of *Protea cynaroides* L. cuttings. **African Journal of Biotechnology**, v.10, n.59, p.12542-12546, 2011. Doi: <https://doi.org/10.5897/AJB10.1836>.

# Morphology of linseed cultivars in contrasting sowing seasons



Leonardo Cesar Pradebon<sup>1</sup>, Ivan Ricardo Carvalho<sup>1</sup>, Murilo Vieira Loro<sup>2</sup>, José Antonio Gonzalez da Silva<sup>1</sup>, Adriano Dietterle Schulz<sup>1</sup> and Caroline Huth<sup>3</sup>

**Abstract** – The objective of this work was to evaluate the morphological responses of different genotypes of linseed and to identify the ideal time for sowing seeds in the northwest of the state of Rio Grande do Sul. The design used was randomized blocks organized in a factorial scheme: linseed cultivars (IJUI001, IJUI002, and IJUI003) × sowing dates April 15<sup>th</sup> (I), April 30<sup>th</sup> (II), May 15<sup>th</sup> (III), May 30<sup>th</sup> (IV), June 15<sup>th</sup> (V), June 30<sup>th</sup> (VI), and July 15<sup>th</sup> (VII) with treatments arranged in six replications. Sowing times influence linseed grain yield. Sowings between April 30<sup>th</sup> and June 15<sup>th</sup> showed 61% higher grain yield. Linear trends change according to sowing times, such as stem diameter, mass and number of capsules, number and weight of grains per plant, which together define the productivity of linseed grains per unit area.

**Index terms:** *Linum usitatissimum*; Interrelations; Meteorological variables.

## Morfologia de cultivares de linhaça em épocas de semeadura contrastantes

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar as respostas morfológicas de diferentes genótipos de linhaça e identificar a época ideal para a semeadura no noroeste do Rio Grande do Sul. O delineamento utilizado foi blocos casualizados e organizado em esquema fatorial: cultivares de linhaça (IJUI001, IJUI002 e IJUI003) × épocas de semeadura 15 de abril (I), 30 de abril (II), 15 de maio (III), 30 de maio (IV), 15 de junho (V), 30 de junho (VI) e 15 de julho (VII) com os tratamentos dispostos em seis repetições. As épocas de semeadura influenciam o rendimento de grãos da linhaça. As semeaduras entre 30 de abril e 15 de junho apresentaram maiores rendimentos de grãos. As tendências lineares mudam de acordo com as épocas de semeadura, como diâmetro da haste, massa e número de cápsulas, número e peso de grãos por planta, que juntos definem a produtividade de grãos de linhaça por unidade de área.

**Termos de indexação:** *Linum usitatissimum*; Inter-relações; variáveis meteorológicas.

## Introduction

Linseed (*Linum usitatissimum*) is an important oilseed and fibrous plant that belongs to the family *Linaceae* and genus *Linum*. Among oilseeds, it is the most abundant source of alpha-linolenic acid, a substance with antioxidant function (ANDRUSZCZAK et al., 2015; GOYAL et al., 2014), and lignin (KAJLA et al., 2015), which has a beneficial effect on disease prevention and human health.

Linseed represents an alternative for cultivation systems due to its adaptability to poor soils and its high economic value compared with the high quality of the oil in the grains, which has been increasingly appreciated by consumers and food and cosmetics industries (ZANETTI et al., 2013). The crop exhibits good growth in low temperature environments, such as linseed fiber cultivars that grow best

in wet, cool climates. Its cultivation is generally located in regions of low altitudes; however, it can be cultivated at 770 meters of altitude, either in dryland or irrigated areas with a water requirement of 450 to 750mm distributed uniformly during the cultivation cycle (STANCK et al., 2017). The lowest basal temperature for plant growth and development is 4.8°C, and temperatures between -4°C to -7°C in the germination period can inhibit the emergence due to freezing the seeds (CASA et al., 1999), with light frost formation (-1°C) being able to severely damage flowers and immature capsules. The most severe frost damage usually occurs when crops are sown in the autumn season, since their reproductive periods coincide with more favorable times for these events to occur.

Grain yield is a trait controlled by a large number of genes strongly influenced by the environment.

The sowing time is one of the most influential managements on crop grain yield, with the ideal time being described as a relevant condition for germination, establishment, and other growth periods (MIRZAIIE et al., 2020).

The sowing time of linseed according to Moura (2008), Soares et al. (2009) and Marques (2008), occurs between the months of April to June and the harvest, which varies according to the sowing, in the months of November, December, and January. Oliveira et al. (2012) also describe that the sowing occurs until the month of June and the harvest in the month of October or in the beginning of November. Sowing carried out in the right period is extremely important, as is the uniformity of seedling emergence and the development of the root system. Furthermore, it makes it possible to overlap the critical periods for the production of oil and its components with the time of the growing season,

Received on 19/04/2022. Accepted for publication on 12/06/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i2.1459>

<sup>1</sup> Departamento de Estudos Agrários (DEAG), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), CEP, 98700-000, Ijuí, RS, Brasil, e-mail: leonardopradebon@gmail.com, carvalho.irc@gmail.com, jose\_silvag@gmail.com, adriano\_dietterle@gmail.com.

<sup>2</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), CEP 97105-900 Santa Maria, RS, Brasil, e-mail: muriloloro@gmail.com.

<sup>3</sup> Company Cisbra, CEP, 98700-000, Ijuí, RS, Brasil. e-mail: carol\_huth@gmail.com

when more environmental resources are available (CEH et al., 2020).

Growth and development parameters are fundamental for controlling productivity, and by understanding the relationship between these parameters and environmental factors, it is possible to identify the ability of the crop to adapt and the effectiveness of its growth. In this context, this work aims to evaluate the morphological responses of different genotypes and to identify the ideal time for sowing linseed in the northwest of the state of Rio Grande do Sul.

## Materials and Methods

The field experiment was carried out in the experimental area of Instituto Regional de Desenvolvimento Rural da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, located in the municipality of Augusto Pestana in Rio Grande do Sul, at coordinates 28° 26' 30" S and 54° 00' 58" W, altitude of 301 meters. The soil is classified as Typical Dystroferic Red Latosol and the climate of the region is *Cfa* type according to the Köppen climate characterization.

The design used was randomized blocks and organized in a factorial scheme: linseed cultivars – IJU1001, IJU1002, and IJU1003 × sowing dates – April 15<sup>th</sup> (I) (177 days), April 30<sup>th</sup> (II) (167 days), May 15<sup>th</sup> (III) (154 days), May 30<sup>th</sup> (IV) (162 days), June 15<sup>th</sup> (V) (141 days), June 30<sup>th</sup> (VI) (143 days), and July 15<sup>th</sup> (VII) (160 days), with treatments arranged in six replications. The plots consisted of 17 sowing lines spaced at 0.18 meters, totaling an area of 15 square meters. The useful area was formed by two central sowing lines, to minimize the border effects and to evaluate the characteristics of the plants. A density of 150 seeds per linear meter was used, with base fertilization with 200kg ha<sup>-1</sup> of NPK 05-20-20 and 60kg ha<sup>-1</sup> of urea (45% N) 30 days after sowing, carried out preventively to minimize the abiotic effects on the results of the experiment. The variables measured were height of insertion of the first capsule (HIFC, cm), plant height (PH, cm), cycle (CYCLE, days), stem diameter (SD, mm), number

of stem branches (NSB, unit), number of productive branches (NPB, unit), number of capsule (NCAP, unit), mass of capsule (MCAP, grams), number of capsules that formed grain (NCFG, unit), number of capsules that formed no grain (NCNFG, unit), number of grains per plant (NGPP, unit), weight of grains per capsule (WGPC, grams), weight of grains per plant (WGPP, grams), thousand grain weight (TGW, grams), grain yield (GY, kilos), plant stand (STAND, unit). The climatological attributes evaluated were minimum temperature (Tmin, °C), medium temperature (Tmed, °C), maximum temperature (Tmax, °C), temperature amplitude (AMP, °C), and precipitation (mm).

The data obtained were subjected to the assumptions of the statistical model, normality and homogeneity of residual variances and model additivity. Subsequently, descriptive analysis and analysis of variance at 5% probability were performed using the F-test, testing the interaction between cultivars × sowing dates. The variables that showed significant interaction were broken down to simple effects at 5% probability. Linear correlation was performed to understand the trend of association between variables with significance based on the t-test at 5% probability.

## Results and Discussion

In this experiment, the mean minimum air temperature (Tmin) ranged from 7.7°C to 16.2°C, in which the lowest temperature was recorded in July. The mean maximum temperature (Tmax) varied between 19.06°C and 31.3°C, where the highest temperature occurred in December. In May a slight formation of frost was observed, without severe damage to the development of the culture. However, in the months of June, July, and August, the intense consecutive frost damaged mainly the genotypes in the flowering period, sown in seasons April 15<sup>th</sup> (I), May 01<sup>st</sup> (II), May 15<sup>th</sup> (III), and June 01<sup>st</sup> (IV) mainly. Subsequently, in September, hail caused the loss of reproductive organs. The main frost damage occurred during the crop's reproductive period. Casa et al.

(1999) report basal temperatures of 4.8°C from the beginning of flowering to harvest.

The accumulated rainfall during linseed cultivation at different sowing dates was 1136mm, with the highest volume recorded in the second half of July (>320mm). However, the months of August and September were marked by low rainfall.

Early sowing of linseed developed at lower temperatures was prone to greater damage due to low air temperatures; however, as sowing was delayed, development occurred at higher temperatures, due to the variation environment in each sowing season. The temperature range was similar during all seasons, above 10°C and below 15°C. The largest accumulation of precipitation was identified in the seasons of April 15<sup>th</sup> (I) and April 30<sup>th</sup> (II), close to 1000mm, whereas the lowest precipitation occurred in the season of July 15<sup>th</sup> (VII), less than 500mm. Earlier sowings tend to result in longer development cycles. Early sowing can bring some gaps, such as low temperature and occurrence of pests and diseases, whereas delay in sowing can delay the growth of linseed production due to physiological maturity and lack of carbohydrates (MIRZAIIE et al., 2020).

The early sowing of linseed promoted a tendency of plants with longer development cycles for both genotypes, as in season I, which presented cultivars with more than 170 days of cycle. This occurs due to the low temperatures during vegetative development, which reduces the accumulation of degrees day. For Mirzaie et al. (2020), early sowing is characterized by low temperatures and the occurrence of pests and diseases during development, which may also explain the lower results obtained for grain yield on April 15<sup>th</sup> (I) season.

Frost damage occurs when linseed is sown early, such as in autumn (STANCK et al., 2017). The results of low grain yield on April 15<sup>th</sup> (I) may have been a consequence of the intense frosts that occurred in the month of July, period in which the linseed was in flowering, and in late August, period of flowering and grain filling, thus, the cultivars presented

more than one period of flowering due to the death of reproductive organs by frost, leading to the expenditure of energy to form new flowerings, which may limit the grain yield. Added to all these events, the low rainfall also influenced the agronomic performance of linseed, since the rains were a limiting element from the second half of August until October 25<sup>th</sup>, a period that added up to only 2.60mm.

The delay in sowing can reduce the growth of linseed production, since it shifts the seed and capsule ripening periods to higher environmental temperatures (GALLARDO et al., 2014; MIRZAIIE et al., 2020). This corroborates the results of this research, in which the last two sowings showed the lowest grain yields for both genotypes. The highest yields were observed in sowings from April 30<sup>th</sup> to June 15<sup>th</sup>, with

superiority for the April 30<sup>th</sup> season (II). The main reason for the high linseed yields for these seasons seems to be the favorable temperatures in May and June, which leads to faster plant growth, eventually stronger plants, and higher grain yields.

The agronomic performance of the genotypes at different sowing times is reflected in the net value of return to producers, since the greatest economic results are observed in the seasons April 30<sup>th</sup> (II), May 15<sup>th</sup> (III), May 30<sup>th</sup> (IV), and June 15<sup>th</sup> (V), with a minimum of 70% higher than the other sowing dates. Note that the production costs (R\$1,000.00) are the same regardless of the sowing time.

The analysis of variance (Table 1) revealed a significant interaction between linseed cultivars × sowing dates for the variables height of

insertion of the first capsule (HIFC), plant height (PH), mass of capsule (MCP) and weight of grains per plant (WGPP), number of capsules that formed grains (NCFG), number of grains per plant (NGPP), and plant stand (STAND) indicating mainly that the genotypes do not have constant performance in the sowing times. It also showed the absence of interaction for number of capsules (NCAP), development cycle (CYCLE), stem diameter (SD), thousand grain weight (TGW), number of stem (NSB), and productive branches (NPB) and grain yield (GY). On the other hand, the crop cycle (CYCLE), stem diameter (SD), number of capsules (NCAP), number stem branches (NSB), number of productive branches (NPB), and grain yield (GY) exhibited significance as a function of sowing seasons. The thousand grain weight (TGW) revealed

Table 1. Summary of analysis of variance for three linseed cultivars in seven sowing seasons in Northwest of the State of Rio Grande do Sul, Brazil

Tabela 1. Resumo da análise de variância para três cultivares de linhaça em sete épocas de semeadura no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil

FV	Pr>Fc							
	DF	HIFC <sup>1</sup>	PH	CYCLE	SD	MCAP	WGPP	TGW
Blocks	5	0.628	0.088	0.000*	0.664	0.018	0.0567	0.153
Seasons	6	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.364
Cultivars	2	0.000*	0.000*	0.992	0.593	0.045*	0.180	0.035*
Seasons x Cultivars	12	0.009*	0.000*	1	0.806	0.004*	0.000*	0.313
Residue	100							
Total	125							
CV (%)		5.60	5.56	2.55	15.11	29.53	31.48	37.76
FV	Pr>Fc							
	DF	NCAP	NCFG	NGPP	NSB	NPB	GY	STAND
Blocks	5	0.007*	0.027	0.06	0.023*	0.034*	0.149	0.756
Seasons	6	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
Cultivars	2	0.8	0.029*	0.067	0.056	0.62	0.135	0.000*
Seasons x Cultivars	12	0.664	0.043*	0.020*	0.957	0.698	0.275	0.002*
Residue	100							
Total	125							
CV (%)		28.69	27.25	29.57	15.67	35.91	33.43	14.73

<sup>1</sup> HIFC: Height of insertion of the first capsule (cm); PH: Plant height (cm); CYCLE: Cycle (days); SD: Stem diameter (mm); MCAP: Mass of capsule (grams); WGPP: Weight of grain per capsule (grams); TGW: Thousand grain weight (grams); NCAP: Number of capsules (unit); NGPP: Number of grains per plant (unit); NSB: Number of stem branches (unit); NPB: Number of productive branches (unit); GY: Grain yield (kg ha<sup>-1</sup>) and STAND: Plant stand (unit). \*Significant at 5% probability.

<sup>1</sup> HIFC: Altura de inserção da primeira cápsula (cm); PH: Altura da planta (cm); CICLO: Ciclo (dias); SD: Diâmetro do vapor (mm); MCAP: Massa da cápsula (gramas); WGPP: Peso do grão por cápsula (gramas); TGW: Peso de mil grãos (gramas); NCAP: Número de cápsulas (unidade); NGPP: Número de grãos por planta (unidade); NSB: Número de ramos do caule (unidade); NPB: Número de ramos produtivos (unidade); RG: Produção de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) e STAND: Estande de plantas (unidade). \*Significativo a 5% de probabilidade.

significance due to the cultivar variation factor.

The coefficients of variation were considered low for height of insertion of the first capsule, plant height, cycle, stem diameter, number of stem branches, and plant stand. However,

the yield components, such as mass of capsule, weight of grains per capsule, thousand grain weight, number of capsules per plant, number of capsules that formed grains, number of grains per plant, number of productive branches, and grain yield, showed a tendency to

exhibit high coefficients of variation possibly due to the great influence of the environment on the expression of these characteristics.

The breakdown of the simple effects between sowing dates × linseed cultivars (Table 2) showed superior

Table 2. Breakdown of the simple interaction effects of comparison of means for three linseed cultivars in seven sowing seasons in Northwest of the State of Rio Grande do Sul, Brazil

Tabela 2. Decomposição dos efeitos de interação simples da comparação de médias para três cultivares de linhaça em sete épocas de semeadura no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil

Seasons	Cultivars			Seasons	Cultivars		
	IJUI001	IJUI002	IJUI003		IJUI001	IJUI002	IJUI003
	Variables				Variables		
	HIFC <sup>1</sup>				NCFG		
I	64.78 bcA	62.33 cA	56.43 cdB	I	17.38 aA	11.23 aB	12.65 abB
II	76.00 aA	69.90 bB	65.06 bB	II	13.55 abA	11.81 aA	13.83 aA
III	80.60 aA	76.70 aAB	72.23 aB	III	10.88 bcA	9.45 abA	12.00 abA
IV	68.56 bAB	73.10 abA	68.06 abB	IV	7.61 cdA	9.75 abA	8.81 bcA
V	58.83 cdA	57.66 cdA	56.90 cA	V	10.48 bcA	10.16 abA	8.28 bcA
VI	53.88 dA	55.60 dA	50.73 dA	VI	5.32 dA	4.23 cA	7.06 cA
VII	56.96 dA	55.36 dAB	50.93 cdB	VII	7.93 cdA	5.65 bcA	7.06 cA
	PH				NGPP		
I	102.56 aA	87.14 abB	85.23 aB	I	100.51 aA	62.88 abB	61.13 abB
II	90.93 bA	86.73 abAB	84.60 aB	II	84.93 aA	71.86 aA	86.75 aA
III	91.33 bA	87.53 aAB	81.96 abB	III	70.11 abA	61.21 abA	79.35 aA
IV	79.00 cA	79.86 bA	76.66 bA	IV	48.18 bcA	64.36 abA	57.96 abcA
V	69.03 dA	66.10 cA	65.50 cA	V	69.65 abA	70.88 aA	58.20 abcA
VI	62.06 dA	61.40 cAB	55.83 dB	VI	30.75 cA	22.78 cA	29.25 cA
VII	63.53 dA	62.83 cAB	57.43 dB	VII	51.08 bcA	37.48 bcA	45.68 bcA
	MCAP				STAND		
I	0.96 aA	0.60 abB	0.54 bcB	I	2162037 dA	1791667 dA	2592593 dA
II	0.76 abA	0.74 aA	0.81 aA	II	6513889 bA	5138889 bcB	6740741 abA
III	0.57 bcA	0.48 bcA	0.59 abA	III	6800926 bA	5625000 bB	5282407 cB
IV	0.35 cdA	0.46 bcA	0.42 bcdA	IV	8694444 aA	7069444 aB	7402778 abB
V	0.46 cdA	0.46 bcA	0.37 bcdA	V	6805555 bAB	6328704 abB	7759259 aA
VI	0.23 dA	0.18 dA	0.21 dA	VI	5576389 bA	5486111 bA	6152778 bcA
VII	0.37 cdA	0.29 cdA	0.34 cdA	VII	3944444 cA	3921296 cA	4875000 cA
	WGPP						
I	0.55 aA	0.27 abcB	0.26 bcB				
II	0.48 abA	0.41 aA	0.45 aA				
III	0.38 abcA	0.36 abA	0.41 abA				
IV	0.24 cdeA	0.35 abA	0.31 abcA				
V	0.33 bcdA	0.35 abA	0.27 bcA				
VI	0.12 eA	0.14 cA	0.15 cA				
VII	0.20 deA	0.19 bcA	0.20 cA				

<sup>1</sup> Means followed by the same lowercase letter in the column and uppercase letter in the row do not differ statistically at 5% probability by Tukey's tests. <sup>1</sup> HIFC: Height of insertion of the first capsule (cm); PH: Plant height (cm); MCAP: Mass of capsule (grams); WGPP: Weight of grains per plant (grams); NCFG: Number of capsules that formed grains (unit); NGPP: Number of grains per plant (unit); STAND: Plant stand (unit). Sowing seasons: I (April 15th); II (April 30th); III (May 15th); IV (May 30th); V (June 15th); VI (June 30th) and VII (July 15th).

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelos testes de Tukey. <sup>1</sup> HIFC: Altura de inserção da primeira cápsula (cm); PH: Altura da planta (cm); MCAP: Massa da cápsula (gramas); WGPP: Peso de grãos por planta (gramas); NCFG: Número de cápsulas que formaram grãos (unidade); NGPP: Número de grãos por planta (unidade); ESTANDE: Estande de plantas (unidade). Épocas de semeadura: I (15 de abril); II (30 de abril); III (15 de maio); IV (30 de maio); V (15 de junho); VI (30 de junho) e VII (15 de julho).

results in the IJUI001 genotype for the height of insertion of the first capsule (HIFC) on April 30<sup>th</sup> (II) and May 15<sup>th</sup> (III) as a function of the occurrence of precipitation and adequate temperatures during the growing season. However, the IJUI002 and IJUI003 genotypes showed higher insertion heights of the first capsule on May 15<sup>th</sup> (III) seasons, influenced by favorable temperatures during cultivation in these seasons.

For Stanck et al. (2017), high daily temperatures damage leaf photosynthesis components, limiting carbon dioxide assimilation and plant height compared to environments that have temperatures close to ideal. Earlier sowings promote a dominant positive effect on plant height during the vegetative phase (SAGHAYESH et al., 2014).

Plant height was reduced in late sowings. Thus, sowing between the periods of April 15<sup>th</sup> and April 30<sup>th</sup> lead to better plant development, due to the occurrence of precipitation and temperatures favorable to the crop. The delay in sowing meant the occurrence of low temperatures, associated with water stress, reducing plant height.

Likewise, the measurement of the mass of capsule (MCAP) and weight of grains per plant (WGPP) showed a reduction with the delay in sowing, due

to the same conditions that interfered with plant height. However, both mass of capsule and weight of grains per plant did not differ between cultivars for all seasons, except for the first sowing season, where IJUI001 was higher. The same occurred for the number of capsules that formed grains and number of grains per plant, in which the genotypes did not differ, except in the period April 15<sup>th</sup> (I) with superiority for IJUI001. In general, yield components, as well as linseed productivity, are related to the plant growth period and environmental conditions, the longer the growth period and the better the edaphoclimatic conditions, the greater the agronomic performance (MIRZAIIE et al., 2020). Yield components, as well as linseed productivity, are related to the plant's growth period and environmental conditions, the longer the growth period and the better the edaphoclimatic conditions, the greater the agronomic performance (MIRZAIIE et al., 2020). Linseed yield components tend to decrease with sowing delay, such as the number of capsules that formed the grain (NCFG) and the number of grains per plant (NGPP). These variables were affected by delayed sowing, where high temperatures were observed, reaching close to 37.5°C in the reproductive stage, and the most affected times were June 30<sup>th</sup> (VI)

and July 15<sup>th</sup> (VII). Late sowing causes linseed plants to coincide with grain filling under high temperatures, which results in a high rate of plant respiration, reduced storage of photoassimilates and reduced grain yield (SAGHAYESH et al., 2014).

The cultivars IJUI001 and IJUI002 exhibited the highest plant stand (STAND) on May 30<sup>th</sup> (IV) and IJUI003 on June 15<sup>th</sup> (V), due to the rainfall that occurred shortly after sowing and the optimal temperatures for emergence and culture establishment. April 15<sup>th</sup> (I) was the one that showed the lowest plant stand due to the period without rainfall of up to 18 days after sowing, a factor that made a large number of seeds unviable. The seasons June 30<sup>th</sup> (VI) and July 15<sup>th</sup> (VII) showed reduced plant stands as a result of heavy rainfall after sowing. This may explain the low productivity of these seasons, since the number of plants per unit area is a direct component of linseed grain productivity. In general, the seasons May 30<sup>th</sup> (IV) and June 15<sup>th</sup> (V) show a high stand of plants due to the ideal rainfall soon after sowing, promoting rapid germination and emergence of seedlings, in addition to reducing exposure of seeds to pests and diseases.

The results of the comparisons of means (Table 3) also showed a tendency of reduction of the yield

Table 3. Test of comparison of means for different variables in seven sowing seasons of the linseed crop in Northwest of the State of Rio Grande do Sul, Brazil

Tabela 3. Teste de comparação de médias para diferentes variáveis em sete épocas de semeadura da linhaça no Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil

Seasons	Variables						
	NSB <sup>1</sup>	NPB	GY	NCAP	TGW	SD	CYCLE
I	5.17 a	22.66 a	791.97 b	20.55 a	4.97 a	2.53 b	173 a
II	5.34 a	13.45 b	2675.47 a	20.20 a	5.60 a	2.56 ab	168 b
III	4.05 b	8.46 c	2242.15 a	12.35 b	6.17 a	2.87 a	157 d
IV	4.13 b	7.80 cd	2364.78 a	9.66 bc	5.63 a	2.20 c	143 f
V	4.11 b	8.25 c	2227.59 a	10.34 bc	4.86 a	2.01 cd	134 g
VI	3.59 b	4.17 d	801.14 b	5.22 d	5.41 a	1.33 e	163 c
VII	4.13 b	6.02 cd	861.75 b	8.02 cd	4.79 a	1.77 d	148 e

<sup>1</sup> Means followed by the same lowercase letter in the column do not differ statistically at 5% probability by Tukey's tests. <sup>2</sup>NSB: Number of stem branches (unit); NPB: Number of productive branches (unit); GY: Grain yield (kg ha<sup>-1</sup>); NCAP: Number of capsules (unit); TGW: Thousand grain weight (grams); SD: Stem diameter (mm); CYCLE: Cycle (days). Sowing seasons: I (April 15<sup>th</sup>); II (April 30<sup>th</sup>); III (May 15<sup>th</sup>); IV (May 30<sup>th</sup>); V (June 15<sup>th</sup>); VI (June 30<sup>th</sup>) and VII (July 15<sup>th</sup>).

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelos testes de Tukey. <sup>2</sup>NSB: Número de ramos do caule (unidade); NPB: Número de ramos produtivos (unidade); RG: Produção de grãos (kg ha<sup>-1</sup>); NCAP: Número de cápsulas (unidade); TGW: Peso de mil grãos (gramas); SD: Diâmetro da haste (mm); CICLO: Ciclo (dias). Épocas de semeadura: I (15 de abril); II (30 de abril); III (15 de maio); IV (30 de maio); V (15 de junho); VI (30 de junho) e VII (15 de julho).

components as the sowing is delayed, whereas a balanced trend was observed for the thousand grain weight. April 15<sup>th</sup> (I) showed high results for yield components; however, the low grain yield might have been caused by several frosts during the most sensitive periods of crop development, such as flowering and grain filling, which promoted the formation of several blooms and, consequently, the lengthening of the cycle and grain filling under high temperatures. In addition, the reduced plant stands also added to the limiting factors of productivity. Thus, the cycle may have been influenced by the frosts and the ability to form new linseed blooms, as due to the tendency to reduce the cycle as sowing is delayed, but this changes from June 30<sup>th</sup> (VI), which possibly caused the extension due to the need to produce a new flowering due to the death of reproductive organs by frost.

The highest grain yields are expressed in the seasons April 30<sup>th</sup> (II), May 15<sup>th</sup> (III), May 30<sup>th</sup> (IV), and June 15<sup>th</sup> (V). These times coincided with ideal rainfall for seed germination and seedling emergence. Frosts were observed in the flowering periods of April 30<sup>th</sup> (II), May 15<sup>th</sup> and throughout June (III), and in August, but by the capacity of resilience, production recovery occurred, unlike the April 15<sup>th</sup> (I) period, which was in the period of grain formation, thus, showing a trend of greater losses in grain yield the more advanced the plant development period is during frost formation. Also, the average maximum temperatures of the production months of these seasons were 22.23°C, 21.2°C, 19.06°C, 24.6°C, 24.5°C, and 28.3°C in the months of May to October, respectively. The seasons of June 30<sup>th</sup> (VI) and July 15<sup>th</sup> (VII) presented the longest period of grain filling in the months of November with an average maximum of 30.2°C and December with temperatures of 31.1°C, thus the seasons April 30<sup>th</sup> (II), May 15<sup>th</sup> (III), May 30<sup>th</sup> (IV), and June 15<sup>th</sup> (V) showed most plant development at more favorable

maximum temperatures, promoting greater physiological efficiency of the plants. Gallardo et al. (2014) and Choi et al. (2012) showed similar results, in which the highest grain yield of linseed occurred in early sowing.

The results of the mean comparisons between the genotypes (Table 4) showed differences only for thousand grain weight (TGW), so that the IJUI002 genotype expressed the highest results and the IJUI001 cultivar did not differ from the best. Grain yield, number of stem branches, number of productive branches did not differ significantly between cultivars. The thousand grain weight was reported to be 4.79 to 5.32g (COŞKUNER & KARABABA, 2007), and one of the factors that can change it is the potential number of flowers that is determined during the plant's growth period. In addition, the thousand grain weight can be affected by the rate and duration of the grain filling period that occurs after pollination (MIRZAIIE et al., 2020).

Pearson's correlation analysis showed that the grain yield of the crop at the time of April 15<sup>th</sup> (I) was determined by the stem diameter (SD), mass of capsule (MCAP), number of capsules that formed grains (NCFG), number of

grains per plant (NGPP), weight of grains per plant (WGPP), and thousand grain weight (TGW) (Supplementary material ST 1). Similarly, the same characteristics determined the grain yield of linseed at the time of April 30<sup>th</sup> (II) (Supplementary material ST 2), except for the one thousand grain weight, which did not show significance, possibly due to the number of capsules that formed grains and the number of grains per plant that were strongly determinant for the expression of grain yield at this time.

On the May 15<sup>th</sup> (III) season, only the number stem branches and the plant stand showed significant positive correlations for linseed grain yield (Supplementary material ST 3). In the third sowing season, the plant stand had a strong and significant negative influence on the yield components, such as a reduction in the number of capsules, number of capsules that formed grains, and weight of grains per plant, if the plant stand and the number of branches were the only significant characters for the grain yield, since the plant stand is one of the main components of linseed productivity. Sowings on May 15<sup>th</sup> showed significant positive associations of strong magnitude between number of productive branches (NPB) and

Table 4. Mean comparison test for different variables in three linseed cultivars in Northwest of the State of Rio Grande do Sul, Brazil

Tabela 4. Teste de comparação de médias para diferentes variáveis em três cultivares de linhaça no Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil

Cultivars	Variables				
	NSB <sup>1</sup>	NPB	GY	TGW	SD
IJUI001	4.45 a	10.51 a	1802.16 a	5.14 ab	2.21 a
IJUI002	4.49 a	9.73 a	1565.88 a	6.00 a	2.14 a
IJUI003	4.15 a	10.11 a	1759.75 a	4.91 b	2.19 a

<sup>1</sup> Means followed by the same lowercase letter in the column do not differ statistically at 5% probability by Tukey's tests. <sup>2</sup> NSB: Number of stem branches (unit); NPB: Number of productive branches (unit); GY: grain yield (kg ha<sup>-1</sup>); TGW: Thousand grain weight (grams); SD: Stem diameter (mm).

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelos testes de Tukey. <sup>2</sup> NSB: Número de ramos do caule (unidade); NPB: Número de ramos produtivos (unidade); RG: produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>); TGW: Peso de mil grãos (gramas); SD: Diâmetro da haste (mm).

number of capsules (NCAP), mass of capsules (MCAP) and number of productive branches (NPB), and number of capsules (NCAP) and the capsule mass showed strong correlations with the number of capsules that formed grains (NCFG), number of grains per plant. In this context, on May 30<sup>th</sup> (IV) several characters were responsible for the grain yield of linseed, thus note that the plant stand, unlike the May 15<sup>th</sup> (III), did not negatively influence the components grain yield, just the number of capsules that did not form grains. Thus, the characters number of stem branches, number of productive branches, number of capsules per plant, mass of capsule per plant, number of capsules that formed grains, number of grains per plant, and weight of grains per plant were determinants for linseed grain yield.

The characteristics that were positively correlated with grain yield on May 30<sup>th</sup> (IV) and June 15<sup>th</sup> (V) are similar (Supplementary material ST 4 e 5); however, at the time V the results showed that the stem diameter exhibited a significant positive correlation with grain yield. More research is needed to verify the trend of contribution of this characteristic on the linseed yield, since few results are observed regarding the influence of the stem diameter in the production of linseed grains.

On June 30<sup>th</sup> (VI) the one thousand grain weight, weight of grains per plant, and the number of stem branches were substantial characteristics for the expression of linseed grain yield, since they exhibited a strong positive correlation (Supplementary material ST 6). This may have resulted from late sowings developing at high temperatures, which may have affected yield components such as number of capsules per plant, which, by the distribution of photoassimilates, promoted the highest weight of grains per plant and a thousand grain weight.

Sowing in the last season was characterized by positive correlations

between the number of productive branches, number of capsules, mass of capsules, number of capsules that formed grains, number of grains per plant, and weight of grains per plant. The positive correlation of the number of capsules that formed no grains with grain yield can be explained by its correlation with the number of capsules per plant that exhibited a strong correlation with grain yield.

Naik et al. (2016), in a 30-year review, identified that the number of capsules is one of the characters with a direct positive relationship with grain yield. Dash et al. (2016) found a positive correlation between a thousand grain weight, number of grains per plant, and number of capsules per plant with linseed grain yield. In addition, several studies have also identified positive correlations between the number of capsules that formed grains and linseed grain yield (NAIK & SATAPATHY, 2002; RAO, 2007; GAURHAHA & RAO, 2011), as well as the thousand grain weight with the linseed grain yield (MAHTO & RAHAMAN, 1998; NAIK & SATAPATHY, 2002; GAURHAHA & RAO, 2011), which confirms the results in this study.

The results reveal the influence of sowing times on plant performance in morphology and productive response, especially when they are subjected to adverse factors such as frost and high temperatures, deficit and excess of precipitation. Early sowings of linseed are exposed to environmental damage, such as severe frost, and late sowings are subjected to water stress and high temperatures. The characteristics that determine the grain yield of linseed change according to the sowing time due to soil and climate changes. However, the weight of grains per plant was the yield component with the highest positive correlation with grain yield in all seasons, except for the one on May 15<sup>th</sup> (III). Stem diameter, mass of capsule, number of capsules that formed grains, number of grains per plant, one thousand grain weight,

number of productive branches, number of capsules, number of stem branches, and plant stand were also determinant for grain yield at specific sowing times.

## Conclusions

The sowing times influence the yield of linseed grains, with the sowings of April 30<sup>th</sup> and June 15<sup>th</sup> showing higher grain yield.

Linear trends change according to sowing times, such as stem diameter, mass and number of capsules, number and weight of grains per plant, which together define the productivity of linseed grains per unit area.

## References

- ANDRUSZCZAK, S.; GAWLIK-DZIKI, U.; KRASKA, P.; KWIECIŃSKA-POPPE, E.; RÓŻYŁO, K.; PAŁYS, E. Yield and quality traits of two linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars as affected by some agronomic factors. **Plant, Soil and Environment**, v.61, n.6, p.247-252, 2015.
- CASA, R.; RUSSEL, G.; CASCIO, B.; ROSSINI, F. Environmental effects on linseed (*Linum usitatissimum* L.) yield and growth of flax at different stand densities. **European Journal of Agronomy**, v.11, p.267-278, 1999. Doi: [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(99\)00037-4](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(99)00037-4)
- ČEH, B.; ŠTRAUS, S.; HLADNIK, A.; KUŠAR, A. Impact of Linseed Variety, Location and Production Year on Seed Yield, Oil Content and Its Composition. **Agronomy**, v.10, n.11, p.1770, 2020. Doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy10111770>
- CHOI, H.J.; PARK, S.Y.; KIM, S.K. Effect of seeding time on fatty acid composition, oil contents and seeds yield in flax. **Korean Journal of Plant Resources**, v.5, n.6, p.700–706, 2012. Doi: <https://doi.org/10.7732/kjpr.2012.25.6.700>
- COŞKUNER, Y.; KARABABA, E. Some physical



- properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). **Journal of food Engineering**, v. 78, n. 3, p. 1067-1073, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.12.017>
- FLOSS, E.L. **Linho, cultivo e utilização**. Passo Fundo, FAUPF, 1983. p. (FAUPF, boletim técnico 3.12. REF).
- GALLARDO, M.A.; MILISICH, H.J.; DRAGO, S.R.; GONZÁLEZ, R.J. Effect of cultivars and planting date on yield, oil content, and fatty acid profile of flax varieties (*Linum usitatissimum* L.). **International Journal of Agronomy**, v.2014, p.1-7, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1155/2014/150570>
- GAURAHA, D.; RAO, S.S. Association analysis for yield and its characters in linseed (*Linum usitatissimum* L.). **Agricultural Science Research Journal**, v.2, n.2, p.258-260, 2011.
- GOYAL, A.; SHARMA, V.; UPADHYAY, N.; GILL, S.; SIHAG, M. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. **Journal of food science and technology**, v.51, n.9, p.1633-1653, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>
- KAJLA, P.; SHARMA, A.; SOOD, D.R. Flaxseed—a potential functional food source. **Journal of Food Science and Technology**, v.52, n.4, p.1857-1871, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1293-y>
- MAHTO, C.; RAHAMAN, M.H. Correlation and path analysis of some quantitative characters in linseed. **Journal of Oilseeds Research**, v.15, n.2, p.348-351, 1998.
- MARQUES, A.C. **Propriedades funcionais da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) em diferentes condições de preparo e de uso em alimentos**. 114f. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, 2008.
- MIRZAI, A., MOHAMMADI, K., PARVINI, S., KHORAMIVAF, M., SAEIDI, M. Yield quantity and quality of two linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars as affected by sowing date. **Industrial Crops and Products**, v.158, 112947, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112947>
- MOURA, N.C. **Características físico-químicas, nutricionais e sensoriais de pão de forma com adição de grãos de linhaça (*Linum usitatissimum*)**. 94 f., 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de alimentos) – Universidade de São Paulo, (USP, SP), Piracicaba, 2008.
- NAIK, B.S.; SATAPATHY, P.C. Selection strategy for improvement of seed yield in late sown linseed. **Research on Crops-Indian Journals**, v.3, n.3, p.599-605, 2002.
- NAIK, B.; DASH, J.; MOHAPATRA, U. Path-coefficient analysis of seed yield and its components in linseed (*Linum usitatissimum* L.) - A review. **International Journal of Current Advanced Research**, v.4, n.3, p.1571–1579, 2016.
- OLIVEIRA, M.R.; SANTOS, R.F.; ROSA, H.A.; WERNER, O.; VIEIRA, M.D.; DELAI, J.M. Fertilização da cultura de linhaça *Linum usitatissimum*. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.1, p.22-32, 2012. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/rber.v1i1.33780>
- RAO, S.S. Genetic variability and path analysis for seed yield in linseed, (*Linum usitatissimum* L.) **Journal of Oilseeds Research**, v.24, n.1, p. 190-192, 2007.
- SAGHAYESH, S. P.; MOGHADDAM, M.; MEHDIZADEH, L. Effect of sowing dates on the morphological characteristics, oil yield and composition of fatty acids in flax (*Linum usitatissimum* L.). **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, v.7, n.11, p.915-922, 2014.
- SOARES, L.L., PACHECO, J.T., BRITO, C.M., TROINA, A.A., BOAVENTURA, G.T., GUZMÁN-SILVA, M.A. Avaliação dos efeitos da semente de linhaça quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos. **Revista de Nutrição**, v.22, n.4, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732009000400004>
- STANCK, L.T.; BECKER, D.; BOSCO, L.C. Crescimento e produtividade de linhaça. **Agrometeoros**, v.25, n.1, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v25i1.26285>
- ZANETTI, F.; MONTI, A.; BERTI, M.T. Challenges and Opportunities for New Industrial Oilseed Crops in EU-27: a review. **Industrial Crops and Products**, v.50, p.580–595, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.08.030>

# Desempenho do cultivar SCS453 Noninha sob diferentes densidades de plantio



Ramon Felipe Scherer<sup>1</sup>, André Boldrin Beltrame<sup>1</sup>, Luana Aparecida Castilho Maro<sup>1</sup>, Gelton Geraldo Fernandes Guimarães<sup>1</sup>, Jorge Luiz Malburg<sup>1</sup> e Ricardo José Zimmermann de Negreiros<sup>1</sup>

**Resumo** – A banana é uma das principais frutas de importância socioeconômica no Brasil e no mundo, sendo que o país é um dos principais produtores globais. Grande parte da produção nacional é consumida internamente, destacando-se as bananas do subgrupo Prata (AAB). O ‘SCS453 Noninha’ é um novo cultivar deste subgrupo que apresenta como principal característica a menor altura quando comparado às outras variedades. Objetivando verificar se a menor altura do cultivar permite aumentar a densidade de plantio, o presente trabalho avaliou o desempenho agrônomo do ‘SCS453 Noninha’ sob as densidades: 2.500 plantas ha<sup>-1</sup> (2,0 x 2,0m), 2.000 plantas ha<sup>-1</sup> (2,0 x 2,5m), 1.600 plantas ha<sup>-1</sup> (2,5 x 2,5 m) e 1.333 plantas ha<sup>-1</sup> (2,5 x 3,0m). Analisaram-se nos três primeiros ciclos as variáveis peso de cacho, diâmetro do fruto, tempo até a emissão do cacho, tempo entre emissão do cacho e colheita, tempo de ciclo, produtividade e a suscetibilidade ao complexo de sigatoka. Avaliou-se também, até o quinto ciclo, o tempo entre emissões de inflorescência entre 2 ciclos subsequentes. Com base nos resultados sugere-se que o novo cultivar pode ser cultivado com a densidade de até 1.600 plantas ha<sup>-1</sup> (2,5 x 2,5m).

**Termos de indexação:** *Musa* spp.; Espaçamento de plantas; Subgrupo Prata.

## Performance of cultivar SCS453 Noninha under different planting densities

**Abstract** – Banana is one of the main fruits of socioeconomic importance in Brazil and the world, and the country is one of the leading global producers. A large part of the national production is consumed internally, emphasizing bananas from the Prata subgroup (AAB). The ‘SCS453 Noninha’ is a new cultivar of this subgroup that presents as its main characteristic the smaller height compared to the other varieties. Aiming to verify if the smallest height of the cultivar allows an increase in the planting density, the present work evaluated the agronomic performance of this cultivar under the following densities: 2.500 plants ha<sup>-1</sup> (2.0 x 2.0m), 2.000 plants ha<sup>-1</sup> (2, 0 x 2.5m), 1.600 plants ha<sup>-1</sup> (2.5 x 2.5m) and 1.333 plants ha<sup>-1</sup> (2.5 x 3.0m). The variables bunch weight, fruit diameter, time until the bunch emission, time between bunch emission and harvest, cycle time, productivity, and susceptibility to the sigatoka complex were analyzed in the first three cycles. The time between inflorescence emissions between 2 subsequent cycles was also evaluated up to the fifth cycle. Based on the results, it is suggested that this new cultivar can be cultivated with a density of up to 1.600 plants ha<sup>-1</sup> (2.5 x 2.5m).

**Index terms:** *Musa* spp.; Plant spacing; Pome subgroup.

## Introdução

A bananeira (*Musa* spp.) é uma das culturas de maior importância socioeconômica global, uma vez que ela está entre as fruteiras mais plantadas e seus frutos são os mais consumidos no mundo (VOORA et al., 2020). O Brasil está entre os 10 principais produtores mundiais desde a década de 1960, mas sem se destacar entre os principais exportadores (FAOSTAT, 2023). Ou seja, grande parte da produção de banana brasileira é consumida pelo mercado interno, sendo que o principal tipo de

banana consumida no país é a banana prata (também conhecida como banana branca, principalmente no estado de Santa Catarina), que é produzida por variedades do subgrupo Prata (AAB) (LICHTENBERG et al., 2021).

Há hipóteses de que genótipos representantes deste subgrupo já estavam aqui nas terras brasileiras atuais antes do contato oficial em 1500 (LANGDON, 1993; MOREIRA, 1999). De qualquer maneira, a principal variedade antiga deste subgrupo (cultivar Branca) já faz parte da paisagem brasileira há alguns séculos (MOREIRA, 1999). É dela que

grande parte das variedades do subgrupo descendem, direta ou indiretamente, basicamente por meio de seleções de mutações espontâneas. Atualmente há dezenas de variedades do subgrupo Prata, porém, apenas cerca de 10 cultivares estão oficialmente no Registro Nacional de Cultivares (RNC) (MAPA, 2022). De acordo com a Instrução Normativa do Mapa nº 46 de 2010, são apenas os cultivares registrados que podem ser oferecidos por empresas produtoras de mudas, com exceção da produção para uso próprio (BRASIL, 2010). Ou seja, o número reduzido de cultivares

<sup>1</sup> Recebido em 30/05/2023. Aceito para publicação em 17/08/2023.

Eng. (a).-agr. (a), Epagri – Estação Experimental de Itajaí. Rodovia Antônio Heil, 6800, Bairro Itaipava, CEP 88318-112, Itajaí, SC, Brasil. E-mail: ramonscherer@epagri.sc.gov.br; andrebeltrame@epagri.sc.gov.br; luanamaro@epagri.sc.gov.br; geltonguimaraes@epagri.sc.gov.br; malburg@epagri.sc.gov.br; ricardo@epagri.sc.gov.br.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i2.1653>

registrados limita a variabilidade oferecida por empresas produtoras de mudas de bananeira; consequentemente, a cadeia produtiva se torna menos diversa e mais suscetível a problemas bióticos e/ou abióticos. Nesse sentido, a Epagri lançou recentemente o cultivar SCS453 Noninha.

As principais características do 'SCS453 Noninha', quando comparado ao 'Prata Anã', são a menor altura (mantendo a produção semelhante) e a maior resistência ao mal do Panamá; porém, levemente mais suscetível ao complexo sigatoka (SCHERER et al., 2023). De acordo com esses autores, o porte menor, além de facilitar o manejo necessário na produção, possibilitando o aumento da eficiência produtiva da mão de obra, pode permitir também um plantio mais adensado do que o usualmente utilizado para variedades deste subgrupo. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é avaliar o desempenho agrônomo do cultivar SCS453 Noninha em diferentes densidades de plantio.

## Material e métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Itajaí (EEI) da Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), localizada nas coordenadas 26°57'08.9"S e 48°45'38.9"O, que tem um clima subtropical úmido (Cfa na classificação de Köppen) e precipitação pluviométrica anual média de 1.770mm (NEGREIROS et al., 2014). As mudas utilizadas foram produzidas através da micropropagação e cultivadas convencionalmente de acordo com as recomendações da Epagri. O desenho experimental foi o de blocos completos casualizados e os tratamentos foram diferentes densidades de plantios do 'SCS453 Noninha': 2.500 plantas ha<sup>-1</sup> (2,0 x 2,0m); 2000 plantas ha<sup>-1</sup> (2,0 x 2,5m); 1600 plantas ha<sup>-1</sup> (2,5 x 2,5m) e 1.333 plantas ha<sup>-1</sup> (2,5 x 3,0m), tendo 4 tratamentos e 3 repetições, totalizando 12 parcelas. Cada repetição continha 15 plantas, porém, para desconsiderar as bordaduras, ape-

nas as 3 centrais foram avaliadas, totalizando 36 plantas úteis. Desta forma, cada tratamento contou com 9 plantas avaliadas no experimento em cada ciclo. As variáveis foram peso de cacho, diâmetro de fruto, tempo até a emissão da inflorescência, tempo entre emissão da inflorescência e colheita, tempo de ciclo (plantio à colheita no 1º ciclo e tempo entre colheitas nos demais), produtividade (toneladas ano ha<sup>-1</sup>) e suscetibilidade às doenças do complexo sigatoka. Para isso, todas as folhas das bananeiras foram avaliadas na emissão do cacho e na colheita, conforme a escala proposta por Gauhl (1994). Após a coleta dos dados, foi determinado o índice de severidade da doença (ISD) por meio da seguinte fórmula:  $ISD (\%) = \frac{\sum n \cdot b}{(N-1) \cdot T} \cdot 100$ , em que: n = número de folhas em cada nível de escala de Gauhl; b = grau da escala; N = número de graus empregados na escala; T = número total de folhas avaliadas. Adicionalmente, avaliou-se também, até o quinto ciclo, o tempo entre emissões de inflorescência entre 2 ciclos subsequentes. Todos os dados foram avaliados por intervalo de confiança a 95% de confiabilidade.

## Resultados e discussão

De uma forma geral, os resultados mostraram diferenças entre os tratamentos desde o primeiro ciclo; porém, com diferenças mais acentuadas no segundo e no terceiro ciclos (Figuras 1, 2 e 3). Quando se observam os três ciclos em conjunto, percebe-se que, à medida que os ciclos avançaram, os pesos dos cachos das bananeiras cultivadas mais adensadas reduziram em relação às menos adensadas. No primeiro ciclo o peso do cacho não diferiu entre diferentes adensamentos, com exceção do tratamento 2.000 plantas ha<sup>-1</sup>, que apresentou um peso marginalmente menor; no segundo ciclo o peso do cacho já apresentou uma diferença clara entre os tratamentos, com menor peso para bananeiras cultivadas com 2.500 plantas ha<sup>-1</sup> (14,3kg), seguido dos tratamentos 2000 plantas ha<sup>-1</sup> (18,1kg) e

1.600 plantas ha<sup>-1</sup> (17,5kg) e com maior peso para as bananeiras cultivadas com 1.333 plantas ha<sup>-1</sup> (19,4kg); da mesma forma, no terceiro ciclo os cachos mais leves foram colhidos nas parcelas com maior adensamento (16,75kg), seguido dos demais tratamentos, que não diferiram entre si [2.000 plantas ha<sup>-1</sup> (20,6kg), 1.600 plantas ha<sup>-1</sup> (22,05kg) e 1.333 plantas ha<sup>-1</sup> (21,4kg)]. Em relação ao tempo total de ciclo na primeira colheita, apesar de o tratamento mais adensado já apresentar o maior tempo de ciclo (375 dias), os demais tratamentos não se afastaram muito dele [1.600 plantas ha<sup>-1</sup> (357 dias), 1.333 plantas ha<sup>-1</sup> (351 dias) e 2.000 plantas ha<sup>-1</sup> (349 dias)]. Porém, no segundo ciclo a diferença de tempo de ciclo total já ficou mais marcante, com o tratamento 2.500 plantas ha<sup>-1</sup>, apresentando o maior tempo (287 dias), seguido por 2.000 plantas ha<sup>-1</sup> (272,7 dias) e, por fim, sem diferirem, 1.600 plantas ha<sup>-1</sup> (258 dias) e 1.333 plantas ha<sup>-1</sup> (249,3 dias). No terceiro ciclo essas diferenças foram ainda maiores, sendo que plantas cultivadas na densidade de 2.500 plantas ha<sup>-1</sup> apresentaram novamente o maior tempo (310 dias), seguido por 2.000 plantas ha<sup>-1</sup> (249,3 dias) e, por fim, novamente os tratamentos 1.600 plantas ha<sup>-1</sup> (225,6 dias) e 1.333 plantas ha<sup>-1</sup> (215,1 dias) sem diferirem. A variável "tempo até a emissão do cacho" seguiu a mesma lógica que o "tempo de ciclo" no segundo e no terceiro ciclos, sendo que no primeiro ciclo não houve uma tendência clara nesta variável; e a variável "tempo entre emissão e colheita" seguiu essa mesma tendência apenas no terceiro ciclo, sem apresentar uma tendência clara nos dois primeiros ciclos. Sugere-se que a diferença de "tempo do ciclo" persista com o avançar dos ciclos, principalmente no tratamento mais adensado, uma vez que o intervalo entre emissões de cacho manteve o mesmo padrão, pelo menos, até o quinto ciclo (Figura 4). Em relação à produtividade, observou-se que no primeiro ciclo a produtividade foi maior quanto maior a densidade de plantio (Figura 1), sendo que todos os

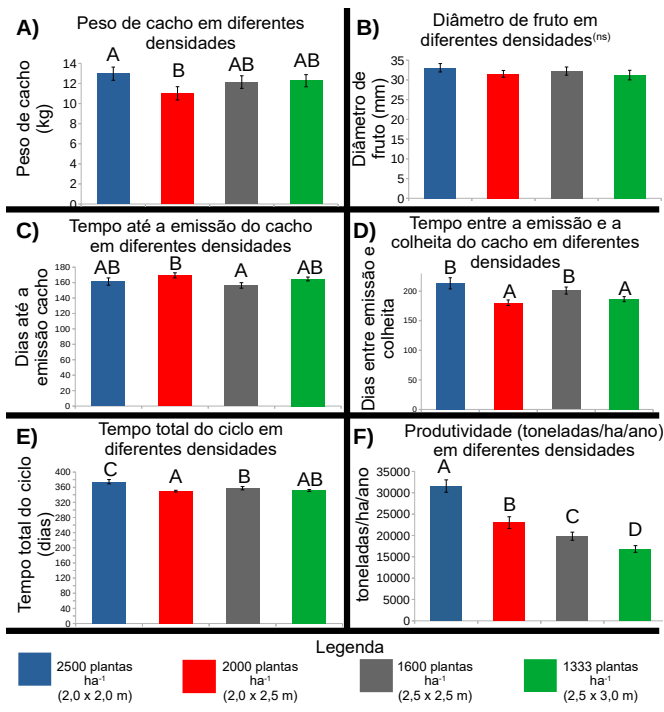


Figura 1. Figuras representando o peso de cachos, o diâmetro de frutos, o tempo até a emissão dos cachos, o tempo entre emissão e colheita de cachos e o tempo total dos ciclos em bananeira, cultivar SCS453 Noninha, sob diferentes densidades de plantio no 1º ciclo. A) Peso de cachos; B) Diâmetro de frutos; C) Tempo até a emissão dos cachos; D) Tempo entre emissão e colheita dos cachos; e E) Tempo total do ciclo. As médias das colunas seguidas por letras diferentes são diferentes de acordo com intervalo de confiança a 95% (linhas acima das barras), (ns) no título do gráfico significa a não existência de diferenças significativas (ns, não significativa)

Figure 1. Figures representing the weight of bunches, the diameter of the fruits, the time until the emission of the bunches, the time between emission and harvesting of bunches and the total time of the cycles in banana, cultivar SCS453 Noninha, under different planting densities in the 1st cycle. A) Weight of bunches; B) Fruit diameter; C) Time until the emission of bunches; D) Time between issuance and harvesting of bunches; and E) Total cycle time. The means of the columns followed by different letters are different according to the 95% confidence interval (lines above the bars), (ns) in the title of the graph means no significant differences (ns, not significant)

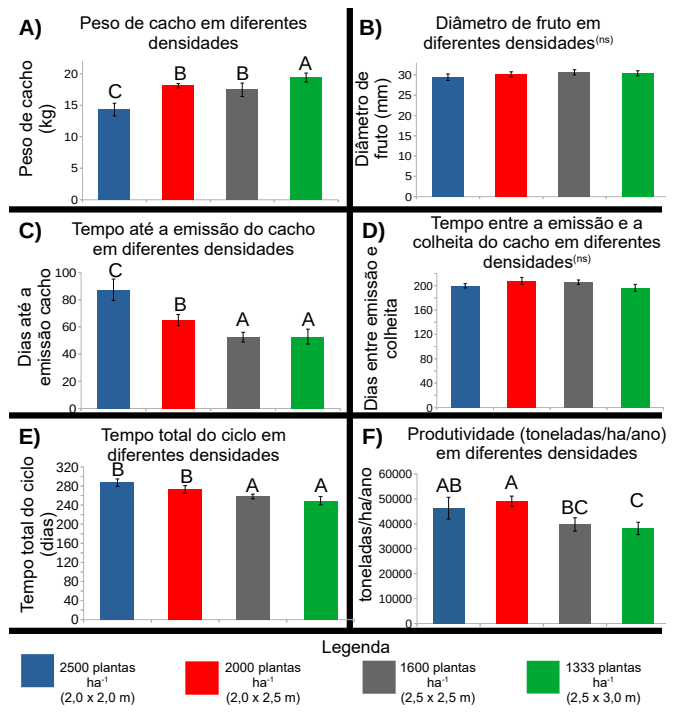


Figura 2. Figuras representando o peso de cachos, o diâmetro de frutos, o tempo até a emissão dos cachos, o tempo entre emissão e colheita de cachos e o tempo total dos ciclos em bananeira, cultivar SCS453 Noninha, sob diferentes densidades de plantio no 2º ciclo. A) Peso de cachos; B) Diâmetro de frutos; C) Tempo até a emissão dos cachos; D) Tempo entre emissão e colheita dos cachos; e E) Tempo total do ciclo. As médias das colunas seguidas por letras diferentes são diferentes de acordo com intervalo de confiança a 95% (linhas acima das barras), (ns) no título do gráfico significa a não existência de diferenças significativas (ns, não significativa)

Figure 2. Figures representing the weight of bunches, the diameter of fruits, the time until the emission of the bunches, the time between emission and harvesting of bunches and the total time of cycles in banana, cultivar SCS453 Noninha, under different planting densities in the 2nd cycle. A) Weight of bunches; B) Fruit diameter; C) Time until the emission of bunches; D) Time between issuance and harvesting of bunches; and E) Total cycle time. The means of the columns followed by different letters are different according to the 95% confidence interval (lines above the bars), (ns) in the title of the graph means no significant differences (ns, not significant)

tratamentos diferiram entre si; no segundo ciclo os dois tratamentos mais adensados ainda foram os mais produtivos, porém, neste ciclo o tratamento mais adensado já não se diferenciou do tratamento com 1.600 plantas ha<sup>-1</sup>, que por sua vez também não se diferenciou do tratamento com 1.333 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 2); enfim, no terceiro ci-

clo, o tratamento mais adensado, que não diferiu do menos adensado, já não apresentou a maior produtividade, que foi observada nas bananeiras cultivadas com 2.000 plantas ha<sup>-1</sup> e 1.600 plantas ha<sup>-1</sup> (Figura 3). Em relação à variável “diâmetro do fruto”, que é uma variável relacionada com a qualidade do fruto, os dois primeiros ciclos não apresenta-

ram diferenças estatísticas, porém, no terceiro ciclo os frutos com menores diâmetros foram observados nos tratamentos mais adensados [2.500 plantas ha<sup>-1</sup> (28,9mm) e 2.000 plantas ha<sup>-1</sup> (29,6mm)], e os maiores valores observados nos frutos dos tratamentos 1.600 plantas ha<sup>-1</sup> (33,3mm) e 1.333 plantas ha<sup>-1</sup> (32,9mm). Em relação à suscetibili-

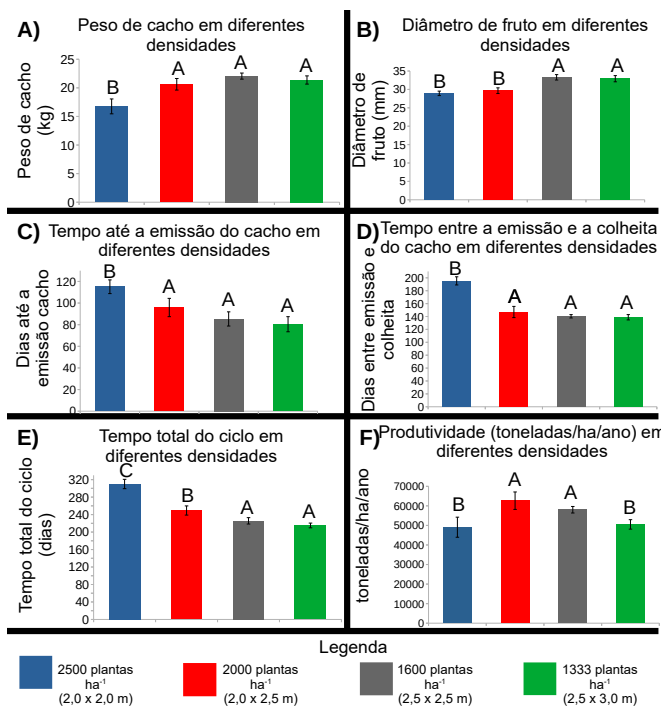


Figura 3. Figuras representando o peso de cachos, o diâmetro de frutos, o tempo até a emissão dos cachos, o tempo entre emissão e colheita de cachos e o tempo total dos ciclos em bananeira, cultivar SCS453 Noninha, sob diferentes densidades de plantio no 3º ciclo. A) Peso de cachos; B) Diâmetro de frutos; C) Tempo até a emissão dos cachos; D) Tempo entre emissão e colheita dos cachos; e E) Tempo total do ciclo. As médias das colunas seguidas por letras diferentes são diferentes de acordo com intervalo de confiança a 95% (linhas acima das barras), (ns) no título do gráfico significa a não existência de diferenças significativas (ns, não significativa)

Figure 3. Figures representing the weight of bunches, the diameter of fruits, the time until the emission of the bunches, the time between emission and harvesting of bunches and the total time of cycles in banana, cultivar SCS453 Noninha, under different planting densities in the 3rd cycle. A) Weight of bunches; B) Fruit diameter; C) Time until the emission of bunches; D) Time between issuance and harvesting of bunches; and E) Total cycle time. The means of the columns followed by different letters are different according to the 95% confidence interval (lines above the bars), (ns) in the title of the graph means no significant differences (ns, not significant)

dade a doenças do complexo sigatoka, em nenhum dos ciclos foram observadas diferenças de suscetibilidade entre os diferentes tratamentos. O IDS das plantas ficou aproximadamente 30% e 90% na emissão da inflorescência e da colheita, respectivamente (dados não apresentados).

Os resultados apresentados podem ser atribuídos à maior competição por recursos que são essenciais para o desenvolvimento das plantas (ex. luz, água e nutrientes). Infere-se que no primeiro ciclo as diferenças entre as variáveis não foram evidentes, uma vez que os efeitos das diferentes densidades foram menores nas plantas em crescimento do que nas plantas adultas, sendo que essa competição fica mais

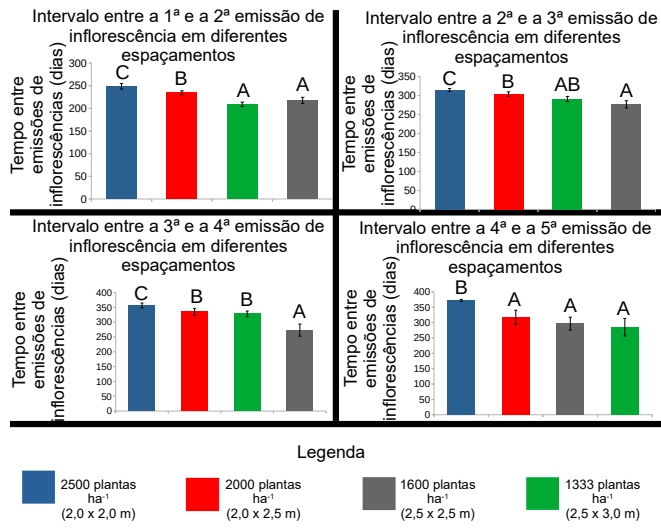


Figura 4. Figuras representando os intervalos entre emissões de inflorescência entre 2 ciclos subsequentes em bananeira, cultivar SCS453 Noninha. A) Intervalo entre inflorescências entre o 1º e o 2º ciclos; B) Intervalo entre inflorescências entre o 2º e o 3º ciclos; C) Intervalo entre inflorescências entre o 3º e o 4º ciclos; D) Intervalo entre inflorescências entre o 4º e o 5º ciclos. As médias das colunas seguidas por letras diferentes são diferentes de acordo com intervalo de confiança a 95% (linhas acima das barras)

Figure 4. Figures representing the intervals between inflorescence emissions between 2 subsequent cycles in banana, cultivar SCS453 Noninha. A) Interval between inflorescences between the 1st and 2nd cycles; B) Interval between inflorescences between the 2nd and 3rd cycles; C) Interval between inflorescences between the 3rd and 4th cycles; D) Interval between inflorescences between the 4th and 5th cycles. The means of columns followed by different letters are different according to the 95% confidence interval (lines above the bars).

severa a partir do terceiro ciclo de produção devido ao fato da bananeira alcançar seu pleno desenvolvimento. Além disso, outro fator que pode intensificar a competição em ciclos subsequentes de produção é o desalinhamento da família da bananeira, que está relacionado com a escolha do seguidor/perfilho. Resultados semelhantes foram observados em outros experimentos com diferentes variedades de bananeira (GOMES & NOBREGA, 1984; LICHTENBERG, 1996; SCAPARE & KLUGE, 2001), apontando que em bananais com densidades acima do suportado ocorre uma progressiva redução de produtividade. Neste sentido, no terceiro ciclo, o ciclo total do tratamento mais adensado, por exemplo, chegou a demorar cerca de três meses a mais quando comparado aos dois tratamentos menos adensados, além de produzir um cacho cerca de 5kg mais leve. Além disso, um dos grandes fatores na comercialização da bananeira é a qualidade do fruto, sendo que uma das características dessa qualidade é o diâmetro dos frutos, que também foi diminuindo com o avanço dos ciclos nas bananeiras cultivadas em densidades mais elevadas. Desta forma, no terceiro ciclo as frutas das bananeiras cultivadas com 2.500 e 2.000 plantas ha<sup>-1</sup> estariam classificadas na

categoria II (de 28 até 32mm), enquanto as frutas dos dois tratamentos menos adensados estariam classificadas na categoria I (de 32 até 34mm) (PBMH & PIF, 2006). Ou seja, além de um impacto na produtividade, com o passar dos ciclos as frutas produzidas nas maiores densidades também perderam qualidade.

Ao analisar este conjunto de dados, sugerimos que, para climas semelhantes ao que o estudo foi realizado, o cultivar SCS453 Noninha pode ser cultivado de modo mais adensado, porém, com o limite de cerca de 1.600 plantas ha<sup>-1</sup> (2,5 x 2,5m). Essa densidade é um pouco maior do que a densidade comumente utilizada para as variedades tradicionais do subgrupo Prata na Região Sul do país, que vai do espaçamento de 2,5 x 3,0m a 3,0 x 3,0m. Esses resultados também indicam que em áreas tropicais, nas quais densidades maiores são utilizadas no cultivo de variedades do subgrupo Prata, como podemos ver nos trabalhos de Pereira et al., 2000 e de Magalhães et al., 2020, este novo cultivar talvez possa ser cultivado em uma densidade ainda maior do que os cultivares tradicionais do subgrupo.

## Conclusões

Apesar do desempenho do cultivar SCS453 Noninha iniciar de modo semelhante nos diferentes adensamentos, o tratamento com 1.600 plantas ha<sup>-1</sup> (espaçamento 2,5 x 2,5m) se destacou por combinar boa produtividade e qualidade de fruto. Nesse sentido, sugere-se que, nas condições subtropicais do litoral catarinense, a densidade limite de plantio do cultivar SCS453 Noninha seja de 1.600 plantas ha<sup>-1</sup>, com o espaçamento 2,5 x 2,5m.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Proc. 428675/2018-2) e à Fapesc pelo apoio financeiro e aos funcionários da Epagri/Estação Experimental de Itajaí.

## Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46. Estabelecer os critérios e procedimentos de prevenção e controle das pragas Banana Streak Virus - BSV e Cucumber mosaic virus - CMV em mudas de bananeira visando a certificação fitossanitária com vistas a sua comercialização. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 28 de Dezembro de 2010, Seção 1, p.11.

FAOSTAT - **FAO statistical databases, banana and plantain data** - Food and agriculture organization of the United Nations - Statistics Division. 2023. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>. Acesso em: 22 ago. 2023.

GOMES, J.A.; NÓBREGA, A.C. **Espaçamento para plantio da bananeira cultivar Prata, na região produtora do Espírito Santo**. Cariacica-ES: Emcapa, 1984. 30p (Emcapa – Boletim de Pesquisa, 8)

LANGDON, R. The banana as a key to early American and Polynesian history. **The Journal of Pacific History**, Australia, v.28, p.15-35, 1993.

LICHTENBERG, L.A.; AMORIM, E.P.; DONATO, S.L.R.; RODRIGUES, M.G.V. Cultivares. In: DONATO, S.L.R.; BORÉM, A.; Rodrigues, M.G.V. (Ed.). **Banana: do Plantio à Colheita**. Belo Horizonte: EPAMIG, p.45-76, 2021.

LICHTENBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; HINZ, R.H. Effect of planting density on yield and cycle duration of 'Nanicão' banana in southern Brazil. **Proceedings of Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Homestead, v.40, p.232-235, 1996.

MAGALHÃES, D.B.; DONATO, S.L.R.; dos SANTOS, M.R.; BRITO, C.F.B.; FONSECA, V.A.; de SOUZA, B.S. Yield of 'Prata-Anã' banana plants under water deficit and high plant density. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Brasília, v.42, e-046, 2020.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária

e Abastecimento. **Cultivares registradas**. 2022. Disponível em: [https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php). Acesso em: 04 out. 2022.

MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. 2ª ed. Campinas: Fundação Cargill, 1999.

NEGREIROS, R.J.Z.; HINZ, R.H.; STUKER, H. Exigência térmica e número de dias entre a floração e a colheita para a bananeira Grande Naine. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 27, p. 76-79, 2014.

PEREIRA, M.C.T.; SALOMÃO, L.C.C.; SILVA, S.D.O.; SEDIYAMA, C.S.; COUTO, F.A.D.; SILVA NETO, S.D. Crescimento e produção de primeiro ciclo da bananeira 'Prata Anã' (AAB) em sete espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p. 1377-1387, 2000.

PBMH & PIF - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. **Normas de Classificação de Banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).

SCARPARE FILHO, J.A.; KLUGE, R.A. Produção da bananeira 'Nanicão' em diferentes densidades de plantas e sistemas de espaçamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.105-113, 2001.

SCHERER, R.F.; BELTRAME, A.B.; KLABUNDE, G.H.F.; MARO, L.A.C.; GUIMARÃES, G.G.F.; SÔNIGO, M.; LICHTENBERG, L.A. SCS453 Noninha and SCS454 Carvoeira – new banana cultivars of the Prata subgroup. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Brasil, v.23, e43412312, 2023.

VOORA, V.; LARREA, C.; BERMUDEZ, S. **Global Market Report: Bananas**. IISD. (Sustainable Commodities Marketplace Series). Winnipeg: IISD. 2020. Disponível em: <https://www.iisd.org/system/files/publications/ssi-global-market-report-banana.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2022.

# Planted forest area estimation in Santa Catarina using random sampling point



Fabrício Baumgarten Cardoso<sup>1</sup>, Julio Cesar Refosco<sup>2</sup>, Moacir Marcolin<sup>3</sup> and Matheus Eneas Schefer Gervin<sup>4</sup>

**Abstract** — Management of planted forests depends, among other information, on the knowledge of their extensions and spatial distribution. The current information about the area of planted forests in the state of Santa Catarina comes from sources without proper accuracy assessment. This work aimed to evaluate the use of random point sampling in estimating the planted forest area in the state of Santa Catarina. A minimum sample of 200 points per municipality was used, with a maximum standard error of 2%. The results indicated a total planted forest area of 1,135,481ha, with a standard error of 0.12%, in the state of Santa Catarina. The municipalities with the largest planted forest areas are in the mesoregions Serrana, Oeste Catarinense, and Norte Catarinense. The random point sampling methodology showed a precise result for the state of Santa Catarina in a simple and objective way, and may be effective for decision-making in planning.

**Index terms:** Reforestation; Agricultural statistics; Satellite images; Geographical information systems.

## Estimativas de área de florestas plantadas em Santa Catarina com amostragem por pontos aleatórios

**Resumo** — A gestão de florestas plantadas depende, dentre outras informações, do conhecimento da sua extensão e distribuição espacial. Os dados atuais sobre a área de florestas plantadas no Estado de Santa Catarina provêm de fontes sem a devida avaliação de acuracidade. Este trabalho teve como objetivo avaliar o emprego da amostragem pontual aleatória na estimativa da área de florestas plantadas no Estado de Santa Catarina. Foi utilizada uma amostra com no mínimo 200 pontos amostrais para cada município e um erro padrão aceitável de 2%. Os resultados apontaram uma área total de 1.135.481ha, com erro padrão de 0,12%, de florestas plantadas no Estado de Santa Catarina. Os municípios com as maiores áreas de florestas plantadas estão localizados nas mesorregiões Serrana, Oeste Catarinense e Norte Catarinense. Conclui-se que a metodologia de amostragem pontual aleatória apresentou um resultado preciso para o Estado de Santa Catarina, de forma simples e objetiva e pode ser eficaz para o planejamento e a tomada de decisão.

**Termos para indexação:** Reforestamento; Estatísticas agrícolas; Imagem de satélite; Sistemas de informação geográfica.

## Introduction

Planted forest management requires qualitative and quantitative information such as: species/clone, plant health, planted area, age, tree density, wood volume and mass. This information is essential for business investors and for private and public planning institutions to establish policies and guidelines for the forest sector.

The state of Santa Catarina established the Working Group on Forestry Policy of Santa Catarina (GT-PEFSC), officiated in 2012 by CONSEMA/SDS 060/2012. This expert group has discussed implementing periodic studies to obtain data on the forest

plantations. Similarly, at the national level, Decree 8,375/2014, which sets agricultural policy for planted forests, states in its article 7 that the Ministry of Agriculture “shall draw up a plan with diagnosis and inventory of planted forests” (BRASIL, 2014).

Compared with natural forests, planted forests show a higher dynamism degree in terms of land cover and use. The shorter rotation cycles for the Eucalyptus genus have between 6 and 8 years, and the longest between 20 and 21 years (PAIVA & LEITE, 2015; GONÇALVES et al., 2015). The Pinus genus has rotation cycles between 16 and 30 years (JUNIOR, 2014). This highlights the importance of studies for researching and improving the update

information on planted forests.

Currently, three primary sources bring information specifically related to planted forests in Santa Catarina: the “2015 Statistical Yearbook” of the Association of Forestry Companies of Santa Catarina (ACR, 2016), the study “Production of Vegetal Extraction and Silviculture” (PEVS) produced by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2014), and, finally, the study performed by the Transparent World, which mapped the planted forests in seven countries around the world, including Brazil (TRANSPARENT WORLD, 2016). The three sources, however, have disparate information, with differences approaching 100%, demonstrating the need for improvement. Some

Received on 09/05/2023. Accepted for publication on 04/08/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i2.1618>

<sup>1</sup> Forestry Engineer, MSc, Regional University of Blumenau (FURB)/Postgraduate Program in Forestry Engineering (PPGEF), CEP 89030-000, Blumenau, SC, Brasil, e-mail: fbc@florestal.eng.br.

<sup>2</sup> Forestry Engineer, Dr, FURB/PPGEF, e-mail: refosco@furb.br.

<sup>3</sup> Forestry Engineer, MSc, FURB/Departamento de Engenharia Florestal (DEF), e-mail: marcolin@furb.br.

<sup>4</sup> Forestry Engineer, FURB/ Undergraduate Course in Forestry Engineering, e-mail: matheus.esg@hotmail.com.

information sources about land use like “MonitoraSC” (VIBRANS et al., 2021) and “Mapbiomas” (SOUZA et al., 2020) also bring information on planted forest.

Among the various methodologies for studies on planted forests, the spatial sampling surveys, including the random sampling point (RSP), is an alternative for quantifying land coverage, serving as a first level of information. Thus, it fills an important gap between the laborious traditional field research on forest inventory and the mapping by conventional remote sensing, requiring advanced technologies and relatively high expenses (AUNE-LUNDBERG et al., 2016).

For land use statistics, point sampling has been applied in several countries like the United States, Canada, England, France, Sweden, Switzerland, and Norway. In some cases, these methods were preferable, considering their rapidity in obtaining the data (SÆBØ, 1983). In Brazil, the spatial sampling method was evaluated to estimate yields in agriculture (EPIPHANIO et al., 2002; LUIZ, 2003; ADAMI et al., 2010).

However, recent studies have also used this technique. Nowak & Greenfield (2010) estimated the tree crown cover and impervious surface of the United States with random sampling points (RSP) placed over the Google Earth images. Vibrans et al. (2013) estimated the proportion of natural forest area in Santa Catarina using field samples of the floristic and volumetric inventory of Santa Catarina (IFFSC), assuming a simple random sampling. Jacobs et al. (2014) estimated the Earth’s coverage of urban and semi-urban areas in 139 municipalities in Australia, using random sampling points. Richardson & Moskal (2014) estimated the world tree crown coverage for Seattle by RSP.

Thus, seeking to test a methodology for estimating planted forests cover, quickly and accurately, as an alternative to advanced remote sensing techniques, this research aimed to identify, locate, and calculate the planted forest area for the state of Santa Catarina, its municipalities and meso-regions, by RSP over aerial and orbital images by comparing the results with data from the planted forests area from other studies.

## Material and methods

The study area is the State of Santa Catarina, which has an area of 95,736km<sup>2</sup> and is in the southern region of Brazil. Figure 1 shows the state divided into its six meso-regions.

The three subdivisions of Atlantic Rainforest cover the study area: the Dense Ombrophilous Forest, which covered originally 32.9% of the territory; the Mixed Ombrophilous Forest, which covered originally 42.5%; and the Semideciduous Seasonal Forest, covering 9.6% of Santa Catarina. The remaining natural forest cover is 29% of the original (VIBRANS, 2015).

To estimate land cover classes, the application i-Tree Canopy (USDA FOREST SERVICE, 2016) was used, and to analyze data and organize planted forests data sets the Microsoft Excel was used. The ArcGis 10.1 was used for processing spatial data and map elaboration. The map with the municipal division for Santa Catarina was provided by IBGE (2013). The i-Tree Canopy tool uses images from google satellite whose update frequency can vary in time. The date of the images was controlled

ensuring accurate comparisons with other studies.

Three data sources were used for comparison. The first was the “2015 Statistical Yearbook” of the Association of Forestry Companies of Santa Catarina (ACR, 2016). This study is a public production report of the biggest companies that industrialize forest products in Santa Catarina. The second was the report of Production of Vegetal Extraction and Silviculture (PEVS) of 2014 for Brazil (IBGE, 2014), containing the planted forest area by municipality among other information. The data was researched in agricultural establishments, industries, and other sector’s actors. The third was the Transparent World (TRANSPARENT WORLD, 2016) study. It was conducted in seven countries using remote sensing, more specifically a semi-automatic classification of Landsat 8 satellite images/OLI of 2013 and 2014, complemented with manual interpretation of images from Google Maps, Bing Maps, and Open Landscape Partnership. No accuracy test was conducted (PETERSEN et al., 2016). Table 1 compares the three selected data sources.

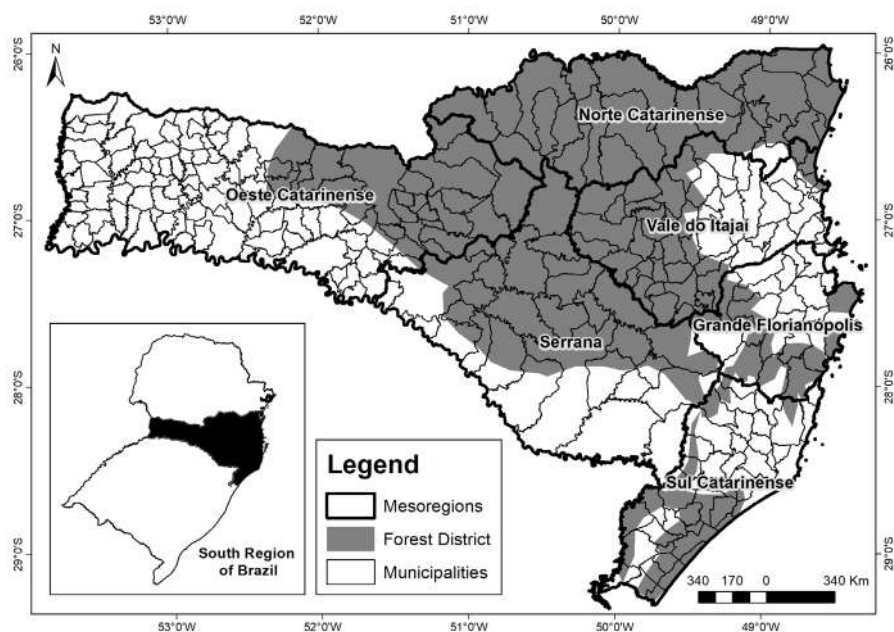


Figure 1. State of Santa Catarina, mesoregions, municipalities, and delimitation of Forest District

Source: adapted from IBDF (1984).

Figura 1. Estado de Santa Catarina, mesorregiões, municípios e delimitação do distrito florestal

Fonte: adaptado de IBDF (1984).



Table 1. Characteristics of recent studies of planted forests in Santa Catarina, Brazil  
 Tabela 1. Estudos recentes sobre florestas plantadas em Santa Catarina, Brasil

Study	ACR	PEVS	Transparent World
Base Year	2015	2014	2014
Method for data collection	Data of associated companies	Forms from the municipal organ, cooperatives, etc.	Semi-automatic classification of orbital images
Information extent	State of Santa Catarina	Brazilian municipalities	Peru, Liberia, Colombia, Cambodia, Brazil, Malaysia, Indonesia
Release format	Technical report	Electronic data sheet	Map in shapefile format

The work was divided into three main steps: (1) data preparation; (2) data collection; and (3) information analysis. The PEVS data preparation consisted of reorganizing the spreadsheet in the Microsoft MS-Excel application, selecting the municipalities of Santa Catarina containing the data of the planted forest area. The Transparent World study was processed by using ArcGIS 10.1, selecting only the polygons of planted forests in Santa Catarina. The analysis of the attribute table made it possible to extract the planted forest area by the municipality of Santa Catarina identified in this study.

The data were collected by allocating 200 random sampling points for each municipality of Santa Catarina and interpreting land use/cover at each point using Google Earth images. Two classes of land use/cover were used: "planted forest" and "not planted forest" (UCAR et al., 2016) (Figure 2). The "planted forest" class considered areas covered with forest plantations of the genera *Pinus*, *Eucalyptus* and *Araucaria*, including the areas of forest planting and harvesting stage of replanting. At the same time, the dates of the images were controlled.

After sampling each of the 295

municipalities, data were analyzed in a spreadsheet to calculate the proportion of planted forests by municipality, the standard error, and the confidence interval, and, with the land area of each municipality, the area of forest planted

by municipality could be estimated. The 200 sampling points per municipality served as preliminary sampling, to calculate sampling sufficiency. The acceptable standard error was set to 2% and, thus, for the municipalities that did not reach the standard acceptable error, new sampling points were deployed, until reaching the acceptable standard error. Thus, the sampling intensity varied between municipalities. Figure 3 shows the relationship between the number of samples and the decrease in the confidence interval. Most municipalities had average stabilization and confidence intervals achieved with the 200 sampling points.

To estimate the total area of planted forests for Santa Catarina and the mesoregions, the complete set of sample randomized points was used by municipality.

To calculate the percentage of planted forests ( $p$ ), Equation 1 was used.  
 $p = n/N$  (Eq. 1)

Where:

$N$  = total number of sampled points;  
 $n$  = number of items classified as planted forest;

To calculate the standard error (SE) Equation 2 was used.

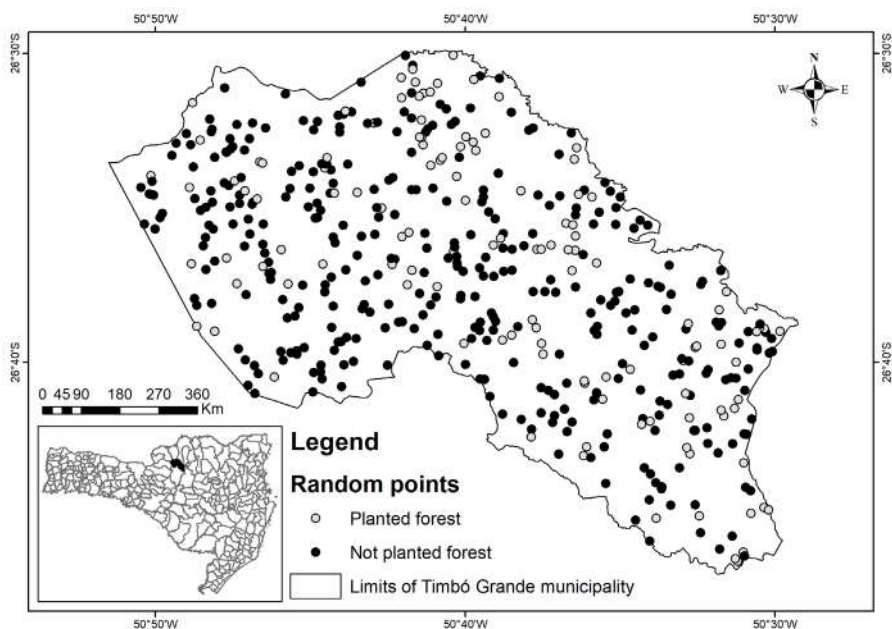


Figure 2. Municipality of Timbó Grande with randomized sampling points in the state of Santa Catarina, Brazil

Figura 2. Município de Timbó Grande e pontos de amostragem aleatória em Santa Catarina, Brasil

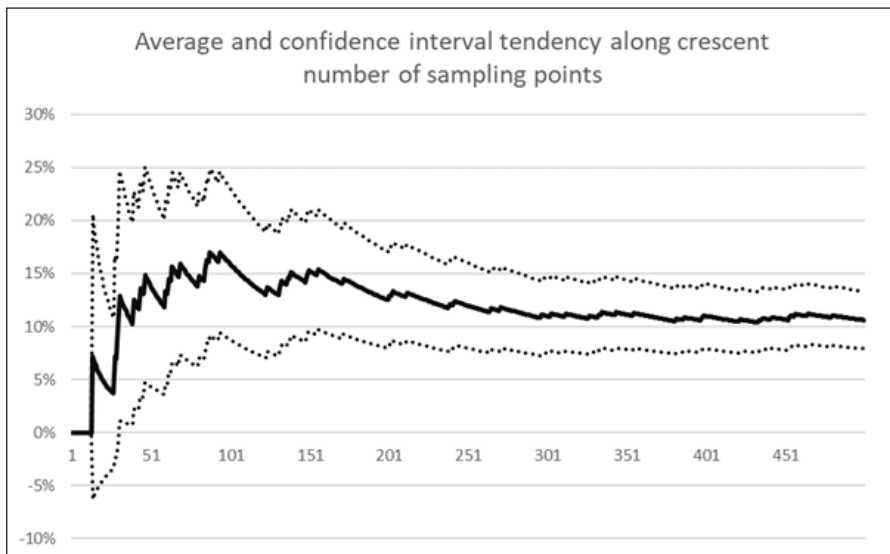


Figure 3. Proportion of planted forests and variance of the confidence interval related to the number of sampling points in the municipality of Lages (SC) in the state of Santa Catarina, Brazil

Figura 3. Proporção de florestas plantadas e variância do intervalo de confiança em relação ao número de pontos amostrais no município de Lages (SC) em Santa Catarina, Brasil

$$SE = \sqrt{p \times q / N} \text{ (Eq. 2)}$$

Where:

p (percentage of planted forest) =  $n/N$ ;  
q (percentage of not planted forest) =  $1-p$ ;  
N = total number of sampled points

When the number of items classified as planted forest (n) was less than 10, a different equation for standard error (SE) was used (Equation 3).

$$SE = (\sqrt{n}) / N \text{ (Eq. 3)}$$

Where:

n = number of items classified as planted forest;  
N = total number of points sampled.

To calculate the confidence interval (CI), Equation 4 was used, whereas Equation 5 was used for Sampling Sufficiency (Sn) (GREGORY, 2014).

$$CI (95\%) = SE \times t \text{ (Eq. 4)}$$

Where:

SE = standard error;  
t = (Student's t-distribution)

$Sn = p\% \times q\% / SE^2$  (Eq. 5) Where:  
p% = percentage of the planted forest;  
q% = 100% of p%;  
SE = acceptable standard error.

When the value of planted forests area identified in other studies was within the confidence EPA interval, no significant difference was considered between the values of the sampling and of the study to a 95% probability (NOWAK & GREENFIELD, 2010).

## Results and discussion

The results showed an expected chronological diversity between the dates of the satellite images used in the study. This is primarily due to the variety of sensors, such as TM, ETM and OLI Landsat, Digital Globe, GeoEye-1, Ikonos, MODIS\Terra, SPOT, among others. However, approximately 70% of the images were from 2013 and 2014 years, thus, compatible with the period of the most recent studies adopted in this work (Table 1).

### Area of planted forest for the State of Santa Catarina

Considering the state of Santa Catarina, the study analyzed 76,146 sampling points, and of these, 9,034 (11.9%) were classified as "planted forest" and 67,112 (88.1%) classified as

"not planted forest." Thus, considering the total area of Santa Catarina, the estimated planted forest area in the state is 1,135,481ha, with a standard error of 0.12%. Assuming a 95% confidence interval, this value is between 1,113,499ha and 1,157,464ha, as shown in Table 2.

Comparing the values obtained in this study with those of ACR (2016), IBGE (2014) and Transparent World (2016) found relatively disparate values (Table 2), which, in a first view, could be related to the different survey methods of each study.

The ACR study (2016) has focused on extensive forest plantations, conducted by medium or big companies. In other words, independent plantations and those out of industrial areas will most likely not be considered. This study reports an area of 660,700ha of planted forests in Santa Catarina.

The IBGE (2014) presents an area of 1,033,624ha, which is lower and outside this study's confidence interval, whereas Transparent World (2016) presents an area of 1,188,953ha, greater and outside the confidence interval.

The sampling standard error was 0.12% which generated a relatively reduced confidence interval, indicating that the estimation of the planted forest area has reached great accuracy. Other studies that used RSP to estimate the land cover have obtained higher standard errors. Vibrans et al. (2013) obtained 1.4% standard error in estimating forest area in Santa Catarina by using IFFSC field samples, using simple random sampling. Jacobs et al. (2014) have reached the maximum standard error of 3% in the estimated coverage of urban and semi-urban areas in 139 Australian municipalities. Richardson & Moskal (2014) had 1.4% of standard error in estimating the urban tree canopy coverage in Seattle by using RSP.

An analysis of the planted forest area by region allows to evaluate the differences regarding the context of each, their natural, social, and economic

Table 2. Planted forest area in Santa Catarina and comparison with other studies

*Tabela 2. Área de florestas plantadas em Santa Catarina e comparação com outros estudos*

Class	Planted Forest (ha)	Planted Forest (%)
This study	1,135,481	11.9
ACR	660,700	6.9
IBGE	1,033,624	10.8
Transparent World	1,188,953	12.5

Table 3. Planted forest area by mesoregion in the state of Santa Catarina, Brazil

*Tabela 3. Área de florestas plantadas por mesorregião em Santa Catarina, Brasil*

Mesoregion	PF	%	SE	CI
Serrana	438.0	35.6	0.39	420.9-455.0
Oeste Catarinense	284.6	23.1	0.18	274.9-294.3
Norte Catarinense	207.4	16.8	0.40	194.9-219.9
Vale do Itajaí	149.4	12.1	0.27	142.5-156.3
Sul Catarinense	98.0	8.0	0.28	92.6-103.4
Grande Florianópolis	54.3	4.4	0.38	48.8-59.8

FP = Estimated planted forest area (1000 hectares); % = Percentage of estimated planted forest area; SE = standard error in percentage; CI = confidence interval (95%)

Table 4. Municipalities with the highest estimated planted forest areas (area in 1000ha) in the state of Santa Catarina, Brazil

*Tabela 4. Municípios com maiores estimativas de áreas de florestas plantadas (área in 1000ha) em Santa Catarina, Brasil*

Municipality	N	n	p%	SE	PF	CI	IBGE	TW
Santa Cecilia	600	243	40.5	2.00	46.4	4.5	55.5	54.1
Otacílio Costa	616	233	37.8	1.95	31.9	3.2	34.0 *	42.5
Lages	500	53	10.6	1.38	27.9	7.1	34.7 *	45.1
Caçador	520	140	26.9	1.95	26.5	3.8	* 24.4	30.0 *
Rio Negrinho	504	132	26.2	1.96	23.8	3.5	24.0 *	35.6
Mafra	325	47	14.5	1.95	20.3	5.4	10.7	27.4
Capão Alto	319	41	12.9	1.87	17.2	4.9	14.0 *	22.0 *
Campo Belo do Sul	450	73	16.2	1.74	16.7	3.5	15.3 *	19.7 *
Timbó Grande	479	125	26.1	2.01	15.6	2.4	7.8	19.9
Lebon Régis	353	58	16.4	1.97	15.5	3.6	4.4	24.2
Correia Pinto	450	105	23.3	1.99	15.2	2.5	* 15.8	22.7
Itaiópolis	260	30	11.5	1.98	14.9	5.1	12.0 *	19.7 *
Bom Retiro	310	41	13.2	1.92	14.0	4.0	21.6	19.3
Água doce	245	26	10.6	1.97	13.9	5.1	16.1 *	23.5
São José do Cerrito	309	45	14.6	2.01	13.8	3.7	5.2	* 15.8
Curitibanos	325	47	14.5	1.95	13.7	3.6	33.0	15.0 *
Canoinhas	292	35	12.0	1.90	13.7	4.3	12.1 *	16.6 *
Ponte Alta do Norte	561	192	34.2	2.00	13.7	1.6	28.7	21.1
Calmon	450	95	21.1	1.92	13.5	2.4	15.7 *	21.6
Bocaina do Sul	500	130	26.0	1.96	13.3	2.0	11.0	15.4

N = number of randomized points; n = number of items classified as planted forest; p = proportion of planted forest related to municipality area in percentage; SE = standard error in percentage; PF = estimated planted forest area in 1000ha; CI = confidence interval (95%) in 1000ha; IBGE = PEVS 2014 data in 1000ha; TW = Transparent Data World in 1000ha. \* = no significant difference IC (95%).

characteristics. Using the division into meso-regions (IBGE, 2013) (Figure 5) the planted forest varies between the meso-regions. The largest planted forest area is in the Serrana region, with 437,968.06ha, followed by the Oeste with 284,580.17ha, with 207,405.40ha, the Vale do Itajaí with 149,368.62ha, the Sul with 97,999.11ha, and Grande Florianópolis with 54,254.01ha (Table 3; Figure 4).

### Area of planted forests by municipality of Santa Catarina

The estimation of the planted forest area to the municipal unit presented 2% maximum standard error. Table 4 shows a list of 20 cities with the most planted forests.

The study shows that 82 of the 295 municipalities of Santa Catarina presented a low proportion of planted forest (number of items classified as planted forest (n) < 10) (Figure 5). Three municipalities had no samples classified as planted forests, showing no planted forest area: Bombinhas, Florianópolis, and Palhoça. In these municipalities with a small area of planted forest and, consequently, zero or few points sorted in the “planted forest” class, this class of land coverage can be underestimated or not even be sampled (HAMILTON & MEGOWN, 2016).

The results show that the cities with the largest planted forest areas are currently concentrated in the Forest District established by the Secretary of Agriculture of the state of Santa Catarina in 1975 (IBDF, 1984). That is, in the wood pole of Santa Catarina, where the biggest industries consumers of raw materials from planted forests are installed. The municipalities that already presented small planted forest area are mostly out of the Forest District and probably have this activity related to small rural properties, where the use of the raw materials intended for their own use, “green savings,” or small sawmills.

The PEVS study (IBGE, 2014) differs from the EPA results. From the 295 municipalities, only 151 did not differ. The PEVS data are based on structured research applied in each municipality. Consequently, the PEVS data are not

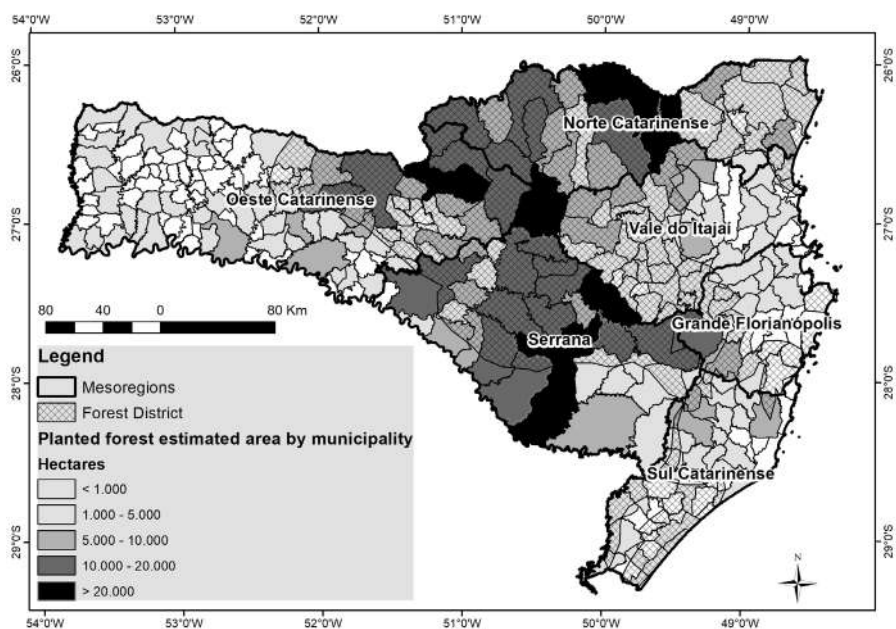


Figure 5. Municipalities of Santa Catarina by class of estimated planted forest area, mesoregions, and forest district

Figura 5. Municípios de Santa Catarina por classe de área estimada de florestas plantadas, mesorregiões e distrito florestal

based on estimation by sampling or measured by remote sensing, but on personal information from technicians and managers. This may explain the difference from the results of this study.

The Transparent World (TRANSPARENT WORLD, 2016) results are closer to this study. A comparison shows that 196 of the 295 municipalities do not differ from this study results and are within the confidence interval (95%). This is probably due to the methodology used, consisting of automated classification of satellite images from dates like those of this study. This mapping has been done in seven countries including Brazil. However, the accuracy test was only performed for Malaysia until now (PETERSEN et al., 2016), thus lacking a complete accuracy measurement.

As potential perspectives for new studies, it is crucial to consider comparisons with land use surveys such as MonitoraSC (VIBRANS, 2021) and Mapbiomas (SOUZA et al., 2020), instead of solely focusing on specific planted forest surveys. This approach will offer broader understanding of the landscape and facilitate the mapping

of various land classes. Additionally, exploring the use of systematic sampling points, in contrast to random sampling points, could be an intriguing method. By adopting systematic sampling, researchers may achieve more structured and comprehensive data for mapping the designated classes.

## Conclusions

-The random sampling points methodology showed a promising result for the state of Santa Catarina.

-Results by municipality were satisfactory, despite the relatively small number of points collected per municipality. Consequently, increasing sampling intensity will reduce the standard error and confidence interval and reach even more accurate estimations.

-The random sampling points selected over aerial and orbital images was a simple and objective methodology and shows that simple, low-cost, and accessible tools can effectively give information to decision-makers on planning.

-Monitoring the area of planted

forests by municipality is possible, since the randomized sampling points can be controlled and reclassified over time.

-Finally, using the random sampling points of this study is suggested to verify the accuracy and validate the mapping of the Transparent World survey (2016), as well as MonitoraSC (VIBRANS, 2021), and Mapbiomas (SOUZA et al, 2020).

## References

ADAMI, M.; RIZZI, R.; MOREIRA, M. A.; RUDORFF, B. F. T.; FERREIRA, C. C. Amostragem probabilística estratificada por pontos para estimar a área cultivada com soja. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.45, n.6, p.585-592, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000600008>.

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS (ACR). *Anuário estatístico de base florestal para o Estado de Santa Catarina 2016 (ano base 2015)*. Lages, 2016.

AUNE-LUNDBERG, L.; STRAND, G. Comparison of variance estimation methods for use with two-dimensional systematic sampling of land use/land cover data. *Environmental Modelling & Software*, n.61, pg. 87-97, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.07.001>.

BRASIL. **Decreto nº 8.375, de 11 de dezembro de 2014. Define a Política Agrícola para Florestas Plantadas**. Brasília, DF, 2014. Available from: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/decreto/d8375.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/d8375.htm). Accessed on: 19 jul. 2016.

BANCO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO EXTREMO SUL (BRDE). *Florestamento na Região Sul do Brasil: uma análise econômica*. Porto Alegre, RS, 2003. 65p, il.

EPIPHANIO, J.C.N.; LUIZ, A.J.B.; FORMAGGIO, A.R. Estimativa de áreas agrícolas municipais, utilizando sistema de amostragem simples sobre imagens de satélite. *Bragantia*, v.61, n.2, p.187-197, 2002. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052002000200012>.

GONÇALVES, J.L.M.; ALVARES, C.A.; HÜBNER, A.; ARTHUR Jr., J.C. Caracterização edafoclimática e manejo de solos das áreas com plantações de Eucalipto. p.113-155. In: SCHUMACHER, M.V.; VIEIRA, M. (Orgs.). *Silvicultura do eucalipto no Brasil*. Santa Maria: UFSM, 2015. 308 p.

- GREGORY, S. **Statistical Methods and the Geographer**. Routledge, London, 2014 - 256p. Doi: <https://doi.org/10.4324/9781315837185>.
- HAMILTON, R.; MEGOWN, K. **Monitoring and quantifying weed cover using a dot-grid sampling technique**. A Weed Manager's Guide to Remote Sensing and GIS – Mapping and Monitoring. USDA – Remote Sensing Application Center. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/237774046\\_Monitoring\\_and\\_Quantifying\\_Weed\\_Cover\\_Using\\_a\\_Dot-Grid\\_Sampling\\_Technique](https://www.researchgate.net/publication/237774046_Monitoring_and_Quantifying_Weed_Cover_Using_a_Dot-Grid_Sampling_Technique). Accessed on: Mar. 24, 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Departamento de Agropecuária. **Pesquisas agropecuárias**. 2. ed. – Rio de Janeiro, RJ, 2002. 92p (IBGE. Boletim Técnico).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Malhas municipais: Estado de Santa Catarina. Ano: 2013**. Available from: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2013/SC/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2013/SC/). Accessed on: Nov 17, 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro, v. 29, p.1-56, 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). Departamento de Economia Florestal. **Inventário florestal nacional: florestas plantadas: Paraná-Santa Catarina**. Brasília, DF, 1984. 283 p, il., mapas.
- JACOBS, B.; MIKHAILOVICH, N.; DELANEY, C. **Benchmarking Australia's Urban Tree Canopy: An i-Tree Assessment**. Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney, 2014. 44p.
- JINGUJI, I. **Dot sampling method for area estimation**. Expert meeting on 'Crop Monitoring for Improved Food Security' in Vientiane, LAO. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. 2014. Available from: [https://www.fao.org/fileadmin/templates/rap/files/meetings/2014/140217\\_EM\\_1-1\\_Dot\\_Sampling\\_Method\\_for\\_Area\\_Estimation.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/rap/files/meetings/2014/140217_EM_1-1_Dot_Sampling_Method_for_Area_Estimation.pdf). Accessed on: Jul. 19,2016.
- JUNIOR, M.D. **Impacto do manejo de povoamentos na produtividade e qualidade da madeira de Pinus taeda**. 2014. 276p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Setor de Ciências Agrárias) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 2014. Available from: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/35819>. Accessed on Jul. 19, 2016.
- LUIZ, A.J.B. **Estatísticas agrícolas por amostragem auxiliadas pelo sensoriamento remoto**. 2003. 114p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), São José dos Campos, 2003. Available from: <http://urlib.net/ibi/6qtX3pFwXQZ3P8SECKy/B4Dar>. Accessed on: Jul. 19,2016.
- MEDEIROS, J.D. **Mata Atlântica em Santa Catarina: Situação atual e perspectivas futuras**. In: SCHÄFFER, W.B.; PROCHNOW, M. (Eds.) **A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. Brasília: APREMAVI, 2002. 156p. Available from: <https://apremavi.org.br/wp-content/uploads/2021/08/a-mata-atlantica-e-voce-baixa-20mb.pdf>. Accessed on: Jul. 19,2016.
- NOWAK, D. J.; GREENFIELD, E. J. Evaluating the national land cover database tree canopy and impervious cover estimates across the conterminous United States: A comparison with photo-interpreted estimates. **Environmental Management**, v.46, p.378-390, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9536-9>.
- PAIVA, H.N.; LEITE, H.G. **Desbastes e desramas em povoamentos de Eucalyptus**. In.: SCHUMACHER, MAURO V; VIEIRA, M. (Orgs.). **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2015. p.83-112
- PETERSEN, R.; GOLDMAN, E.; HARRIS, N.; SARGENT, S.; AKSENOV, D. **Mapping Tree Plantations with Multispectral Imagery: Preliminary Results for Seven Tropical Countries**. Technical Note. Washington, DC: World Resources Institute, 2016. Available from: <https://www.wri.org/research/mapping-tree-plantations-multispectral-imagery-preliminary-results-seven-tropical>. Accessed on Jul. 19,2016.
- RICHARDSON, J.J., MOSKAL, L.M. Uncertainty in urban forest canopy assessment: Lessons from Seattle, WA, USA. **Urban Forestry & Urban Greening**, vol. 13, pg. 152-157, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.07.003>.
- SOUZA, C.M., Jr.; Z. SHIMBO, J.; ROSA, M.R.; PARENTE, L.L.; A. ALENCAR, A.; RUDORFF, B.F.T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; G. FERREIRA, L.; SOUZA-FILHO, P.W.M. et al. **Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. Remote Sens**. 2020, v.12, 2735. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12172735>.
- TRANSPARENT WORLD. **"Tree Plantations"**. Available from: <http://data.globalforestwatch.org/datasets/>
- UCAR, Z.; BETTINGER, P.; MERRY, K.; SIRY, J.; BOWKER, J.M.; AKBULUT, R. A comparison of two sampling approaches for assessing the urban forest canopy cover from aerial photography. **Urban Forestry & Urban Greening**, v.16, p.221-230, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.03.001>.
- USDA FOREST SERVICE. **i-Tree Canopy Technical Notes**. Available from: [http://www.itreetools.org/canopy/resources/iTree\\_Canopy\\_Methodology.pdf](http://www.itreetools.org/canopy/resources/iTree_Canopy_Methodology.pdf). Accessed on: Feb. 08, 2016.
- VIBRANS, A.; MCROBERTS, R.E.; MOSER, P.; NICOLETTI, A.L. Using satellite image-based maps and ground inventory data to estimate the area of the remaining Atlantic Forest in the Brazilian state of Santa Catarina. **Remote Sensing of Environment**, v.130, p.87-95, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.10.023>.
- VIBRANS, A. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: o que você deve saber sobre as florestas de Santa Catarina**. Blumenau. FURB, 2015. 20 f.
- VIBRANS, A.C.; NICOLETTI, A.L.; LIESENBERG, V.; REFOSCO, J.C.; KOHLER, L. P. de A.; BIZON, A.R.; LINGNER, D.V.; DAL BOSCO, F.; BUENO, M.M.; DA SILVA, M.S.; PESSATTI, T.B. **MonitoraSC: um novo mapa de cobertura florestal e uso da terra de Santa Catarina. Agropecuária Catarinense**, v.34, n.2, p.4248, 2021. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v34i2.1086>.

# Principais cultivares de forrageiras da Epagri



Ulisses de Arruda Córdova<sup>1</sup>, Dediel Junior Amaral Rocha<sup>2</sup>, Jefferson Araújo Flaresso<sup>3</sup>,  
Joseli Stradioto Neto<sup>4</sup>, Murilo Dalla Costa<sup>5</sup> e Ana Lúcia Hanisch<sup>6</sup>

**Resumo** – As atividades de introdução, avaliação e melhoramento de plantas forrageiras em Santa Catarina tiveram início a partir de 1912, quando o Ministério da Agricultura implantou várias unidades de fomento à agropecuária no Brasil. O Posto Zootécnico Federal de Lages foi uma dessas instituições pioneiras. Na mesma década foram introduzidas algumas forrageiras exóticas e posteriormente avaliadas espécies nativas. No entanto, foi a partir de 1975, com a fundação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (Empasc), que os trabalhos de melhoramento tiveram impulso, com várias estações experimentais se dedicando a esta atividade, principalmente a Estação Experimental de Lages, que possuía pesquisador melhorista entre seus colaboradores. O objetivo deste artigo é caracterizar e registrar as características agrônomicas dos cultivares lançados pela Epagri desde a década de 1980, muitos dos quais são cultivares importantes nos sistemas pecuários de Santa Catarina e em outras regiões do sul do Brasil, ou apresentam potencial como material genético para a seleção de novos cultivares. Destacam-se os cultivares SCS314 Santa Vitória e SCS315 Catarina Gigante, respectivamente de aveia-perene e missioneira-gigante, únicos de suas espécies registrados no Brasil.

**Termos para indexação:** Melhoramento vegetal; Azevém-anual; Festuca; Missioneira-gigante; Lótus-serrano.

## Epagri's main forage cultivars

**Abstract** – The activities of introducing, evaluating, and improving forage plants in Santa Catarina began in 1912 when the Ministry of Agriculture implemented several units to promote agriculture and livestock in Brazil. The Posto Zootécnico Federal de Lages was one of these pioneering institutions. In the same decade, that institution introduced some exotic forages and later evaluated some native species. From 1975 onwards, with the foundation of the Agricultural Research Company of Santa Catarina (Empasc), the breeding work gained momentum, with several experimental stations dedicated to this activity, mainly the Experimental Station of Lages, which had a forage breeder among its collaborators. This article aims to characterize and record the agronomic characteristics of cultivars released by Epagri since the 1980s, many of which are usable cultivars in livestock systems in Santa Catarina and other regions of southern Brazil or present potential as a genetic resource for the selection of new cultivars. The SCS314 Santa Vitória and SCS315 Catarina Gigante cultivars of perennial oat and Axonopus grass, respectively, stand out and are the only ones of their species registered in Brazil.

**Index terms:** Plant breeding; Annual ryegrass; Fescue; Missioneira-gigante; Greater bird's-foot-trefoil.

## Introdução

As atividades de introdução, avaliação e melhoramento de plantas forrageiras em Santa Catarina tiveram início no século passado, quando o Ministério da Agricultura implantou unidades de fomento à agropecuária no Estado. A mais antiga foi o Posto Zootécnico Federal de Lages (PZFL) em 1912. Na época o trabalho consistiu em aclimação e seleção de espécies exóticas e autóctones, sendo introduzidas várias forrageiras, das quais algumas se tornaram natura-

lizadas, como o capim-lanudo (*Holcus lanatus* L.) e a fluva (*Anthoxantum odoratum* L.). Além dessas, diversas forrageiras foram introduzidas ou coletadas, como azevém-anual (*Lolium multiflorum* Lam.), *Dactylis* sp., *Bromus* sp. (provavelmente genótipos nativos coletados no Planalto Catarinense, onde ocorrem várias espécies) e *Festuca* sp., entre as principais. Foram produzidas sementes e distribuídas em pequenas quantidades a produtores, devido ao grande número de pedidos.

Em 1971 o PZFL recebe a denomina-

ção de Estação Experimental de Lages (EEL), subordinada ao Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul (Ipeas). Em 1975 a EEL passou à jurisdição da Embraapa e, no mesmo ano, para a recém-fundada Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (Empasc), uma das empresas que deram origem à Epagri, o que contribuiu para a intensificação dos trabalhos em forragicultura e pastagens na pesquisa catarinense (CÓRDOVA et al., 2022; BRANDT, 2012).

Até o início de 2023 haviam sido registrados diversos cultivares de forragei-

Recebido em 30/03/2023. Aceito para publicação em 22/08/2023.

Doi: <http://doi.org/10.52945/rac.v36i2.1609>

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

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

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, M. Sc., Epagri/EEL, e-mail: jefferson@epagri.sc.gov.br.

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, M. Sc., e-mail: ulisses@epagri.sc.gov.br.

<sup>5</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/EEL, e-mail: murilodc@epagri.sc.gov.br.

<sup>6</sup> Engenheira-agrônoma, Dra. Epagri/Estação Experimental de Canoinhas, BR – 280, km 231, nº 1.101, Bairro Campo da Água Verde, 89460-000, Canoinhas, SC, e-mail: analucia@epagri.sc.gov.br.

ras junto ao Registro Nacional de Cultivares (RNC). Desses, nove estão em uso, sendo três cultivares de azevém-anual e os demais de forrageiras perenes de clima temperado e de clima subtropical, que serão descritos neste artigo.

## Azevéns-anuais

O **Empasc 301** foi o primeiro cultivar de forrageira desenvolvido pela pesquisa catarinense, resultante de seleção massal de azevém-anual comum cultivado há dezenas de anos na região do Planalto Catarinense. Provavelmente, era proveniente dos genótipos introduzidos no início das atividades do PZFL (DUARTE et al., 1982). É um material diploide, com hábito de crescimento ereto, resistente a doenças e selecionado para as condições de solo e clima Cfb<sup>7</sup>, sendo que concentra 56% da sua produção de forragem no período de inverno (DUARTE et al., 1982; EMBRAPA, 1982). Esse cultivar não está mais em uso pelos produtores, porém a EEL mantém semente genética no Banco Ativo de Germoplasma visando a futuros trabalhos de melhoramento genético da espécie.

O **Empasc 304 (Serrana)** (Figura 1) é um cultivar de azevém-anual, registrado pela EEL em 1998 e desenvolvido para atender às exigências edafoclimáticas da região do Planalto Sul de Santa Catarina, que apresentam solos menos férteis e condições mais severas em relação a baixas temperaturas. É um azevém-anual diploide da variedade *westerwoldicum*, de ciclo médio, produtividade entre 5,8 a 8,2t MS ha<sup>-1</sup>, média tolerância à estiagem, teores de proteína bruta entre 21 e 25% e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) de 74,78% (HANISCH et al., 2015; SCHMIDT, 2020).

É indicado para pastagens anuais cultivadas, melhoramento de campo nativo e para sistemas de integração lavoura-pecuária, sendo que até recentemente era uma dos cultivares de azevém-anual mais utilizados nas regiões de Planalto de Santa Catarina, para essas finalidades. Pode ser consorciado com leguminosas como trevo-branco,

trevo-vermelho, cornichão e outras gramíneas anuais.

Trabalhos de avaliação de cultivares mostraram que o Empasc 304 – (Serrana) é um genótipo produtivo em diversas condições ambientais de SC (Tabela 1).

Em ensaios mais recentes realizados, quando comparado com os azevéns-anuais de ciclo longo disponíveis no mercado nos últimos anos, o cultivar Empasc 304 (Serrana) alcançou os mesmos níveis de produção de matéria seca e de qualidade que azevéns anuais tetraploides e itálicos (SCHMIDT, 2020; CÓRDOVA et al., 2020).

Como é um cultivar recomendado para clima Cfb, quando cultivado em ambientes com temperatura mais elevada, pode apresentar problemas de brusone (*Pyricularia grisea*), especialmente quando plantado mais cedo e com ocorrência de chuvas frequentes. Desta forma não se recomenda o plantio antes do mês de abril em clima Cfa<sup>8</sup>.

**SCS316 CR Altovale** (Figura 1) é um cultivar registrado pela Epagri, em parceria com a Cooperativa Regional Agropecuária Vale do Itajaí (Cravil), resultado do processo de seleção de genótipos proveniente da região do Alto Vale do Itajaí em Santa Catarina. Foi avaliado em três regiões distintas do Estado, por dois anos e apresentou excelente adaptação às mais variadas condições edafoclimáticas no Alto Vale do Itajaí (Ituporanga), Planalto Sul (Lages), e Planalto Norte (Papanduva).

SCS316 CR Altovale destaca-se dos demais cultivares diploides comerciais pela maior produtividade, precocidade

ao primeiro pastejo, rápido rebrote e intervalos entre pastejos muito curtos. É um azevém-anual de ciclo médio, com hábito de crescimento semiereto e uma relação folha-colmo de 4:1 no período vegetativo.

Em dois anos de avaliação (2014 e 2015) e três locais do Estado (Papanduva, Lages e Ituporanga), sendo manejado a uma altura de 30cm, alcançou produção média de 5,8t ha<sup>-1</sup> de massa seca, em oito cortes, entre junho e outubro. Na média de todos os locais, apresentou teor de 23% de proteína bruta e 69% de digestibilidade *in vitro* de MS, na avaliação realizada no terceiro corte (HANISCH et al., 2015).

O **SCS317 Centenário** foi obtido na Estação Experimental de Lages (EEL), a partir de cruzamentos do cultivar Empasc 304 (Serrana) com ecótipos do banco de germoplasma da Epagri. Os objetivos da seleção foram: a) seleção para aumento da produção de forragem no período de inverno; b) ciclo compatível para ser utilizado em sistemas de integração lavoura-pecuária, especialmente em sucessão com as culturas de grãos nas regiões de clima Cfb no sul do Brasil; c) rápido e intenso perfilhamento.

O **SCS317 Centenário** tem alto potencial para produção de sementes, o que aumenta as possibilidades de obter boas ressemeaduras. É indicado para pastagens anuais de inverno em sucessão com as culturas de verão. Produz bem em solos de média a boa fertilidade e tem vantagens sobre os azevéns tetraploides em solos ou situações de menor potencial produtivo.

Tabela 1. Produtividade do azevém-anual Empasc 304 (Serrana)  
Table 1. Annual ryegrass productivity Empasc 304 (Serrana)

Produtividade (kg.MS ha <sup>-1</sup> )	Local do ensaio	Autor(es)
5.815	Papanduva (SC)	Hanisch et al., 2022a
8.206	Campos Novos (SC)	Schmidt, 2020
7.156	São Joaquim (SC)	Rosa et al., 2008

<sup>7</sup> Clima temperado com verão ameno, sem estação seca definida, com temperatura do mês mais quente inferior a 22°C.

<sup>8</sup> Clima temperado com verão quente, sem estação seca definida, com temperatura do mês mais superior a 22°C.

Apto para melhoramento de campo nativo e renovação de pastagens. Produz forragem até a segunda quinzena de novembro.

Para todos os azevêns-anuais a recomendação de densidade de semeadura é de 20 e 25kg de sementes por hectare, quando o plantio é realizado em linhas ou semeadura a lanço, respectivamente. A época mais indicada de semea-

dura é o mês de abril, com exceção do SCS316 CR Altovale, que pelo fato de não ter sido relatado nenhum caso de brusone e ter origem numa região mais quente, pode ter o plantio antecipado para os meses de fevereiro e preferencialmente março. A forma de utilização é pastejo ou corte. A correção do solo e a adubação deve ser de acordo com a CQFS - RS/SC, 2016.



Figura 1. Azevêns-anuais Empasc 304 (A) em Lages (SC) e SCS316 CR Altovale (B) em Presidente Getúlio, SC

Fotos: Joseli Stradiotto Neto

Figure 1. Annual ryegrass Empasc 304 (A) in Lages (SC) and SCS316 CR Altovale (B) in Presidente Getúlio, SC

Photos: Joseli Stradiotto Neto

## Forrageiras perenes de clima temperado

A aveia-perene (*Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl) (Figura 2) é uma gramínea perene de clima temperado, que apresenta excelente qualidade nutricional e ótima aceitação pelos animais. No Brasil, esta espécie é bem adaptada à Região Sul, em especial para locais de clima Cfb. O cultivar SCS314 Santa Vitória foi lançado pela Epagri em 2012, sendo o único da espécie registrado no Brasil. Possui hábito de crescimento semicespitoso, folhas largas, com pelos, de um tom de verde mais claro, levemente azulado. Apresenta alta persistência quando bem manejada, sendo recomendado para corte ou pastejo, cuja altura deve ser de 30-40cm para entrada e 10-15cm para saída dos animais. Sua qualidade nutricional é alta, com teores acima de 19% de proteína bruta, 72% de digestibilidade e 63% de NDT (ROSA et al., 2008a; HANISCH & GISLON, 2010).

Produz sementes viáveis, possibilitando, em regiões de altitude e frias, a realização de até duas colheitas de sementes por ano. Floresce no final da primavera ou início do verão. A semeadura pode ser realizada durante os meses de março a maio, utilizando-se 20kg ha<sup>-1</sup> de semente (ROCHA et al., 2022a).

Nas regiões de planalto, em ensaios de avaliação de gramíneas perenes de inverno esse cultivar destaca-se pela alta resistência a geadas e manutenção da cobertura do solo após o terceiro ano de utilização (ROSA et al., 2008a; ROSA et al., 2008b; HANISCH & GISLON, 2010). A produtividade obtida nos ensaios variou de 5 e 6t MS ha<sup>-1</sup>, com cortes entre março a novembro. A partir de 2012, com ajustes na adubação e na altura de manejo, Hanisch et al (2016a) avaliando esse cultivar por dois anos em quatro regiões de Santa Catarina, obtiveram produtividades anuais entre 8 e 11t de MS ha<sup>-1</sup>, sendo que na região do Planalto Sul Catarinense, essa produção foi estável entre os dois anos. A aveia-perene cv. SCS314 Santa Vitória é uma opção de pastagem perene para regiões frias e de altitude. Por outro lado, nas regiões de clima quente, esse cultivar não tem perenizado, reduzindo signi-



ficativamente a produção no segundo ano, portanto, não sendo indicado para cultivo em clima Cfa (ROCHA et al., 2022a).

O cultivar de festuca **Epagri 312** (Lages) originou-se no programa de melhoramento de forrageiras da Epagri na Estação Experimental de Lages. Foi obtido

através da seleção de plantas coletadas em pastagens estabelecidas de festuca na região do Planalto Catarinense, onde foram multiplicadas, avaliadas e selecionadas.

A festuca é uma gramínea perene de clima temperado recomendada às regiões de clima Cfb do Sul do Brasil. Apre-

senta como características: tolerância a geadas, a estiagens, a solos compactados e úmidos e a sombreamento. Suporta ataques de insetos e doenças. Produz bem no outono, quando ocorrem os maiores vazios forrageiros (CÓRDOVA & FLARESSO, 2015). Apresenta raízes profundas e rizomas curtos, o que confere uma alta tolerância ao manejo de pastejo mais intensivo (ROSA et al., 2009).

Considerando o potencial de rendimento e qualidade, em clima Cfb, Hanisch & Gislon (2010) obtiveram 20% de proteína bruta (PB) e 72% de digestibilidade com esse cultivar e produção anual de 7,5t ha<sup>-1</sup> de matéria seca (MS), durante o período de inverno/primavera. De acordo com Flaresso et al. (1997), esta gramínea apresenta boa produção outonal e alcança rendimentos em torno de 4,5t ha<sup>-1</sup> de MS em clima Cfa e de até 8t ha<sup>-1</sup> nas condições do Planalto Catarinense (VIDOR, 1992). Ayala et al. (2010) também destacam a qualidade média de cultivares de festuca como sendo de 17 a 22% de PB e a digestibilidade variando de 55 até 70%. Hanisch et al. (2016b), em experimentos conduzidos por dois anos nas regiões de Chapecó, Campos Novos, São Joaquim e Canoinhas, obtiveram com festuca cv. Epagri 312 (Lages) rendimentos médios, respectivamente, de 8.786, 7.902, 11.121 e 8.183kg ha<sup>-1</sup> de MS no período de 2010/2011, e 5.477, 7.810, 10.606, e 6.170 em 2011/2012. Em outro experimento conduzido em São Joaquim com o cultivar da Epagri, Rosa et al. (2008b) obtiveram rendimento variando de 4.900 até 6.000kg ha<sup>-1</sup> de MS, sendo o teor de proteína de 20% e a digestibilidade de 70%. Outra característica importante do cultivar é que apresenta produção bem distribuída durante o ano, abrangendo as estações de outono, inverno e primavera (ROSA et al., 2009). Em termos de rendimento animal, em trabalhos conduzidos em Lages, a festuca consorciada com trevo-branco produziu 570kg ha<sup>-1</sup> por ano de peso vivo quando a pastagem apresentava infecção de 10% de fungo endofítico e 370kg ha<sup>-1</sup> em pastagem com 50% ou mais de infecção (ROSA et al., 2009).

Cabe destacar que cultivares de festuca podem apresentar associação simbiótica com o fungo endofítico *Ne-*



Figura 2. Aveia-perene cv. SCS314 Santa Vitória na altura de pastejo em áreas sombreadas (A) e em pleno florescimento em área a pleno sol (B)

Fotos: Ana Lúcia Hanisch

Figure 2. Perennial oats cv. SCS314 Santa Vitória at grazing height in shaded areas (A) and in full bloom in full sun area (B)

Photos: Ana Lúcia Hanisch

*otyphodium coenophialum*, que infecta os tecidos foliares e pode se disseminar por meio das sementes. A presença deste fungo beneficia a planta tornando-a mais resistente a pragas e doenças e aumentando a persistência. Entretanto, pode influenciar negativamente no consumo de forragem e reduzir o ganho de peso dos animais (ROSA et al., 2009; AYALA et al., 2010).

O plantio da festuca deve ser realizado de forma convencional, fazendo a correção e adubação do solo de acordo com a análise de solo. Pode ser feito de março a maio. Recomenda-se a utilização de 20 a 25kg ha de sementes em cultivo estreme e 15 a 20kg ha<sup>-1</sup> quando consorciado (ROSA et al., 2009; CÓRDOVA & FLARESSO, 2015). A festuca consorcia-se muito bem com trevo-branco e cornichão.

Com relação ao manejo, recomenda-se iniciar o pastejo quando as plantas atingem cerca de 25cm de altura, deixando um resíduo foliar de 10cm, sendo que no verão deve ficar em descanso por um período aproximado de 70 dias para melhor persistência. A implantação é relativamente lenta, podendo levar até 120 dias para ocorrer a cobertura total da área, sendo que a maior produção ocorre a partir do segundo ano (CÓRDOVA, 2012).

Algumas recomendações fundamentais na implantação da pastagem de festuca: não consorciar com trevo-vermelho e gramíneas anuais; não implantar em áreas que tenham ressemeadura de azevém-anual; implantar em março-abril, evitando plantios tardios, pois com temperatura muito baixa de solo demora muito a germinar; evitar plantio profundo, sendo recomendado em torno de 0,5 a 1cm (CÓRDOVA & FLARESSO, 2015).

O cultivar de festuca Epagri 312 (Lages) esteve no mercado por muitos anos e houve uma interrupção no fornecimento de sementes. Em 2021 foi assinado um contrato com produtor de sementes. Em 2023 voltou a ter disponibilidade de semente no mercado.

*Lotus uliginosus* Schkuhr é uma forrageira leguminosa introduzida na EEL através do cultivar Maku a partir do qual, mediante processo de melhoramento genético foi desenvolvido o cultivar denominado de **SCS313 Serrano**

(ROSA et al., 2009). De acordo com Rocha et al. (2021), é uma espécie tetraploide, derivada da hibridação de plantas individuais.

Considerando algumas de suas características botânicas, possui folíolos e folhas com pouca pilosidade, é estolonífera e se propaga por estolões e por sementes. Possui sistema radicular bem desenvolvido e abrangente, no qual a formação de nódulos mediante associação simbiótica com rizóbios proporciona fixação biológica de nitrogênio atmosférico (ROSA et al., 2009).

O cultivar SCS313 Serrano possui uma forragem de alta qualidade nutricional, excelente tolerância ao pastejo e ausência de timpanismo (CÓRDOVA, 2012). Em avaliações experimentais conduzidas em diferentes regiões de Santa Catarina, por Rocha et al. (2021), obtiveram rendimento de matéria seca de 5.013, 4.565, 3.687, e 1.906kg ha<sup>-1</sup> de MS, em Canoinhas, Lages, Chapecó e Campos Novos, respectivamente. Esses mesmos autores, também avaliaram em diversos locais de Santa Catarina durante o período de 2018 a 2020, citam rendimentos anuais do cultivar SCS313 Serrano variando de 3.102 até 9.769kg ha<sup>-1</sup> de MS. Em outro trabalho conduzido por três anos na Estação Experimental de Lages, Rocha et al. (2022b) encontraram rendimento médio de 2.469kg ha<sup>-1</sup> de MS para o cv. SCS313 Serrano, sendo este superior ao cv. Trojan que apresentou um rendimento médio de 2.037. Como todos os lótu, o cultivar apresenta produção marcadamente concentrada nas estações de primavera e verão (ROSA et al., 2008; CÓRDOVA, 2012).

Em termos de qualidade nutricional apresenta entre 68 e 70% de digestibilidade, 17 a 24% de proteína bruta e 5 a 9% de taninos condensados. Rocha et al. (2021) encontraram valores de proteína variando de 18 a 31%, com teores mais elevados no verão, enquanto que a digestibilidade foi menor no verão (39,5%) e mais elevada na primavera (55%). Os teores de taninos condensados do cultivar promovem a proteção das proteínas contra degradação e reduzem perdas no rúmen, aumentando a eficiência de absorção (AYALA et al., 2010). O cultivar SCS313 Serrano apresenta características agrônômicas interessantes como adaptação a solos

úmidos, tolerância à baixa fertilidade de solo e especialmente acidez e alumínio, quando comparados com os trevos e cornichão, desenvolvendo-se bem em ambientes sombreados (ROCHA, 2021; CÓRDOVA, 2012). Os estudos realizados por Rosa et al. (2008) apontaram rendimento médio de 6.103kg ha<sup>-1</sup> de MS, tolerância média ao frio, baixa exigência em fertilidade do solo e média tolerância à seca.

Este cultivar pode ser utilizado em cultivo estreme ou consorciado com gramíneas e leguminosas perenes de inverno como festuca, dátilo e trevo-branco e com gramíneas perenes de verão. A época de semeadura recomendada é de março a maio em cultivo convencional e de junho a agosto em cultivo reduzido, com exceção das regiões muito frias. A espécie também tem bom potencial para ser utilizada em sobressemeadura para melhoramento de campo nativo. A densidade de plantio recomendada em cultivo estreme é de 3kg ha<sup>-1</sup> de sementes, e em consorciação, pode-se utilizar 2kg ha<sup>-1</sup>. Também é possível a implantação através de mudas, utilizando-se espaçamento de 50cm entre plantas e entre linhas (CÓRDOVA, 2012). Em termos de manejo, Rosa et al. (2009) recomendam utilização em pastejo rotativo, iniciando quando a pastagem estiver com 20 a 25cm de altura. Para garantir sua persistência, a pastagem deverá ser diferida no verão por um período de 60 a 70 dias. O resíduo pós-pastejo deve ficar em torno de 7-10cm, quando em cultivo estreme e consorciado adotar à altura de pastejo das espécies associadas (Rosa et al., 2009). Para a implantação, deve-se realizar a correção com calcário e adubação do solo de acordo com a análise. Apesar de ser uma espécie de clima temperado, não resiste a geadas intensas e ao frio da altitude.

A Epagri assinou um convênio de cooperação com uma empresa produtora de sementes, o que em breve tornará possível a disponibilidade no mercado.

## Forrageiras perenes subtropicais

A forrageira hemártria (*Hemarrhia altissima* (Poir.) Stapf & C.E. Hubb) é uma gramínea perene, de ciclo estival,

adaptada para cultivo e uso no Sul do Brasil, sendo uma opção interessante para solos com teores de alumínio mais elevado, desde que cálcio e magnésio também apresentem teores altos. Em 1982 foi lançado o cultivar **Empasc 302**, como uma opção para os sistemas de produção das regiões de Planalto de Santa Catarina. Esse cultivar se caracteriza por apresentar hábito de crescimento cespitoso, rizomas curtos e colmos decumbentes que enraízam nos nós, formando pequenas touceiras. Apesar de floração intensa, não forma sementes, sendo propagado vegetativamente. As folhas são de coloração verde-vivaz, podendo na parte terminal apresentar um tom avermelhado.

Concentra a produção no verão e outono, apresenta produtividade e persistência bastante variáveis, sendo predominantemente, recomendada para regiões de altitude e clima Cfb. A oscilação na produtividade está correlacionada com o clima, com tendência de reduzir em regiões mais quentes, mas pode atingir até 12,5t de MS ha<sup>-1</sup> (HANISCH et al., 2012), produtividade muito próxima àquela obtida nos ensaios do lançamento, que foi de 10 a 12t de MS ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 1982).

No entanto, a persistência é maior nas regiões mais frias, como o Planalto Sul Catarinense, onde é importante opção forrageira estival. No Planalto Norte, a persistência é menor, reduzindo a cobertura do solo a partir do segundo ano, favorecendo a ocorrência de plantas indesejáveis na pastagem (HANISCH et al., 2012). Por outro lado, em Lages existem cultivos formados há décadas com boa persistência, com uso em pastejo. Sua composição química tem variado de 7 a 12% em proteína bruta e com valores de digestibilidade de 60 a 70% (HANISCH et al., 2009).

A principal característica desse cultivar é maior resistência a geadas em relação a outros de hemártria sendo que, no Planalto Sul, se destaca pelo rápido rebrote na primavera. O plantio é recomendado entre os meses de setembro e dezembro, preferencialmente em solos com boa umidade, com média a alta fertilidade (BRANDES et al., 2004). Há disponibilidade de material vegetativo na Estação Experimental de Lages para instalação de viveiros ou pequenas áreas

de pastagem.

O cultivar de missioneira-gigante **SCS315 Catarina Gigante** é fruto dos trabalhos de seleção iniciados por equipes de pesquisa da então Empasc na década de 1980, sendo o registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no ano de 2012, o primeiro da espécie *Axonopus catharinensis* Valls. O cultivar Catarina Gigante é um híbrido triploide, estéril, com reprodução vegetativa e dessa forma o estabelecimento de pastagens é realizado a partir de mudas. Apresenta crescimento semiereto, com presença de estolões vegetativos, predominância de folhas e com presença de talos apenas no período reprodutivo. É uma pastagem perene de verão, produtiva, com alta palatabilidade e resistência à cigarrinha-das-pastagens (*Deois flavopicta*), tolerância a níveis moderados de sombreamento e adaptação às diferentes condições edafoclimáticas do estado de Santa Catarina (SOARES et al., 2009; MIRANDA et al., 2012; DUFLOT & VIEIRA, 2013; CHIARADIA et al., 2013; HANISCH et al., 2016b).

Ensaio regionais de avaliação de gramíneas perenes de verão desenvolvidos em Estações Experimentais da Epagri constataram produtividades variando de 12 a 18t ha<sup>-1</sup> de massa seca

ao longo da estação de crescimento (outubro a abril/maio) em seis a oito pastejos (HANISCH et al.; 2012; DUFLOT & VIEIRA, 2013; HANISCH et al., 2016b). Em termos de qualidade forrageira, o cv. SCS315 Catarina Gigante possui teores de proteína bruta entre 12 a 14%, de fibra em detergente neutro em torno de 55% e digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica entre 65 e 70% (HANISCH et al., 2022b). Para utilização adequada do cultivar se recomenda o manejo por altura de pastejo, com entrada dos animais quando a pastagem atinge 27cm de altura e rebaixamento de 40% (KRAHL et al., 2022). Há disponibilidade de mudas certificadas em viveiristas credenciados pela Epagri, em Santa Catarina e no Paraná.

## Ambiente e época de produção

As forrageiras de clima temperado são mais indicadas para clima Cfb. No entanto, tanto as perenes como as anuais podem ser cultivadas em clima Cfa, havendo maior restrição para as perenes que paralisam a produção nos meses mais quentes ou podem ter a permanência comprometida. Em clima Cfa a época de plantio pode se estender



Figura 3. Missioneira-gigante com pastejo de vacas de leiteiras em área sombreada.

Foto: Ana Lucia Hanisch

Figure 3. Missioneira-gigante with grazing dairy cows in shaded area

Photo: Ana Lucia Hanisch

até final de maio. No caso de anuais o ciclo de produção normalmente é menor nesse ambiente.

Ocorrem diversas especificidades entre os cultivares. Um exemplo é o azevém-anual SCS316 CR Altovale que é mais produtivo em regiões mais quentes (HANISCH et al., 2016) e pode ter o seu plantio antecipado para início de março. Enquanto os demais cultivares de azevém-anual lançados pela Epagri são mais indicados para regiões mais frias e não devem ter antecipação do plantio, principalmente em anos de maior precipitação, sob o risco de ocorrência de brusone.

O cultivares de aveia-perene SCS314 Santa Vitória e de festuca Epagri 312 (Lages) são forrageiras de clima temperado que produzem bem todo o ano em clima Cfb, inclusive nos meses mais quentes. Principalmente a festuca nesse aspecto tem um comportamento diferente de diversos cultivares da mesma espécie, que paralisam a produção no período de dezembro a fevereiro na maioria dos anos.

O cultivar de *Lotus uliginosus* SCS313 Serrano pertence ao grupo de forrageiras de clima temperado. No entanto, tem média tolerância a geadas (crescendo a parte aérea com geadas muito fortes ou ventos frios de altitude) e tem uma alta adaptação a solos encharcados, que é uma característica pouco comum entre as leguminosas forrageiras.

As gramíneas perenes subtropicais (hemártria Empasc 302 e missioneira-gigante SCS315 Catarina Gigante) são mais indicadas para clima Cfa, embora possam ser cultivadas em regiões mais

frias, evitando aquelas de altitude elevada (superior a 1.100m). Ambas possuem média tolerância a geadas, crescendo com geadas fortes. O ‘SCS315 Catarina Gigante’ apresenta alta adaptação ao sistema silvipastoril, pois tem boa adaptação ao sombreamento moderado. O ‘Empasc 302’ tem a característica de um rápido rebrote na primavera.

De maneira geral as forrageiras de clima temperado iniciam a produção no outono, com o pico de produção no início da primavera. As perenes podem produzir o ano todo dependendo das condições climáticas. Enquanto as espécies subtropicais produzem a partir da segunda metade da primavera, no verão e até a ocorrência de geadas fortes no outono (Tabela 2).

Os azevém-anuais lançados pela Epagri, possuem ciclo médio a longo, em anos com chuvas normais e bem distribuídas podem produzir até dezembro nas condições do Planalto Sul de Santa Catarina. Em regiões com temperaturas mais amenas, reduzem o ciclo, encerrando a produção no final de outubro ou início de novembro.

## Cultivares em processo de melhoramento

O programa de melhoramento genético de forrageiras da Epagri teve o início de suas atividades na década de 1970 e já foi responsável pelo lançamento de 18 cultivares de diferentes espécies forrageiras, sendo que tais cultivares estão atualmente inscritos no Registro Nacional de Cultivares – RNC, do Ministério

da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Mapa. O melhoramento genético de forrageiras da Epagri tem realizado cruzamentos e uso de técnicas de biotecnologia com objetivos de melhorar a produtividade e a qualidade nutricional de espécies como aveias, azevém-anual, festuca e missioneira gigante.

A festuca é uma espécie forrageira estratégica para fornecer forragem no período de outono/inverno, além de boa qualidade forrageira e persistência. No entanto, o baixo desempenho dos animais é observado em pastejo com festuca infectada com fungo (*Neotyphodium coenophialum*) endofítico. Os benefícios do fungo para a planta incluem tolerância à seca, melhor capacidade competitiva, bem como proteção contra herbívoros através da produção de alcaloides. Porém, os animais em pastagem de festuca infectada podem apresentar pelagem áspera, estresse térmico, temperaturas retais elevadas, apetite reduzido, baixo crescimento (ganhos médios diários mais baixos) e redução nos índices reprodutivos (YOUNG et al., 2014).

O programa de melhoramento de forrageiras vem selecionando plantas individuais do cultivar de festuca Epagri 312, bem como cruzamentos, para formação de população base para o desenvolvimento de novos genótipos. O objetivo é selecionar genótipos de festuca livres de fungo endofítico produtor de alcaloides, com maior digestibilidade, maior persistência e produção de forragem.

Na cultura do azevém-anual a taxa de crescimento e os componentes nutricionais variam sazonalmente e com

Tabela 2. Época de produção de cultivares subtropicais e de clima temperado lançados pela Epagri

Table 2. Production season of subtropical and temperate cultivars released by Epagri

Cultivares	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Empasc 301												
Empasc 302												
Empasc 304												
Epagri 312 (Lages)												
SCS313 Serrano												
SCS314 Santa Vitória												
SCS315 Catarina Gigante												
SCS316 CR Altovale												
SCS317 Centenário												

Observações: a) para forrageiras perenes considerando a partir do segundo ano; b) SCS313 em regiões de altitude pode crescer com geadas fortes; c) SCS316 CR pode ter o plantio antecipado para início de março.

c) Legenda:  Plena produção  Produção intermediária  Final de produção

o tipo de manejo; taxa de adubação nitrogenada; nível de ploidia e cultivares utilizados. Em uma dieta de bovinos, baseada em pastagem de azevém-anual, pode existir um desequilíbrio entre nitrogênio (N) e energia, levando a uma baixa eficiência da utilização do N pelos microrganismos do rúmen. Segundo Bertilsson et al. (2017), um aumento no teor de energia (digestibilidade) em gramineas seria benéfico para a eficiência da utilização do N através do aumento da atividade microbiana no rúmen e poderia levar a uma maior produção de leite.

Pesquisas realizadas com *L. perenne* e *L. multiflorum* var. *italicum* têm demonstrado correlações positivas entre carboidratos solúveis e digestibilidade da matéria seca, bem como correlações negativas entre proteína bruta e carboidratos solúveis. A literatura também apresenta evidências de que variedades tetraploides de *L. multiflorum* têm maior conteúdo de carboidratos solúveis comparado a variedades diploides (BOLLER et al. 2010).

Um outro fator desafiador em relação à cultura do azevém-anual diz respeito aos danos causados pela brusone (*Pyricularia grisea*). Essa doença infecta os tecidos em todas as fases de desenvolvimento da planta, desde a fase vegetativa até a reprodutiva. Nas folhas, as lesões se caracterizam por formato alongado, com bordos finos e de coloração marrom, onde aparecem as frutificações do fungo. Na espiga, a infecção pode ocorrer em diferentes alturas do eixo floral (ráquis), apresentando no ponto de infecção uma coloração clara, provocada pela colonização do tecido, que impede a passagem de nutrientes, ocasionando a esterilidade das espiguetas (NUNES e MITTELMANN, 2017). Os danos mais evidentes da brusone no azevém ocorrem na fase reprodutiva e, em determinados anos, essa doença pode comprometer a produtividade das sementes em até 100% (NUNES et al., 2003).

O programa de melhoramento da EEL realizou trabalho em que o cultivar Empasc 304 foi submetido a tratamento com colchicina para duplicação cromossômica. Foi realizada a identificação de indivíduos tetraploides e realizado dois ciclos de cruzamentos para estabiliza-

ção da população base, a qual será utilizada para o desenvolvimento de novos genótipos. O objetivo é selecionar genótipos de azevém-anual tetraploide com resistência à brusone; com maior equilíbrio entre proteína e energia; e com maior produção de forragem, adaptado às condições de Santa Catarina.

O gênero *Avena* spp. é bastante explorado na região Sul do Brasil para produção de forragem, já que a espécie de aveia-branca (*Avena sativa* L.) apresenta características interessantes como resistência à seca, fácil produção de sementes, baixo custo da lavoura e boa produção de forragem e grãos (BORTOLINI et al., 2005). No entanto, os cultivares de aveias forrageiras têm se mostrado sensíveis às geadas e frios de altitude que ocorrem na região do Planalto Sul de Santa Catarina. Além disso, os cultivares disponíveis no mercado podem apresentar uma indução do florescimento muito precoce e um ciclo para pastejo curto, principalmente em anos de temperaturas mais elevadas no período do outono. O programa de melhoramento da Epagri possui linhagens de aveias forrageiras em fase de avaliação de ensaios de adaptação para tolerância ao florescimento precoce. Tais genótipos poderão ser recomendados para semeadura antecipada (final de fevereiro/início de março), possibilitando o aumento da estação de pastejo.

Em relação à missioneira-gigante, a Epagri está conduzindo trabalhos de pesquisa e de melhoramento genético visando ao desenvolvimento de novos cultivares propagados por mudas e sementes. Como se trata de uma planta híbrida, oriunda do cruzamento de outras duas espécies, a missioneira-gigante não produz sementes viáveis. Essa limitação pode ser superada por meio de duplicação cromossômica, estratégia que permite a obtenção de plantas férteis e, com isso, o desenvolvimento de cultivar estabelecido por sementes. A duplicação cromossômica permitiu a geração de plantas férteis a partir do cultivar SCS315 Catarina Gigante e de outros genótipos mantidos pela Epagri. Tais acessos possuem diferenças morfológicas em relação ao híbrido de origem, como folhas mais largas e compridas, e genótipos de maior capacidade produtiva de forragem já foram selecionados.

## Considerações finais

Os cultivares de forrageiras lançados pela Epagri apresentam características agronômicas que contribuem com os sistemas de produção no sul do Brasil. Com o lançamento de cultivares de azevém-anual e o licenciamento de alguns cultivares perenes que terão sementes disponibilizadas no mercado, a contribuição do trabalho de melhoramento genético da Epagri será ampliada, bem como os atuais trabalhos de melhoramento em implementação.

## Referências

AYALA, W.; BENHAJA, M.; COTRO, B.; DO-CANTO, J.; GARCIA, J.; OLMOS, F.; REAL, D.; REBUFFO, M.; REYNO, R.; ROSSI, C.; SILVA, J.F. **Forrajeiras - Catálogo de cultivares 2010**. INIA, Uruguay, 2010, 142p.

BERTILSSON, J.; ÅKERLIND, M.; ERIKSSON, T. The effects of high-sugar ryegrass/red clover silage diets on intake, production, digestibility, and N utilization in dairy cows, as measured in vivo and predicted by the NorFor model. **Journal of Dairy Science**, v. 100.10. P. 7990-8003, 2017.

BOLLER, B.; POSSELT, U.K.; VERONESI, F. **Fodder crops and amenity grasses**. New York, NY, USA: Springer. 2010, 523p.

BORTOLINI, P.C.I.; MORAES, A.; CARVALHO, P.F. Produção de forragem e de grãos de aveia branca sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 2192-2199, 2005.

BRANDT, M. **Uma história ambiental dos campos do planalto de Santa Catarina**. Florianópolis, SC, 2012. 322 p.: Tese (Doutorado Programa de Pós-graduação em História). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, 2012.

CHIARADIA, L.A.; FEDALTO, V.J.; MIRANDA, M. Flutuação populacional de cigarrinha-das-pastagens na grama missioneira-gigante. **Agropecuária Catarinense**, v.26, n.3, p.70-75, 2013. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/601>. Acesso em: 23/02/2023.

CÓRDOVA, U. A.; ZARDO, V. F.; PINTO, C. E. Estação Experimental de Lages, 110 anos de contribuição à agropecuária catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 35, n. 2, p. 5-7, 2022.

CÓRDOVA, U.A.; FLARESSO, J.A. Principais grupos de forrageiras de clima temperado.

**Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.28, n.1, p.38-43, 2015.

CÓRDOVA, U.A.; FLARESSO, J.A.; HANISCH, A. L.; PORTES, V.M. Produção de forragem de cultivares de azevém-anual em três regiões de Santa Catarina. *In: WORKSHOP DE CIÊNCIA E INOVAÇÃO EM PECUÁRIA*, 1, 2020, Lages, SC. **Anais[...]**. Florianópolis, SC: Epagri, 2020. p. 50-52.

CÓRDOVA, U.A. (ORG.) **Produção de leite à base de pasto em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2012. 626p.

DUARTE, C.M.L.; BRANDES, D.; SILVEIRA, C.A.M.; NUERNBERG, N.J.; PALOSCHI, C.G.; FREITAS, E.A.G.; RAMOS, J. C. ABRAHÃO, J.J.S.; NASCIMENTO, J.A.L.; DALL'AGNOL, M.; RAMOS, C.I.; MILAN, P.A.; FISCHER, R.G.; RITTER, W. ZENÓRIO, P. **Azevém-anual Empasc 301**. Florianópolis, Empasc, 1982. (Documentos nº 10).

DUFLOTH, J.H.; VIEIRA, S.A. Missioneira-gigante: rendimento animal em pastejo contínuo e aspectos nutricionais e econômicos. **Agropecuária Catarinense**, v.26, n.1, p.42-45, 2013.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Departamento Técnico-Científico. Brasília. DF **Novas cultivares**. Brasília. EMBRAPA-DID. 1982. p. 9.

FLARESSO, J.A.; ROSA, J.L.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Introdução e avaliação de gramíneas perenes de inverno no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.875 – 880, 1997.

HANISCH, A.L.; CÓRDOVA, U.A.; FLARESSO, J.A.; PORTES, V.M.; PIANARO, V. Parâmetros agrônômicos de gramíneas perenes de clima temperado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 15, n. 3, p. 188-197, 2016a.

HANISCH, A.L.; NEGRELLE, R.R.B; BALBINOT JR., A.A.; ALMEIDA, E.X. Produção, composição botânica e composição química de missioneira-gigante consorciada com leguminosas perenes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.11, n.1, p.60-66, 2016b.

HANISCH, A. L.; CÓRDOVA, U. A.; FLARESSO, J. A.; STRADIOTO NETO, J.; ROCHA, D. J.A. Desempenho de cultivares de azevém anual no Planalto Norte Catarinense. *In: WORKSHOP DE CIÊNCIA E INOVAÇÃO EM PECUÁRIA*, 2, 2022. **Resumos[...]** Florianópolis: Epagri, 2022a. p. 82-82.

HANISCH, A.L.; FLARESSO, J.A.; CÓRDOVA, U.A.; ALMEIDA, E.X. **Relatório final do ensaio em rede de valor de cultivo e uso de cultivares de azevém-anuais (*Lolium multiflorum* Lam.) em Santa Catarina, Brasil**. Relatório. 2015

HANISCH, A.L.; GISLON, I. Massa de forragem e valor nutritivo de gramíneas perenes de inverno no Planalto Norte Catarinense. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.1, p.25-32, 2010.

HANISCH, FLARESSO, J.A.; CÓRDOVA, U.A.; STEINWANDTER, E.; ALMEIDA, E.X. Pastagens para produção de leite em Santa Catarina. *In: CÓRDOVA, U.A. (Org.) Produção de leite à base de pasto em Santa Catarina*. Florianópolis: Epagri, 2012. p. 126 – 127.

HANISCH, A.L.; DALLA COSTA, M.; FLARESSO, J.A.; ALMEIDA, E.X. SCS315 Catarina-gigante: cultivar de gramínea perene de verão produtiva e adaptada às condições de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 35, n. 2, p. 74-77, 2022.

HANISCH, A.L.; FLARESSO, J.A.; CÓRDOVA, U.A.; ROSA, J.L. **Pastagem perene de verão: hemártria**. Uma opção para produzir mais leite e carne a pasto em Santa Catarina. Florianópolis, 2009, 2p.

HANISCH, A.L.; RECH, Â.F.; DALGALLO, D. Avaliação agrônômica de seis forrageiras perenes subtropicais no Planalto Norte Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v.25, n.2, p.57-60, 2012.

KRAHL, G.; BALDISSERA, T.C.; PINTO, C.E.; GARAGORRY, F.C.; WERNER, S.S.; LOPES, C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N. Can pasture defoliation management targets be similar under full sun and shaded conditions? **Crop & Pasture Science**, v.74, n.3, p.259-269, 2022

MIRANDA, M; SCHEFFER-BASSO, S.M.; ESCOSTEGUY, P.A.V.; LAJÚS, C.R; SCHERER, E.E.; DENARDIN, R.B.N. Dry matter production and nitrogen use efficiency of giant missionary grass in response to pig slurry application. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.537-543, 2012.

NUNES, C D.M.; MITTELMANN, A. **Avaliação da reação de resistência dos genótipos de azevém anual (*Lolium multiflorum*) à brusone (*Pyricularia grisea*)**, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170932/1/Comunicado-350.pdf>. Acesso em: 14/02/2023.

NUNES, C.D.M.; MITTELMANN, A.; BRANCÃO, N. Avaliação da reação de resistência a brusone em genótipos de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). *Fitopatologia Brasileira*, v. 28, Suplemento, p. S298, ago. 2003. **Anais[...]**. Brasília, 2003. Resumo 454.

ROCHA, D. J.A.; CÓRDOVA, U.A.; FLARESSO, J.A.; STRADIOTO NETO, J.; COSTA, M.D. SCS313 Serrano, a big trefoil selected for flowering ability and seed production. **Biorxiv**, EUA, p. 1-9, 2021.

ROCHA, D.J.A.; FLARESSO, J.A.; STRADIOTO NETO, J.; CÓRDOVA, U.A. Estabilidade da produção de leguminosas forrageiras no Planalto Sul de Santa Catarina. *In: WORKSHOP DE CIÊNCIA E INOVAÇÃO EM PECUÁRIA*, 2, 2022b. **Resumos[...]**. Florianópolis: Epagri, 2022a. p.91-91.

ROCHA, D.J.A.; HANISCH, A.L.; FLARESSO, J.A.; CÓRDOVA, U. A.; STRADIOTO NETO, J. **Avaliação de forrageiras para o estado de Santa Catarina 2022-2023**. Florianópolis: Epagri, 2022b. 97 p. (Epagri. Boletim Técnico, 205).

ROSA, J. L.; CORDOVA, U. A.; PRESTES, N. E.; FLARESSO, J. A. Avaliação de gramíneas perenes de estação fria em condições de altitude em Santa Catarina. *In: REUNIÓN DEL GRUPO TÉCNICO EN FORRAJERAS DEEL CONO SUR - ZONA CAMPOS*, 22, 2008, Minas, Uruguay. *Biomass Campos: Innovando Para Mantener Su Sustentabilidad y Competitividad*. Minas, Uruguay: INIA, 2008b. p. 1-4.

ROSA, J. L.; CORDOVA, U.A.; PRESTES, N.E. **Forrageiras de clima temperado para o Estado de Santa Catarina**. Lages: Epagri, 2008a. 64 p. (Epagri. Boletim Técnico, 141).

SCHMIDT, F. Desempenho produtivo de espécies forrageiras anuais de inverno sobressemeadas em Tifton 85. *In: WORKSHOP DE CIÊNCIA E INOVAÇÃO EM PECUÁRIA*, 1, 2020, Lages. **Anais[...]**. Florianópolis: Epagri, 2020. v.1. p.41-43.

SOARES, A.B. ADAMI, P.; SARTOR, L.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.443-451, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul**. Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016. 375p.

VIDOR, M.A. Festuca: uma forrageira perene de inverno para o Planalto Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, v.5, n.1, p.40-43, 1992.

YOUNG, C.A.; CHARLTON, N.D.; TAKACH, J.A.; SWOBODA, G.A.; MICHAEL A. TRAMMELL, M.A.; HUHMANN, D.V.; HOPKINS, A.A. "Characterization of *Epichloe Coenophiala* within the US: are all tall fescue endophytes created equal?" **Frontiers in Chemistry**, v.2, p.95, 2014.

# Os números da agropecuária catarinense estão todos em um só lugar



## INFOAGRO

- Produção agropecuária vegetal e animal
- Preços de produtos agrícolas e de terras
- Importações e exportações do agronegócio
- Políticas públicas

Acesse pelo computador, tablet ou celular:

[www.infoagro.sc.gov.br](http://www.infoagro.sc.gov.br)



**Pastagem exuberante na região de Lages**

Foto: Aires C. Mariga