

# Agropecuária Catarinense



ISSN 0103-0779 (impresa)  
ISSN 2525-6076 (on-line)  
Vol. 33, nº 1, jan./abr. 2020

## BRS SCS Belluna

Novo cultivar de banana para processamento e consumo fresco

Análise da capacidade  
de armazenamento de  
grãos em Santa Catarina

Regularização do uso de  
águas da União para a  
maricultura em Santa Catarina

Comportamento de genótipos  
de mandioca quanto à  
podridão seca das raízes

## Comitê de Publicações/Publication Committee

Alexandre Carlos Menezes Netto, Dr., Estação Experimental de Videira  
Ana Lúcia Hanisch, Epagri, Dra., Estação Experimental de Canoinhas  
Bruno Correa da Silva, Dr., Campo Experimental de Piscicultura de Camboriú  
Cristiano João Arioli, Dr., Estação Experimental de São Joaquim  
Fabia Tonini, Departamento Estadual de Extensão Rural e Pesqueira  
Fabiana Schmidt, Dra., Estação Experimental de Campos Novos  
Fábio Satoshi Higashikawa, Dr., Estação Experimental de Ituporanga  
Gilson José Marcinichen Gallotti, M.Sc., Estação Experimental de Canoinhas  
Henrique Belmonte Petry, Dr., Estação Experimental de Urussanga  
João Peterson Pereira Gardin, Dr., Estação Experimental de Videira  
José Carlos Gelsleuster, bibliotecário  
Júlio César Ramos, Dr., Estação Experimental de Campos Novos  
Leandro Hahn, Dr., Estação Experimental de Caçador  
Léo Teobaldo Kroth, Dr., CEPA  
Leonardo Araújo, Dr., Estação Experimental de São Joaquim  
Lucia Morais Kinceler, Dra., Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (Presidente)  
Luís Hamilton Pospissil Garbossa, Dr., Ciram  
Luiz Augusto Martins Peruch, Dr., Departamento Estadual de Marketing e Comunicação  
Marcelo Alexandre de Sá, CEPA  
Marcelo Mendes de Haro, Dr., Estação Experimental de Itajaí  
Márcia Cunha Varaschin, M.Sc., Departamento Estadual de Marketing e Comunicação  
Márcia Cristina Canale Rapussi da Silva, Dra., Cepaf  
Mariuccia Schlichting De Martin, Dra., Estação Experimental de Caçador  
Marlise Nara Ciotta, Dra., Estação Experimental de Lages  
Mauro Ferreira Bonfim Junior, Dr., Estação Experimental de Urussanga  
Murilo Dalla Costa, Dr., Estação Experimental de Lages  
Natália da Costa Marchiori, Dra., Cedap  
Paulo Sergio Tagliari, M.Sc., Departamento Estadual de Marketing e Comunicação  
Rafael Roveri Sabiao, Dr., Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar  
Rodolfo Vargas Castilhos, Dr., Cepaf  
Rosana Kokuszka, M.Sc., Departamento Estadual de Marketing e Comunicação  
Rose Mary Gerber, Dra., Departamento Estadual de Extensão Rural e Pesqueira  
Wilian da Silva Ricce, Dr., Ciram

## 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. – UFRPE – Recife, PE

## Colaboraram como revisores técnico-científicos nesta edição:

Alexander de Andrade	José Luiz Petri
Antônio Fernando Harter Fetter Filho	Laerte Reis Terres
Carlos Campos	Leonardo Szymczak
Cibele Alves dos Santos	Luiz Toresan
Cristiane Wesp	Marcelo Couto
Edivânio Araújo	Marco Antonio Sedrez Rangel
Eduardo Alano Vieira	Marcos Caivano Pedrosa de Albuquerque
Everlan Fagundes	Marcus Kvitschal
Fabiana Schmidt	Mariuccia Schlichting De Martin
Fabiano Daniel Bona	Maurício Sedrez dos Reis
Fábio Satoshi Higashikawa	Nelton Antonio Menezes
Felipe Mendonça Pimenta	Rafael Ricardo Cantú
Gabriela Neves Martins	Ricardo de Camargo
Helder Freitas de Oliveira	Robson Ventura de Souza
Henrique Mendonça Nunes Ribeiro-Filho	Saulo Alves Santos de Oliveira
Idemir Citadin	Tiago Celso Baldissera
João Carlos Leodoro da Silva	Vanderley Porfírio da Silva



Governador do Estado  
Carlos Moisés da Silva

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

Presidente da Epagri  
Edilene Steinwandter

### Diretores

Giovani Canola Teixeira  
Administração e Finanças

Humberto Bicca Neto  
Extensão Rural e Pesqueira

Ivan Luiz Zilli Bacic  
Desenvolvimento Institucional

Vagner Miranda Portes  
Ciência, Tecnologia e Inovação



# Sumário

2 Editorial

3 Lançamentos editoriais

## Opinião

4 Estação Experimental de Canoinhas – 30 anos

Gilcimar Adriano Vogt, Ana Lúcia Hanisch, Gilson José Marcinichen Gallotti e Adriano Martinho de Souza (*in memoriam*)

## Conjuntura

7 Diagnóstico e análise da armazenagem de grãos em Santa Catarina

Haroldo Tavares Elias e Cezar Augusto Rubin

## Informativo técnico

Utilização da tecnologia nirs para predição dos valores nutricionais de forrageiras

11 *Use of nirs technology for prediction of nutritional values of forages*

Ângela Fonseca Rech e Simone Silmara Werner

Desafios para a regularização do uso de águas da União para a prática da maricultura em Santa Catarina

15 *Regulatory challenges for the use of federal waters for mariculture in Santa Catarina*

André Luís Tortato Novaes e Luiz Fernando de Novaes Vianna

A origem da heterogeneidade da brotação em regiões de inverno ameno

20 *The origin of the heterogeneity of budding in mild winter regions*

Gabriel Berenhauser Leite

## Nota científica

Monitoramento de uma unidade de beneficiamento de sementes de milho

24 *Monitoring of a maize Seed Processing Unit*

Fabiana Schmidt

Crescimento e atributos fenológicos dos cultivares de goiabeira-serrana desenvolvidos em São Joaquim, SC

28 *Growth and phenological attributes of pineapple-guava cultivars developed in São Joaquim, SC*

Marlise Nara Ciotta, Karine Louise dos Santos e Mateus da Silveira Pasa

## Germoplasma

BRS SCS BELLUNA – a new banana cultivar for processing and fresh consumption

32 BRS SCS BELLUNA – um novo cultivar de banana para processamento e consumo fresco

Ramon Felipe Scherer, Luiz Alberto Lichtemberg, Luana Aparecida Castilho Maro, André Boldrin Beltrame, Gustavo Henrique Ferrero Klabunde, Márcio Sônego, Luiz Augusto Martins Peruch, Edson Perito Amorim, Janay Almeida dos Santos Serejo, Cláudia Fortes Ferreira e Fernando Haddad

## Artigo científico

Comportamento de genótipos de mandioca quanto à podridão seca das raízes

38 *Selection of cassava genotypes resistance to dry root rot*

Mauro Ferreira Bonfim Junior, Jeferson Thiago Zaia, Luiz Augusto Martins Peruch, Augusto Carlos Pola, Eduardo da Costa Nunes e Alexander Luís Moreto

Avaliação econômica por projeção financeira de um adensamento de erva-mate

44 *Economic evaluation by financial projection of an densification of yerba mate*

Eraldo Antonio Bonfatti Júnior, Elaine Cristina Lengowski, Pablo Machado e Kauana Melissa Cunha Dickow

Estimativa da acidez potencial através do método do pH SMP em solos de altitude de Santa Catarina

50 *Estimation of potential acidity by the pH SMP method in soils of altitude from Santa Catarina*

Marcos Gervasio Pereira, André Lucas Simões Araújo, Denilson Dortzbach, Orlando Carlos Huertas Tavares e Eduardo Carvalho Silva Neto

Matéria seca em raízes de mandioca determinada pelos métodos da balança hidrostática e de secagem em estufa

56 *Dry matter in cassava roots determined by the hydrostatic balance and oven-dry methods*

Augusto Carlos Pola, Eduardo da Costa Nunes e Alexander Luis Moreto

Análise das flutuações do nível do mar no litoral de Santa Catarina

61 *Sea Level Fluctuations on Santa Catarina State – Brazil*

Carlos Eduardo Salles de Araújo

## Revisão bibliográfica

Fitase e seus efeitos extrafosfóricos em dietas para frangos de corte: revisão

68 *Phytase and its extraphosphoric effects in broiler diets: review*

Jomara Broch, Gabriela Glaeser Sangalli, Vaneila Daniele Lenhardt Savaris e Ricardo Vianna Nunes

73 Normas para publicação

## 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

“Daqui pra frente tudo vai ser diferente...” a famosa letra da música de Roberto Carlos não poderia ser mais adequada para o momento. O mundo mudou em três meses. Um vírus colocou a nossa sociedade de joelhos; e não foi a primeira vez.

Esqueçam a gripe A (H1N1) em 2009, ou o Ebola em 2013-2016, que causaram a morte de respectivamente 17 mil e 11 mil e trezentas pessoas no mundo. A gripe espanhola já havia matado mais de 50 milhões de pessoas durante a primeira guerra mundial (1918-1919), reduzindo para cerca de um terço a população mundial. No Brasil, seu impacto foi bastante grande. Em 2020 um vírus colocou o mundo em alerta e se espalha rapidamente causando uma pandemia.

Alguns visionários já nos alertavam: não estávamos preparados. Disseram que estava profetizado por Nostradamus, mas (Ops!) era *fake news*.

Em 2015, Bill Gates disse: “e alguma coisa pode matar 10 milhões de pessoas nas próximas décadas, é mais provável que seja um vírus altamente infeccioso do que uma guerra. Não misseis, mas micróbios.”

Neste momento, quando tudo parece colocado à prova, as atenções se voltam novamente para a nossa velha conhecida, a ciência. Logo ela, que tem sido tão questionada, desprestigiada e atacada nos últimos tempos! Milhares de mensagens (*fake news*) sobre vacinas que causam síndromes em crianças, cebolas que acumulam vírus ou bactérias nas geladeiras, entre outras crendices, são disparadas diariamente. A comunicação instantânea, promovida por smartphone ou pelo computador, permite a qualquer pessoa disseminar informação falsa ou propagandear inverdades simplesmente apertando um botão. Esse tipo de atitude não contribui e só confunde a cabeça da população. É neste sentido que o coronavírus adquiriu status de fenômeno, pois fez com que as pessoas procurassem a ciência, a fonte de informação mais confiável. A produção de novas vacinas, de drogas com propriedades antivirais, de testes rápidos para detecção e os estudos epidemiológicos dos diferentes cenários tornaram-se objetos de longas discussões na mídia. A curva de crescimento exponencial, tão usada nos estudos científicos, está “bombando” nas redes sociais.

O momento não poderia ser mais fértil para a divulgação científica. É neste contexto que a nova edição revista RAC chega às suas mãos de cara nova. O conteúdo jornalístico da revista agora será publicado em outras plataformas digitais, deixando a RAC mais científica do que nunca. Apesar de manter um ar *vintage*, não tenha dúvida: a RAC está diferente. Aliás, não faz muito tempo (2016) que a revista publicou sua primeira versão *on-line*. Desde então, as mudanças não param. Daremos continuidade à recuperação digital das versões mais antigas da revista para disponibilizar os importantes artigos já publicados nas edições exclusivamente impressas da RAC. Fique atento e acompanhe as novidades, porque a Epagri não mede esforços para manter todos bem informados.

Nessa edição, a fruticultura ganhou destaque especial. Além dos trabalhos sobre a goiabeira-serrana e a heterogeneidade em brotações de frutas temperadas, merece atenção o lançamento do novo cultivar de banana ‘BRS SCS Belluna’. Fruto de um trabalho conjunto entre a Epagri e a Embrapa, o novo cultivar apresenta frutas com qualidades nutricionais diferenciadas que permitem que elas sejam definidas como um alimento funcional. Além da fruticultura, vale destacar os diferentes trabalhos abordando temas relacionados à alimentação animal, aquicultura e oceanografia, mandioca, florestas e sementes.

Finalmente, fica o convite para os leitores submeterem seus artigos à Agropecuária Catarinense. Participe dessa nova fase.

A ciência não pode parar!

*Science can not stop!*



**Manejo e Fertilidade da Mandioca.** 2020. 40p. BT nº 189.

É uma obra destinada a técnicos que atuam com assistência e acompanhamento a agricultores que cultivam mandioca. O objetivo deste boletim é apresentar de forma objetiva informações técnicas e práticas sobre o manejo adequado da fertilidade do solo, bem como o uso do programa (software) especialista, denominado “AdubaMANI-SC”, tecnologia concebida e desenvolvida pela Epagri como ferramenta de apoio ao manejo da fertilidade do solo e da adubação na cultura da mandioca.

Contato: demc@epagri.sc.gov.br



**Sistema de Plantio Direto de Hortaliças.** 2020. 522p. Livro.

Publicação pioneira e inovadora que reúne esforços de técnicos e agricultores de vários estados do Brasil e também do exterior baseada em princípios agroecológicos orientados para promover a saúde das plantas, dos solos, dos profissionais da agricultura, bem como de suas famílias e consumidores. Os fundamentos desta obra, que contém vinte capítulos fartamente ilustrados, têm possibilitado a adoção de práticas do SPDH por profissionais da agricultura distribuídos em todo o território de Santa Catarina além de outros estados brasileiros.

Contato: demc@epagri.sc.gov.br



**Indicadores de Desempenho da Agricultura e do Agronegócio de Santa Catarina: 2018-2019.** 2019. 67p. BT nº 191.

A publicação contém uma série de indicadores calculados para as safras de 2018 e 2019. São dados que refletem os resultados mais relevantes alcançados com os cultivos e as criações de Santa Catarina, em termos produtivos e mercadológicos. O trabalho apresenta uma análise do desempenho da agropecuária e do agronegócio catarinense nesses dois últimos anos e mostra sua importância para a economia e o desenvolvimento socioeconômico do Estado.

Contato: demc@epagri.sc.gov.br



**Resgatando sabores de ouro.** 2020. 52p. BD nº 153.

Este boletim resultou do Projeto Resgatando Sabores de Ouro com as comunidades rurais do município de Ouro, no sudoeste catarinense. Neste projeto, além do resgate das memórias culturais e pessoais das famílias, também se buscou recuperar a culinária local, a comida simples e saborosa, valorizando a tradição, os ingredientes locais e do trabalho das famílias, das comunidades e da agricultura familiar. Nessa publicação estão descritos e fotografados os principais pratos e receitas elaborados pelas mulheres nas diversas comunidades.

Contato: demc@epagri.sc.gov.br

## Estação Experimental de Canoinhas – 30 anos

Gilcimar Adriano Vogt, Ana Lúcia Hanisch, Gilson José Marcinichen Gallotti e Adriano Martinho de Souza (in memoriam)

A Estação Experimental de Canoinhas (Epagri/EECan) foi fundada em 9 de novembro em 1989, com o objetivo de desenvolver programas de pesquisa que promovessem o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar do Planalto Norte Catarinense, através da geração de conhecimentos e tecnologias apropriadas.

Sua sede está localizada no município de Canoinhas, distante, aproximadamente, 370km da capital do Estado, junto às margens da Rodovia BR-280 e às estruturas da Gerência Regional de

Canoinhas e do Centro de Treinamento. Conta ainda com a Fazenda Experimental Salto Canoinhas, de 58,9ha, localizada às margens da rodovia SC-477, no município de Papanduva, SC, onde é conduzida a maior parte das pesquisas de campo.

Desde sua criação, a Epagri/EECan destaca-se pelo desenvolvimento de pesquisas em parceria com a extensão rural, com indústrias regionais, em especial as do setor de papel e celulose e em pesquisas participativas desenvolvidas junto às propriedades rurais. Os

resultados desses trabalhos têm sido divulgados em vários artigos científicos, capítulos de livros, resumos para congressos, palestras e dias de campo, permitindo que os técnicos e as famílias de agricultores possam visualizar e discutir os resultados obtidos. Ao longo de seus 30 anos, a história da Epagri/EECan pode ser resumida em dois momentos distintos, sendo o primeiro de 1989 a 2002 e o segundo de 2002 até os dias atuais (Figura 1).

No primeiro período, a Epagri/EECan executava experimentos e ações

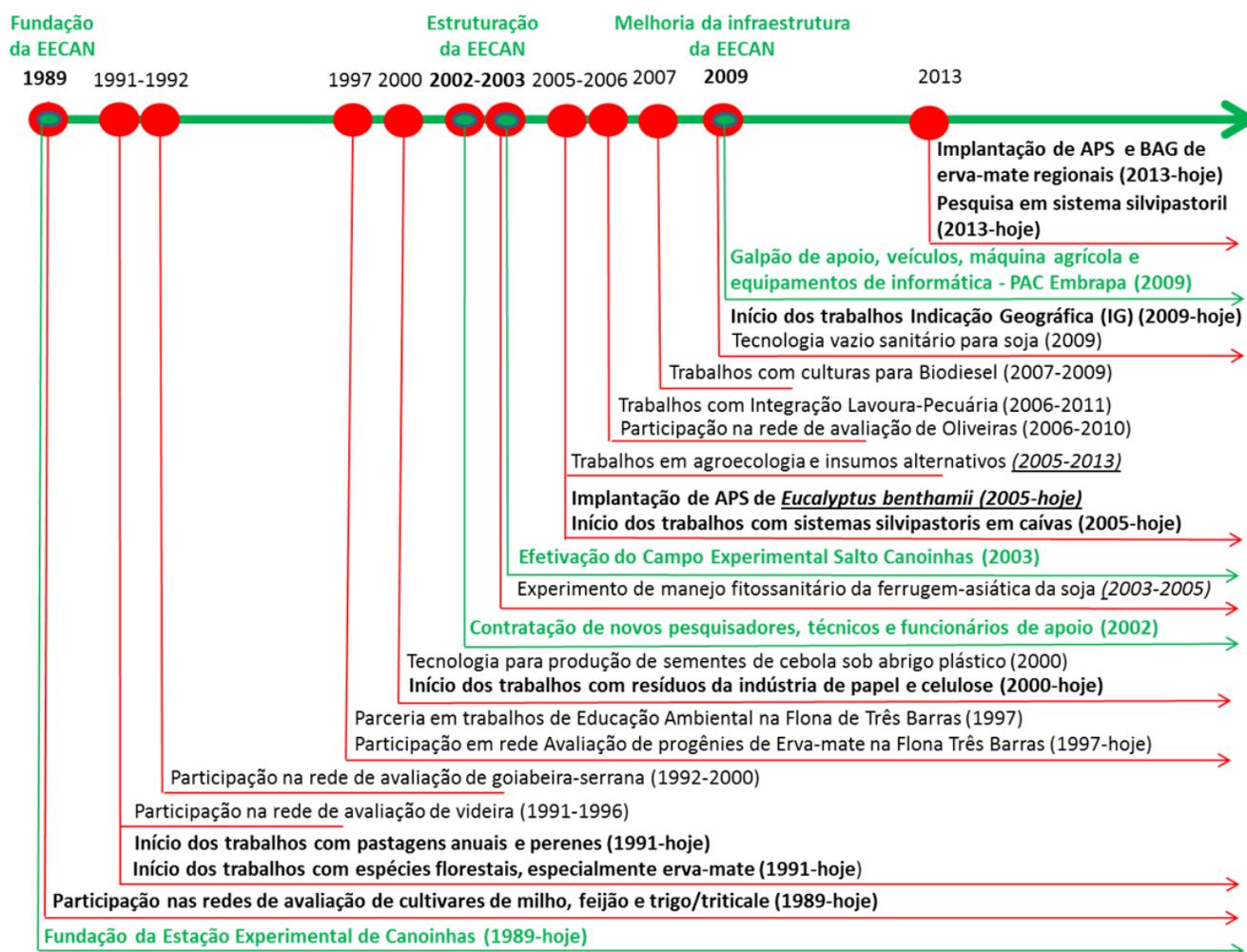


Figura 1. Linha do tempo com apresentação dos trabalhos de destaque executados pela Estação Experimental de Canoinhas

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Canoinhas (EECan), C.P. 216, 89460-000 Canoinhas, SC, fone: (47) 36274199 e-mail: gilcimar@epagri.sc.gov.br

<sup>2</sup> Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri/EECan, e-mail: analucia@epagri.sc.gov.br

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/EECan, e-mail: gallotti@epagri.sc.gov.br



Figura 2. Equipe atual da Estação Experimental de Canoinhas

junto à área experimental da Embrapa (localizada no mesmo endereço da sede da Epagri/EECAN), em propriedades de agricultores e na Floresta Nacional de Três Barras (Flona). Neste período foram desenvolvidas, em parceria com outras instituições, tecnologias para produção de sementes de cebola em cultivo protegido, tecnologias para manejo de erva-mate e participação direta nos resultados do zoneamento agroclimático para as culturas de milho, feijão, trigo, pastagens, videira e goiabeira-serrana.

Foram, ainda, realizadas ações em Educação Ambiental por meio de cursos e implantação de trilhas ecológicas junto à Flona. No ano de 2000, tiveram início os trabalhos com resíduos da indústria de papel e celulose para uso agrícola, e as pesquisas em Agroecologia.

A partir do ano de 2002 iniciou-se um período de reestruturação na Epagri/EECan com a contratação de novos pesquisadores, técnicos e funcionários de campo, além da incorporação da Fazenda Experimental Salto Canoinhas.

Essa reestruturação fortaleceu as pesquisas relacionadas ao uso agrícola de resíduos industriais, sendo desenvolvidas ao longo de 15 anos avaliações de dez diferentes subprodutos. Essas pesquisas contribuíram sobremaneira para o registro, a utilização adequada na agricultura e eficiência no processo de geração dos insumos em diversas indústrias da região.

A reestruturação permitiu também a ampliação dos trabalhos de avaliação de cultivares (feijão, milho, aveia, trigo, plantas medicinais) e o desenvolvimento de pesquisas em pastagens perenes e sistemas integrados de produção, com destaque para a integração lavoura-pecuária, melhorias de remanescentes florestais (caíva) e avaliação de sistemas silvipastoris com eucalipto. Em função desses trabalhos, houve um incremento no desenvolvimento de pesquisa-participativa na região, com fortalecimento de parcerias interinstitucionais e forte integração entre pesquisa e extensão.

Na última década, a Epagri/EECan

destacou-se também pelo desenvolvimento de um conjunto de experimentos em culturas potenciais para o biodiesel e em ações e pesquisas para a suspensão do vazão sanitário para controle de ferrugem asiática na soja, bem como na prestação de serviços para avaliações de cultivares.

Também nesta década houve um replanejamento das ações, sendo que a Epagri/EECan passou a focar seus trabalhos de pesquisa em três áreas estratégicas de atuação: erva-mate, uso de resíduos da indústria de papel e avaliação de sistemas silvipastoris (Tabela 1).

Os atuais trabalhos de pesquisa têm sido desenvolvidos com ênfase em sistemas silvipastoris naturais (caíva), manejo de ervas nativas – incluindo ações de apoio à Indicação Geográfica da Erva-mate – e manejo de pastagens anuais e perenes. A conservação e o uso sustentável dos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, que constituem paisagem predominante no Planalto Norte Catarinense, são de fundamen-▶

**Tabela 1.** Projetos de pesquisa e extensão sob liderança da Estação Experimental de Canoinhas

Projetos da EECAN em andamento	Programa Institucional
Avaliação da incidência e severidade dos fungos <i>Colletotrichum sp</i> e <i>Cylindrocladium spathulatum</i> , em condições de campo, em plantas de erva-mate.	DSA
Avaliação participativa de um sistema silvipastoril com pastagens perenes de verão no Planalto Norte Catarinense	Pecuária
Desenvolvimento de boas práticas de produção em ervais em sistemas tradicionais no Planalto Norte Catarinense	DSA
Efeito do sombreamento em missioneira-gigante e estrela-africana em Sistema Silvipastoril com eucalipto	Pecuária
Estratégias de adubação da grama missioneira-gigante em caívas	Pecuária
Fontes e doses de nitrogênio para produção de <i>Axonopus catharinensis</i>	Pecuária
Identificação e seleção de genótipos superiores de erva-mate em área de produção de sementes no Planalto Norte Catarinense	DSA
Manejo do estrato arbóreo em áreas de caíva para controle do sombreamento	DSA
Melhoria produtiva de áreas de caíva como uma estratégia sustentável para viabilização de Corredores Ecológicos em SC	Pecuária
Prospecção e levantamento de recursos genéricos e específicos da delimitação Planalto Norte Catarinense (PNC) em abordagem adaptada de cesta de produtos	GNM
Sistemas de manejo de plantas daninhas em cultivo de erva-mate com e sem adubação	DSA
Taxa de sobrevivência e crescimento inicial de mudas de erva-mate ( <i>Ilex paraguariensis</i> ) sob diferentes fontes de adubação em áreas de caíva	DSA

Fonte: SEPEX/Epagri. Acesso em 15/09/2019.

tal importância social e ambiental, pois nessas áreas ocorrem a extração da erva-mate nativa e significativa quantidade da produção animal da região. Desenvolver pesquisas para seu melhoramento é foco da Epagri/EECan.

Este direcionamento se fundamenta na necessidade de identificar tecnologias apropriadas, mas que, ao mesmo tempo, reduzam o impacto da agropecuária no ambiente e confirmam menor risco econômico aos agricultores familiares.

Nestas três décadas de existência, o corpo de pesquisadores da Epagri/EECan liderou cerca de 50 projetos de

pesquisa, executando mais de 120 experimentos e dez pesquisas participativas. Publicou 127 artigos em periódicos científicos, 292 trabalhos em eventos técnico-científicos e 20 capítulos de livros. Participou na elaboração de 46 publicações seriadas e na organização de pelo menos quatro livros. Neste período foram registradas 19 tecnologias, sendo quatro próprias e quinze em coautoria.

A Epagri/EECan realizou ainda centenas de palestras técnicas em eventos regionais, nacionais e internacionais, dias de campo e seminários temáticos em colaboração com a extensão rural.

O significativo volume de publicações e o sucesso na divulgação dos resultados é um indicativo de que os trabalhos têm sido realizados de forma adequada, contribuindo para o desenvolvimento da agropecuária catarinense e, em especial, para o fortalecimento da produção agropecuária no Planalto Norte Catarinense. Desde 1989, muita coisa mudou no cenário agrícola em Santa Catarina. E uma parcela relevante delas sem dúvida é fruto do trabalho realizado pela Estação Experimental de Canoinhas.

Vida longa à Estação Experimental de Canoinhas! ■

# Diagnóstico e análise da armazenagem de grãos em Santa Catarina

Haroldo Tavares Elias e Cezar Augusto Rubin

**O** Brasil é um dos maiores produtores de grãos do mundo devido, principalmente, a fatores como o avanço da tecnologia na produção vegetal, à possibilidade de expansão de área de cultivo e ao clima favorável. Em dez anos, a produção total de grãos passou de 135,13 milhões de toneladas na safra 2008/2009 para 242,12 milhões de toneladas em 2018/2019, um aumento de 107 milhões de toneladas, cerca de 80% de incremento (CONAB, 2020).

Apesar dos ganhos obtidos na produção, a falta ou inadequação das infraestruturas de armazenagem e logística reduzem a competitividade do produto brasileiro no mercado internacional. No que diz respeito ao sistema de armazenagem de grãos no Brasil, dados da Conab (2019) indicam um déficit bastante significativo em relação à produção nacional. A armazenagem pode ser utilizada como estratégia de comercialização por parte dos produtores e exportadores brasileiros, a fim de minimizar as perdas de grãos e obter uma receita superior com a venda da produção (ROCHA et al., 2018).

A armazenagem é uma área estratégica na produção agrícola, abrangendo mais que somente a guarda e conservação de produtos. Envolve um conjunto de ações e articulações que abrange estudos, planejamento e administração, entre outros.

Segundo Júnior & Nogueira (2007) e D'Arce (2008), são inúmeras as vantagens do armazenamento de grãos, como:

- minimização das perdas quantitativas e qualitativas que ocorrem no campo, pelo atraso da colheita ou durante o armazenamento em locais inadequados;
- economia no transporte, uma vez que os fretes alcançam seu preço máximo na época de plena colheita;

- obtenção de financiamento por meio das linhas de crédito específicas para a pré-comercialização;

- disponibilidade do produto para utilização oportuna e aumento do poder de barganha dos produtores quanto à escolha da época de comercialização dos seus produtos;

- menor dependência do suprimento de produtos de outras regiões. Para Santa Catarina, que é grande importador interestadual de milho, esta questão é relevante.

As perdas totais na cadeia de suprimentos de soja e milho no Brasil, em 2015, atingiram 2,38 milhões de toneladas, ou seja, algo em torno de 1,3% da produção, incorrendo em perdas econômicas decorrentes do custo de oportunidade com vendas perdidas e de gastos logísticos desnecessários na ordem de R\$ 2,04 bilhões (US\$ 610,78 milhões) (PERA, 2017).

O presente estudo foi realizado com base em dados do Sistema de Cadastro Nacional de Unidades Armazenadoras (Sicarm - CONAB/2019), de levantamento da evolução da armazenagem em Santa Catarina e mesorregiões e de estimativas do déficit em relação à produção, bem como foram coletadas informações da capacidade estática de armazenagem. A capacidade estática é compreendida como a quantidade total de produtos agrícolas que pode ser comportada nos armazéns, a fim de estocar a produção e garantir a venda, mantendo a qualidade.

A produção de grãos, a capacidade estática de armazenagem e respectivos déficits de armazenagem em Santa Catarina, contemplando 20 anos de série histórica, são apresentados no Figura 1. Neste período, a produção de grãos, incluindo feijão, milho, soja, trigo e arroz, registrou 4,3 milhões de toneladas em 1999, evoluindo para 6,6 milhões de toneladas em 2019, avanço de 53% no

período. Por outro lado, a capacidade de armazenagem apresentou evolução de 2,98 para 5,86 milhões de toneladas no mesmo intervalo, ou seja, 96% de crescimento. Apesar do maior incremento da capacidade de armazenagem em relação à produção, em várias safras dos 20 anos analisados houve déficit no armazenamento. Em 2003 e 2007 este déficit foi de 3,2 e 2,9 milhões de toneladas, respectivamente, anos em que a produção superou a média do período. O déficit de armazenagem é, de certa forma, uma situação vulnerável para o estado, visto que Santa Catarina, historicamente, apresenta falta de mais de 4 milhões de toneladas de milho para suprimento da produção agroindustrial, de aves, de suínos e para a bovinocultura.

Nos 20 anos analisados, o crescimento da capacidade de armazenagem foi significativo. No entanto, o estado ainda não consegue atender toda a demanda. Na Figura 1 é apresentado o déficit na armazenagem, com base na produção total de grãos. No período de 2000 a 2007 o déficit era em torno de 3 milhões de toneladas. Porém, após este período ocorreu um avanço na capacidade de armazenagem.

A partir de 2008, houve um ligeiro aumento na capacidade de armazenagem e um crescimento mais acelerado em comparação aos anos anteriores. Em 2012, a capacidade estática de armazenagem alcançou um patamar superior a 5 milhões de toneladas. Com isso, o déficit anual diminuiu para em torno de 1 milhão de toneladas. Este fato se deve, em parte, ao desenvolvimento de políticas públicas que incentivaram a construção de armazéns, através de linhas de crédito com juros mais favoráveis (Programa Armazemar, 2014), sendo o sistema cooperativista o principal responsável pelos investimentos realizados no estado. Como pode ser observado na ►

<sup>1</sup> Eng.-agr., Dr. Produção vegetal. Analista, Epagri/Cepa. Rod. Admar Gonzaga, 1486 - Itacorubi, Florianópolis - SC, 88034-000. E-mail: hteliass@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Eng.-agr. MSc. Ciência em Tec. De Sementes. Analista, CONAB. Rua Francisco Pedro Machado, s/n. B. Barreiros, São José - SC. E-mail: cezar.rubin@conab.gov.br.

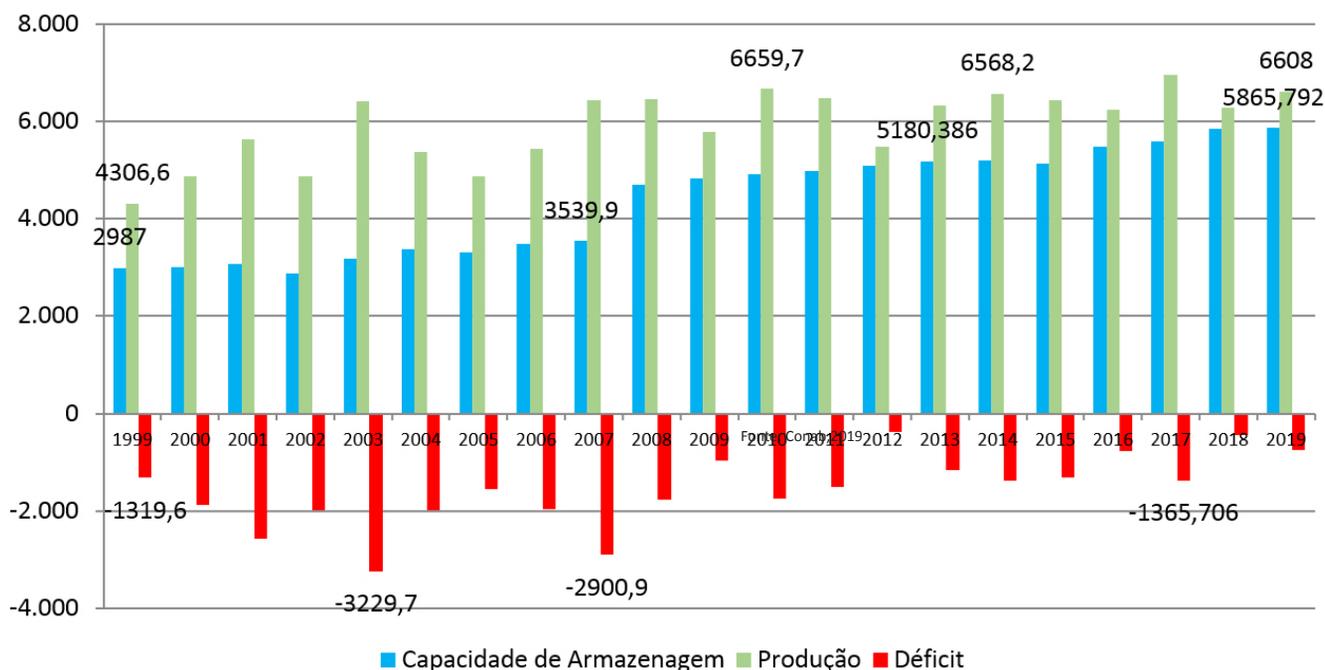


Figura 1. Evolução da capacidade estática de armazenagem de grãos, da produção de grãos e do déficit de armazenagem em Santa Catarina -1999 a 2019

Figura 1, durante todo o período analisado o estado apresentou insuficiente capacidade de armazenamento da sua produção. A situação de déficit é mais acentuada em anos com produção acima da média, como ocorreu na safra 2016/17, quando o déficit foi de 1,38 milhões de toneladas, reportado, na época, pela imprensa do estado<sup>3</sup>.

A minimização do déficit também se dá por conta de uma certa estabilização da produção total de grãos. Em 2010, esta produção alcançou 6,6 milhões de toneladas, mesmo patamar obtido em 2019. Nos últimos anos está ocorrendo uma inversão na área plantada, especialmente na substituição do milho pela soja. As áreas cultivadas com milho apresentaram retração, enquanto as com soja aumentaram consideravelmente. No período compreendido entre as safras de 2012/13 a 2018/19 a área cultivada com soja passou de 518 mil para 670 mil hectares (SECRETARIA DO ESTADO DA AGRICULTURA E DA PESCA, 2020), representando mais de 152 mil

hectares de ampliação, enquanto a área cultivada com milho reduziu de 470 mil para 330 mil hectares, diminuição de 140 mil hectares. O rendimento médio de milho no estado é de 8.460kg/ha (base 2018/19), enquanto o da soja é de 3.600kg/ha, fato que reflete na produção total de grãos do estado. Esta substituição na área cultivada de milho por soja representa uma redução no volume total de grãos produzidos no estado de mais de 600 mil toneladas, fazendo com que a pressão sobre a necessidade de armazenagem diminua.

Outro fator a ser considerado é que o estado importa em torno de 4 milhões de toneladas de milho para atender a demanda do setor agroindustrial. Uma maior capacidade de armazenagem nas regiões que concentram a produção de carnes se apresenta como fator determinante para uma maior estabilidade e garantia no abastecimento de milho, especialmente para a fabricação de ração animal.

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) recomenda que os armazéns existentes em cada região precisam suportar completamente a safra produzida, além de um acréscimo de 20%, para evitar que ocorram déficits gerados por eventuais superproduções. Para esta condição ideal, seria necessário elevar a capacidade estática de armazenagem dos atuais 6,68 milhões de toneladas para 8 milhões de toneladas. Isto demonstra que o estado apresenta, ainda, um déficit de 1,32 milhões de toneladas.

### Armazenagem por Mesorregiões do IBGE<sup>4</sup> de Santa Catarina

A capacidade estática de armazenagem de grãos nas seis mesorregiões catarinenses em 2018, de acordo com o cadastro da Conab - Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018), é apresentada na Figura 2. Observa-se

<sup>3</sup> <http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/noticia/2017/05/deficit-no-armazenamento-de-graos-preocupa-cooperativas-em-sc-9785376.html>

<sup>4</sup> As Mesorregiões são unidades homogêneas maiores que as Microrregiões, porém menores que o Estado ou Território. Foram criadas, obedecendo ao mesmo princípio da classificação das Microrregiões Homogêneas, tendo sido estas fixadas de acordo com o disposto no Decreto N. 67 647, de 23 de novembro de 1970, que estabelece a Divisão Regional de Brasil para fins estatísticos, caracterizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html?=&t=o-que-e>. Consulta em: 22/02/2020.

que a distribuição da armazenagem no estado é desigual entre as mesorregiões. Isso se deve ao fato de que cada região exerce diferentes atividades agrícolas e a armazenagem pode exercer diferentes funções, como o suporte da produção em si ou para indústrias de beneficiamento de grãos e setores agroindustriais.

As mesorregiões catarinenses que apresentam os maiores déficits de armazenagem são: Serrana, (635 mil toneladas), Vale do Itajaí (212 mil t) e Oeste (192 mil t) (Figura 2). A Mesorregião Serrana, em especial nos Campos de Lages, teve expansão de lavouras temporárias, como de soja e milho. Porém, o armazenamento não acompanhou este ritmo de crescimento. A Mesorregião Vale do Itajaí igualmente apresentou expansão da produção de milho, soja e cereais de inverno, notadamente na Região do Alto Vale.

Por seu lado, a Mesorregião do Oeste apresenta um déficit de armazenagem relativamente pequeno, na ordem de 192 mil toneladas. A boa capacidade estática desta região se deve às fortes estruturas do sistema cooperativista e

individuais. Como esta região responde por cerca de 80% da produção de suínos e aves (Síntese Agropecuária, 2020), a capacidade de armazenagem é fundamental para o processamento de rações que garante o abastecimento do setor agroindustrial.

A Mesorregião Norte Catarinense apresenta um superávit de 162 mil toneladas (Figura 2). Este superávit se dá em função da grande capacidade de armazenamento existente no Porto de São Francisco do Sul e da presença de indústrias de beneficiamento de arroz na região. Contudo, a Microrregião de Canoinhas, quando considerada separadamente, apresenta maior defasagem em relação à média da produção total de grãos, com déficit de 257 mil toneladas (CONAB, 2020). Em análise realizada pelo Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE), já em 2004 a microrregião de Canoinhas apresentava este déficit maior de 431,6 mil toneladas em relação à capacidade estática cadastrada junto à Conab.

A Mesorregião Sul Catarinense é a que apresenta o maior superávit entre as mesorregiões, com 244 mil tonela-

das, em função das indústrias de beneficiamento de arroz instaladas na região, que têm capacidade de armazenagem superior à produção de grãos.

Para superar a condição crônica da falta de armazenagem, políticas públicas foram implementadas em alguns momentos, como o Programa Armazenar, da Secretaria da Agricultura de Santa Catarina, através da subvenção de 50% dos juros referentes aos financiamentos para construção e ampliação de armazéns<sup>5</sup>.

## Considerações finais

A armazenagem tem papel fundamental na ligação entre a produção agrícola e o mercado consumidor, por garantir o fornecimento contínuo de grãos, mesmo que sua produção seja periódica ou eventualmente prejudicada por questões climáticas. É um ponto fundamental no cenário econômico, interferindo diretamente no preço dos produtos, ou seja, a constância na disponibilidade resulta em preços menos instáveis, favorecendo toda a cadeia ▶

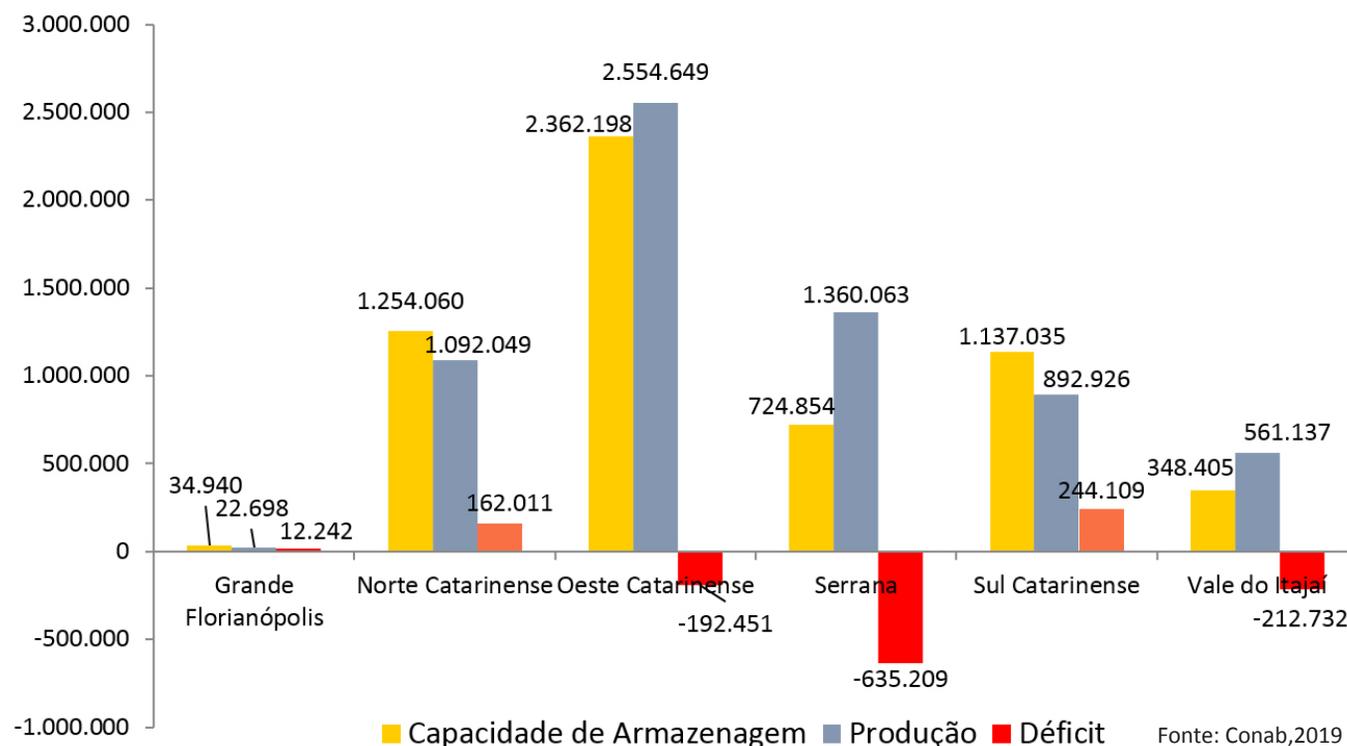


Figura 2. Produção total de grãos, capacidade de armazenagem e déficit de armazenagem nas mesorregiões de Santa Catarina - 2018

<sup>5</sup> <https://www.sc.gov.br/index.php/noticias/temas/agricultura-e-pesca/governo-do-estado-investe-na-construcao-de-11-armazens-em-santa-catarina>

<sup>6</sup> <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2019/12/04/como-construir-um-silo-de-graos-passo-a-passo-da-epagri/>

produtiva, do produtor ao consumidor.

Os cenários avaliados pela modelagem da cadeia de suprimentos de grãos (PERA, 2018) demonstram que a ampliação no uso da armazenagem dentro da fazenda e a melhoria nas condições das rodovias brasileiras e das estradas que conectam as fazendas aos armazéns apresentam potencial significativo para mitigação das perdas que podem chegar a 21,7%.

Neste sentido, a Epagri tem um programa de apoio e orientação técnica para a construção silos para secagem e armazenamento de grãos com estimativa de armazenar um volume superior a cem mil sacas em 138 unidades de armazenagem<sup>6</sup>. O objetivo do programa é dar autonomia para o produtor de grãos, reduzir custos e melhorar a qualidade do milho e da soja usados na alimentação dos animais na própria unidade de produção. É uma maneira prática de criar as condições e viabilizar este tipo de armazenagem.

O investimento em estruturas para armazenagem tem custo elevado, com retorno a médio e longo prazos. Por isso, a continuidade das políticas pú-

blicas de apoio aos investimentos é necessária para que o estado alcance um patamar desejável, com condições de armazenar toda a produção. O sistema cooperativista tem participado efetivamente neste contexto.

## Referências

BRDE. **Armazenagem de grãos em Santa Catarina. Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. Armazenagem de grãos em Santa Catarina.** Florianópolis, AGFLO/GE-PLA, 2004. 78p.

CONAB. **Sistema de Cadastro Nacional de Unidades Armazenadoras – SICARM.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/armazenagem>. Acesso em: 20/11/2019.

CONAB. **Série Histórica de Produção por Unidades da Federação. Safras 1976/77 a 2019/20.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 16/01/2020.

D'ARCE, M. A. B. **Pós Colheita e Armazenamento de Grãos.** Departamento. Agroindústria, Alimentos e Nutrição ESALQ/USP. p.1-17, 2008.

SECRETARIA DO ESTADO DA AGRICULTURA E DA PESCA. **InfoAgro/SC** Sistema Integrado de Informações Agropecuárias da Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.info-agro.sc.gov.br/index.php/sobre>. Consulta em: 19/02/2020.

JUNIOR, S. N.; NOGUEIRA, E. A. Centrais Regionais de Armazenagem como apoio à Comercialização de Grãos: Panorama do Mercado Agrícola. Instituto de Economia Agrícola. **Informações Econômicas**, SP, V.37, n.7, Julho de 2007.

PERA, T.G. **Modelagem das perdas na agrológica de grãos no Brasil: uma aplicação de programação matemática.** 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/D.3.2017.-17072017-160658>.

ROCHA, F.V.; JOÃO, A.M.; SANTOS, R. DE M.; CAIXETA FILHO, J.V.A. Armazenagem de grãos no Brasil: qual a melhor estratégia para os exportadores? **Revista de economia e agronegócio**, v.16, n.3, 2018. ■

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



Cuide do planeta com carinho.



# Utilização da tecnologia NIRS para predição dos valores nutricionais de forrageiras

Ângela Fonseca Rech<sup>1</sup> e Simone Silmara Werner<sup>2</sup>

**Resumo** – A Espectroscopia no Infravermelho Próximo (*Near Infrared Spectroscopy* - NIRS) tem sido muito utilizada com objetivo analítico nas mais diversas áreas de pesquisa, produção e indústria em materiais como petróleo, produtos químicos, óleos, madeiras, polímeros, tecidos, medicamentos, alimentos, bebidas, solos etc. Após a correta implantação da técnica, a análise não necessita de reagente químico, é robusta, rápida, não destrutiva e não exige mão de obra especializada. Porém, para que a técnica seja utilizada de forma confiável, modelos de calibração precisos e acurados devem ser desenvolvidos para cada material e para cada componente de interesse. O objetivo deste trabalho é fornecer algumas informações básicas importantes sobre a técnica NIRS, seu fundamento, potencial e limitações de uso.

**Termos para indexação:** Modelos Calibração; Bromatologia; Espectroscopia.

## Use of NIRS technology for prediction of nutritional values of forages

**Abstract** – Near Infrared (NIR) Spectroscopy (NIRS) has been widely used for analytical purposes in the most diverse areas of research, production and industry in materials such as petroleum, chemicals, oils, wood, polymers, textiles, food, beverages, soils, etc. After the correct implantation of the technique, the analysis does not require chemical reagent, it is robust, fast, it is not destructive and does not require specialized labor. However, for the technique to be used reliably, precise and accurate calibration models must be developed for each material and each component of interest. Some important information about NIRS, fundamentals, potential and limitations of use are presented in this work.

**Index terms:** Calibration Models; Bromatology; Spectroscopy.

## Introdução

Os avanços nas áreas computacional e eletrônica ocorridos na década de 1980 permitiram que as informações obtidas com o espectro coletado na região do infravermelho próximo fossem tratadas e analisadas corretamente, popularizando a Espectroscopia no Infravermelho Próximo (*Near Infrared Spectroscopy* – NIRS) como técnica analítica. Esta técnica tem sido utilizada para determinação da composição química de um grande número de materiais e é particularmente indicada para aqueles que contenham as ligações químicas C-H, O-H, N-H, S-H e C=O (PASQUINI, 2018), exemplificadas na Tabela 1.

Norris et al. (1976) foram os primeiros a relatar que a espectroscopia NIR, associada a métodos quimiométricos, poderia prever de forma rápida e razo-

Tabela 1. Regiões espectrais dos respectivos grupos químicos comumente vistos em NIRS  
Table 1. Spectral regions of the respective chemical groups commonly seen in NIRS

Grupo	(λ), nm	(ν̄), cm <sup>-1</sup>
CH <sub>3</sub>	2275 – 2285	4400 – 4380
NH <sub>2</sub>	1520 – 1540	6580 – 6490
H <sub>2</sub> O	1930 – 1940	5280 – 5150
C=O	1950	5130
C=CH <sub>2</sub>	860 – 870	11630 – 11490

λ-Comprimento de onda; ν̄-Números de onda

Fonte: Adaptado Siesler et al., 2001

λ -Wavelength; ν̄-Wavenumbers

Source: Adapted Siesler et al., 2001

ável a qualidade das forragens. Porém, sua precisão e acurácia dependem de bons modelos de calibração. Yang et al. (2017) realizaram um trabalho para desenvolvimento e calibração dos modelos para a previsão de parâmetros de qualidade de forragem em *Lolium multiflorum*. Os autores relataram que a técnica NIRS foi eficiente para prever os valores de proteína bruta (PB), fibra

em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos solúveis em água. Além disso, a técnica proporcionou uma economia de tempo e custos associados à análise que, segundo eles, foi de apenas 20% quando comparada à metodologia tradicional.

A construção dos modelos de calibração para NIRS necessita que um número considerável de amostras esteja ▶

Recebido em 27/9/2018. Aceito para publicação em 5/4/2019.

<sup>1</sup> Zootecnista, MSc., Pesquisadora, Epagri, Estação Experimental de Lages, Rua João José Godinho, S/N, Bairro Morro do Posto, Lages – SC, CEP 88502-970 Lages, SC, CP 181, fone: (49) 3289-6414, e-mail: angelarech@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Matemática, Dr., Pesquisadora, Epagri, Estação Experimental de Lages, e-mail: simonewerner@epagri.sc.gov.br.

disponível, seja analisado pelos métodos de referência e que os resultados obtidos estejam distribuídos em uma escala abrangente. Essas amostras são submetidas a leituras espectrais (Figura 1) e os dados das leituras são cruzados com os valores obtidos pelos métodos de referência. Para isso, no entanto, é necessário definir o método de regressão que será empregado, o melhor pré-tratamento matemático nos dados espectrais, o segmento do espectro a ser utilizado, entre outros.

## Fundamento

A NIRS é um tipo de espectroscopia vibracional que utiliza a energia de fótons na faixa do comprimento de onda de 750 nanômetros (nm) a 2500nm (ou número de onda entre 13333 a 4000 $\text{cm}^{-1}$ ) e sua interação com a matéria. A onda eletromagnética produzida pelo espectrofotômetro de infravermelho próximo NIR (*Near Infrared*) (Figura 2) ao incidir na amostra a ser analisada, é parcialmente absorvida e refletida. As ligações covalentes das substâncias orgânicas absorvem essa energia que é transformada em vibração das ligações moleculares. A radiação que não é absorvida é refletida, analisada e quantificada. Entre os modos de medição, predominam aqueles baseados na refletância difusa para materiais sólidos (moídos, granulados ou intactos) (PASQUINI, 2018).

A refletância difusa é resultado da incidência da radiação na superfície do material, com subsequente penetração na camada superficial das partículas excitando modos vibracionais das moléculas da amostra seguidos pelo espalhamento da radiação em todas as direções (Figura 3). Os espectros obtidos (intensidade de refletância em função do comprimento de onda) (Figura 1) contêm informação indireta da absorção, espalhamento e reflexão da luz original irradiada. A absorção e o espalhamento da radiação são os principais fenômenos que afetam o espectro de refletância (PASQUINI, 2018).

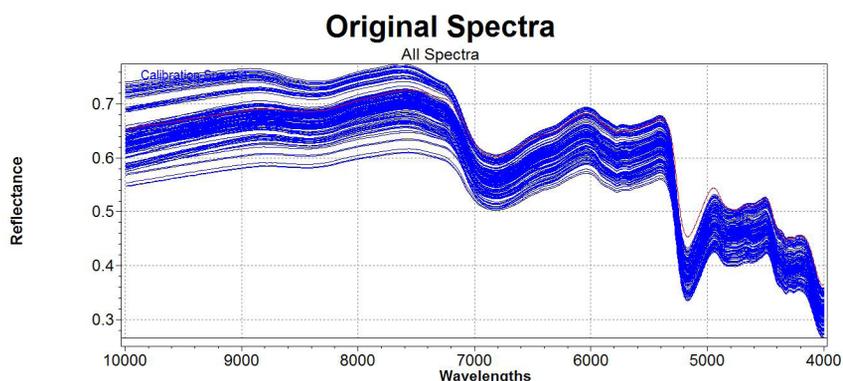


Figura 1. Espectros na região do infravermelho proximal de amostras de azevém  
*Figure 1. Spectrums in the proximal infrared region of ryegrass samples*



Figura 2. Espectrofotômetro de infravermelho próximo NIR. Foto: Angela F. Rech  
*Figure 2. NIR Near Infrared Spectrophotometer. Photo: Angela F. Rech*

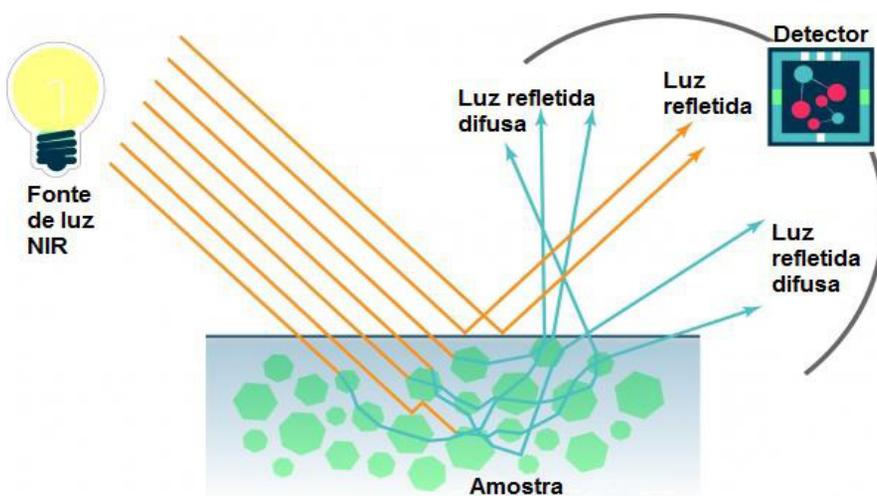


Figura 3. Refletância difusa  
Fonte: Adaptado de Macdonald, 2016;  
*Figure 3. Diffuse Reflectance*  
Source: Adapted Macdonald, 2016

Os componentes orgânicos dos alimentos possuem características de absorção específicas, onde ocorrem vibrações das ligações hidrogenadas induzidas pelo calor nos grupos funcionais das moléculas. Esta absorção de energia é utilizada para estimar o número e o tipo de ligações moleculares das amostras. Assim, pela espectroscopia NIR há condições de prever o conteúdo dos diferentes componentes nutricionais, por meio de equações de calibração para cada um desses componentes e para diferentes alimentos (MARTEN et al., 1985). Porém, devido à complexidade e à quantidade de informações contidas nos espectros gerados é muito difícil fornecer interpretações quantitativas diretas, sendo fundamental a construção cuidadosa de modelos de calibração e validação antes de utilizar a espectroscopia NIR como técnica analítica (MONTEIRO et al., 2017).

A calibração é a construção de um modelo estatístico que irá estimar o teor de um componente no material de interesse, a partir da absorção da energia pela amostra submetida à radiação na faixa do infravermelho proximal. Para otimizar a utilização das informações contidas nos espectros no infravermelho proximal, técnicas multivariadas são usadas para remover fontes de variação indesejáveis causadas por diferenças no tamanho, na forma das partículas e na densidade das amostras, espalhamento da luz, ruídos e efeitos aditivos na linha de base. Os pré-tratamentos matemáticos são importantes também para reduzir o número de fatores necessários, simplificar o modelo de calibração, dar maior ênfase aos picos e melhorar a interpretação do modelo. É necessário ainda detectar e excluir as amostras aberrantes (*outliers*) discrepantes que não se encaixam ou não correspondem à calibração (MARTEN et al., 1985).

O método de regressão mais utilizado para desenvolvimento de modelo de calibração e predição dos teores em ma-

teriais agropecuários (milho, soja, café, carnes, plantas, forragens, madeira, carvão etc.) é o *Partial Least Squares* (PLS). Os pré-tratamentos matemáticos muito utilizados são as derivadas de 1ª e 2ª ordem, *Multiplicative Scatter Correction* (MSC), *Standard Normal Variate* (SNV) e filtro de Savitzki-Golay, assim como as combinações dos mesmos (PASQUINI, 2018).

## Etapas necessárias

Para obter sucesso na utilização desta tecnologia é necessário seguir algumas etapas: selecionar amostras representativas e que possuam grande variabilidade em relação à concentração do componente que se deseja determinar; obter bons resultados analíticos pelos métodos de referência convencionais; realizar as leituras espectrais; aplicar os tratamentos matemáticos; desenvolver modelos estatísticos; validar com amostras não utilizadas na construção do modelo; avaliar os resultados; e implantar a rotina analítica no laboratório.

## Utilização

A técnica NIRS tem sido adotada como método oficial, método 930.03, pela Association of Official Analytical Chemists, na predição do teor de proteína bruta e FDA em forragens (Association of Official Analytical Chemists, 1984). Muitos trabalhos e artigos utilizando espectroscopia NIR têm sido publicados e, segundo Williams et al. (2017), a maioria desses estudos não informa alguns itens importantes que precisam ser relatados necessários para quem procura duplicar a aplicação ou para revisores do trabalho. Estes mesmos autores sugerem que indicadores como o erro padrão da validação cruzada *Standard Error of Cross-Validation* (SECV) ou erro médio quadrático da validação cruzada *Root Mean Square Errors of Cross-Validation* (RMSECV), erro mé-

dio quadrático de predição *Root Mean Square Error of Prediction* (RMSEP), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da validação ( $R^2_{val}$ ), desvio, entre outros, sejam relatados no artigo.

O desempenho dos modelos pode ser avaliado pelo RMSEP e  $R^2$  dos valores previstos e de referência, e pela Relação do Desvio de Previsão *Ratio of Prediction Deviation* (RDP), como recomendado por Williams & Sobering (1993). O RDP é a relação entre o erro padrão de previsão com o desvio padrão dos dados originais e é utilizado para a avaliação e monitoramento de calibrações.

Utilizando a espectroscopia NIR, Fontaneli et al. (2002) desenvolveram modelos de calibração para predição de propriedades nutricionais de silagem de milho e concluíram, com base no  $R^2$ , erro padrão da validação cruzada, erro padrão da validação e  $R^2_{val}$  que os modelos desenvolvidos apresentavam elevada acurácia.

Segundo Fernandes (2015), a técnica NIRS, associada ao método de calibração multivariada de regressão por meio de quadrados mínimos parciais, mostrou-se eficiente para prever a composição químico-bromatológica de vagem de algaroba e da palma forrageira. Este mesmo autor escolheu os melhores modelos com base nos resultados de RMSEC, RMSECV e  $R^2$ .

Com objetivo de ajustar um modelo de calibração multivariada para a predição do teor de proteína bruta em biomassa de capins braquiária, Neto et al. (2012) desenvolveram e avaliaram os modelos pelos resultados obtidos para o *Root Mean Square Error of Calibration* (RMSEC) Erro Médio Quadrático de Calibração, RMSECV, RMSEP e  $R^2$ . Concluíram que o modelo de calibração multivariada para a análise do teor de proteína em biomassa de braquiária foi adequado e poderá ser adotado como método de rotina de análise. Neto et al. (2009) concluíram que a espectros-

copia NIR é uma técnica alternativa viável para a determinação do teor de proteína total e matéria seca em amostras de milho moído. Os modelos ajustados para proteína bruta, matéria seca e fósforo apresentaram performances adequadas para utilização em amostras provenientes de ensaios de *screening* (para triagem de amostras) ou onde se tem grande número de repetições de amostras por tratamentos. Para utilização em determinações analíticas como método de rotina laboratorial, no entanto, os modelos de calibração precisavam ser aprimorados.

A técnica também tem sido utilizada como ferramenta para desenvolver modelos de predição de consumo de matéria seca e orgânica, matéria orgânica digestível, digestibilidade aparente, qualidade de ingredientes em indústrias, entre outras.

## Limitações

Apesar das vantagens apresentadas neste informativo, a espectroscopia NIR apresenta algumas limitações: Métodos de referência analítica reconhecidos são necessários para fornecer os resultados exigidos na etapa de modelagem; O modelo geralmente é de difícil interpretação química sendo necessária a utilização de algoritmos; Os modelos desenvolvidos precisam ser atualizados com frequência; Uma modelagem robusta pode exigir centenas ou até milhares de amostras pré-analisadas pelo método de referência; A técnica não é muito sensível e o limite analítico geral de quantificação, usualmente considerado, está na faixa dos 5000ppm ou 0,5%, sob condições favoráveis (PASQUINI, 2018). Isso pode restringir sua aplicação às substâncias encontradas em concentrações superiores a 0,5%.

## Considerações finais

A espectroscopia NIR apresenta grandes vantagens em relação aos mé-

todos de análises tradicionais para predição dos valores nutricionais de forrageiras, mas tem como fatores limitantes a necessidade de um grande número de amostras já analisadas pelos métodos de referências e a necessidade de ajuste de bons modelos de calibração. Cumpridas essas exigências o método poderá ser utilizado na rotina laboratorial para aumentar a capacidade de análises e reduzir o volume de reagentes e de resíduos gerados nas análises químicas convencionais.

## Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14 ed. Washington, DC: AOAC, 1984. 1019p.

FERNANDES, A. M. F. **Uso da espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (nirs) para previsão da composição bromatológica de vagens de algaroba e palma forrageira**. 2015. 105f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, CE, 2015.

MACDONALD, C. Canadian mills opt for FIT-NIR analyzers. **Pulp & Paper Canada**. 2016. Disponível em: <https://www.pulpanpaper-canada.com/news/canadian-mills-opt-for-fitnir-analyzers-1100000232/>. Acesso em: 24 out. 2018.

FONTANELI, R.S.; DURR, J.W.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; HAUBERT, F.; BORTOLINI, F. Validação do método da reflectância no infravermelho proximal para análise de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.594-598, 2002.

MARTEN, G. C.; SHENK, J. S.; BARTON II, F. E. **Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS), analysis quality**. Washington, D.C.: USDA, 1985.110 p.

MONTEIRO, A. R. D, FEITAL, T. S., PINTO, J. C. Statistical Aspects of Near-Infrared Spectroscopy for the Characterization of Errors and Model Building. **Applied Spectroscopy**. v.71, n.7, p.1665-1676, 2017. Disponível

em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pub-med/28447492>. Acesso em: 20/10/2018.

NETO, M. M. G.; SIMEONE, M. L. F.; GUIMARÃES, C. C.; VASCONCELOS, F. V.; UBA, M. A. **Predição de proteína, matéria seca e fósforo em grãos de milho pela espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n.9, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2009. 19p.

NETO, M. M. G.; SIMEONE, M. L. F.; GUIMARÃES, C. C. **Predição do teor de proteína bruta em biomassa de capins braquiária por meio de espectroscopia NIR**. Comunicado técnico n.205, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2012. 5p.

NORRIS, K. H.; BARNES, R. F.; MOORE, J. E.; SHENK, J. S. Predicting forage quality by near infrared reflectance spectroscopy. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.43, n.4, p.889-897, 1976.

PASQUINI, C. Near infrared spectroscopy: A mature analytical technique with new perspectives – A review. **Analytica Chimica Acta**, v.1026, n.5, 2018, p.8-36, 2018.

SIESLER, H. W.; OZAKI, Y.; KAWATA, S.; HEISE, H. M. **Near-Infrared Spectroscopy. Principles, Instruments, Applications**. 3 ed. Weinheim: Wiley – VCH, 2001. 361p.

WILLIAMS, P.C.; SOBERING, D.C. Comparison of commercial near infrared transmittance and reflectance instruments for analysis of whole grains and seeds. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v.1, p.25–32, 1993.

WILLIAMS, P.; DARDENNE, P.; FLINN, P. Tutorial: Items to be included in a report on a near infrared spectroscopy project. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v.25, n.2, p.85–90, 2017.

YANG, Z., NIE G., PAN L., ZHANG Y., HUANG L., MA X., ZHANG, X. Development and validation of near-infrared spectroscopy for the prediction of forage quality parameters in *Lolium multiflorum*. **PeerJ**, v.5, e3867, 2017. ■

# Desafios para a regularização do uso de águas da União para a prática da maricultura em Santa Catarina

André Luís Tortato Novaes<sup>1</sup> e Luiz Fernando de Novaes Vianna<sup>2</sup>

**Resumo** – Santa Catarina foi o primeiro estado da federação a regularizar áreas aquícolas marinhas para o cultivo de moluscos bivalves. Seiscentas e dezenove áreas foram cedidas no estado pelo governo federal. Apesar dessa conquista, há desafios relacionados à ocupação do mar por projetos de aquicultura que ainda precisam ser superados visando ao desenvolvimento sustentável do setor. Estes desafios são: atender a demanda ainda existente por áreas aquícolas no estado; resolver conflitos de uso da zona costeira; realizar ajustes de posicionamento de áreas aquícolas e promover a ocupação das áreas aquícolas respeitando os limites geográficos estipulados nas cessões de uso. O objetivo do presente documento é abordar esses desafios e apontar soluções visando sobrepujá-los.

**Termos para indexação:** aquicultura marinha; ordenamento aquícola; áreas aquícolas.

## Regulatory challenges for the use of federal waters for mariculture in Santa Catarina

**Abstract** – Santa Catarina was the first Brazilian state where specific regulatory measures have been applied to marine shellfish aquaculture areas. Six hundred and nineteen areas were ceded in the state by the federal government. Despite this important achievement, there are challenges related to the occupation of the sea by aquaculture projects that still need to be overcome to promote the sustainable development of the sector. These challenges are: to meet the existing demand for aquaculture areas in the state; to solve conflicts in the use of the coastal zone; to adjust the positioning of aquaculture areas and to promote the occupation of the aquaculture areas, respecting the geographical limits stipulated in the assignments of use. The objective of this document is to address these challenges and to point solutions to surmount them.

**Index terms:** marine aquaculture; aquaculture planning; aquaculture areas.

## Introdução

Desde a década de 1990 instituições ligadas à aquicultura e maricultores já buscavam a regularização das fazendas marinhas instaladas em Santa Catarina (OLIVEIRA NETO, 2005; DOS SANTOS, 2014). Entretanto, somente a partir de 2003 foram publicados instrumentos legais contendo orientações sobre como proceder para se obter cessões de uso de águas da União para fins de aquicultura e licenças ambientais para a instalação de cultivos marinhos (NOVAES et al., 2011). A partir de então, houve uma iniciativa do governo federal que desencadeou a elaboração dos Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura (PLDM) em diferentes estados da federação. Os PLDMs foram instrumentos

focados no planejamento de parques e áreas aquícolas em águas dominiais e no levantamento das informações necessárias para a solicitação das cessões de uso e licenças ambientais. Em Santa Catarina, a elaboração desses planos ocorreu entre 2004 e 2007, originando propostas de parques aquícolas em 15 municípios da costa (NOVAES et al., 2011).

Entre 2008 e 2011, essas propostas foram analisadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), Marinha do Brasil, Superintendência de Patrimônio da União (SPU/SC) e Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina (Gerco). Com base nos pareceres dessas instituições, a SPU/SC lavrou termos de entrega de 26 parques aquícolas ao Ministério da

Pesca e Aquicultura (MPA)<sup>3</sup>, possibilitando que as áreas aquícolas setorializadas nesses parques fossem ofertadas em concorrências públicas.

A oferta dessas áreas beneficiou cerca de 500 maricultores previamente instalados na costa catarinense com cessões de uso de áreas aquícolas e licenças ambientais de parques aquícolas. Todavia, apesar desse expressivo avanço obtido na legalização do uso de águas de domínio da União para fins de aquicultura em Santa Catarina, há desafios que ainda precisam ser superados para que a utilização do mar para a prática da maricultura esteja plenamente regularizada no estado. Tais desafios são: a) atender a demanda ainda existente por áreas aquícolas; b) resolver conflitos de uso da zona costeira; c) rea-▶

Recebido em 8/11/2018. Aceito para publicação em 10/4/2019.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri / Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (Cedap), Rodovia Admar Gonzaga, 1.188, Bairro Itacorubi, 88010-970 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5052, e-mail: novaes@epagri.sc.gov.br;

<sup>2</sup> Biólogo, Dr., Epagri / Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram), Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Bairro Itacorubi, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5161, e-mail: vianna@epagri.sc.gov.br;

<sup>3</sup> O Ministério da Pesca e Aquicultura foi criado com a publicação da Lei n. 11.959, de 29 de junho de 2009 (BRASIL, 2009), assumindo as atribuições que pertenciam à Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República - SEAP/PR.

lizar ajustes de posicionamento de áreas aquícolas e d) promover a ocupação das áreas aquícolas respeitando os limites geográficos estipulados nas cessões de uso. O objetivo do presente informativo é abordar esses desafios e propor medidas para suplantá-los.

As informações aqui apresentadas foram levantadas a partir de observações realizadas por técnicos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) ou de comunicações feitas por maricultores, pescadores artesanais, navegantes ou moradores das comunidades onde há áreas aquícolas planejadas.

## Desafio 1 – Atender a demanda ainda existente por áreas aquícolas em Santa Catarina

A partir da elaboração dos PLDMs, foram planejadas 837 áreas aquícolas para Santa Catarina. Essas áreas foram concebidas para atender a demanda de produtores já instalados e de pessoas com interesse em iniciar cultivos marinhos no litoral catarinense. Do total planejado, 720 áreas aquícolas foram ofertadas e 619 cedidas em concorrências públicas realizadas pelo governo federal entre 2011 e 2013 (DOS SANTOS, 2014).

Os resultados das concorrências sugerem que a oferta de áreas foi maior que a demanda. Contudo, informações

levantadas pelo Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca da Epagri (Epagri/Cedap) apontam que a realidade é outra. Cerca de 120 produtores previamente instalados na costa ficaram à margem do processo de regularização, mesmo havendo áreas aquícolas planejadas nas comunidades onde a maioria deles (66,7%) desenvolve suas atividades. Esse problema ocorreu por duas razões: a) nas concorrências públicas foram ofertadas áreas em locais onde não havia demanda de produtores previamente instalados e deixaram de ser ofertadas áreas onde essa demanda existia; b) a demora entre o planejamento de parques aquícolas e a oferta de áreas possibilitou que pessoas que não participaram do processo de elaboração dos PLDMs instalassem cultivos no mar à revelia do processo de regularização, originando déficit de áreas aquícolas.

Na Tabela 1 são indicadas as localizações e as quantidades de áreas aquícolas já regularizadas que deixaram de ser ofertadas em concorrências públicas. Destas, 80 foram planejadas para atender produtores já instalados na costa e 31 (12 em São Francisco do Sul e 19 em Biguaçu), para atender reivindicações de pessoas interessadas em iniciar cultivos marinhos. Além dessas áreas, há um pedido de criação de 44 novas áreas aquícolas para atender o déficit existente no município de Bombinhas, SC.

Para atender a demanda por áreas ainda existente no estado basta realizar duas ações: a) ofertar as áreas mencio-

nadas na Tabela 1 e outras que porventura sejam de interesse e estejam disponíveis em novas concorrências públicas e b) dar encaminhamento em processos de solicitação e oferta de novas áreas aquícolas para atender déficits já existentes, como o manifestado pelos produtores de Bombinhas.

## Desafio 2 – Resolver conflitos de uso da zona costeira

Nas fases de elaboração e análise das propostas de parques aquícolas em Santa Catarina, foi oportunizado a diferentes atores e usuários da zona costeira participar do dimensionamento e da localização dessas unidades de mapeamento aquícola no mar (NOVAES et al., 2011). Durante as audiências públicas realizadas nos municípios, ajustes de configuração e posicionamento de parques aquícolas foram sugeridos e aprovados (NOVAES et al., 2011). Contudo, somente a partir da demarcação física das áreas aquícolas cedidas nas concorrências públicas que diversos usuários da costa, incluindo maricultores, tiveram a real percepção daquilo que havia sido planejado e aprovado na elaboração dos PLDMs. Desde então, passaram a ocorrer manifestações de conflitos de uso da costa, principalmente com as atividades pesqueiras e de lazer.

Na Tabela 2 são apresentados os conflitos de uso da costa comunicados

Tabela 1. Quantitativo de áreas aquícolas demandadas e não ofertadas em concorrências públicas  
Table 1. Quantitative evaluation of aquaculture areas demanded and not offered in public bids

Município	Parque Aquícola	Localidade	Quantidade de áreas	Situação de ocupação
Palhoça	Palhoça 1	Praia do Cedro	11	Ocupadas
Biguaçu	Biguaçu	São Miguel	20	Parcialmente ocupadas
Governador Celso Ramos	Governador Celso Ramos 1	Ganchos de Fora	12	Ocupadas
	Governador Celso Ramos 2	Fazenda da Armação	28	Ocupadas
Penha	Penha 1	Praia Alegre	8	Ocupadas
São Francisco do Sul	S. Francisco do Sul 2	Paulas	20	Ocupadas
	S. Francisco do Sul 6	Laranjeiras	12	Não ocupadas
Total			111	

à Epagri entre 2015 e 2018 e apontadas possíveis soluções para resolvê-los. De modo geral, as soluções envolvem excluir ou reposicionar áreas aquícolas. Algumas delas foram encaminhadas na forma de consultas ao órgão gestor da aquicultura no Brasil. Em outros casos, propostas de soluções foram elaboradas, mas acabaram não sendo formalmente encaminhadas pelos interessados. Há situações em que as soluções propostas acabaram sendo concretizadas sem a anuência do órgão gestor.

### Desafio 3 – Realizar ajustes no posicionamento de áreas aquícolas

Além de desencadear a manifestação de conflitos de uso da costa, a demarcação física das áreas aquícolas estimulou maricultores a solicitarem ajustes no posicionamento das suas áreas. Estas solicitações têm duas motivações: a) equacionar conflitos com outros usuários da costa e b) situar as áreas aquícolas onde as características hidrodinâmicas, as profundidades e a oferta natural de sementes de mexilhões são mais propícias para a instalação das estruturas de cultivo.

As solicitações de reposicionamento de áreas comunicadas à Epagri são apresentadas na Tabela 2. Ao todo, 102 áreas precisam ter suas posições ajustadas; 32 para eliminar conflitos de uso e 70 visando a melhores condições ambientais para a instalação de estruturas de cultivo. Para reposicionar essas áreas é necessário: a) definir as coordenadas geográficas dos vértices das posições pretendidas pelos produtores; b) consultar os usuários da costa circundantes e a autoridade marítima local sobre riscos potenciais de conflitos das novas posições; c) encaminhar as propostas de reposicionamento para o órgão gestor da aquicultura em conformidade com a legislação vigente<sup>4</sup>; d) reposicionar as áreas após a obtenção de pareceres favoráveis; e) atualizar as informações cadastrais das áreas aquícolas nos bancos de dados do órgão gestor

da aquicultura e das demais instituições envolvidas com a gestão e a fiscalização da utilização da costa e da atividade de maricultura.

### Desafio 4 – Promover a ocupação das áreas aquícolas respeitando os limites geográficos estipulados nas cessões de uso

Houve um grande esforço liderado pelo MPA e pela Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca de Santa Catarina para promover a correta ocupação das áreas aquícolas cedidas no estado. Áreas foram demarcadas, material didático foi elaborado (NOVAES et al., 2014) e distribuído para produtores, seminários e reuniões técnicas sobre diretrizes e prazos para a ocupação das áreas foram realizados nos municípios, mas os resultados dessas ações não corresponderam às expectativas. Atualmente, apenas 154 áreas aquícolas (24,9% do total de áreas cedidas) foram ocupadas pelos cessionários. As demais 465 permanecem vazias no mar ou sendo ocupadas sem que os limites geográficos estipulados nos termos de cessão de uso sejam respeitados. Há cessionários que simplesmente optaram por não deslocar suas estruturas de cultivo para as áreas regularizadas; há outros que não migraram para as áreas regularizadas por elas estarem sendo total ou parcialmente utilizadas por outros produtores ou por estarem aguardando respostas de pedidos de ajuste de posicionamento; há cessionários que cederam suas áreas a terceiros e cessionários que já formalizaram a devolução das suas áreas à União.

A atualização de informações cadastrais de cessionários, a fiscalização do uso das áreas aquícolas e a agilidade nas respostas de pedidos de ajuste de posicionamento de áreas são requisitos indispensáveis para superar o desafio de utilizar esses espaços respeitando seus limites oficiais.

## Fatores que prejudicam a efetiva regularização da maricultura em Santa Catarina

A burocracia, a alternância e a centralização da gestão da aquicultura em águas dominiais no Brasil, a falta de fiscalização do uso de áreas aquícolas e a falta de articulação interinstitucional são fatores que contribuíram para o estado atual da regularização da maricultura em Santa Catarina.

A burocracia, aqui considerada como o conjunto de procedimentos administrativos adotados na gestão do uso de áreas dominiais para fins de aquicultura, tornou a regularização de áreas aquícolas um processo lento, complexo e pouco eficaz no estado. Medidas que poderiam ser adotadas em pouco tempo demoram anos, desencadeando consequências negativas para o setor produtivo e para o controle da aquicultura na zona costeira.

A alternância da atribuição de gestão da aquicultura tem promovido a descontinuidade e a estagnação de atividades indispensáveis para a efetiva regularização da maricultura. Nos últimos 15 anos, seis instituições tiveram essa função no País e essa instabilidade, combinada com a centralização da tomada de decisões em Brasília/DF, tem prejudicado a realização das licitações ainda necessárias, a solução de conflitos de uso da costa, a análise de pedidos de reposicionamento de áreas aquícolas e o controle sobre o uso de áreas aquícolas.

A falta de fiscalização contribui para a baixa efetividade da correta ocupação de áreas aquícolas no estado. Desde que as áreas aquícolas foram cedidas e demarcadas, não houve eventos de fiscalização do uso desses espaços, gerando descrédito em relação à aplicação da legislação.

A falta de articulação entre o órgão gestor da aquicultura e as demais instituições que possuem atribuições relacionadas ao controle do uso da costa ou da maricultura têm impossibilitado a ►

<sup>4</sup> Instrução Normativa MPA n. 8, de 25 de agosto de 2015. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao\\_normativa/2015/in\\_mpa\\_8\\_2015\\_procedimentos\\_produ%C3%A7%C3%A3o\\_aquicola.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2015/in_mpa_8_2015_procedimentos_produ%C3%A7%C3%A3o_aquicola.pdf). Acesso em: 24 Set. 2018.

Tabela 2. Questionamentos e propostas de soluções para os conflitos de uso e solicitações de ajustes de posicionamento das áreas aquícolas por parque aquícola e localidade

Table 2. Questions and proposals for solutions to conflicts of use and requests for positioning adjustments of aquaculture areas by aquaculture park and location

Parque Aquícola	Localidade	Problemas ou demandas existentes	Proposta de solução
Palhaça 1	Barra do Aririú	Conflito entre áreas aquícolas e navegação de embarcações pesqueiras Necessidade de afastar áreas aquícolas da costa	Exclusão de 20 áreas da comunidade – áreas não ocupadas Posicionar corredor interno de áreas aquícolas para fora do corredor externo no conjunto de áreas
	Praia do Pontal e Praia de Fora	Áreas aquícolas muito próximas da costa	Afastar 30 áreas 300m da costa
	Praia do Cedro	Áreas aquícolas desalinhadas em relação à corrente marinha predominante	Posicionar 13 áreas aquícolas, possibilitando que longlines fiquem alinhados à corrente marinha predominante
Florianópolis 5	Caieira da Barra do Sul	Conflito entre áreas aquícolas e atividades de lazer em uma enseada	Posicionar 6 áreas ao sul da enseada, onde já há cultivos instalados. Alteração feita pela comunidade sem a anuência do órgão gestor
	Barro Vermelho	Conflito entre áreas aquícolas e navegação de embarcações pesqueiras	Exclusão de 3 áreas das proximidades da laje do Cabeço – áreas não ocupadas
	Ponta da Caiacanga-Norte	Conflito entre áreas aquícolas e navegação de esporte recreio	Aproximar 4 áreas 100m da costa e deslocá-las 50m ao norte. Alteração feita pela comunidade sem a anuência do órgão gestor
	Ponta da Caiacanga-Sul	Áreas em locais com pontos de baixa profundidade	Posicionar 9 áreas nos limites do canal profundo e manter 3 em suas posições originais
Florianópolis 6	Praia do Matadeiro	Conflito entre áreas aquícolas e atividades de pesca e lazer	Exclusão de 6 áreas da comunidade – áreas não ocupadas
Biguaçu	São Miguel	Conflito entre áreas aquícolas e navegação de embarcações pesqueiras	Exclusão de 6 áreas da comunidade – áreas não ocupadas
	Tijuquinhas	Conflito entre áreas aquícolas e navegação de embarcações pesqueiras	Exclusão de 24 áreas da comunidade – áreas não ocupadas
	Ilha das Cabras	Conflito entre áreas aquícolas e navegação de embarcações pesqueiras	Exclusão de 28 áreas da comunidade – áreas não ocupadas
Governador Celso Ramos 1	Praia de Fora	Conflito entre áreas aquícolas e navegação de embarcações pesqueiras	Exclusão de 4 áreas da comunidade – áreas não ocupadas
	Baía de Tijucas	Conflito entre áreas aquícolas e navegação de embarcações pesqueiras	Exclusão de 24 áreas da comunidade – áreas não ocupadas
Bombinhas	Canto Grande	Áreas aquícolas com geometrias inadequadas para estruturas de cultivo	Ajustar vértices de 5 áreas para acomodar estruturas de cultivo. Alteração feita pela comunidade sem a anuência do órgão gestor
Bombinhas	Canto Grande	Quantidade insuficiente de áreas aquícolas	Criar 44 novas áreas no parque aquícola
Porto Belo 2	Estaleiro	Conflito entre áreas aquícolas e navegação de embarcações pesqueiras	Posicionar as 3 áreas aquícolas nas adjacências da Ilha do João Cunha
Porto Belo 2	Sede	Conflito entre áreas aquícolas e navegação de esporte e recreio.	Aproximar 3 áreas 50m da costa e alterar suas geometrias. Alteração feita pela comunidade sem a anuência do órgão gestor
Balneário Camboriú	Laranjeiras	Necessidade de ajuste de posição de áreas aquícola	Afastar área 30m da costa. Alteração feita pela comunidade sem a anuência do órgão gestor
Balneário Camboriú	Barra	Conflito entre áreas aquícolas e navegação de embarcações pesqueiras	Afastar 2 áreas 100m da costa. Alteração feita pela comunidade sem a anuência do órgão gestor
Penha 1	Enseada do Itapocorói	Conflito entre áreas aquícolas e navegação de embarcações pesqueiras	Posicionar as 12 áreas no interior da enseada do Itapocorói Aproximar 6 áreas 100m do costão direito da Enseada do Itapocorói Alteração feita pela comunidade sem a anuência do órgão gestor

adoção de estratégias voltadas a aperfeiçoar a troca de informações, o compartilhamento de tecnologias e a reunião de recursos humanos e materiais para a execução de ações fiscalizatórias e seus desdobramentos.

## Recomendações

A experiência acumulada em mais de duas décadas de atuação no processo de regularização da maricultura em águas públicas possibilita sugerirmos ações focadas na superação dos desafios abordados no presente documento. Essas ações são: a) redefinição do modelo de gestão da maricultura, descentralizando para os estados a tomada de decisões; b) atualização das informações cadastrais das áreas aquícolas já cedidas; c) cancelamento de termos de cessão de uso de áreas não ocupadas ou cedidas a terceiros; d) oferta das áreas aquícolas demandadas pelo setor produtivo em novas concorrências públicas; e) exclusão ou reposicionamento

de áreas aquícolas situadas em zonas de conflito de uso; f) criação de áreas aquícolas de forma participativa onde há déficit e impossibilidade de remanejamento de áreas existentes; g) emissão de licenças ambientais para áreas aquícolas e não para parques aquícolas, como ocorre atualmente; h) promoção da articulação interinstitucional para definir estratégias mais eficazes de análise de processos e fiscalização do uso de áreas aquícolas. Algumas dessas ações já integram o “Plano estratégico para o desenvolvimento sustentável da maricultura catarinense”, concebido pela Câmara Setorial da Maricultura do Conselho de Desenvolvimento Rural de Santa Catarina (SUPLICY, 2018). Não obstante, resta ainda consolidar a articulação necessária entre os governos federal e estadual e o setor produtivo para concretizar essas ações.

## Referências

BRASIL. **Lei n. 11.959, de 29 de junho de 2009.** Dispõe sobre a Política Nacional de

Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L11959.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11959.htm). Acesso em: 24 Set. 2018.

OLIVEIRA NETO, F. M. **Diagnóstico do cultivo de moluscos em Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 2005. 67p. (Epagri. Documentos, 220).

NOVAES, A.L.T. Regularização da atividade de maricultura no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.24, n.1, p 51-53, 2011. NOVAES, A.L.T.; SOUZA, R.V.; SUPLICY, F.M. **Moluscos bivalves: diretrizes para ocupação de áreas aquícolas em Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 2014. 32p. (Epagri. Boletim Didático, N 111).

SANTOS, A.A. **Potencial de cultivo da macroalga *Kappaphycus alvarezii* no litoral de Santa Catarina.** 2014. 151 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2014.

SUPLICY, F.M. Santa Catarina adota plano estratégico para impulsionar a maricultura. **Panorama da Aquicultura**, p.20–25, 2018. ■



# Reciclagem: não jogue essa ideia no lixo.

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

## Preserve a saúde do planeta.



# A origem da heterogeneidade da brotação em regiões de inverno ameno

Gabriel Berenhauser Leite<sup>1</sup>

**Resumo** – Sob condições de inverno ameno, espécies frutíferas temperadas sofrem problemas agrônômicos resultantes de brotamento e floração heterogêneos. O padrão de evolução da dormência e da brotação de pessegueiro foi estudado em plantas com: 1) Condições naturais de inverno em clima temperado (CN); 2) Privação parcial de frio (PPF); e 3) Privação total de frio (PTF). A endodormência das gemas vegetativas foi caracterizada por meio do teste de estacas de gema única. As plantas com privação de frio, tanto parcial como total, apresentaram evolução da dormência e taxa de brotação alteradas em relação às plantas sob CN. Os padrões de brotação dependeram dos padrões de saída da endodormência das gemas, tanto no tempo quanto no espaço. Em condições de inverno temperado, o gradiente de brotação tem origem na capacidade de crescimento das gemas após a saída da endodormência, enquanto em condições de privação parcial de frio a origem está na evolução diferencial da endodormência das gemas ao longo do ramo.

**Termos para indexação:** *Prunus persica*; dormência; privação de frio; evolução da dormência.

## The origin of the heterogeneity of budding in mild winter regions

**Abstract** – Under mild winter conditions, temperate fruit trees suffer agronomic problems resulting from budding and flowering heterogeneous. The pattern of evolution of dormancy and budding from peach ‘Redhaven’ was studied with natural inter conditions (CN), partial deprivation of cold (PPF), and total deprivation of cold (PTF). Endodormence of the vegetative buds was characterized by the “one-node cuttings” test. The plants with cold deprivation (PPF and PTF) presented altered evolution of dormancy and budding rate in relation to CN plants. The budding patterns depended on the endodormence exit patterns of the buds, both in time and space. By the behavior observed in the evolution of dormancy and budding, we can infer that in temperate winter conditions, the budding gradient comes from the growth capacity of buds after leaving the endodormancy, while partial deprivation of cold is the origin of differential evolution of the endodormity of the buds along the branch.

**Index terms:** *Prunus persica*; dormancy; budding; cold deprivation; budburst.

## Introdução

As plantas para sobreviverem a baixas temperaturas hibernais desenvolvem um mecanismo de adaptação que passa pela aquisição da resistência ao frio e de controle do crescimento, conhecida como dormência.

Em condições normais de clima temperado, após o frio recebido durante o inverno e o retorno das temperaturas favoráveis ao crescimento na primavera, as plantas retomam seu ciclo vegetativo e reprodutivo normalmente. Quando estas plantas são cultivadas em regiões com inverno ameno, onde a quantidade de frio não chega a satisfazer as necessidades básicas, observa-se a ocorrência de brotação e florescimento errático, caracterizado por uma baixa taxa de brotação e florescimento, tanto no tempo como espacialmente, ao longo do

ramo. Além destes sintomas clássicos, Petri & Leite (2004) descrevem diversas anomalias relacionadas com a falta de frio hibernal. Estas anomalias ocorrem durante o ciclo vegetativo nas gemas que conseguiram brotar, destacando-se a paralisia no desenvolvimento do ramo, nas folhas e nos frutos pequenos e achatados, além de baixa frutificação efetiva. O uso de produtos químicos para a indução da brotação minimiza até certo ponto algumas destas anomalias, mas a sua eficiência está relacionada à época de aplicação, devendo as gemas já estar em processo de crescimento, ou seja, com a endodormência concluída.

## Modelos climáticos

A época de aplicação é normalmente obtida através do uso de modelos climáticos, calculando-se a acumulação de

frio e relacionando-a à necessidade em frio de cada cultivar. O problema é que a efetividade destes diversos modelos climáticos é reduzida quando os mesmos são utilizados fora da região onde foram desenvolvidos. Isto pode ser visto na Figura 1, onde, mesmo sob condições de clima temperado, as respostas de dois modelos climáticos – o de Weinberger, que calcula as horas de frio < 7,2°C (WEINBERGER, 1954), e o de Utah, que calcula unidades de frio em relação a uma escala de temperaturas (RICHARDSON et al., 1974) – são totalmente contraditórias e, além disso, não repetitivas de ano para ano (LEITE, 2004). Apesar desta variação anual de previsão do fim da dormência nos dois modelos, os testes realizados com modelo biológico mostraram uma repetitividade na data de saída da endodormência.

Se tal nível de variação já ocorre em

Recebido em: 2/4/2019. Aceito para publicação em 7/10/2019.

<sup>1</sup> Eng.-agr., Dr., Epagri/Ciram, Rod. Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi - Caixa Postal 502 - CEP 88034-901 Florianópolis, SC, Brasil, e-mail: gabriel@epagri.sc.gov.

condições de clima temperado, onde a variação de temperatura e a amplitude térmica no inverno podem ser consideradas baixas, o que ocorreria em condições subtropicais onde mesmo a quantidade de frio necessária para a saída da endodormência não é satisfeita?

## Evolução da dormência

A evolução da dormência do pessegueiro Redhaven foi utilizada como modelo. Foram avaliadas três condições de temperaturas durante o inverno europeu: 1) Condição normal (CN) de inverno temperado (necessidade em frio das plantas completamente satisfeitas); 2) Privação parcial de frio (PPF) (necessidade em frio parcialmente satisfeita) e; 3) Privação total de frio (PTF) (sem acumulação de frio) (LEITE et al., 2004).

No tratamento CN, as amostras foram coletadas de plantas em pomar. No tratamento PPF as amostras foram coletadas de plantas em contêineres de 200L, que foram transferidas para estufa em temperatura > que 15°C após terem acumulado aproximadamente 60% de suas necessidades em frio (início de dezembro). No tratamento PTF as plantas foram transferidas para a mesma estufa antes do início do acúmulo de frio (início de outubro). A evolução da endodormência foi avaliada pelo tempo médio de brotação (TMB), determinado pelo teste “estaca de gema única” (LEITE, 2004). As gemas foram separadas de acordo com sua posição no ramo (terminal, mediana e basal) para avaliação do gradiente ao longo do ramo. As análises foram realizadas desde o início de outubro até o início da brotação. A brotação foi analisada em planta através do acompanhamento dos estádios fenológicos.

A evolução da dormência e da brotação em condições naturais de inverno temperado (CN) é mostrada na Figura 2. No início de outono as gemas já estavam dormentes, chegando a uma intensidade máxima no final de outubro, reduzindo gradativamente até o final de fevereiro. Um forte gradiente basitônico de intensidade de dormência foi observado no início do outono, onde as gemas terminais apresentaram intensi-

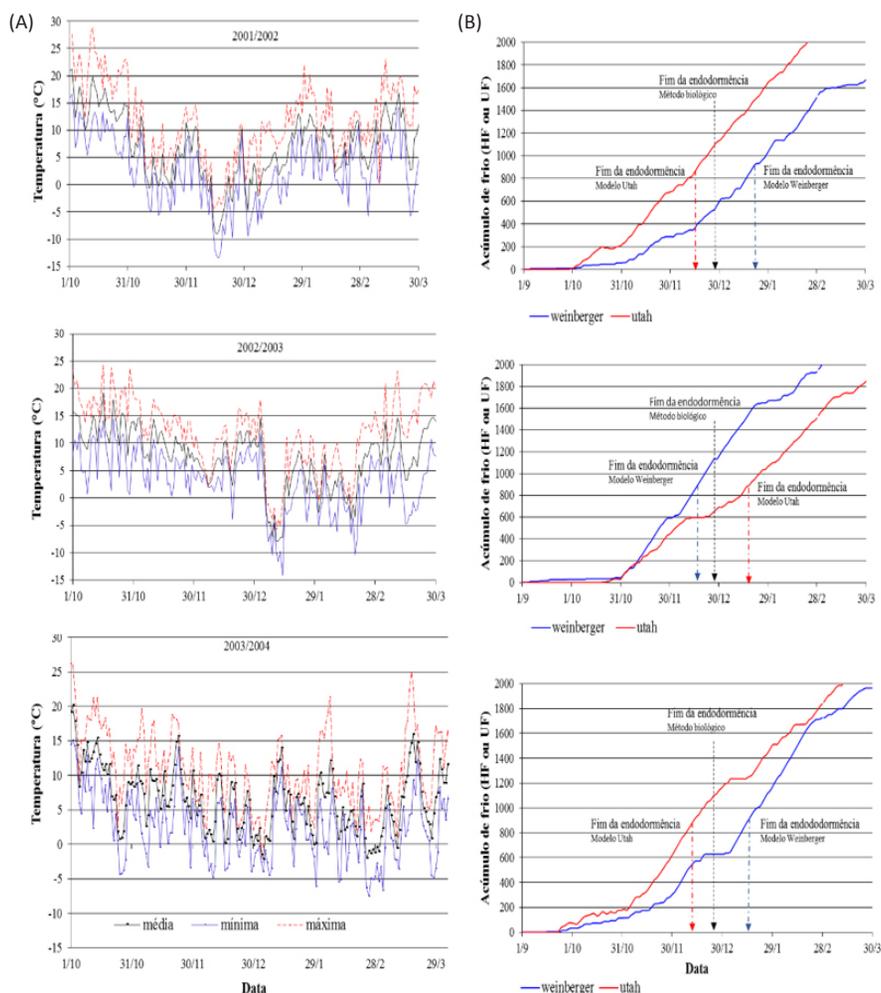


Figura 1. Dinâmica da temperatura máxima, média e mínima, durante o inverno, em 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003 (a) e a correspondente evolução da acumulação de horas de frio pelo método de Weinberger e unidades de frio pelo método Utah. Clermont-Ferrand (Lat 48° N), França

Figure 1. Maximum, mean and minimum temperature dynamics during the winter, in 2000/2001, 2001/2002 and 2002/2003 (a) and the corresponding evolution of the accumulation of cold hours by the Weinberger method and cold units by the Utah method. Clermont-Ferrand, France

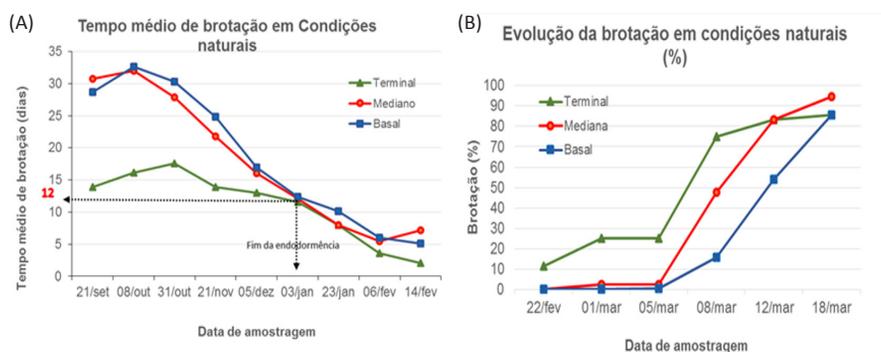


Figura 2. Evolução da dormência (tempo médio de brotação) (a) e da brotação (b) nas gemas terminais, axilares medianas e axilares basais, em condições normais de inverno temperado. Clermont-Ferrand, França

Figure 2. Evolution of dormancy (mean sprouting time) (a) and sprouting (b) in terminal, medial axillary and basal axillary buds under normal temperate winter conditions. Clermont-Ferrand, France

dade inferior às gemas axilares. Neste ponto o pessegueiro diferencia-se de outras espécies temperadas como a macieira e a pereira, que apresentam as gemas terminais mais dormentes do que as axilares nesta época (gradiente acrotônico). Esse gradiente inicial vai diminuindo gradativamente, com as três curvas chegando ao mesmo tempo no ponto em que se considera a saída da endodormência, que no caso específico da cv. Redhaven é de 12 dias (TMB). Após este ponto, observa-se a formação de um outro gradiente que pode ser interpretado como a capacidade de crescimento da gema. As gemas terminais apresentam uma redução mais rápida em relação às axilares, formando ao final um gradiente acrotônico de capacidade de crescimento. Esta capacidade de crescimento acrotônico observada no teste de estacas de gema única, após a saída da endodormência, coincide com o gradiente de brotação observado nas plantas, onde houve uma antecipação da brotação dos terminais seguida primeiro pelas gemas axilares medianas e depois pelas basais (Figura 2).

Quando a planta é privada totalmente do frio (PTF) (Figura 3), observou-se uma redução inicial da intensidade de dormência, como em condições naturais, mas em janeiro (correspondente a julho no Brasil) os valores se estabilizaram ao redor do TMB 20 dias, indicando uma persistência da endodormência. Isto se confirma com a ausência de brotação observada nestas plantas. Este resultado demonstra incontestavelmente a necessidade da ação de frio no processo de saída da dormência das plantas caducifólias.

Em condições de uma privação parcial de frio (PPF), onde a planta recebeu uma certa quantidade de frio, mas não o suficiente para satisfazer seu requerimento, a evolução da dormência e a dinâmica da brotação na planta foram alteradas substancialmente (Figura 4). A taxa de brotação foi baixa e o período prolongou-se por mais de 30 dias. No início, as gemas terminais se anteciparam em relação às axilares, mas em seguida foram alcançadas pelas gemas basais e ultrapassadas no final, formando um gradiente basitônico de brotação.

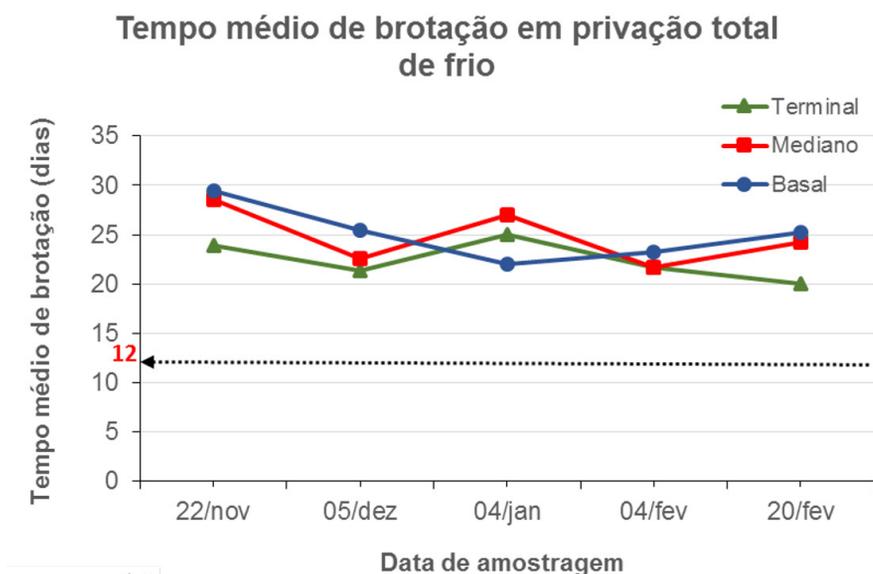


Figura 3. Evolução da dormência (tempo médio de brotação), nas gemas terminais, axilares medianas e axilares basais, em condições de privação total de frio no inverno. Clermont-Ferrand, França  
*Figure 3. Evolution of dormancy (mean budding time), in terminal buds, medial axillary buds and basal axillary buds, under total cold deprivation in winter. Clermont-Ferrand, France*

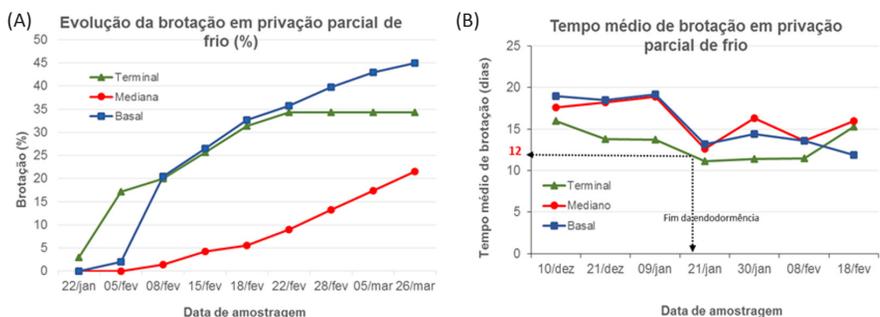


Figura 4. Evolução da dormência (tempo médio de brotação) (a) e da brotação (b) nas gemas terminais, axilares medianas e axilares basais, em condições de privação parcial de frio no inverno. Clermont-Ferrand, France  
*Figure 4. Evolution of dormancy (mean budding time) (a) and sprouting (b) in terminal buds, medial axillary buds and basal axillary buds, under partial cold deprivation in winter. Clermont-Ferrand, France*

As gemas medianas apresentaram uma taxa de brotação 50% inferior à dos terminais e basais.

A taxa de diminuição da intensidade de dormência em dezembro, após a transferência para a estufa, foi menor em relação ao observado em condições naturais. A diferença entre as gemas terminais e as axilares praticamente se mantiveram até meados de janeiro, quando em todos os níveis do ramo a intensidade se aproximou do nível de saída de endodormência (TMB < 12 dias), mas com as gemas terminais chegando

antes neste nível. Se ficássemos apenas na descrição da evolução pela média das gemas por nível, diríamos que as gemas terminais teriam saído da endodormência no dia 20 de janeiro, enquanto as gemas axilares continuariam endodormentes.

## Heterogeneidade da brotação

Analisando-se os valores individuais do TMB (não somente a média) e a brotação na planta, observou-se que

**Tabela 1.** Evolução da repartição das gemas segundo suas posições e seus estados ao longo do ramo em privação parcial de frio. Clermont-Ferrand, França

**Table 1.** Evolution of bud distribution according to their positions and their states along the branch in partial cold deprivation. Clermont-Ferrand, France

Data	% de gemas endodormentes (tempo individual de brotação > 12 dias)			% de gemas não endodormentes e não brotadas			% de gemas brotadas		
	Terminal	Mediana	Basal	Terminal	Mediana	Basal	Terminal	Mediana	Basal
10/12	100	100	100	0	0	0	0	0	0
21/12	100	100	100	0	0	0	0	0	0
09/01	56	94	86	44	6	14	0	0	0
21/01	25	53	53	75	47	47	0	0	0
30/01	40	79	76	50	21	23	10	0	1
08/02	40	75	44	40	23	36	20	2	20
18/02	60	75	33	10	20	36	30	5	31

no dia 9/01, 44% das gemas terminais já tinham saído da endodormência contra 6% das medianas e 14% das basais, com nenhuma gema brotada na planta (Tabela 1). Entre os dias 9 e 21/01, a porcentagem de gemas que saíram da endodormência aumentou em todos os níveis, sendo 75% dos terminais e 45% das medianas e basais, sem ainda nenhuma brotação na planta. Entre os dias 21 e 30/01, quando 10% das gemas terminais já tinham brotado, observou-se uma retração na evolução da dormência, ocorrendo um aumento da intensidade em todos os níveis. A explicação para este evento estaria no aparecimento da paradormência, sendo a paralisação do crescimento originada em outra estrutura da mesma planta. Neste caso, o crescimento antecipado das gemas terminais, que saíram da endodormência antes das outras gemas, inibe o crescimento das demais gemas pela ação das auxinas, num caso característico de dominância apical. A maior inibição observada nas gemas medianas poderia ser explicada pela maior proximidade da origem da paradormência, que é a gema terminal em relação às gemas basais.

A heterogeneidade e o gradiente de intensidade de dormência final, ob-

servados no teste de estacas de gema única, se expressaram integralmente na heterogeneidade e no gradiente final de brotação na planta (Figura 4), demonstrando que o comportamento errático da brotação em condições de inverno ameno está diretamente relacionado à alteração da evolução da dormência ao longo do ramo.

## Considerações finais

Pelo comportamento observado na evolução da dormência e da brotação, podemos inferir que, em condições de inverno temperado, o gradiente de brotação tem origem na capacidade de crescimento das gemas após a saída da endodormência, enquanto, em condições de privação parcial de frio, a origem está na evolução diferencial da endodormência de cada gema ao longo do ramo.

## Referências

HERTER, F.G. **Dormance de bourgeons et phenologie de quelques cultivar de pommier: effet de la température en interaction avec le génotype.** 1992. 162p. Tése. (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, França.

LEITE, G.B.; BONHOMME, M.; LACOINTE, A.; RAGEAU, R.; SAKR, S.; GUILLIOT, A.; MAUREL, K.; PETEL, G.; RODRIGUES, A. C. Influence of Lack of Chilling on Bud-break Patterns and Evolution of Sugar Contents in Buds and Stem Tissues along the One-year-old Shoot of the Peach Trees. **Acta Horticulturae**, Brugge, v. 662, p. 61-71, 2004.

LEITE, G.B. **Évolution des états de bourgeons et leur hétérogénéité le long du rameau d'un an de pêcher sous différents régimes de températures après l'installation de l'endodormance.** 2004. 168p. Tese. (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, França.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B. Consequences of Insufficient Winter Chilling on Apple Tree Bud-break. **Acta Horticulturae**, Vol. 662, pp. 53-60, 2004.

RICHARDSON, E.A.; SEELEY, S.D.; WALKER, D.R. A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Alberta peach trees. **HortScience**, v.9, n.4, p. 331-332. 1974.

WEINBERGER, J.H. Effects of high temperatures during the breaking of the rest of Sulivan Elberta peach buds. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.63, p.157-162.1954.■

# Monitoramento de uma unidade de beneficiamento de sementes de milho

Fabiana Schmidt<sup>1</sup>

**Resumo** – O objetivo desse trabalho foi avaliar o beneficiamento de sementes de milho de variedades VPA, identificar falhas e limitantes técnicos operacionais na Unidade de Beneficiamento de Sementes de Milho (UBS). Foram acompanhadas as etapas de colheita, seleção de espigas, secagem, limpeza, classificação, ensacamento e armazenagem da semente. A empresa é rigorosa no processo de produção de sementes, dispondo de um produto com alta qualidade, pois os lotes beneficiados apresentaram pureza de 100%, germinação entre 90-99% e percentual de sementes infestadas inferior a três. Os processos executados na UBS foram eficientes na eliminação de materiais indesejáveis e na preservação da integridade física das sementes. Como melhorias necessárias aponta-se o aumento da produtividade e qualidade sanitária das sementes colhidas nos campos de produção, substituição da despalha manual por mecânica, introdução de mostruário na seleção de espigas, adoção do teste de peneiras nas etapas de classificação para garantir uniformidade dos lotes beneficiados.

**Termos para indexação:** *Zea mays*; lote de sementes; qualidade das sementes.

## Monitoring of a maize Seed Processing Unit

**Abstract** – The objective of this work was to evaluate the processing open pollinated varieties corn seeds, to identify faults and technical limitations at the corn seed Processing Unit (SPU). The process of drying, cleaning, sorting, bagging and storage of the seed were monitored. The company follows strict regulations in the processing seed, providing a product with high quality because the beneficiated lots presented a purity of 100%, germination between 90-99%, and percentage of infested seeds less than three. The processes performed in the SPU were efficient in the cleaning undesirable products and preservation the physical integrity of the seeds. It were pointed out the need to increase the productivity and sanitary quality in the seeds production fields, the substitution of manual threshing by mechanics, the introduction of standard display for the standard ears corn selection, and the adoption of sieves test in the classification phases to ensure physical uniformity of the lots benefited.

**Index terms:** *Zea mays* L.; seed lot; seed quality.

A utilização de sementes de alta qualidade por parte dos agricultores é fundamental para o êxito no estabelecimento da cultura do milho a campo, pois determina a porcentagem de emergência, o estande e a uniformidade da distribuição de plantas na área, sendo estes requisitos para a obtenção de elevadas produtividades. A obtenção de sementes de qualidade implica a adoção de práticas adequadas à produção de sementes que começam no campo e se consolidam após o beneficiamento. Nos campos de produção de sementes os cuidados devem iniciar na escolha da área e da época de plantio, operações de semeadura, tratos culturais, manejo de plantas invasoras e colheita (MARTIN et al., 2007).

O beneficiamento de sementes é a

etapa que visa melhorar as características boas (qualidade física e fisiológica) de um lote através da uniformização da semente destinada à comercialização e da eliminação das impurezas (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). A semente de milho normalmente é colhida, despalhada e secada na espiga, para após ser debulhada, limpa e classificada (FERREIRA & SÁ, 2010). A espiga de milho apresenta variações de forma e tamanho das sementes, assim, a classificação é necessária para a uniformização das sementes.

Nas etapas do beneficiamento, o milho é conduzido por diversas máquinas de processamento com o objetivo principal de melhorar a qualidade física e fisiológica do lote, que possibilita enquadramento em padrões qualitativos

preestabelecidos. A sequência de equipamentos utilizada no beneficiamento, a regulagem e a limpeza dos mesmos, são indispensáveis para obtenção de sementes de alta qualidade. O acompanhamento das sementes após a colheita em todas etapas do beneficiamento possibilita a identificação dos pontos críticos da produção e a rápida solução de eventuais problemas que venham reduzir a qualidade das sementes. Assim, é possível identificar o local exato onde está ocorrendo o problema e solucioná-lo, disponibilizando sementes de melhor qualidade para o produtor (TROGELLO et al., 2013).

No presente estudo de caso, objetivou-se acompanhar as etapas do beneficiamento de sementes de milho de três variedades de polinização aberta

Recebido em 4/2/2019. Aceito para publicação em 25/4/19.

<sup>1</sup> Engenheira-agrônoma(o), Dra., Epagri/Estação Experimental de Campos Novos, BR-282, Km 338,2 S/N, Bairro Boa Vista, 89620-000, Campos Novos, SC, fone: (47)3541-3500, e-mail: fabianaschmidt@epagri.sc.gov.br.

(VPA) e identificar possíveis falhas e limitantes técnicos operacionais na Unidade de Beneficiamento de Sementes de Milho (UBS) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), na Estação Experimental de Campos Novos. A UBS acompanhada nesse estudo opera com o beneficiamento e a classificação de sementes certificadas de milho das variedades da Epagri SCS154 Fortuna, SCS155 Catarina e SCS156 Colorado. As sementes beneficiadas são oriundas de campos de produção registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), localizados nos municípios de Chapecó (SCS155 Catarina e SCS156 Colorado) e Campos Novos (SCS154 Fortuna), em Santa Catarina.

Na safra 2017/2018 foram recebidas para o beneficiamento 11,8 toneladas de milho em espiga com palha de SCS154 Fortuna; 48,4 toneladas de SCS155 Catarina e 13,4 toneladas de SCS156 Colorado. Foram beneficiados no total 31.260kg de sementes de milho que foram acondicionadas em embalagens de papel Kraft multifoliado contendo 10kg de sementes tratadas. Antes de ser realizada a colheita mecanizada, espigas de milho das três variedades foram coletadas manualmente no campo de produção para determinação da umidade da semente. As variedades de milho foram colhidas mecanicamente por colheitadeira com plataforma espigadeira com a umidade das sementes nas espigas de 27% (SCS 154 Fortuna) e 23% (SCS 155 Catarina e SCS 156 Colorado), respectivamente.

Na recepção, após a chegada do caminhão na UBS, as espigas de milho foram despalhadas e selecionadas manualmente, sendo os percentuais médios de descarte das espigas colhidas no campo de produção os seguintes: 33% para SCS154 Fortuna, 35% para SCS155 Catarina e 38% para SCS 156 Colorado. Na seleção de espigas foram descartadas as espigas com grãos podres ou ardidos, espigas carunchadas, espigas de cor de sabugo diferente, além das espigas com tipos de grãos e colorações diferentes das espigas padrões das variedades selecionadas.

Na etapa da recepção foi verificada a necessidade de implementar altera-

ções nos procedimentos operacionais, a primeira se refere à substituição da despalha manual das espigas pela despalha mecânica. A despalha manual torna o processo demorado e implica maior permanência das espigas na recepção (2 a 3 meses), o que facilita o ataque de insetos como o gorgulho do milho (*Sitophilus zeamais*). A segunda alteração a ser adotada se refere à utilização de um mostruário no momento da seleção das espigas indicando o que são espigas-padrão e o que deve ser eliminado.

Feita a seleção, as espigas foram encaminhadas para a moega com umidade de 22% (SCS154 Fortuna), 21% (SCS155 Catarina) e 24% (SCS156 Colorado). A moega onde as espigas de milho foram depositadas foi devidamente limpa e livre de qualquer forma de contaminação, seja ela física, genética ou sanitária. A limpeza evita a mistura de sementes de variedades diferentes, minimiza a presença de sementes malformadas e a contaminação com estruturas veiculadoras de pragas e doenças, maximizando a pureza e a qualidade sanitária.

As espigas de milho foram conduzidas por esteiras e elevador da moega para um silo secador dividido em 10 compartimentos que possuem fundo falso perfurado.

O ar quente gerado pela queima da lenha foi injetado dentro do silo e misturado com o ar frio através de dois túneis principais para controle do fluxo de ar (fluxos ascendente e descendente). Para a secagem das espigas foi empregada a temperatura do ar de secagem de 40°C durante 72 a 90 horas até as sementes atingirem umidade entre 13 e 14%.

Ao fim da secagem, as espigas foram debulhadas em um debulhador de molinete cilíndrico com dentes, sendo utilizada a rotação do debulhador ao redor de 400rpm. Em seguida, as sementes passaram pela máquina de pré-limpeza, onde as sementes foram separadas em três grupos: impurezas maiores que as sementes, as sementes e, por último, impurezas menores que as sementes. Após a pré-limpeza das sementes, iniciou-se a etapa de classificação. As sementes de milho foram classificadas quanto à sua forma (redonda ou achatada/lisa) e quanto aos seus diferentes

tamanhos, buscando uniformizar o lote de sementes e facilitar a semeadura.

Na primeira etapa da classificação, as sementes passaram pela máquina constituída por um conjunto de três peneiras de furos oblongos que separa a semente quanto à forma. Em seguida, as sementes achatadas seguiram para classificação quanto ao tamanho e as sementes redondas permaneceram no reservatório sendo posteriormente classificadas. A classificação por tamanho foi realizada na máquina de ar e peneiras (MAP), que classificou as sementes achatadas/lisas em 4 distintos tamanhos: peneira 18 (6mm), peneira 20 (7mm), peneira 22 (8mm) e peneira 24 (9mm). Após classificação pelo tamanho, as sementes seguiram para o separador de cilindro alveolado (trieur), que separa as sementes quanto ao seu comprimento em curta, média e longa. Apenas as sementes lisas retidas nas peneiras 20 (7mm) e 22 (8mm), que representaram as maiores quantidades, foram classificadas no trieur. Na etapa posterior, as sementes seguiram para a mesa gravitacional, equipamento que separa pelo peso específico, onde as sementes mais leves, devido ao ataque de insetos e de microrganismos ou porque eram malformadas, foram totalmente removidas. Após a finalização da classificação das sementes lisas/achatadas, as máquinas foram limpas e receberam as sementes redondas que foram classificadas quanto ao tamanho pela MAP e seguiram para a mesa gravitacional.

Na etapa de classificação sugere-se a introdução do teste de retenção nas peneiras para avaliar o processo de classificação quanto a forma e tamanho após a passagem das sementes em cada máquina. Outro teste que pode ser adicionado ao controle de qualidade da classificação das sementes é o de planabilidade, que deverá ser executado em todos os lotes recém-beneficiados, onde se determina o número de falhas e duplos. É comum as empresas adotarem como norma que as sementes sejam repassadas no processo de classificação quando o lote apresentar mais de 3% de falhas e 6% de duplos (TROGELLO et al., 2013). Esse teste também permite a recomendação do disco e do anel mais apropriado para a semeadura de ▶

cada lote beneficiado no campo.

Finalizada a classificação, as sementes seguiram para a etapa de tratamento químico. Para conservar a qualidade das sementes foi utilizado um fungicida sistêmico e de contato composto do ingrediente ativo Metalaxyl-M (acilalaninato) + Fludioxonil (fenilpirrol) na dosagem de 150pc 100kg de sementes. E inseticida de contato e ingestão do grupo químico dos piretroides, princípio ativo Deltametrina (K-Obiol® 25 CE) na dosagem de 80ml por 1000kg de sementes e Pirimifós-metilico 50% (Actellic 500 EC) na dosagem de 30mL por 1000kg de sementes. O corante utilizado no tratamento foi o vermelho resin TLB na dosagem de 300ml por 1000kg de sementes. Além disso, foram realizadas pulverizações com os produtos citados acima nas instalações do secador e armazém, aplicação de pastilhas do fumigante fosfina nas espigas acondicionadas no secador e no armazenamento das sementes e aplicações de iscas de raticidas no armazém para a inibição de animais roedores.

O ensaque das sementes tratadas foi realizado em sacos de papel Kraft

multifoliado, sendo a sacaria padronizada em 10kg de sementes através de pesagem em balança. Cada saco foi ade-sivado com etiquetas que contêm o número do lote, a categoria da semente, o cultivar referente ao lote, a peneira de classificação, a safra correspondente, o percentual de germinação mínima e a pureza mínima. Quanto ao armazenamento, a semente ensacada foi alocada sobre pallets a fim de facilitar o manejo no posterior transporte e evitar o contato da sacaria com o piso do armazém. Cada lote foi armazenado separadamente, em condições de armazém com umidade relativa média do ar variando de 58 a 97% e temperatura média do ar de 5 a 20°C livre de insetos e roedores. O produto ficou armazenado por um período de 30 dias até no máximo 90 dias (junho a agosto).

Na safra 2018/19 foram obtidos 31.260kg de sementes beneficiadas, o que representa um aproveitamento médio de 38% do milho espiga colhido (Tabela 1). A variedade SCS 156 Colorado apresentou o maior percentual de descarte no período analisado com aproveitamento médio de 35%. O maior

descarte nas etapas de recepção (seleção de espigas) e limpeza/classificação ocorreu devido ao ataque de gorgulhos nas espigas na recepção. As variedades SCS154 Fortuna e SCS155 Catarina apresentaram cerca de 39% de aproveitamento, descarte de 33 e 35% das espigas na recepção no processo de seleção, respectivamente, e descarte na UBS de cerca de 13,6% para ambas as variedades.

Os resultados indicam que o descarte de espigas na recepção está em patamares elevados, sendo necessário tomar medidas corretivas no campo de produção de sementes que permitam reduzir esses valores (Tabela 1). Os descartes na seleção de espigas ocorreram principalmente devido ao ataque de insetos e à incidência de doenças nas espigas (grãos ardidos) e ao número expressivo de espigas de tamanho pequeno. Dessa forma, as principais ações recomendadas são evitar o atraso da colheita e não realizar secagem natural do milho na própria planta em condições de campo (Ug de 23% nas sementes de SCS155 Catarina e SCS156 Colorado no momento da colheita) para evitar a ex-

Tabela 1. Parâmetros técnicos da produção de milho semente na safra 2017/18  
Table 1. Technical parameters of corn seed production in the 2017/18 harvest

Parâmetros avaliados	Variedades de milho VPA beneficiadas- Safra 2017/2018			
	SCS154 Fortuna	SCS155 Catarina	SCS156 Colorado	Total
Área plantada (ha)	2,80	6,57	2,00	11,37
Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	7.000	7.372	6.700	
Produção milho espiga (kg)	19.600	48.435	13.400	<b>81.435</b>
Ug milho - colheita (%)	27	23	23	
Descarte de espigas (%)	33	35	38	
Palha (%)	5,5	7,4	6,1	
Ug milho - moega (%)	22	21	24	
Milho espiga na secagem (kg)	11.656	28.279	7.813	
Ug milho saída do secador (%)	12	12	12	
Milho espiga na debulha (kg)	10.365	25.556	6.780	
Sabugo (%)	14,7	14,5	14,1	
Milho grão - classificação (kg)	8.840	21.840	5.823	
Descarte na UBS (%)	13,6	13,6	18,6	
Total sementes beneficiadas (kg)	7.640	18.880	4.740	<b>31.260</b>
Embalagens (sc 10kg)	764	1.888	474	
<b>Aproveitamento (%)</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>35</b>	<b>38</b>

Tabela 2. Quantidade e germinação das sementes de milho de lotes beneficiados na safra 2017/18

Table 2. Quantity and germination of seeds corn from beneficiated lots in the harvest 2017/18

Peneira	Quantidade (kg)			Percentual (%)			Germinação (%)		
	SCS154 Fortuna	SCS155 Catarina	SCS156 Colorado	SCS154 Fortuna	SCS155 Catarina	SCS156 Colorado	SCS154 Fortuna	SCS155 Catarina	SCS156 Colorado
P.20L	410	500	340	5,4	2,6	7,2	95	93	97
P.20R	220	290	250	2,9	1,5	5,3	96	90	95
P.22L	2.330	5.000	1.930	30,5	26,5	40,7	98	95	96
P.22C	290	660	-	3,8	3,5	-	90	91	-
P.22R	1.570	2.890	1.380	20,5	15,3	29,1	96	90	95
P.24L	1.020	2.300	180	13,3	12,2	3,8	97	95	95
P.24R	680	1.570	190	8,9	8,3	4,0	99	92	94
P.25	1.120	5.670	470	14,7	30,0	9,9	98	92	94
<b>Total</b>	<b>7.640</b>	<b>18.880</b>	<b>4.740</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>			

posição das espigas às condições adversas de clima que aumentam a probabilidade de ataques de insetos e a incidência de doenças. Na seleção das espigas da SCS 154 Fortuna foram descartados muitos exemplares com tamanho pequeno ocasionado pelas limitações do desenvolvimento das plantas no campo, que posteriormente foram comprovadas através de avaliação das condições físicas e químicas do solo da lavoura. A escolha de áreas com alta fertilidade de solo, sem problemas de compactação e a aplicação de fertilizantes visando atingir altas produtividades no campo de produção de sementes devem ser adotados para a correção do problema.

Na Tabela 2 são discriminadas as quantidades de sementes beneficiadas classificadas nas distintas peneiras. As três variedades de milho apresentaram o maior percentual de sementes beneficiadas classificadas na peneira 22 (8mm). Amostras dos lotes beneficiados de sementes de milho foram enviadas ao laboratório para realização do teste de germinação atendendo etapa obrigatória da produção de semente certificada (C1 e C2).

Todos os lotes beneficiados atenderam os padrões mínimos exigidos pela legislação vigente (instrução normativa

do Mapa 45/2013) para a produção de sementes certificadas (C1 ou C2) de milho variedade (BRASIL, 2013). Os lotes de sementes de milho beneficiados pela empresa apresentaram germinação entre 90-99% (Tabela 2). O padrão mínimo de germinação para comercializar sementes certificadas de milho variedade é de 85% (BRASIL, 2013). Todos os lotes beneficiados apresentaram 100% de pureza das sementes e no exame de sementes infestadas (danificadas por insetos, nesse caso, o gorgulho-do-milho) menos de 3% das sementes tratadas das três variedades foram danificadas pelo ataque de gorgulhos. Na variedade SCS 156 Colorado de 1 até 8% das sementes coletadas na moega e as retidas nas peneiras 20R, 22R, 24R e 22L, antes da passagem na mesa densimétrica, estavam infestadas. Entretanto, após a passagem das sementes pela mesa densimétrica ocorreu a redução do percentual de sementes infestadas e os valores se mantiveram abaixo do limite (3%). Dessa forma, comprova-se que os processos executados na unidade de beneficiamento foram eficientes na eliminação de materiais indesejáveis e na preservação da integridade física das sementes, mantendo a alta qualidade fisiológica obtida no campo.

## Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. **Padrões para a produção e a comercialização de sementes**. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 20 set. 2013.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 429 p, 2000.
- FERREIRA, R.L.; SÁ, M.E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, p.99-110, 2010.
- MARTIN, T.N.; TOMAZELLA, A.L.; CÍCERO, S.M.; NETO, D.D.; FAVARIN, J.L.; VIEIRA JÚNIOR, P.A. Questões relevantes na produção de sementes de milho - primeira parte. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia - FZVA**, v.14, p.119-138, 2007.
- TROGELLO, E.; NOBRE, D.A.C.; KOLLING, E.M.; MODOLO, A.J.; TROGELLO, A.G. Acompanhamento de uma unidade beneficiadora de sementes de milho - estudo de caso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, p.193-201, 2013. ■

# Crescimento e atributos fenológicos dos cultivares de goiabeira-serrana em São Joaquim, SC

Marlise Nara Ciotta<sup>1</sup>, Karine Louise dos Santos<sup>2</sup> e Mateus da Silveira Pasa<sup>3</sup>

**Resumo** – A goiabeira-serrana é uma espécie de ocorrência espontânea na Região Sul do Brasil, Uruguai e Argentina pertencente à família Myrtaceae. Apesar de sua adaptação e potencial produtivo, ainda é pouco cultivada comercialmente, diferente do que ocorre em outros países onde a espécie foi introduzida e já vem sendo amplamente cultivada. Com vistas a propiciar o cultivo no Brasil, quatro cultivares comerciais foram lançados pela Epagri em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina. O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento vegetativo, fenológico e produtivo dos cultivares ao longo de três safras. Observou-se que não existe diferença de desenvolvimento vegetativo entre eles, em termos de diâmetro de tronco e altura de planta. Quanto ao grau de produção, pelo menos em duas safras avaliadas, os cultivares Alcântara e Helena foram superiores aos demais e não diferiram entre si.

**Termos para indexação:** goiabeira-serrana; desenvolvimento vegetativo; grau de produção.

## Growth and phenological attributes of pineapple-guava cultivars in São Joaquim, SC

**Abstract** – The pineapple-guava plant belongs to Myrtaceae family and it is a species of spontaneous occurrence in South of Brazil, Uruguay and Argentina. Despite its adaptability and productive potential, the pineapple-guava is still not being planted in large scale, as it happens in others countries where the species was introduced and has been widely cultivated. Four commercial cultivars were created by Epagri and the Universidade Federal de Santa Catarina aiming to promote the pineapple-guava farming in Brazil. The objective of this study is to evaluate the vegetative, phenological and productive development of the cultivars during three seasons. No difference in the vegetative development were observed among the cultivars, related to the trunk diameter and plant height. The production analysis indicated that, at least in two of the harvests evaluated, the cultivars Alcântara and Helena were superior than cvs. Nonante and Mattos.

**Index terms:** pineapple-guava; production degree; vegetative development.

A goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret.), também conhecida como 'feijoa', é uma espécie frutífera nativa do sul do Brasil e nordeste do Uruguai, pertencente à família Myrtaceae. É muito apreciada pelo consumidor devido à qualidade dos frutos que produz, os quais podem ser consumidos *in natura* ou serem processados na forma de geleias, sucos, doces, bebidas e sorvetes (DUCROQUET et al., 2008; AMARANTE & SANTOS, 2013). Ademais, suas propriedades organolépticas e nutricionais (WESTON, 2010) destacam a espécie como alternativa de cultivo em algumas regiões no sul do Brasil.

Apesar de ser nativa do planalto meridional brasileiro, ainda é pouco cultivada comercialmente na região. O

cultivo comercial é realizado em países como Nova Zelândia e Colômbia, entre outros, principalmente com material genético oriundo do Uruguai (AMARANTE & SANTOS, 2013).

No estado de Santa Catarina, devido ao trabalho de pesquisa iniciado ainda na década de 1980 pela Epagri, e posteriormente em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina, quatro cultivares foram lançados comercialmente, sendo eles Mattos, Alcântara, Helena e Nonante. As principais características dos cultivares estão relacionadas a padrão de formato, sabor, períodos de maturação e regularidade de produção (DUCROQUET et al., 2007; 2008). O cultivar Mattos é oriunda da seleção direta de uma planta silvestre

encontrada num remanescente de Floresta Ombrófila Mista nas imediações da cidade de São Joaquim, e selecionada pela boa aparência e tamanho do fruto. Os demais cultivares são oriundas da seleção de *seedlings* advindos de frutos ou de cruzamentos entre diferentes materiais genéticos (DUCROQUET et al., 2008; CIOTTA et al., 2018).

A partir do lançamento de tais cultivares comerciais, além da manutenção de unidades demonstrativas para difusão do material obtido, estão sendo conduzidos projetos de médio e longo prazos, especialmente na Estação Experimental da Epagri em São Joaquim, no sentido de avaliar as mesmas sob diferentes condições de cultivo.

Conhecer o desenvolvimento, fases

Recebido em 20/2/2019. Aceito para publicação em 28/5/2019.

<sup>1</sup> Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri/Estação Experimental de Lages, 88502-970 Lages, SC, fone (49) 3289-6419, e-mail: marlise@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Engenheira-agrônoma, Dra., UFSC, Campus Curitibanos, Rodovia Ulysses Gaboardi, 3000, 89520-000 Curitibanos, SC, fone: (49) 2122-0326, e-mail: karine.santos@ufsc.br.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Bolsista PNPd/Capes, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, C.P. 354, 96010-900 Pelotas, RS, e-mail: mateus.pasa@gmail.com.

fenológicas e a produção das plantas nas condições de cultivo a campo, ao longo dos anos, é importante ferramenta para auxiliar na recomendação técnica de cultivo. A partir de tais informações é possível definir práticas de manejo mais adequadas, tais como raleio, colheita, uso de produtos para o controle fitossanitário, entre outras. Diante disso, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar parâmetros de crescimento, atributos fenológicos e de produção dos quatro cultivares comerciais lançados pela Epagri/UFSC, nas condições de cultivo a campo em São Joaquim (SC).

O experimento foi conduzido em pomar instalado na área da Epagri, Estação Experimental de São Joaquim, com os cvs. Mattos, Alcântara, Helena e Nonante. O pomar foi implantado em 2006 em uma área de 330m<sup>2</sup>. Inicialmente, em abril de 2006, amostras de solo da área do experimento foram coletadas para análise. Conforme os resultados, foi realizada a correção da acidez com 400g m<sup>-2</sup> de calcário dolomítico e adubação fosfatada com 10g m<sup>-2</sup> de superfosfato triplo (SFT) e 10g m<sup>-2</sup> de Cloreto de potássio (KCl). No inverno do mesmo ano, foram abertas as covas de plantio e ao longo de cada linha foram plantadas as mudas de cada cultivar, com espaçamento de 5,0x4,0m. O delineamento foi o inteiramente casualizado com 5 repetições. As avaliações foram realizadas nas safras 2012/13, 2013/14 e 2014/15 em todas as plantas úteis. No período do inverno, foram avaliados o diâmetro de tronco, a aproximadamente 30cm do solo; a altura de planta, com régua; e o diâmetro da copa, com fita métrica, na parte mediana da copa. Para o acompanhamento da fenologia foi determinada data de início da brotação, data em que 10% das flores estavam abertas, e data final de floração (mais de 90% das flores caídas). Também foi avaliado o grau de flor, através de uma escala de Nota de 1 a 5, sendo 1 menor grau e 5 o grau máximo de flor. Após o raleio dos frutos, a mesma escala crescente de 1 a 5 foi utilizada para determinar o grau de produção de frutos. Anualmente está sen-

do realizada a poda durante o período de inverno, eliminando-se os ramos em excesso, geralmente de 1 a 3 por planta. O controle fitossanitário realizado preferencialmente com calda bordalesa e produtos à base de cobre, conforme a necessidade e de acordo com as recomendações técnicas de Santos et al. (2012). Os resultados de diâmetro de tronco e copa, bem como altura da planta, foram comparados entre os cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro de tronco não diferiu entre os cultivares (Tabela 1). Segundo

Ducroquet et al. (2008), o cv. Mattos apresenta um vigor médio com porte semiaberto, ramos secundários grossos e esparsos com entrenós longos (Figura 1A), enquanto o cv. Alcântara caracteristicamente possui ramos secundários longos e decumbentes (Figura 1 B), diferindo dos cvs. Nonante e Helena (Figuras 1 C e D). O conhecimento destas características é importante, pois elas estão relacionadas ao manejo da planta, ou seja, poda, raleio ou mesmo adubação e nutrição da planta, bem como à intensidade de florescimento (FISCHER, 2003). ▶



Figura 1. Cultivares de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret.) A) Helena, B) Alcântara, C) Nonante e D) Mattos. Foto: Marlise N. Ciotta  
Figure 1. Pineapple-guava (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret.) cultivars A) Helena, B) Alcântara, C) Nonante and D) Mattos. Photo: Marlise N. Ciotta

Tabela 1. Parâmetros de crescimento das plantas e atributos fenológicos dos cultivares de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret.) na Estação Experimental da Epagri de São Joaquim - safras 2012/13, 2013/14 e 2014/15

Table 1. Plant growth parameters and phenological attributes of goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret.) cultivars at the Epagri Research Station of São Joaquim - 2012/13, 2013/14 and 2014/15 seasons

Parâmetros	Cultivar			
	Alcântara	Nonante	Helena	Mattos
-----2012/13-----				
Diâmetro de tronco (cm)	71,6 <sup>ns</sup>	71,5	57,0	50,1
Altura de planta (cm)	219,4 <sup>ns</sup>	215,3	190,4	237,1
Diâmetro de copa (cm)	192,0 <sup>ns</sup>	184,8	169,2	136,1
Início de brotação	03/10	03/10	03/10	03/10
Infloresc 10% aberta	08/11	10/11	08/11	08/11
Fim floração (90% caída)	13/12	12/12	15/12	05/12
Grau de flor	5	3 e 4	4 e 5	3 e 4
Grau de produção	3	2	4	1
-----2013/14-----				
Diâmetro de tronco (cm)	88,0 <sup>ns</sup>	87,5	78,2	67,5
Altura de planta (cm)	261,8 <sup>ns</sup>	253,5	201,2	227,4
Diâmetro de copa (cm)	247,4 <sup>ns</sup>	220,8	202,0	172,7
Início de brotação	08/10	06/10	08/10	03/10
Infloresc 10% aberta	10/11	20/11	01/11	01/11
Fim floração (90% caída)	07/12	10/12	03/12	28/11
Grau de flor	4	4	4	3
Grau de produção	3	2	3	1
-----2014/15-----				
Diâmetro de tronco (cm)	89,0 <sup>ns</sup>	103,0	79,2	82,2
Altura de planta (cm)	283,2 <sup>ns</sup>	262,3	224,4	262,9
Diâmetro de copa (cm)	273,2 <sup>ns</sup>	247,8	236,0	214,8
Início de brotação	01/10	04/10	27/09	03/10
Infloresc 10% aberta	11/11	06/11	28/10	08/11
Fim floração (90% caída)	30/11	04/12	01/12	30/11
Grau de flor	4 e 5	4 e 5	4 e 5	2 e 3
Grau de produção	5	4	5	3

<sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade

A altura de planta e o diâmetro de copa não diferem entre os cultivares, confirmando as características de porte descritas para os cultivares (DUCROQUET et al., 2007, 2008). Plantas com altura próxima à 2,5m são desejáveis por questão de manejo, especialmente colheita, entre outros tratos culturais.

O grau de florescimento foi igual nos cvs. Alcântara, Helena e Nonante, nas safras 2013/14 e 2014/15, e superior no Mattos na primeira safra. Porém, isso não se refletiu no grau de produção dos cultivares, sendo Alcântara e Helena superiores ao Nonante. O cv. Mattos, nos três anos, apresentou o menor grau de flor, o que se refletiu em menor grau de produção. Resultados apresentados por Ducroquet et al. (2007 e 2008), quando no lançamento dos cultivares mostram que o índice de produtividade foi maior nos cvs. Helena e Alcântara.

Independente do cultivar, o início da brotação ocorre normalmente a partir do mês de outubro, exceção aconteceu para o cv. Nonante na safra 2014/15. No entanto, uma importante diferença entre os cultivares é a duração do período de florescimento. Nos três anos, o cv. Helena apresentou o maior período de florescimento, acima de 32 dias, seguido pelo cv. Alcântara, pelo menos nos dois primeiros anos de avaliação. Essa característica é importante para potencializar a polinização e a frutificação. Além disso, permite conhecer o período de concentração da produção, reduzindo os riscos a produção das culturas (ANTUNES et al., 2008). Em 23 cultivares de pessegueiros, Thomaz et al. (2010) observaram que a floração mais concentrada no tempo proporciona colheita mais uniforme. O grau de produção de todos os cultivares foi sempre maior que 3 (considerado médio), demonstrando o potencial produtivo dos mesmos. Para os cvs. de goiabeira-serrana, o cv. Alcântara é o primeiro a ser colhido (início de março), seguido por Mattos, Helena e Nonante (CIOTTA et al., 2018). Cultivares da Nova Zelândia, onde a fruta apresenta produção e comércio já consolidados, são variáveis

em relação à precocidade de produção e características do fruto. Por exemplo, o 'Unique' é bastante precoce e com tamanho de fruto pequeno a médio; já o 'Apollo' é de média precocidade e dá frutos maiores (THORP & BIELESKI, 2002). No entanto, tanto número quanto o peso de frutos de tais cvs. são menores comparativamente aos genótipos brasileiros (THORP & BIELESKI, 2002), possivelmente por características de seleção e melhoramento diferenciadas entre os países. Além disso, como é uma fruta nativa do Brasil, a goiabeira-serrana apresenta maior diversidade de acessos para seleção.

De um modo geral os resultados mostram que há diferenças nos parâmetros de crescimento de cada cultivar, o que se reflete também no grau de produção dos cultivares avaliados. E, neste sentido, os cvs. Alcântara e Helena apresentaram maior grau de produção.

## Agradecimento

Ao colega Humberto Ribeiro Nunes, técnico agrícola da Estação Experimental da Epagri de São Joaquim, pelo apoio e o auxílio na condução das atividades de campo.

## Referências

AMARANTE, C.V.T.; SANTOS, K.L. Goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v.33, n. 1 p.001-334, 2013.

ANTUNES, L.E.C.; GONÇALVES, E.D.; RISTOW, N.C. et al. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.43, n.8, p.1011-1015, 2008.

CIOTTA, M.N.; ARIOLI, C.J.; PINTO, F.A.M.F.; SANTOS, K. dos; ARAUJO, L.; PASA, M. da S. (Orgs.). **A cultura da goiabeira-serrana**. Florianópolis: Epagri, 2018. 216p.

DUCROQUET, J.P.H.J.; SANTOS, K.L., ANDRADE, E.D., BONETI, J.I.S., BONIN, V.. As primeiras cultivares brasileiras de goiabeira serrana: SCS411 Alcântara e SCS412 Helena. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 20, p.77-80, 2007

DUCROQUET, J. P. H. J., NUNES, E., GUERRA, M.P., NODARI, R.O.. Novas cultivares brasileiras de goiabeira-serrana SCS414 Mattos e SCS415 Nonante. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 21, n. 2, p.77-80, 2008

FISCHER, G. Ecofisiología, crecimiento y desarrollo de la feijoa pp. 9-26. En: Fischer, G., D. Miranda, G. Cayón y M. Mazorra (eds.). **Cultivo, poscosecha y exportación de la Feijoa (*Acca sellowiana* Berg)**. Produmedios, Bogotá, 2003, 152 p.

SANTOS, K. L. dos (Org.) **Orientações para o cultivo da goiabeira serrana (*Acca sellowiana*)**. Florianópolis: Epagri, 2 ed., 2012 44p. (Boletim Técnico, 153)

TOMAZ, Z.F.P.; LIMA, C.S.M.; GONÇALVES, M.A.; RUFATO, L.; RUFATO, A.D.R. Crescimento vegetativo, floração e frutificação efetiva do pessegueiro 'Jubileu' submetido a diferentes comprimentos de interenxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 9, p. 973-979, 2010.

THORP, T.G.; BIELESKI, R. **Feijoas: origins, cultivation and uses**. Auckland: David Bate-man, 2002. 87p

WESTON, R.J. Bioactive products from fruit of the feijoa (*Feijoa sellowiana*, Myrtaceae): A review. **Food Chemistry**, v.121, p. 923-926, 2010. ■

# Siga a Epagri nas redes sociais



# BRS SCS BELLUNA – a new banana cultivar for processing and fresh consumption

Ramon Felipe Scherer<sup>1</sup>, Luiz Alberto Lichtemberg<sup>2</sup>, Luana Aparecida Castilho Maro<sup>1</sup>, André Boldrin Beltrame<sup>1</sup>, Gustavo Henrique Ferrero Klabunde<sup>1</sup>, Márcio Sônego<sup>3</sup>, Luiz Augusto Martins Peruch<sup>4</sup>, Edson Perito Amorim<sup>5</sup>, Janay Almeida dos Santos Serejo<sup>5</sup>, Cláudia Fortes Ferreira<sup>5</sup>, Fernando Haddad<sup>5</sup>

**Abstract** – The new banana cultivar, BRS SCS Belluna (AAA), was developed by the Embrapa and Epagri banana breeding programs for processing and fresh consumption. It is noteworthy differentiated nutritional qualities, since its fruits are rich in fiber and have lower carbohydrate and caloric content when compared to fruits of the most traded subgroups in the country, Prata and Cavendish. ‘BRS SCS Belluna’ is also resistant to Panama disease and to Sigatoka disease complex, major plant health problems in Brazil. The cultivar has yield potential up to 40 t ha<sup>-1</sup> under favorable environmental conditions. Thus, it is recommended to plant the ‘BRS SCS Belluna’ in the country, highlighting the state of Santa Catarina, where the studies were conducted.

**Index terms:** *Musa acuminata*; plant breeding; clonal selection.

## BRS SCS BELLUNA – um novo cultivar de banana para processamento e consumo fresco

**Resumo** – BRS SCS Belluna (AAA) é um novo cultivar de banana desenvolvido pelos programas de melhoramento de bananeira da Embrapa e da Epagri. Destacam-se neste cultivar qualidades nutricionais diferenciadas, uma vez que as suas frutas são ricas em fibras e apresentam menores conteúdos de carboidratos e de valores calóricos quando comparadas às frutas dos subgrupos mais comercializados no país, Prata e Cavendish. O cultivar BRS SCS Belluna é resistente ao Mal do Panamá e ao complexo de Sigatoka, principais problemas fitossanitários da bananicultura no Brasil. O cultivar ainda apresenta uma produtividade média que pode chegar a 40t ha<sup>-1</sup> em condições ambientais favoráveis. Desta forma, recomenda-se o plantio do ‘BRS SCS Belluna’ no país, destacando-se o estado de Santa Catarina, local onde foram realizados os estudos.

**Termos para indexação:** *Musa acuminata*; melhoramento de plantas; seleção clonal.

## Introduction

Banana is one of the most commercially important fruits in the world. In 2016, production of edible bananas and plantains (bananas generally consumed fried or cooked) totaled approximately 148 million tons, making it the most highly produced fruit worldwide. About 4.5% of global banana production was from Brazil, with production of 6.7 million tons on 470,000 ha, the sixth largest producer in the world (FAOSTAT, 2018). Also in 2016, banana was the fifth most important

agricultural crop in Brazil, with a gross value of production of 3.6 billion dollars, corresponding to 4.3% of the revenue generated by Brazilian agricultural production (IBGE, 2018).

The banana plant (*Musa* spp.) originated in Southeast Asia and started to be domesticated over 11,000 years ago (PERRIER et al., 2011). Since the beginning of its domestication, the selection of new genotypes with characteristics of interest has played a significant role in generating new varieties (D’HONT et al., 2000). The main commercial varieties used in the

world are derived from the species *M. acuminata* (genome A) and its hybrids with *M. balbisiana* (genome B), especially the triploid genotypes of the AAA, AAB and ABB genomic groups (PERRIER et al., 2011). Among these genomic groups, the subgroups Cavendish (AAA) and Prata (AAB) are notable in Brazil and, consequently, dominate the commercial banana supply in the country (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2008).

In 2016, the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) and Empresa de Pesquisa Agropecuária

Recebido em 11/10/2019. Aceito para publicação em 9/3/2020.

<sup>1</sup> Engenheiro(a)-agrônomo(a), Dr., Epagri / Estação Experimental de Itajaí (EEI). Rodovia Antônio Heil, 6800, Bairro Itaipava, CEP 88318-112, Itajaí, SC, Brazil. E-mail: ramonscherer@epagri.sc.gov.br; luanamaro@epagri.sc.gov.br; andrebeltrame@epagri.sc.gov.br; gustavoklabunde@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo M.Sc., Epagri / EEI, aposentado. E-mail: lichtpai@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Estação Experimental de Urussanga. Rodovia SC 108, Km 353, 1563, Bairro Estação, CEP 88840-000, Urussanga, SC, Brazil. E-mail: sonogo@epagri.sc.gov.br

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Rodovia Admar Gonzaga, 1347, Bairro Itacorubi, CEP 88034-901, Florianópolis, SC, Brazil. E-mail: lamperuch@epagri.sc.gov.br

<sup>5</sup> Engenheiro(a)-agrônomo(a), Dr., Embrapa / Unidade Embrapa Mandioca e Fruticultura. Rua Embrapa s/nº, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brazil. E-mail: edson.amorim@embrapa.br; janay.serejo@embrapa.br; claudia.ferreira@embrapa.br; fernando.haddad@embrapa.br

e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) released the cultivar BRS SCS Belluna (AAA) with the objectives of diversifying the genetic base of banana in Brazilian agriculture, and of providing producers with a productive cultivar resistant to the main diseases in banana, and to offer a different product to the consumer. The objective of this article is to present this cultivar and its main characteristics.

## Origin and breeding method

In the 1980s, researchers at Embrapa conducted expeditions to Southeast Asia with the objectives of collecting and introducing new genotypes of interest to Brazilian banana farmers. The genotype that gave rise to the cultivar BRS SCS Belluna was one of them. Experiments to evaluate the agronomic performance of this genotype were conducted in the Brazilian state of Santa Catarina. Experiments were implemented by Epagri at experimental stations in Itajaí and Urussanga. After more than two decades of evaluation and mass selection for a phenotype with high yield and resistance to the main pests of the crop, the two institutions obtained a genotype with characteristics of interest to banana farmers throughout Brazil. It is clearly distinct from other cultivars and homogeneous and stable over successive generations in relation to descriptors, allowing Brazilian agribusiness firms to use the genotype; it is in conformity with Brazilian Seed and Seedling Regulations (BRASIL, 2004).

The performance of 'BRS SCS Belluna' was compared with cultivars of the two main subgroups cultivated in Brazil - the cultivars SCS451 Catarina (widely known as Prata Catarina) and Prata Anã, of the Prata subgroup, and the cultivars Nanicão and Grande Naine, of the Cavendish subgroup. The plantations of the cultivars from the Cavendish subgroup had a density of about 1,600 plants per hectare (2.5 x 2.5m spacing), while the cultivars of the Prata subgroup and 'BRS SCS Belluna' had a density of around 1,320 plants per hectare (2.5 x 3.0m spacing).

## Genetics

The cultivar BRS SCS Belluna is a triploid genotype of the species *M. acuminata* (genomic group AAA). In order to avoid misidentifications related to its genetic characteristics, since it belongs to the same genomic group as the Cavendish subgroup and was popularly known as "Nam" and "Baby Prata", names similar to other varieties, 'BRS SCS Belluna' was genetically characterized and compared with the cultivars Prata Catarina, Prata Anã, Nanicão, Grande Naine and Maçã (Silk-type). Nineteen microsatellite markers

(SSRs) selected by Christelová et al. (2011) to distinguish species, subgroups and individuals of *Musa* spp. were used. Amplifications were performed by PCR (Polymerase Chain Reaction) combined in multiplex, and genotyping was via capillary electrophoresis using an ABI3130 genetic analyzer (Applied Biosystems) (Table 1). According to the parsimony-informative loci obtained, the cultivar 'BRS SCS Belluna' differs 39.2% from the cultivars Grande Naine and Nanicão, 65.22%, from the cultivars Prata Anã and Prata Catarina and 100% from the cultivar Maçã (Figure 1). ▶

Table 1. Microsatellite markers used, accession numbers, alleles detected in the cultivar BRS SCS Belluna and annealing temperature of the primers

Tabela 1. Marcadores microsatélites, números dos acessos, alelos detectados no cultivar BRS SCS Belluna e temperatura de anelamento dos primers

SSR markers	Accession numbers in NCBI	Alleles detected (bp)*	Tm °C EPAGRI
mMaCIR01	X87262	254 273	54
mMaCIR164	AM950454	256 397	55
Ma-3-90		154	54
mMaCIR307	AM950533	165	55
mMaCIR264	AM950519	238 268 270	61
mMaCIR196	AM950462	167 171 180	60
mMaCIR24	Z85972	232 237 239	48
mMaCIR152	AM950442	161 165	50
mMaCIR231	AM950497	248 280	55
mMaCIR150	AM950440	259 262	55
mMaCIR40	Z85977	158 160 162	53
mMaCIR214	AM950480	118 122	54
mMaCIR13	X90745	272 285 287	53
mMaCIR03	X87263	121 125	55
mMaCIR07	X87258	161 169	55
mMaCIR08	X87264	261 263 271	55
mMaCIR45	Z85968	268 276	63
mMaCIR260	AM950515	213 215	55
mMaCIR39	Z85970	309 319 327	52

\* Contains 18 bp relative to M13

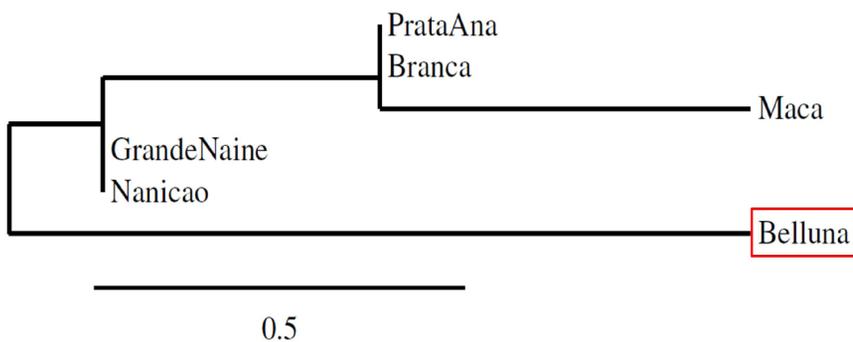


Figure 1. Dendrogram representing the differences between the cultivars BRS SCS Belluna, Prata Anã, SCS451 Catarina (widely known as Prata Catarina), Grande Naine, Nanicão and Maçã generated by UPGMA clustering based on parsimony-informative loci of 19 SSR markers

Figura 1. Dendrograma representando as diferenças entre os cultivares BRS SCS Belluna, Prata Anã, SCS451 Catarina (Prata Catarina), Grande Naine, Nanicão e Maçã gerado por agrupamento UPGMA com base nos lócus parcimônia-informativos de 19 marcadores SSR

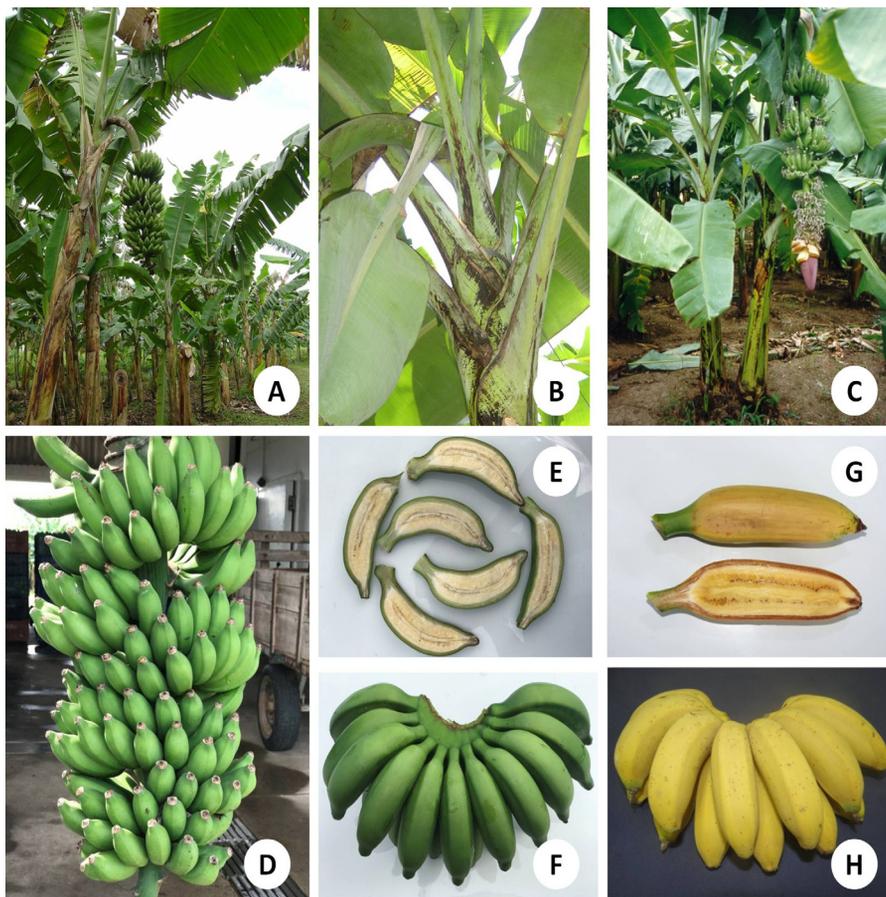


Figure 2. Morphological characteristics of the 'BRS SCS Belluna'. A) Adult plant in the production field with bunch; B) Petioles, sheaths and base of the leaf blade of an adult plant; C) Adult plant with bud and developing sucker; D) Bunch; E-F) Green fruit, characteristic of the pulp and hand; G-H) Ripe fruit, maturation stage 5, characteristic of the pulp and hand. Photos: Luiz A. Lichtemberg (A, B, C), Luana A. C. Maro (D, E, F, H) and José N. Fernandes (G)

Figura 2. Características morfológicas do 'BRS SCS Belluna'. A) Planta adulta no campo de produção com cacho; B) pecíolos, bainhas e base da lâmina foliar de uma planta adulta; C) Planta adulta com broto e muda em desenvolvimento; D) Cacho; E-F) Fruta verde, característica da polpa e da penca; G-H) Frutos maduros, estágio 5 de maturação, característica da polpa e da penca. Fotos: Luiz A. Lichtemberg (A, B, C), Luana A. C. Maro (D, E, F, H) e José N. Fernandes (G)

## Description

The botanical characteristics of the cultivar BRS SCS Belluna (Figure 2 - Table 2) were evaluated in October 2009 in the EEI (26°57'08.9"S, 48°45'38.9"W) under spring conditions in a Cfa climate, according to the international descriptors for banana (IPGRI-INIBAP/ CIRAD, 1996).

In relation to agronomic performance, the yield reached by 'BRS SCS Belluna' was similar to the cultivars of the Prata subgroup, both in Itajaí and Urussanga (Table 3). According to the evaluations conducted in these sites, the average yield from the second cycle was 20 and 17 t ha<sup>-1</sup>, respectively, with yield sometimes reaching close to 40 t ha<sup>-1</sup>. The average time to harvest for the first crop of 'BRS SCS Belluna' was 534 days, the average plant height was 2.27m in the first cycle and 2.98m in the second cycle, and the average number of hands formed was 7 in the first cycle and 10 in the second cycle. These values are also similar to the main cultivars of the Prata subgroup. However, the fruit of 'BRS SCS Belluna' was small in all cycles (approximately 13cm), since it is an intrinsic characteristic of the cultivar. The fruit of the Prata subgroup is medium-sized and that of the Cavendish subgroup is large.

The resistance of 'BRS SCS Belluna' under field conditions to Panama disease (*Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* - Foc race 1), to yellow Sigatoka (*Mycosphaerella musicola*) and to black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*), the main pests of the crop, are notable traits (LICHTEMBERG et al., 2001). It should be noted that 'Nanicão' and 'Grande Naine' (Cavendish) and 'Prata Anã' and derived cultivars (Prata Catarina, Prata Gorutuba, among others) are susceptible to the Sigatoka complex. In relation to Panama disease (Foc race 1), cultivars of the Prata subgroup exhibit various levels of susceptibility and those of the Cavendish subgroup are resistant. 'BRS SCS Belluna' is also moderately resistant to weevil borer (*Cosmopolitus*

Table 2. Morphological description of the cultivar BRS SCS Belluna through evaluations conducted in Itajaí, SC, based on international banana descriptors (IPGRI-Inibap/Cirad, 1996)

Tabela 2. Descritores morfológicos do cultivar BRS SCS Belluna pelas avaliações conduzidas em Itajaí, SC, baseado nos descritores internacionais de banana (IPGRI-Inibap/Cirad, 1996)

Morphological characteristic	Description
Leaf habit	Erect, with normal leaf distribution.
Pseudostem	Average size ( $\approx$ 3.0m), slender, dull (waxy) yellowish green.
Leaf sheaths	Very little wax; external cream color with pink areas and dark spots; internal color uniformly cream.
Suckers	Deep and far from parent plant and only with lanceolate leaves until harvest of mother plant, produces an average number ( $\approx$ 7.0) in the first cycle.
Leaf blotches on suckers	Without blotches.
Cigar Leaf	Upper surface green.
Leaf blade	Moderately waxy; corrugation of few stripes; opaque green color on upper surface and opaque medium-green on lower surface. Average length/width ratio of leaf blade 3.6 (2,580/715mm, respectively). Lobes of leaf base asymmetric, one side rounded, one pointed
Midrib	Green on upper surface (adaxial), light green on lower surface (abaxial)
Petiole	Margins erect, straight, turgid; pink-mauve on the edges, with a dark red longitudinal line. Straight canal. Average length of 62cm and large dark brown blotches at the base
Inflorescence peduncle	Green with two scars, very hairy, short hairs. Average length and diameter of 55cm and 6cm, respectively
Bunch	Hanging at 45° angle; cylindrical to a truncated cone shape; few compact; fruit only developing from female flowers
Male rachis	Present until harvest, inclined, scars prominent
Male bud shape	Like a top, small; average length/width ratio 2 (16/8cm, respectively).
Male bud bracts	Ovate, strongly grooved, very little wax; red-violet externally, red internally, uniform; external lines without discoloration; base with small and large shoulders, color discontinuing in bract base; apex slightly pointed
Tepals of male flowers in the bud, in the axil of the first external bract	Compound tepals with a basic cream color, pigmentation variable and lobes yellow. Free tepals with a translucent white color, oval, with developed apex, triangular and more or less smooth. Dominant color of male flower white
Anther and pistil of flowers in the male bud, in the axil of the first external bract	Anther external in relation to the lobe, with yellow color and filament and pollen sacs white; straight style with a white color without pigmentation, exerted above the tepal lobes; yellow stigma; arched ovary, with a basic cream color without pigmentation, two rowed ovules. Around 90% of the flowers have five stamens and 10% have six
Fruit	Fruit position curved upward; average of 14 bananas per hand; fruit straight to curved in distal part, rounded in transverse section, pointed apex, persistent base of style, average length of 13cm, unripe fruit peel dark green, ripe fruit peel yellow; pulp with soft texture, sweet taste and cream color; distinct pedicel, 9mm long, 14mm diameter, hairless; persistent fruit

Table 3. Average yield (Kg ha<sup>-1</sup>) of bunch of the cultivars BRS SCS Belluna, SCS451 Catarina (Prata Catarina), Prata Anã, Grande Naine and Nanicão in Itajaí and Urussanga in the first cycle and average of the other cycles

Tabela 3. Rendimento médio (Kg ha<sup>-1</sup>) de cachos dos cultivares BRS SCS Belluna, SCS451 Catarina (Prata Catarina), Prata Anã, Grande Naine e Nanicão em Itajaí e Urussanga no primeiro ciclo e média dos outros ciclos

Cultivar	Average yield in Itajaí (Kg ha <sup>-1</sup> )*		Average yield in Urussanga (Kg ha <sup>-1</sup> )**	
	1st cycle	Other cycles	1st cycle	Other cycles
BRS SCS Belluna	11,390	20,259	9,000	16,720
SCS451Catarina	17,110	23,525	12,330	17,554
Prata Anã	13,625	21,485	10,459	15,818
Grande Naine	31,651	37,992	20,983	24,902
Nanicão	30,456	35,613	20,091	23,931

\* - Averages corresponding to evaluations between 1997 and 2010. \*\* - Averages corresponding to evaluations between 2010 and 2012.

*sordidus*) and burrowing nematode (*Radopholus similis*) (LICHTENBERG et al., 2001). These characteristics can allow reduction in the use of pesticides during conventional cultivation of 'BRS SCS Belluna', reducing production costs; and it can allow this cultivar to be grown in organic and/or agroecological crop systems. Lichtemberg et al. (2006) noted the easy adaptability of 'BRS SCS Belluna' (cited as 'Baby Prata' and 'Nam') to the organic cultivation system in southern Brazil; and Peruch & Sonego (2007) noted that the cultivar (cited as 'Nam') exhibited an adequate level of resistance to yellow Sigatoka under organic cultivation.

The harvesting time for the bunches of the new cultivar (3/4 normal) is similar to the cultivars of the subgroups Prata and Cavendish, while the ripening temperature of the fruit (18°C) is conform to recommended for fruit of the Cavendish subgroup (LICHTENBERG et al., 2001). The 'BRS SCS Belluna' fruits may be consumed in maturity stage 5 (yellow with green tips), according to the Von Loesecke (1950) maturation scale (Figure 2 G-H).

In relation to adverse abiotic effects, the plants and fruit of 'BRS SCS Belluna' are susceptible to cold damage, which

is similar to cultivars of the Cavendish subgroup. The cultivar is moderately susceptible to damage from breaking or falling (LICHTENBERG et al., 2001).

However, a major advantage of 'BRS SCS Belluna', in addition to the relevant agronomic characteristics, is the postharvest quality. When characterizing its green banana flour, the resistant starch level (40.25% of the total starch) was four times higher than that of 'Grande Naine' and double that of 'Prata Anã'. The term "resistant starch" has gained relevance due to many clinical studies that have shown the physiological effects of this substance on the human body, especially benefits attributed to dietary fiber. Since resistant starch cannot be digested in the small intestine, this type of starch is available as a fermentation substrate and provides an ideal environment as a prebiotic source for growth of anaerobic bacteria in the colon (JENKINS et al., 1998).

In addition, fruit of 'BRS SCS Belluna' had high levels of fiber, ashes and lipids, around 18.8%, 3.3% and 1.1%, respectively. The fruit of the new cultivar also had lower levels of carbohydrates and caloric values, 67.5% and 296.51 Kcal, respectively.

Cerqueira et al. (2002) also found that the cultivar (cited as 'Nam') has lower acid in the pulp compared with twenty other genotypes, with values of around one third of those found for 'Prata Anã'. This is a characteristic of interest to people who suffer from gastrointestinal problems related to acidity.

Thus, the nutritional composition of 'BRS SCS Belluna' fruit allows it to be classified as a functional food. In accordance with resolution no. 18/99 of the Brazilian Health Regulatory Agency (ANVISA, 1999), when consumed as part of a diet, a functional food produces metabolic and/or physiological effects and/or provides health benefits in addition to basic nutritional functions.

## Perspectives and problems of the cultivar

Studies have demonstrated that changes in family structure, with a lower average number of individuals per family, tends to increase the demand for smaller portions of food, such as smaller fruits. It should be noted that the tendency to buy smaller fruits or portions is also linked to conscious

consumption without waste, which has been a subject of growing concern in many segments of society. A search for healthy foods is also a notable trend, which is related to the intrinsic nutritional characteristics of a food and the absence of pesticide residues used during cultivation and/or postharvest treatment. Thus, the cultivar BRS SCS Belluna can meet all these demands and has considerable and growing potential for consumption, even as a food for school snack programs. However, Brazilian consumers' strong fidelity to bananas of Prata and Cavendish subgroups is still the main barrier to increasing demand for BRS SCS Belluna fruits, and for any other new cultivar different from the two main subgroups.

The 'BRS SCS Belluna' fruit is also suitable for processing, which minimizes loss in the production chain since it increases the postharvest life of the fruit and adds value to the industrialized product. Furthermore, Cerqueira et al. (2002) found that 'BRS SCS Belluna' (cited as 'Nam') had the highest fruit/pulp ratio among twenty genotypes studied, which is a characteristic that contributes to excellent banana quality.

## Availability of material

Information about acquisition of plants:

- Epagri – Estação Experimental de Itajaí: Rod. Antônio Heil 6800, CEP: 88.318-112, Itajaí, SC. Phone: + 55 (47) 3398-6300 | email: eei@epagri.sc.gov.br

- Embrapa Mandioca e Fruticultura. Rua Embrapa s/nº, Caixa Postal 007, CEP: 44.380-000, Cruz das Almas, BA. Phone: + 55 (75) 3312-8048 | Fax: +55 (75) 3312-8097

## Acknowledgments

The authors thank Finep and Fapesc (Project 1615/10) for the financial support to develop this study. We

also thank the technical team at EEI, especially those involved with the tropical fruit growing project.

## References

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução n. 18.** 1999. Available at: <https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjI0OQ%2C%2C&gt>. Accessed on: 30 July 2018.

BRASIL. **Decreto n. 5153:** Regulamenta o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. (2004). Available at: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5153.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5153.htm). Accessed on: July 16, 2018.

CERQUEIRA, R.C.; SILVA, S.O.; MEDINA, V.M. Características pós-colheita de frutos de genótipos de bananeira (*Musa spp.*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.654-657, 2002.

CHRISTELOVÁ, P.; VALÁRIK, M.; HRIBOVÁ, E.; VAN DEN HOUWE, I.; CHANNELLIÈRE, S.; ROUX, N.; DOLEZEL, J. A platform for efficient genotyping in *Musa* using microsatellite markers. **AoB Plants**, v.24, p.1-14, 2011.

D'HONT, A.; PAGET-GOY, A.; ESCOUTE, J.; CARREEL, F. The interspecific genome structure of cultivated banana, *Musa spp.* revealed by genomic DNA in situ hybridization. **Theoretical and Applied Genetics**, v.100, p.177-183, 2000.

FAOSTAT - FAO statistical databases, banana and plantain data **Food and agriculture organization of the United Nations - Statistics Division.** 2018. Available at: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Accessed on: 06 may 2018.

JENKINS, D.J.A.; VUKSAN, V.; KENDALL, C.W.; WÜRSCH, P.; JEFFCOAT, R.; WARING, S.; MEHLING, C.C.; VIDGEN, E.; AUGUSTIN, L.S.; WONG, E. Physiological effects of resistant starches on fecal bulk, short chain fatty acids, blood lipids and glycemic index. **Journal of the American College of Nutrition**, v.17, p.609- 616. 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia

E Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** 2018 Available at: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados>. Accessed on July 19, 2018.

IPGRI – INIBAP/CIRAD. **Descriptors for Banana (*Musa spp.*)** IPGRI, France, 55 p. 1996.

LICHTENBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; SONEGO, M. Cultivares de bananeira para o cultivo orgânico no Litoral Norte de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agroecologia** v.1, p.533-536. 2006.

LICHTENBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; ZAFFARI, G.R.; HINZ, R.H. Banana. In: **Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2001/2002.** Florianópolis, SC: Epagri, 2001. p.31-37. (Epagri. Boletim técnico, 117).

NASCIMENTO JUNIOR, B.B.; OZORIO, I.P.; REZENDE, C.M.; SOARES, A.G.; FONSECA, M.J. DE O. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicao ao longo do amadurecimento: Características físico-químicas e compostos voláteis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.649-658. 2008.

PERUCH, L.A.M.; SONEGO, M. Resistência de genótipos de bananeiras a Sigatoka amarela sob cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, p.86-93. 2007.

PERRIER, X.; DE LANGHE, E.; DONOHUE, M.; LENTFER, C.; VRYDAGHS, L.; BAKRY, F.; CARREEL, F.; HIPPOLYTE, I.; HORRY, J.P.; JENNY, C.; LEBOT, V.; RISTERUCCI, A.M.; TOMEKPE, K.; DOUTRELEPONT, H.; BALL, T.; MANWARING, J.; DE MARET, P.; DENHAM, T. Multidisciplinary perspectives on banana (*Musa spp.*) domestication. **Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America**, v.108, p.1311-1318, 2011.

VON LOESECKE, H.W. **Bananas.** Interscience, New York, 189p. 1950. ■

# Comportamento de genótipos de mandioca quanto à podridão seca das raízes

Mauro Ferreira Bonfim Junior<sup>1</sup>, Jeferson Thiago Zaia<sup>2</sup>, Luiz Augusto Martins Peruch<sup>3</sup>, Augusto Carlos Pola<sup>4</sup>, Eduardo da Costa Nunes<sup>1</sup>, Alexander Luís Moreto<sup>1</sup>

**Resumo** – A podridão seca das raízes é uma das doenças mais destrutivas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), podendo ocasionar perdas de produção de 30% a 100%. Este trabalho teve por objetivo avaliar cultivares e clones avançados provenientes do programa de melhoramento genético de mandioca da Epagri, quanto à resistência à podridão seca causada por *Fusarium solani*. Uma suspensão de esporos de isolados de *F. solani* foi inoculada sobre discos de raízes de 21 genótipos de mandioca na concentração de  $1,5 \times 10^7$  conídios.mL<sup>-1</sup> em quatro experimentos. A severidade da doença foi avaliada por meio da porcentagem da área afetada pelo fungo. As manivas dos genótipos mais promissores nos testes de resistência foram selecionadas para testes com *F. solani* em casa de vegetação. O genótipo Luna foi o mais resistente dentre os avaliados e apresentou elevados valores de massa fresca de parte aérea e de raízes, tendo potencial para ser utilizado em áreas infestadas por *F. solani* e/ou como progenitor no melhoramento da cultura. Também os genótipos SC12-5035 e SC12-5029 apresentaram potencial para uso em programas de manejo integrado da doença.

**Termos para indexação:** *Fusarium solani*; *F. oxysporum*; resistência.

## Selection of cassava genotypes resistance to dry root rot

**Abstract** – Dry root rot is the most damaging disease of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Yield reduction caused by the disease range from 30% to 100%. This work aimed to assess cultivars and advanced clones from the cassava's genetic breeding program of Epagri for resistance to dry root rot caused by *Fusarium solani*. A suspension of *F. solani* spores was inoculated on root discs of 21 cassava genotypes, in a concentration of  $1.5 \times 10^7$  conidia mL<sup>-1</sup> in four experiments. The disease severity was assessed through the percentage area colonized by the fungus. Stems of the more promising genotypes in resistance tests were selected for tests with *F. solani* in greenhouse. The cultivar Luna has potential to be used in *F. solani* infested areas and/or as progenitor for the breeding program, as it was the more resistant and presented high values of mass of aerial part and roots among the genotypes tested. Also the genotypes SC12-5035 and SC12-5029 showed potential for use in integrated management of the disease.

**Index terms:** *Fusarium solani*; *F. oxysporum*; resistance.

## Introdução

A podridão seca das raízes é uma das doenças mais destrutivas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), podendo ocasionar perdas de produção de 30% a 100%, com relatos de morte de até 30% das mudas sob condições naturais e de 100% de mudas inoculadas (POLTRO-NIERI et al., 2002). A doença é favorecida pela ocorrência de condições ambientais favoráveis, como solos ácidos e sujeitos a encharcamento (EMBRAPA,

2003). O seu agente causal, *Fusarium* spp., apresenta alta prevalência nas áreas de produção de mandioca ao redor do mundo. Bandyopadhyay et al. (2006) relataram que 30% das raízes tuberosas coletadas em Camarões afetadas por podridão radicular estavam infectadas por *Fusarium* spp. e que estas espécies representaram mais de 25% de todas as espécies encontradas.

Dentre as espécies relatadas, o complexo de espécies *F. solani* é o mais amplamente distribuído nas diferentes

regiões produtoras mundiais, como por exemplo na Colômbia, Índia, Malásia, Nigéria e Nova Guiné (ADISA, 1983; SHAW, 1984; CHEARI et al., 2014; VILLAS BOAS et al., 2017). O sintoma típico provocado pela colonização direta das raízes tuberosas por *Fusarium* é a podridão de consistência seca (OLIVEIRA et al., 2013). Fontes de resistência genética a *Fusarium* sp. tem sido encontradas em genótipos brasileiros adaptados a outras regiões do Brasil (OLIVEIRA et al., 2013).

Recebido em 1/7/2019. Aprovado para publicação em 11/11/2019.

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Estação Experimental de Urussanga (EEUr), C.P. 49, 88840-000 Urussanga, SC, fone (48) 3403-1368, e-mail: maurojunior@epagri.sc.gov.br; eduardon@epagri.sc.gov.br; alexsandermoreto@epagri.sc.gov.br

Estudante de Graduação, Instituto Federal Catarinense, Campus Santa Rosa do Sul, 88965-000, Santa Rosa do Sul, Santa Catarina, Brasil, e-mail: jefersonzaia10@hotmail.com

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri / Departamento de Marketing e Comunicação, 88840-000 Florianópolis, SC, fone (48) 3665-5175, e-mail: lamperuch@hotmail.com

Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri / EEUr, e-mail: pola@epagri.sc.gov.br

Levando-se em consideração a elevada produção de mandioca no estado de Santa Catarina, a disponibilidade de cultivares altamente produtivos da cultura e a elevada incidência da doença nas regiões produtoras, torna-se indispensável a caracterização de cultivares de mandioca visando à identificação de material resistente à *Fusarium* spp., evitando, assim, perdas de produção devido ao ataque do fungo.

Por esse motivo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar cultivares/ clones avançados provenientes do programa de melhoramento genético da mandioca da Epagri quanto à resistência à podridão seca causada por *F. solani*.

## Material e métodos

### Identificação dos isolados de *Fusarium*

Um levantamento de espécies de *Fusarium* em áreas comerciais de mandioca, na Região Sul de Santa Catarina, foi realizado com o objetivo de verificar a distribuição de *Fusarium* spp. na região.

Oito propriedades cujo produto final se destina a atender a indústria ou a mesa foram amostradas nos seguintes municípios: Sangão (28° 38' 16"S; 49° 07' 45"O), São João do Sul (29° 13' 24"S; 49° 56' 18"O), Jaguaruna (28° 36' 54"S; 49° 01' 32"O), Sombrio (29° 06' 14"S; 49° 37' 44"O) e Araranguá (28° 56' 06"S; 49° 29' 09"O). As amostras de raízes foram retiradas de plantas sintomáticas aleatoriamente na área ou dentro de reboleiras. Posteriormente, essas amostras foram levadas ao laboratório, onde se realizou o procedimento para isolamento de fungos em meio de cultura ágar-água. Os isolados foram subcultivados em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) e por meio de repicagens sucessivas foram mantidos no Laboratório de Fitopatologia da Estação Experimental de Urussanga.

A identificação morfológica dos isolados foi baseada na forma e no tamanho dos esporos (macro e microconídios), do corpo de frutificação assexual (conidióforo), e na coloração e pigmentação da colônia. A largura e o comprimen-

to de 50 macro e microconídios, escolhidos ao acaso, foram mensurados e identificados de acordo com a descrição de espécies de *Fusarium* (BURGESS et al., 1994), a qual permitiu somente a delimitação de putativos complexos de espécies do fungo.

### Testes de Resistência

Quatro isolados pertencentes ao putativo Complexo de Espécies *F. solani* (FSSC – *Fusarium solani* Species Complex) foram selecionados e utilizados em mistura em quatro experimentos de resistência de genótipos em discos de raízes de mandioca provenientes do programa de melhoramento genético da Epagri. Foi incluída também a etnovarietade 'Mandim Branca', que é muito plantada no Litoral Sul de Santa Catarina (Tabela 1).

Por ocasião da inoculação, os isolados de *F. solani* foram repicados para meio de cultura BDA e mantidos em

sala de crescimento à 28°C por 7-9 dias. Após esse período, adicionou-se água ultrapura (miliQ®) autoclavada sobre a placa e promoveu-se a raspagem do meio de cultura para liberação dos esporos do fungo (micro e macroconídios). Em seguida, a suspensão de esporos foi filtrada em uma camada dupla de gaze, localizada sobre um funil acoplado em uma proveta. O volume da suspensão resultante foi medido e a contagem dos esporos foi realizada em microscópio ótico (Objetiva de 10x) utilizando-se um hemocitômetro (Câmara de Neubauer). A concentração da suspensão esporos foi padronizada, por meio de diluição em 1,5 x 10<sup>7</sup> conídios mL<sup>-1</sup>.

Discos de raízes de cada genótipo com 3cm de altura foram lavados, desinfestados com solução de NaOCl 0,5% e secos sobre papel de filtro esterilizado. Esses discos foram inoculados com a suspensão de esporos em um fermento com diâmetro de 0,6cm produzido na região central do mesmo. No tratamen-

Tabela 1. Lista de genótipos utilizados por experimento (Exp.)  
Table 1. List of genotypes used per experiment (Exp.)

Genótipo	Discos de Raízes				Manivas
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5 e Exp.6
Clone Avançado		SC12-5035			
		SC09-2165			
		SC10-3077			
		SC10-3094	SC08-1037	SC12-5035	SC08-1037
	SC12-5029	SC08-1054	SC12-5035	SC12-5029	SC12-5029
	SC11-2349	SC08-1049	SC12-5029	SC13-6165	SC12-5035
		SC09-2246		SC08-1037	
		SC09-2218			
		SC08-1037			
	Cultivar	'Sambaqui'		'Sambaqui'	'Sambaqui'
'Luna'			'Luna'	'Luna'	'Sambaqui'
'Guapo'			'Guapo'	'Guapo'	'Luna'
'Ajubá'		-	'Jaguaruna'	'Jaguaruna'	'Guapo'
'Uirapuru'			'Ajubá'	'Ajubá'	'Ajubá'
'Sempre Pronto'			'Sangão'	'Sangão'	'Uirapuru'
Etnovarietade	-	Mandim Branca	-	-	-

to controle aplicou-se somente água ultrapura esterilizada. As unidades experimentais foram colocadas em bandejas de plástico, cobertas com filme PVC e mantidas à uma temperatura de 26°C.

Os sintomas localizados a 2mm abaixo da superfície foram medidos aos dez dias após a inoculação (DAI). A área lesionada (cm<sup>2</sup>) foi obtida por meio do *software* ImageTool (University of Texas Health Science Center, San Antonio, TX, USA) (OLIVEIRA et al., 2013), sendo a severidade da doença expressa em porcentagem da área total dos discos de raízes.

O delineamento experimental utilizado para todos os experimentos foi o inteiramente casualizado com seis repetições. As médias de severidade da doença nos genótipos inoculados foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

### Experimentos com manivas

Os genótipos considerados mais promissores nos testes de resistência foram selecionados e utilizados em dois experimentos de inoculação de manivas em casa de vegetação (Tabela 1).

Manivas com 20cm de comprimento,

diâmetro medular de no máximo 50% do diâmetro total da estaca e quatro gemas foram pré-selecionadas a partir de plantas assintomáticas com 8-10 meses de idade e submetidas a desinfestação superficial com hipoclorito a 0,5% por 3 minutos. Após a desinfestação o material foi imerso em uma suspensão contendo 1,5 x 10<sup>7</sup> conídios mL<sup>-1</sup> por uma hora. Em seguida, as manivas foram plantadas em sacos plásticos, contendo solo esterilizado, de acordo com a metodologia descrita por Santiago et al. (2018). Manivas testemunhas foram imersas em água ultrapura.

As variáveis avaliadas foram o número de manivas-semente brotadas, incidência de murcha a cada 7 dias, massa fresca de raízes de absorção (g) (MFR) e de parte aérea (g) (MFPA) aos 45 DAI.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (8 x 2 x 10): oito genótipos, dois procedimentos de inoculação (inoculado/não inoculado) e dez repetições. As médias de MFR e MFPA de cada tratamento inoculado, em cada experimento e de forma conjunta de ambos experimentos foram submetidas a análise de variância e agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. A comparação de médias de MFR e MFPA

entre um mesmo genótipo inoculado e não inoculado foi feita pelo Teste t a 5% de significância.

Análise de correlação de Pearson foi realizada entre área lesionada dos discos de raízes (%) e as variáveis MFR e MFPA do experimento com manivas.

## Resultados e discussão

### Identificação dos isolados de *Fusarium*

De acordo com as características culturais e morfológicas, em todos os cinco municípios amostrados, foram identificados isolados putativos de FSSC (VILAS BOAS et al. 2017; O'DONNELL et al., 2013). No município de São João do Sul também foi identificado um isolado putativo de FOSC (VILAS BOAS et al. 2017; O'DONNELL et al., 2013). Os isolados putativos de FSSC caracterizaram-se por apresentar micélio cotonoso de coloração branca (superfície superior da colônia), pigmentação branca amarelada à branca amarronzada (superfície inferior da colônia) em meio de cultura BDA, macro e microconídios, monofilídes longas e não ramificadas. Já o isolado putativo de FOSC caracterizou-se por apresentar micélio cotonoso de coloração branca-violeta e pigmentação

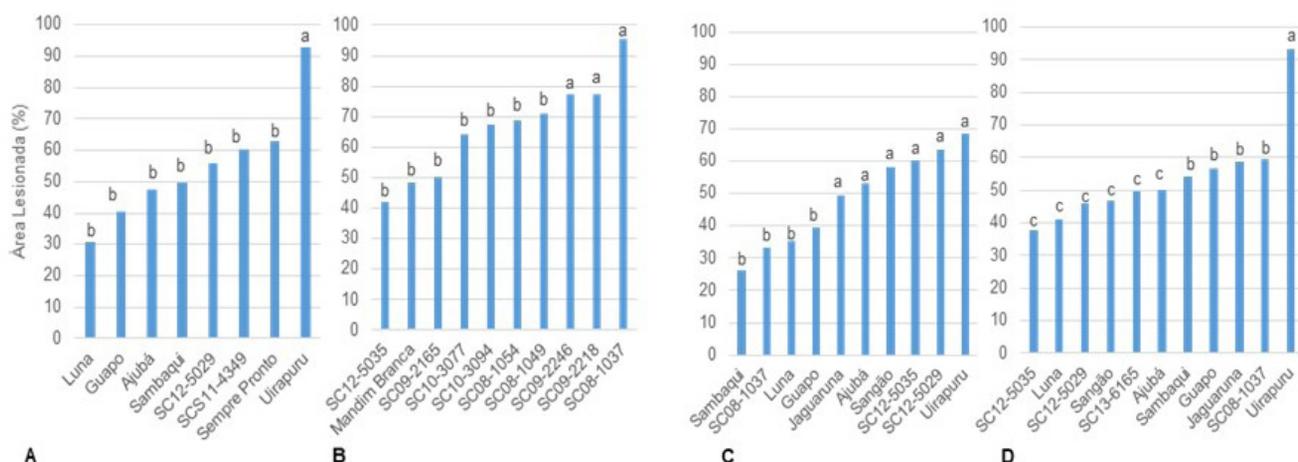


Figura 1. Severidade da área radicular interna afetada (em porcentagem) de *F. solani* em discos de raízes de mandioca. A - Experimento 1. B - Experimento 2. C - Experimento 3. D - Experimento 4. (Colunas seguidas por letras minúsculas iguais pertencem ao mesmo grupo de genótipos de acordo com o Teste de Scott-Knott à 5% de significância)

Figure 1. Severity of the inside root area affected of *F. solani* in root discs of cassava. A - Experiment 1. B - Experiment 2. C - Experiment 3. D - Experiment 4. (Columns followed by the same lowercase letters belong to the same group of genotypes according Scott-Knott Test 5% of significance)

violeta em meio de cultura BDA, monofálides curtas com microconídios em falsa-cabeça (SUMMERELL et al., 2003).

Os microconídios de FSSC variaram de ovais à elipsoides, retos à curvados, apresentaram de 0 a 1 septo e mediram de 4-30µm de comprimento e 2-7µm de largura. Os macroconídios foram escassos em meio de cultura BDA, fusoides, apresentaram de 2 a 3 septos; a célula apical mostrou-se pequena, arredondada e às vezes em forma de gancho; e células basais dentadas (BURGESS et al., 1994).

Os microconídios de FOSC foram produzidos abundantemente em monofálides curtas em falsa-cabeças, não septados, variaram de ovais a elipsoides, retos a curvados, e mediram de 6-19µm de comprimento e de 2-4µm de largura (MUI-YUN, 2003; BURGESS et al., 1994). Clamidósporos não foram observados em FSSC nem em FOSC.

## Testes de resistência

Levando-se em consideração todos os experimentos de avaliação de resistência em discos de raízes, foi observado que o cultivar Luna não apresentou variação de comportamento, sendo sempre agrupado como resistente. Os clones avançados SC12-5035 e SC12-5029 apresentaram comportamento variado, ora comportando-se como resistentes, ora como suscetíveis (Figura 1).

Uma hipótese a ser levantada em face do comportamento instável desses clones é o fato de haver alguma diferença no nível nutricional dos dois clones por ocasião da produção das raízes. Tanto os macros como os micronutrientes influenciam na síntese de metabólitos de secundários, como as fitoalexinas e os glicosídeos cianogênicos, que possuem efeito na resistência de plantas a doenças. Além disso, quando a planta está em desequilíbrio nutricional o acú-

mulo de substâncias orgânicas de baixo peso molecular favorece o desenvolvimento de patógenos (MARSCHNER, 1995; YAMADA, 2004).

## Experimentos com manivas

O número de manivas-semente brotadas foi de 100% aos 7 DAI e plantas com sintoma de murcha não foram observadas durante o período experimental nos experimentos 5 e 6. Tais resultados diferem dos de Santiago et al. (2018), cujos cultivares testados, Fécula Branca e Olho Junto, apresentaram sintomas de murcha e amarelecimento, chegando à morte aos 60 DAI.

No experimento 5 os genótipos SC12-5035, SC12-5029 e 'Luna' foram os que apresentaram os maiores valores de MFR quando inoculados com *F. solani*. No entanto, o cultivar Luna foi o que mais sofreu redução da variável, em comparação com a testemunha não▶

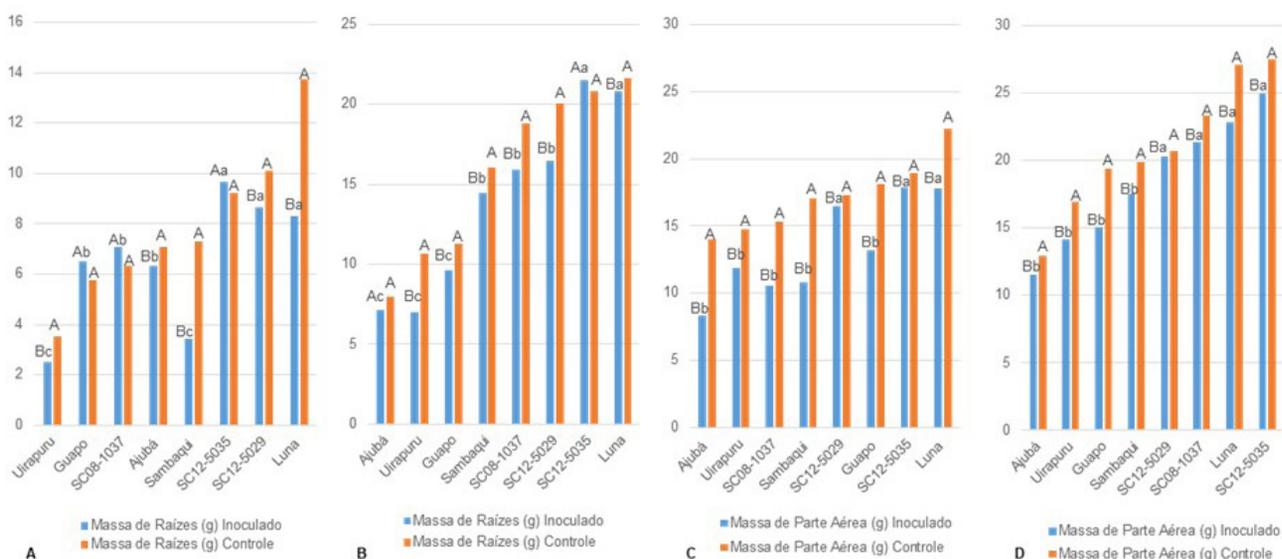


Figura 2. Massa de raízes de genótipos inoculados e não inoculados com *F. solani*. A - Massa de raízes (Experimento 5). B - Massa de raízes (Experimento 6). C - Massa de parte aérea (Experimento 5). D - Massa de parte aérea (Experimento 6). (Colunas seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem entre o mesmo genótipo inoculado e não inoculado de acordo com o Teste t a 5% de significância; Colunas seguidas por letras minúsculas iguais pertencem ao mesmo grupo de genótipos inoculados de acordo com o Teste de Scott-Knot a 5% de significância)

Figure 2. Root weight of cassava genotypes inoculated and non-inoculated with *F. solani*. A - Experiment 5. B - Experiment 6. (Columns followed by the same uppercase letters are not different between the same genotype inoculated and non-inoculated according to t Test 5% of significance; Columns followed by the same lowercase letters belong to the same group of genotypes according Scott-Knot Test 5% of significance)

inoculada. No experimento 6 não houve diferença significativa de MFR entre os genótipos SC12-5035 e 'Ajubá' e os seus respectivos controles não inoculados. Quando os genótipos inoculados foram comparados entre si, novamente SC12-5035 e 'Luna' se destacaram, apresentando os maiores valores de MFR (Figura 2).

Levando-se em consideração a variável MFPA, no experimento 5, todos os genótipos sofreram redução significativa quando comparados com as suas respectivas testemunhas não inoculadas. Quando os genótipos inoculados foram comparados entre si, 'Luna', SC12-5035 e SC12-5029 apresentaram os maiores valores de MFPA, diferindo estatisticamente dos demais. No experimento 6, todos os genótipos diferiram estatisticamente da testemunha não inoculada quanto à MFPA. Os genótipos SC12-5029, SC08-1037, 'Luna' e SC12-5035 apresentaram os maiores valores de MFPA, diferindo estatisticamente dos demais, quando os genótipos inoculados foram comparados entre si (Figura 2). Experimento semelhante realizado por Santiago et al. (2018) mostrou redução significativa de massa de parte aérea, massa de raízes e volume de raízes dos cultivares Fécula Branca e Olho Junto inoculados em relação aos não inoculados com *F. solani*.

A análise estatística conjunta dos experimentos 5 e 6 mostrou que os genótipos 'Luna' e SC12-5035 agruparam-se como os melhores genótipos com relação à MFR e MFPA. O genótipo SC12-5029 agrupou-se junto aos melhores genótipos apenas quanto à MFPA (Figura 3).

De acordo com os resultados desses experimentos nota-se que os genótipos 'Luna' e SC12-5035 se destacaram quanto à MFR e MFPA em todos os casos. O clone avançado SC12-5029 também se destacou, exceto quando foi avaliada a MFR no experimento 6.

Vilas Boas et al. (2017) assinalaram a necessidade de avaliação de genótipos de mandioca quanto a diferentes espécies causadoras de podridão de forma individual, pois o comportamento dos patógenos no campo pode variar de

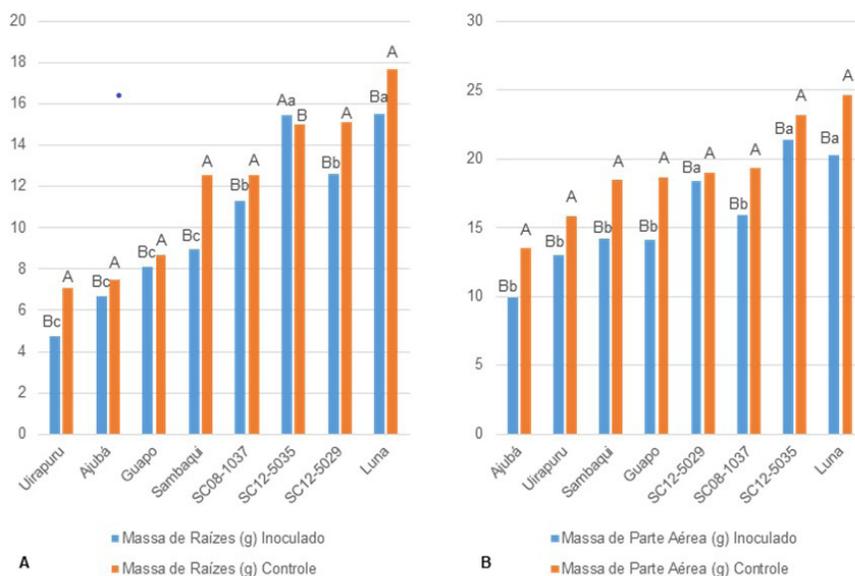


Figura 3. Massa de raízes (A) e massa de parte aérea (B) de genótipos inoculados e não inoculados com *F. solani* (Análise conjunta dos Experimentos 5 e 6). (Colunas seguidas por letras maiúsculas iguais não diferem entre o mesmo genótipo inoculado e não inoculado de acordo com o Teste t a 5% de significância; Colunas seguidas por letras minúsculas iguais pertencem ao mesmo grupo de genótipos inoculados de acordo com o Teste de Scott-Knot a 5% de significância)

Figure 3. Root weight (A) and Mass of aerial part (B) of cassava genotypes inoculated and non-inoculated with *F. solani* (Simultaneous analysis of Experiments 5 and 6). (Columns followed by the same uppercase letters are not different between the same genotype inoculated and non-inoculated according to t Test 5% of significance; Columns followed by the same lowercase letters belong to the same group of genotypes according Scott-Knot Test 5% of significance)

acordo com a localidade. A dificuldade de aplicação do controle químico de patógenos radiculares leva à necessidade de adoção de medidas de controle integradas como a rotação de culturas, o plantio direto e o uso de cultivares resistentes. Dessa maneira, os genótipos que apresentaram menor severidade

da podridão seca neste trabalho, como os cultivares Luna (Experimentos 1, 3 e 4) e os clones avançados SC12-5035 (Experimentos 2 e 4) e SC12-5029 (Experimentos 1 e 4) podem ser utilizados no manejo integrado dessa doença da mandioca.

Oliveira et al. (2013) observaram

Tabela 2. Correlação de Pearson entre área lesionada dos discos de raízes (AL), massa fresca de parte aérea (MFPA) e massa fresca de raízes (MFR)

Table 2. Pearson's correlation between lesioned area (AL), top fresh weight (MFPA) and root fresh weight (MFR)

Variáveis	AL	MFPA	MFR
AL	1.00000000	-0.2195273 <sup>ns1</sup>	-0.2737807 <sup>ns2</sup>
MFPA	-0.2195273 <sup>ns1</sup>	1.00000000	0.9043579
MFR	-0.2737807 <sup>ns2</sup>	0.9043579	1.00000000

<sup>1</sup>Correlação entre área lesionada e massa fresca de parte aérea: gl = 46, p-value = 0.1338

<sup>2</sup>Correlação entre área lesionada e massa fresca de raízes: gl = 46, p-value = 0.05971

NS: Não significativo a 5% de probabilidade.

que nenhum dos acessos de germoplasma testados apresentou resistência completa. Vilas Boas et al. (2016) testaram a severidade de *Fusarium* spp. em 697 acessos de mandioca e também observaram ausência de resistência completa, sugerindo que a herança de resistência seja quantitativa. De acordo com Onyeka et al. (2005), a identificação de genótipos resistentes pode ser feita pela inoculação de ramas, fatias de raízes ou raízes inteiras, tal qual foi aplicado no presente trabalho. Vale lembrar que é provável que os diferentes tecidos tenham mecanismos distintos na resistência à podridão por *Fusarium* (SANTIAGO et al., 2018). Ao se fazer o teste de correlação de Pearson (Tabela 2), observou-se uma correlação negativa entre a área lesionada dos discos de raízes e MFR/MFPA, entretanto esta correlação foi baixa e não significativa. Isso indica uma possível diferença de resistência entre tecidos das raízes de absorção e as raízes de acúmulo de substâncias de reserva.

Por este motivo é importante continuar estudando os mecanismos de resistência à doença e efetuar o *screening* de novos cultivares a fim de disponibilizar material resistente aos produtores.

## Conclusão

O cultivar Luna foi o mais resistente à podridão seca dentre os genótipos do programa de melhoramento genético da Epagri avaliados e tem potencial para ser utilizado em áreas infestadas por *F. solani*.

Os clones avançados SC12-5029 e SC12-5035 são promissores para uso no manejo da doença nessas áreas.

## Agradecimentos

Os autores agradecem os extensionistas rurais da Epagri Diego Adílio da Silva, Emerson Evald, Homero Rock Bosch Júnior, Natalício Marcon Nandi e Sandoval Miguel Ferreira; e o extensionista da Prefeitura Municipal de Sangão, Marco Remor pelo apoio na condução aos locais de coleta de amostras de raízes doentes.

## Referências

ADISA, V.A. Surface mycoflora of *Manihot esculenta* and *M. utilisissima* tubers in Nigeria. **Indian Phytopathology**, Nova Déli, v.36, p.533-538, 1983.

BANDYOPADHYAY, R.; MWANGI, M.; AIGBE, S. O.; LESLIE, J. F. *Fusarium* species from the cassava root rot complex in West Africa. **Phytopathology**, St. Paul, v.96, n.6, p.673-676, 2006.

BURGESS, L.W.; SUMMERELL, B.A.; BULLOCK, S.; GOTT, K.P.; BACKHOUSE, D. **Laboratory manual for *Fusarium* research. *Fusarium* Research Laboratory**. 3 ed. Sidney: Department of Crop Sciences, University of Sidney, 1994. 132p.

CHEARI, K.; SALLEH, B.; ZAKARIA, L. *Fusarium virguliforme*, a soybean sudden death syndrome fungus in Malaysian soil. **Australian Plant Disease Notes**, v.9, p.1-7, 2014

EMBRAPA. Cultivo da mandioca para a região do cerrado. **Sistemas de Produção**. Jan. 2003. Disponível em: [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_cerrados/doencas.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/doencas.htm). Acesso em: 22 mar. 2017.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MUI-YUN, W. (2003) *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder and H.N. Hans. PP728 Soilborne Plant Pathogen Class Project. NC State University. Disponível em: [https://projects.ncsu.edu/cals/course/pp728/Fusarium/Fusarium\\_oxysporum.htm](https://projects.ncsu.edu/cals/course/pp728/Fusarium/Fusarium_oxysporum.htm). Acesso em: 21 fev. 2018.

O'DONNELL, K.; ROONEY, A.P.; PROCTOR, R.H.; BROWN, D.W.; McCORMICK, S.P.; WARD, T.J.; FRANDSEN, R.J.N.; LYSOE, E.; REHNER, S.A.; AOKI, T.; ROBERT, V.A.R.G.; CROUS, P.W.; GROENEWALD, J.Z.; KANG, S.; GEISER, D.M. Phylogenetic analyses of RPB1 and RPB2 support a middle Cretaceous origin for a clade comprising all agriculturally and medically important fusaria. **Fungal Genetics and Biology**, v.52, p.20-31, 2013.

OLIVEIRA, E.J.; HOHENFELD, C.S.; SANTOS, V.S.; HADDAD, F. Resistance to *Fusarium* dry

root rot disease in cassava accessions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.10, p.1414-1417, 2013.

ONYEKA, T.J.; DIXON, A.G.O.; EKPO, E.J.A. Assessment of laboratory methods for evaluating cassava genotypes for resistance to root rot disease. **Mycopathologia**, v.159, p.461, 2005. DOI:<http://dx.doi.org/10.1007/s11046-004-6156-z>.

POLTRONIERI, L.S.; TRINDADE, D.R.; ALBUQUERQUE, F.C.; DUARTE, M.L.R.; CARDOSO, S.S. Incidência de *Fusarium solani* em mandioca no estado do Pará. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, n.5, p.544, 2002.

SANTIAGO, C.H.; SANTANA, M.P.; CAIRO JUNIOR, L.R.; OLIVEIRA, S.A.S.; OLIVEIRA, E.J. Methodologies for selecting cassava with resistance to dry and black root rot under controlled conditions. **Bragantia**, v.77, n.3, p.440-451, 2018.

SHAW, D.E. Microorganisms in Papua New Guinea. **Research Bulletin of the Department of Primary Industries Port Moresby**, v.3, p.1-344, 1984.

SUMMERELL, B.A.; SALLEH, B.; LESLIE, J.F. A utilitarian approach to *Fusarium* identification. **Plant Disease**, St. Paul, v.87, n.2, p.117-128, 2003.

VILAS BOAS, S.A.; HOHENFELD, C.S.; de OLIVEIRA, S.A.S.; SANTOS, V.S.; OLIVEIRA, E.J. Sources of resistance to cassava root rot caused by *Fusarium* spp.: a genotypic approach. **Euphytica**, Dordrecht, v. 209, p. 209-237, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10681-016-1676-4>

VILAS BOAS, S.A.; OLIVEIRA, S.A.S.; BRAGANÇA, C.A.D.; RAMOS, J.B.; OLIVEIRA, E.J. Survey of fungi associated with cassava root rot from different producing regions in Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.74, n.1, p.60-67, 2017.

YAMADA, T. Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura? **Informações Agronômicas**, n°108, p.1-7, 2004. Disponível em: [https://www.npct.com.br/publication/ia-brasil.nsf/44F05CF57F94E09483257AA200597351/\\$File/Page1-7-108.pdf](https://www.npct.com.br/publication/ia-brasil.nsf/44F05CF57F94E09483257AA200597351/$File/Page1-7-108.pdf) Acesso em: 06 ago. 2019. ■

# Avaliação econômica por projeção financeira de um adensamento de erva-mate

Eraldo Antonio Bonfatti Júnior<sup>1</sup>, Elaine Cristina Lengowski<sup>2</sup>, Pablo Machado<sup>3</sup> e Kauana Melissa Cunha Dickow<sup>4</sup>

**Resumo** – A exploração de erva-mate é uma das atividades agrícolas mais antigas na região do Planalto Norte Catarinense. Além do vínculo cultural, representa fonte de renda e empregabilidade para os agricultores. O presente trabalho destina-se ao estudo da avaliação econômica de um adensamento aleatório de erva-mate em um plantio nativo. A produtividade do erval foi estimada em três sistemas de colheita: em sistema anual, em sistema bienal (Bienal 1) e em sistema intercalado, onde cada metade do erval é colhida a cada dois anos intercalados (Bienal 2). Para cada sistema de colheita foram calculados o *payback*, a razão receitas/custos, o custo médio de produção, o valor presente líquido (VPL), o valor anual equivalente (VAE), o valor presente líquido infinito (VPL $\infty$ ) e a taxa interna de retorno (TIR). Após processados todos os dados, o sistema anual foi claramente o que apresentou o *payback* mais curto, de 1,66 ano, mostrando que nesse sistema o retorno do investimento inicial será mais rápido, pois evita a perda natural de folhas. O sistema de colheita anual também apresentou melhor VPL e maior TIR, de 76%, demonstrando melhor viabilidade econômica.

**Termos para indexação:** Produtos florestais não madeireiros; *payback*; VPL; TIR.

## Economic evaluation by financial projection of an densification of yerba mate

**Abstract** – The exploitation of yerba mate is one of the oldest agricultural activities in the region of Planalto Norte Catarinense, besides the cultural bond represents a source of income and employability for farmers. The present work is aimed at the study of the economic evaluation of a yerba mate densification. The study herd is a random densification in a native plantation, done with the intention of increasing the productivity. Herb productivity was estimated in three harvesting systems: in an annual system, in a biennial system (Biennial 1) and in an intercalated system, where each half of the herd is harvested every two years intercalated (Biennial 2). For each collection system, the *payback*, the revenue/cost ratio, the average cost of production, the net present value (NPV), equivalent annual value (EAV), infinite net present value (NPV $\infty$ ) and the internal rate of return (IRR) were calculated. After processing all the data, the annual system was clearly the one with the shortest *payback* of 1.66 years showing that in this system the return on the initial investment will be faster, since it avoids the natural loss of leaves. The annual harvest system also presented better NPV and higher 76% IRR, demonstrating better economic viability.

**Index terms:** Non-timber forest products; *payback*; NPV; IRR.

## Introdução

A Floresta Ombrófila Mista possui remanescentes florestais nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais, sendo um dos ecossistemas mais importantes do Brasil (LEITE & KLEIN, 1990). Dentre as espécies florestais presentes na floresta ombrófila mista, destacam-se a *Araucaria angustifolia*, que também dá nome a essa tipologia florestal, e a *Ilex paraguariensis* (CUBAS, 2015) ou, em seu nome popular, erva-mate, que é de

grande importância ambiental e socio-econômica para a Região Sul do Brasil, pois é seu principal produto florestal não madeireiro (FERMINO JÚNIOR & FOCKINK, 2017).

A erva-mate possui importância social e econômica por ser uma cultura explorada predominantemente por pequenos produtores (SIGNOR et al., 2015), além de gerar empregos ao longo de sua cadeia produtiva (BONFATTI JÚNIOR et al., 2018), presente em aproximadamente 180 mil propriedades rurais, com cerca de 600 empresas e 700

mil empregos no Brasil (CHECHI et al., 2017).

A produção de erva-mate brasileira é crescente e vem sendo estimulada pelo bom preço do produto, associado a avanços tecnológicos para a atividade ervateira (JUNKEIRA et al., 2017). A Região Sul é a maior produtora de erva-mate no Brasil. Em primeiro lugar, está o estado do Paraná, seguido pelo estado de Santa Catarina e em último pelo estado do Rio Grande do Sul. Além desses três estados, tem-se no Centro-Oeste o estado do Mato Grosso do Sul (JUNKEI-

Recebido em 25/7/2019. Aceito para publicação em 10/3/2020.

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, Msc., Doutorando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Avenida Prof. Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico, Curitiba, PR 80210-170, Brasil, e-mail: bonfatti.eraldo@gmail.com.

<sup>2</sup> Engenheira Industrial Madeireira, Dra., Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Rua Fernando Corrêa da Costa, 2367, Boa Esperança, Cuiabá, MT 78068-600, Brasil, e-mail: elainelengowski@gmail.com.

<sup>3</sup> Acadêmico de Engenharia Florestal, Universidade do Contestado (UnC), Rua Roberto Ehlke, 86, Centro, Canoinhas, SC CEP 89460-010, Brasil, e-mail: p.pablomachado@gmail.com.

<sup>4</sup> Engenheira Florestal, Dra., Universidade do Contestado (UnC), Rua Roberto Ehlke, 86, Centro, Canoinhas, SC CEP 89460-010, Brasil, e-mail: kauana@unc.br.

RA et al. 2017), que tem uma produção muito pequena em relação aos outros estados e que vem diminuindo a cada ano (WOLF & PEREIRA, 2015).

A análise econômica de um investimento envolve o uso de técnicas e critérios de análise que comparam os custos e as receitas inerentes ao projeto, visando decidir se este deve ou não ser implementado ou até mesmo modificado (REZENDE & OLIVEIRA, 2013). Essas análises devem se basear no fluxo de caixa, quando o empreendimento já foi instalado, ou em projeções financeiras para projetos ainda não executados (SILVA et al., 2005; REZENDE & OLIVEIRA, 2013). Portanto, o estudo de avaliação de investimentos se refere basicamente às decisões de aplicações de capital em projetos que prometem retorno por vários períodos consecutivos (ASSAF NETO, 2016).

A exploração da erva-mate é um meio de se manter os remanescentes de Floresta Ombrófila Mista e garantir renda aos agricultores detentores desses remanescentes. Diante disso o presente estudo teve como objetivo avaliar economicamente três sistemas de colheita distintos de um adensamento de erva-mate.

## Material e métodos

O estudo foi realizado no município de Canoinhas, no estado de Santa Catarina. O talhão estudado está localizado a uma latitude de 26°10'38" S, longitude de 050°23'24" W, altitude de 839 metros acima do nível do mar, e pertence à Fazenda Mendes localizada no bairro rural de Fartura. O erval de estudo se trata de um adensamento realizado em fevereiro de 2017, em um fragmento florestal nativo com área de 20,57ha, feito com o intuito de aumentar a produtividade da área. Nesse erval não foi feita nenhuma prática silvicultural, portanto não houve práticas de conservação do solo, adubação ou controle de pragas. Tal ausência de um manejo adequado, apesar de não recomendada, é muito comum entre pequenos produtores.

O adensamento foi feito de forma aleatória, buscando-se eliminar as clareiras da espécie, não tendo controle de quantas mudas foram plantadas e, tão

pouco, a densidade de todas as árvores, plantadas e nativas. Portanto, para eliminar essa ausência de informação, foi realizado inventário florestal para determinar o número médio de árvores de erva-mate por hectare, utilizando como método de amostragem parcela quadrada de 20x20m (400m<sup>2</sup>), em processo de amostragem aleatório e com erro máximo admissível de 10% e nível de probabilidade fixado em 95%.

Para realizar as estimativas de produção do erval os cálculos foram realizados utilizando o desempenho de produtividade descrito por EMBRAPA (1997), que preconiza que a produção inicia no primeiro ano após a implantação do empreendimento e aumenta até o oitavo ano, quando alcança a média de 6,3kg por árvore, que se mantém até por volta de 22 anos. A Figura 1 mostra a taxa de produtividade de uma árvore de erva-mate ao longo do tempo.

A produtividade do erval foi estimada em três possibilidades distintas de sistemas de colheita: o primeiro em que a partir do primeiro ano há colheita anualmente (ANUAL); um em que a partir do segundo ano a colheita é feita bianualmente (BIENAL 1); e um terceiro que contempla, a partir do primeiro ano, colheita bianal das metades do erval em anos separados, logo cada metade é colhida a cada dois anos (BIENAL 2).

A produção do erval por hectare foi

obtida através do produto do número de árvores por hectare, resultado do inventário florestal, com a estimativa da produção por árvore de EMBRAPA (1997). Estima-se que, quando a colheita não acontece anualmente, cerca de um quarto das folhas da árvore é perdido devido a atividade fisiológica vegetal, fatores sanitários ou manejo inadequado do erval (CARPANEZZI et al., 1983; RAKOCEVIC et al., 2006). Essa porcentagem foi descontada no cálculo da produtividade dos sistemas bienais.

O primeiro passo para avaliar economicamente o empreendimento foi buscar todos os custos junto aos responsáveis pelo adensamento. Foi considerado o custo de aquisição das mudas, limpeza da área para o plantio e custos de mão de obra.

Para cada sistema de colheita foram calculados o *payback*, a razão receitas/custos, o custo médio de produção, o Valor Presente Líquido (VPL), o valor anual equivalente (VAE), o valor presente líquido infinito (VPL<sup>∞</sup>) e a Taxa Interna de Retorno. O preço de venda considerado nesse trabalho para a projeção financeira foi o praticado no município de Canoinhas em 2018, onde foi pago pelo quilograma de erva-mate entregue na fábrica o valor de R\$1,00.

O *payback*, ou tempo de retorno do capital, se destaca por sua simplicidade e ampla utilidade econômica (AS-▶

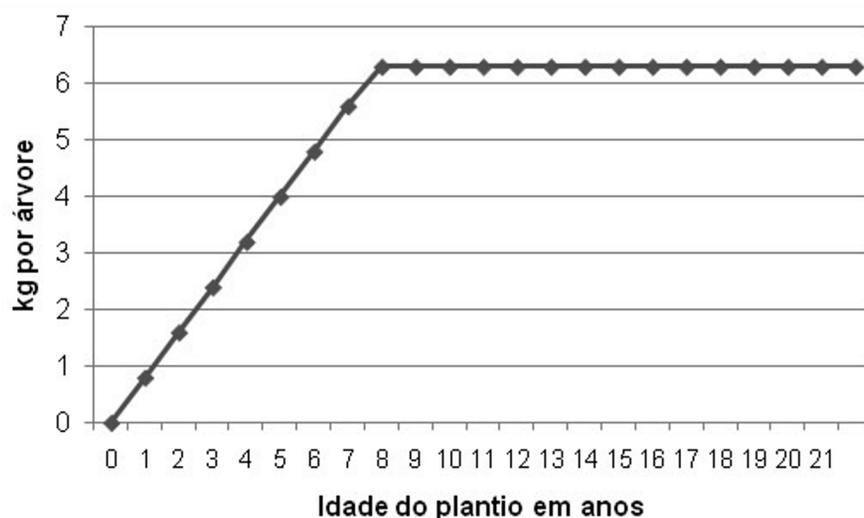


Figura 1 - Produtividade de uma árvore de erva-mate ao longo do tempo. Fonte: EMBRAPA (1997)

Figure 1 - Yerba mate tree productivity over time. Source: EMBRAPA (1997)

SAF NETO, 2016) e consiste em verificar qual projeto apresenta menor tempo de retorno de capital, ou seja, o tempo necessário para que o somatório das receitas iguale ao somatório dos custos. O *payback* é a razão do capital inicial investido pelo resultado médio do fluxo de caixa (REZENDE & OLIVEIRA, 2013).

Para realização da razão receita/custos foi dividido o somatório nominal das receitas que ocorrem durante a vida útil do projeto pelo somatório nominal dos custos. Dessa forma, quanto maior o valor da razão, mais interessante será a opção de investimento e, logicamente, razões menores que um são consideradas inviáveis economicamente (REZENDE & OLIVEIRA, 2013).

O custo médio de produção faz referência ao custo de produção de cada unidade padrão produzida, sendo encontrado o cociente do somatório dos custos totais obtidos ao final do projeto pela produção total ao final do projeto (PASA et al., 2017). É melhor economicamente o investimento que apresentar o menor custo médio de produção (REZENDE & OLIVEIRA, 2013).

Na elaboração ou avaliação de um investimento é necessária a definição da taxa de retorno exigida (ASSAF NETO, 2016). Para o referido trabalho foram utilizadas como taxas de descontos anuais de 2,5%, 6%, 7%, 8% e 10%, sendo a primeira referente ao Pronaf Florestal (BANCO DO BRASIL, 2018).

O VPL consiste em trazer para a data zero, que é a data presente, todos os fluxos de caixa de um investimento e somá-los ao valor inicial, ou seja, todo o gasto que foi realizado para dar início ao projeto. O VPL é definido pelo valor atual dos benefícios menos o valor atual das despesas (SILVA et al., 2005; REZENDE & OLIVEIRA, 2013). A Equação 1, a seguir, representa o cálculo do VPL:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (\text{Equação 1})$$

Equação 1: VPL: valor presente líquido; Rj: valor atual das receitas; Cj: valor atual dos custos; i: taxa mínima de atratividade; j: período em que as receitas ou custos ocorrem; e n: número máximo de períodos.

No método do valor presente líquido, a taxa de atratividade é o percentual de desconto dos fluxos de caixa. Quando o valor presente das entradas

menos o das saídas de caixa é positivo, há indicação técnica de aceitação do investimento. Em caso contrário, o investimento deve ser rejeitado (ASSAF NETO, 2016).

O Valor Anual Equivalente (VAE) é a parcela periódica relacionada ao pagamento de uma quantia igual ao VPL da opção de investimento em análise ao longo de sua vida útil (SILVA & FONTES, 2005; PASA et al., 2017). De acordo com Silva e Fontes (2005), o VAE transforma o valor atual do projeto, ou seja, o VPL, em fluxo de receitas ou custos periódicos e contínuos, equivalentes ao valor atual, durante a vida útil do projeto.

A Equação 2 abaixo apresenta o cálculo do VAE:

$$VAE = \frac{VPL(1+i)^t - 1}{1 - (1+i)^{-tn}} \quad (\text{Equação 2})$$

Equação 2: VAE: valor anual equivalente; VPL: valor presente líquido; i: taxa mínima de atratividade; t: número de períodos de capitalização; e n: número máximo de períodos.

O projeto será considerado economicamente viável se apresentar VAE positivo, indicando que os benefícios periódicos são maiores que os custos periódicos. Quanto à seleção de opções, deve ser escolhida a que apresentar maior VAE para determinada taxa de desconto (REZENDE & OLIVEIRA, 2013).

O Valor Presente Líquido Infinito (VPL $\infty$ ) considera a replicação de um projeto em um horizonte infinito (SILVA; FONTES, 2005).

A Equação 3, a seguir, apresenta o cálculo do VPL $\infty$ :

$$VPL \infty = \frac{VPL(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} \quad (\text{Equação 3})$$

Equação 3: VPL $\infty$ : valor presente líquido infinito; VPL: valor presente líquido; i: taxa mínima de atratividade; t: número de períodos de capitalização; e n: número máximo de períodos.

À semelhança do VPL, o projeto que apresenta o VPL $\infty$  positivo é economicamente viável, sendo considerado o melhor aquele que apresentar maior VPL $\infty$  (SILVA & FONTES, 2005).

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto, constituindo uma medida relativa que reflete o aumento no valor do investimento ao longo do tempo com base nos recursos

requeridos para produzir o fluxo de receitas. O projeto será financeiramente viável quando a TIR for maior que a taxa mínima de atratividade (REZENDE & OLIVEIRA, 2013). Devido a sua simplicidade e aplicabilidade, a TIR talvez seja a técnica mais utilizada para avaliação sobre alternativas de investimento (ASSAF NETO, 2016).

A Equação 4 representa o cálculo da TIR:

$$\sum_{j=0}^n R_j(1+TIR)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+TIR)^{-j} = 0 \quad (\text{Equação 4})$$

Equação 1: TIR: taxa interna de retorno; Rj: valor atual das receitas; Cj: valor atual dos custos; j: período em que as receitas ou custos ocorrem e n: número máximo de períodos.

## Resultados e discussão

O inventário florestal com 33 parcelas amostradas, intensidade amostral de 6,41%, mostrou erro relativo de  $\pm 9,84\%$ , ou seja, abaixo do erro máximo admissível previamente estipulado de 10%. O valor médio de árvores por parcela encontrado  $\bar{x}$  de 72 árvores (IC = [64,72 árvores  $\leq \bar{x} \leq$  78,85 árvores] =95%), expandindo-se esse valor, tem-se densidade média de 1798 árvores de erva-mate por hectare.

A Tabela 1 mostra os resultados da estimativa da produtividade considerando a densidade de árvores por hectare encontrada pelo inventário florestal definitivo e a produtividade por árvore de acordo com Embrapa (1997) para os três sistemas de colheita avaliados, sendo descontado 25% nos sistemas bienais de colheita.

Pode-se observar que o desconto oriundo da queda natural das folhas causou considerável redução da produtividade nos sistemas bienais de colheitas.

A Tabela 2 mostra os custos envolvidos no investimento, considerando o custo de implantação, R\$3327,01 por hectare, e os custos de colheita.

A Tabela 3 mostra o fluxo de caixa de cada sistema de colheita em um hectare de adensamento.

A Tabela 4 mostra os valores do *payback*, em anos, da razão receita custo e do custo médio de produção de um quilograma de erva-mate nos três sistemas

Tabela 1. Estimativa de produção ao longo do tempo de acordo com o sistema de colheita  
 Table 1. Estimated production over time according to the harvesting system

Anos	kg·ano <sup>-1</sup>		
	Anual	Bienal 1	Bienal 2
0	0	0	0
1	1438	0	719
2	2877	3236	1079
3	4315	0	1618
4	5754	7552	2158
5	7192	0	2697
6	8630	11867	3236
7	10069	0	3776
8	11327	16047	4248
9	11327	0	4248
10	11327	16991	4248
11	11327	0	4248
12	11327	16991	4248
13	11327	0	4248
14	11327	16991	4248
15	11327	0	4248
16	11327	16991	4248
17	11327	0	4248
18	11327	16991	4248
19	11327	0	4248
20	11327	16991	4248
21	11327	0	4248
22	11327	16991	9911
Total	210186	157640	84663

Tabela 2. Custo envolvidos no adensamento de erva-mate  
 Table 2. Cost involved in the density of yerba mate

Ano	Atividade	Valor
0	Aquisição das mudas	R\$2916,87/ha
0	Preparo do solo para plantio	R\$410,14/ha
Anos de colheita	Roçada pré-colheita	R\$170,60/ha
Anos de colheita	Custo da colheita	R\$0,18 /kg

de colheita.

O sistema de colheita anual foi claramente o que apresentou *payback* mais curto, mostrando que nesse sistema o investimento inicial retornará mais rapidamente, pois remuneração acontece neste caso antes do que nos outros dois sistemas. Entre o sistema Bienal 1 e Bienal 2 o *payback* acontece por volta de três anos em ambos.

Já, considerando a razão receita/custo, o sistema de colheita mais interessante economicamente é o Bienal 1, que apresentou melhor valor, pois o denominador – neste caso, os custos –, foi menor. Apesar da diferença dos resultados, todos os sistemas de colheitas apresentaram razão receita/custo alta.

Os custos de produção em todos os sistemas foram próximos, sendo a maneira mais barata de se produzir erva-mate oriunda do sistema Bienal 1, seguido pelo sistema Anual e por último o sistema Bienal 2. Pode se explicar esse fato porque no sistema Bienal 1 não há custos de roçada pré-colheita todos os anos.

A Tabela 5 mostra os valores de remuneração do capital investido nos três sistemas de colheita nas diferentes taxas de descontos anuais empregadas.

Tanto o VPL, VAE e VPL<sup>∞</sup> apontaram que em todas as taxas de desconto o sistema de colheita de melhor desempenho foi o Anual. Todos os sistemas de colheita foram sensíveis às taxas, sendo possível verificar quedas nos critérios de avaliação com o aumento destas. Contudo, nenhum cenário apresentou situação inviável economicamente, ou seja, não foram encontrados critérios de avaliações nulos ou negativos. Vale ressaltar a importância de programas de financiamento sociais promovidos pelo governo, uma vez que o presente estudo indica que a taxa de juros aplicada pelo Pronaf Florestal é a que dá condições de melhor rendimento do investimento.

A Tabela 6 mostra a TIR encontrada para os três sistemas de colheitas.

A TIR é uma taxa intrínseca ao projeto e independe da taxa mínima de atratividade, de acordo com Rezende & Oliveira (2013) e pode ser interpretada como a taxa média de crescimento de um investimento. Diante disso o sistema Anual de colheita é o melhor, pois ▶

Tabela 3. Fluxo de caixa em R\$ (BRL) para os três sistemas de colheita em um hectare

Table 3. Cash flow in R\$ (BRL) for the three harvest systems in one hectare

Anos	Sistemas de Colheita								
	Anual			Bienal 1			Bienal 2		
	Custos	Receitas	Líquido	Custos	Receitas	Líquido	Custos	Receitas	Líquido
0	-3327	0	-3327	-3327	0	-3327	-3327	0	-3327
1	-430	1438	1009	0	0	0	-215	719	504
2	-688	2877	2188	-753	3236	2483	-279	1079	799
3	-947	4315	3368	0	0	0	-377	1618	1242
4	-1206	5754	4547	-1530	7552	6022	-474	2158	1684
5	-1465	7192	5727	0	0	0	-571	2697	2126
6	-1724	8630	6906	-2307	11867	9560	-668	3236	2569
7	-1983	10069	8086	0	0	0	-765	3776	3011
8	-2210	11327	9118	-3059	16047	12988	-850	4248	3398
9	-2210	11327	9118	0	0	0	-850	4248	3398
10	-2210	11327	9118	-3229	16991	13762	-850	4248	3398
11	-2210	11327	9118	0	0	0	-850	4248	3398
12	-2210	11327	9118	-3229	16991	13762	-850	4248	3398
13	-2210	11327	9118	0	0	0	-850	4248	3398
14	-2210	11327	9118	-3229	16991	13762	-850	4248	3398
15	-2210	11327	9118	0	0	0	-850	4248	3398
16	-2210	11327	9118	-3229	16991	13762	-850	4248	3398
17	-2210	11327	9118	0	0	0	-850	4248	3398
18	-2210	11327	9118	-3229	16991	13762	-850	4248	3398
19	-2210	11327	9118	0	0	0	-850	4248	3398
20	-2210	11327	9118	-3229	16991	13762	-850	4248	3398
21	-2210	11327	9118	0	0	0	-850	4248	3398
22	-2210	11327	9118	-1955	16991	15036	-1955	9911	7957

Tabela 4. Payback, razão receita/custo e custo médio de produção para os três sistemas de colheita analisados

Table 4. Payback, revenue/cost ratio and average cost of production for the three harvest systems analyzed

Sistema de Colheita	Payback, anos	Receita/custo	Custo médio de produção, R\$/kg
Anual	1,66	4,68	0,21
Bienal 1	3,00	4,88	0,20
Bienal 2	2,95	4,12	0,24

apresenta a maior TIR, seguido pelo sistema Bienal 1 e Bienal 2. Ainda sobre esse parâmetro, um projeto é considerado viável economicamente quando sua TIR for superior a taxa de desconto.

## Conclusão

Nenhum sistema de colheita é inviável economicamente.

O sistema anual de colheita, além de

Tabela 5. Rendimento esperado em R\$ (BRL) dos três sistemas de colheita pelo VPL, VAE e  $VPL_{\infty}$  considerando as diferentes taxas de descontos

Table 5. Expected yield in R\$ (BRL) of the three harvesting systems by NPV, EAA and  $VPL_{\infty}$  considering the different discount rates

Critério de Avaliação	Sistema de colheita	TMA				
		2,5%	6%	7%	8%	10%
VPL, R\$/ha	Anual	119779	79422	71182	64005	52227
	Bienal 1	89346	57855	51493	45974	36972
	Bienal 2	45272	28851	25545	22680	18017
VAE, R\$/ha	Anual	292917	116522	93239	84705	65494
	Bienal 1	218495	84880	67211	60842	46363
	Bienal 2	110711	42327	33250	30014	22588
$VPL_{\infty}$ , R\$/ha	Anual	285775	109927	87140	78432	59541
	Bienal 1	213168	80077	62815	56337	42149
	Bienal 2	108013	39933	31076	27792	20535

Tabela 6. TIR para os três sistemas de colheita analisados

Table 6. IRR for the three analyzed harvesting systems

Sistema de Colheita	TIR
Anual	76%
Bienal 1	56%
Bienal 2	41%

oferecer remuneração com periodicidade mais curta, evita a perda natural de folhas. Esses dois fatores refletiram em maior viabilidade econômica quando comparados com os outros dois sistemas.

## Agradecimentos

Os autores agradecem os proprietários da Fazenda Mendes em Canoinhas, SC, por disponibilizar as informações financeiras referentes ao adensamento de erva-mate, objeto deste estudo.

## Referências

ASSAF NETO, A. **Matemática financeira e suas aplicações**. São Paulo, SP: Atlas, 2016. 304p.

BANCO DO BRASIL. **Pronaf Florestal**. Disponível em: <http://encurtador.com.br/bnjZ5>. Acesso em: 25 maio. 2019.

BONFATTI JUNIOR, E.A.; LENGOWSKI, E.C.; LUDKA JÚNIOR, A. Mapeamento do processo produtivo de erva-mate. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p.82-98, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.12957/ric.2018.32500>.

CARPANEZZI, A.A.; CARDOZO, A.; VALAIO, I.F.M.; GRAÇA, M.E.C.; IEDE, E.T.; HIGA, R.C.V. Queda anormal de folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). In: Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, 1983, Curitiba. **Anais[...]** Curitiba, 1983. p.141-145.

CHECHI, L.A.; SCHULTZ, G.; FERRPNATTO, E.M.O.; MONTAGNER, J.M. Ativos territoriais e desenvolvimento: estudo da articulação pela indicação geográfica da erva-mate no polo ervateiro Alto Taquari - RS. **Estratégia e Desenvolvimento**, Santana do Livramento, v.1, n.1, p.16-34, 2017.

CUBAS, R. **Restabelecimento de Araucária angustifolia e Ocotea porosa após sete décadas de exploração florestal**. 2015. 120f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas do feijão, milho, soja e trigo**. Colombo, PR: EMBRAPA, 1997. 35p

FERMINO JÚNIOR, P.C.P.; FOCKINK, G.D. Anatomia foliar de plantas jovens de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Scientia Agra-**

**ria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.16, n.3, p.335-341, jul./set., 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v16n3p335-341>.

JUNKEIRA, A.A.; BASSO, V.M.; SOUZA, N.D. Evolução da extração vegetal de erva-mate no período de 2004 a 2015. In: I Semana de Aperfeiçoamento em Engenharia Florestal, 2017, Curitiba. **Anais[...]** Curitiba, 2017. p.306-310.

LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Vegetação. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p.113-150.

PASA, D.L.; LAUREANO, F.; FARIAS, J.A.; NO-LASCO, B.G. Análise econômica de plantios florestais na agricultura familiar da região Sul. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 275-293, jun./dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.25070/rea.v15i2.469>. Acesso em: 25 maio. 2019.

RAKOCEVIC, M.; MEDRADO, M.J.S.; LUCAMBIO, F.; VALDUGA, T.A. Ritmicidade de emissão e de queda de folhas e as suas consequências no manejo da erva-mate. In: Congresso Sudamericano de la Yerba Mate., 2006, Posadas. **Anais[...]** Posadas, 2006. P. 250-256.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Análise econômica de projetos florestais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013. 385p.

SIGNOR, P.; GOMES, G.S.; WATZLAWICK, L.F. Produção de erva-mate e conservação de Floresta com Araucária. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 83, p. 199-208, jul./set. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4336/2015.pfb.35.83.898>.

SILVA, M.L.; JACOVINE, L.A.G.; VALVERDE, S.R. **Economia florestal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 178p.

SILVA, M.L.; FONTES, A.A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 931-936, nov./dec. 2005.

WOLFF, R.; PEREIRA, W.G. Análise econômica da evolução histórica da erva-mate em Mato Grosso do Sul. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 8, n. 1, p. 57-58, jan./abr. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2015v8n1p57-78>. ■

# Estimativa da acidez potencial através do método do pH SMP em solos de altitude de Santa Catarina

Marcos Gervasio Pereira<sup>1</sup>, André Lucas Simões Araújo<sup>2</sup>, Denilson Dortzbach<sup>3</sup>, Orlando Carlos Huertas Tavares<sup>4</sup> e Eduardo Carvalho da Silva Neto<sup>5</sup>

**Resumo** – A correção do pH de solos ácidos é de suma importância para o aumento da produtividade das culturas, sendo a calagem uma das práticas mais usuais para essa correção. Nos estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina, essa recomendação tem como base a determinação do pH do solo com o emprego da solução tampão SMP. Esse método vem sendo utilizado nesses estados devido a sua praticidade e aplicação para o cálculo de calagem. Entretanto, é preciso que haja regionalização desta estimativa devido às diferentes características físicas, químicas e mineralógicas dos solos. O objetivo do estudo foi avaliar as relações entre o pH SMP, os valores de H + Al e os atributos químicos do solo, carbono orgânico total e fracionamento químico da matéria orgânica. Foram utilizadas 43 amostras de horizontes superficiais de solos de altitude de Santa Catarina. A partir dos resultados, pode-se verificar que o pH SMP apresenta uma correlação significativa com o teor de H + Al, assim como outros atributos químicos dos solos. Dessa forma, é possível estimar a acidez potencial por intermédio do modelo exponencial  $62,48e^{-0,41pHSMP}$ .

**Termos para indexação:** Alumínio; análise química; calagem; capacidade de troca catiônica.

## Estimation of potential acidity by the pH SMP method in soils of altitude from Santa Catarina

**Abstract** – Correction of the pH of acid soils is critical to increase crop productivity and liming is one of the most common practices for this correction. In Rio Grande do Sul and Santa Catarina states, this recommendation is based on soil pH determination using the SMP buffer solution. This method has been used in these states due to its practicality and application for liming calculation. However, this estimate must be regionalized due to the different physical, chemical and mineralogical characteristics of the soils. The objective of this study was to evaluate the relationship between pH SMP, H + Al content and soil chemical attributes, total organic carbon and chemical fractionation of organic matter. Forty-three samples of surface horizons of highland soils of Santa Catarina were used in this study. From the results, it can be verified that the SMP pH presents a significant correlation with the H + Al content, as well as other chemical attributes of the soils. Thus it is possible to estimate the potential acidity through the exponential model  $62,48e^{-0,41pHSMP}$ , and the values of H + Al can be estimated by this equation.

**Index terms:** Aluminum; cation exchange capacity; chemical analysis; liming.

## Introdução

Os solos brasileiros, em sua maioria, são naturalmente ácidos, com necessidade de correção do pH para que as culturas tenham melhor aproveitamento dos nutrientes e maior potencial produtivo (MASCARENHAS et al., 2007). Nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, o método de recomendação de calagem que se destaca é por meio da solução-tampão SMP, que estima a acidez potencial bem como a exigência da calagem nos solos. Escosteguy & Bissani

(1999) e Kaminskiet et al. (2002) analisaram o uso da solução-tampão SMP para solos da Região Sul do Brasil, e verificaram que este método apresenta boa correlação com a extração de H + Al pelo extrator acetato de cálcio, comprovando sua eficiência.

Nos solos de regiões de altitude, as condições climáticas favorecem o acúmulo de matéria orgânica e o predomínio de Al<sup>3+</sup> no complexo sortivo. Dessa forma, tornam-se necessárias recomendações de calagem específicas, baseadas na utilização de doses elevadas de

calcário que podem acelerar o processo de mineralização da matéria orgânica.

Pereira et al. (1998) e Silva et al. (2006) observaram, por exemplo, que o teor de carbono orgânico foi o atributo químico que mais influenciou na acidez potencial dos Organossolos. Portanto, em se tratando de solos que apresentam elevados teores de matéria orgânica e Al, devem ser testados métodos diferenciados para a recomendação da calagem, pois esses atributos podem contribuir para a não quantificação dos valores de acidez de forma adequada.

Recebido em 2/10/2019. Aceito para publicação em 21/3/2020.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), BR 465 km 7, Depto de Solos, 23897-000 Seropédica, RJ, fone (21) 37873772, e-mail: mgervasiopereira01@gmail.com.

<sup>2</sup> Estudante de Agronomia, UFRRJ, e-mail: andre23.araujo@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ Ciram, Av Admar Gonzaga, 1347, Itacorubi, 88034-901, Florianópolis, SC, fone (48) 36655135, e-mail:denilson@epagri.sc.gov.br

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr. (UFRRJ), e-mail: ochtavares@gmail.com

<sup>5</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc. (UFRRJ), e-mail: netocseduardo@gmail.com

Assim, o objetivo deste estudo foi obter uma equação de regressão, bem como o coeficiente de correlação, capaz de estimar os teores de H + Al através do pH da solução tampão (pH SMP) em solos de regiões de altitude do estado de Santa Catarina. Adicionalmente, foram avaliadas relações do pH SMP com os valores de pH em água, pH em KCl, disponibilidade de Ca, Mg, K, P e Al no solo, carbono orgânico total (COT) e frações da matéria orgânica de amostras de horizontes superficiais desses solos.

## Material e métodos

O estudo foi desenvolvido com perfis de solos localizados nas regiões de Água Doce, Campos Novos e São Joaquim no estado de Santa Catarina (Tabela 1). As regiões do presente estudo localizam-se em áreas cuja altitude varia entre 849 a 1359m, e os solos são formados por litologia predominante de rochas efusivas, com predomínio de riodacitos (ácidos) e basalto (básicos). Alguns perfis também se localizam em áreas cujo material de origem são rochas sedimentares gondwânicas paleozoicas correspondentes à Bacia do Paraná (MAACK, 2001).

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima nas regiões amostradas é identificado como Cfb (clima subtropical com verões brandos) e o mês mais quente apresenta temperatura média inferior a 22°C. A vegetação é composta por Florestas Subtropicais, com destaque para a Floresta de Araucária (Floresta Ombrófila Mista) que transpõe as serras costeiras e se estende pelo Planalto Catarinense. Os campos do Planalto (Campos de Altitude) aparecem como áreas isoladas, entremeadas à Floresta de Araucária, onde predominam gramíneas de baixo e médio porte, além de ciperáceas, verbenáceas, leguminosas e compostas (SANTA CATARINA, 1986).

Nas áreas de estudo foram abertas trincheiras para coleta de 43 perfis modais descritos segundo Santos et al. (2013a). A partir dos atributos morfológicos e dos dados de análises físicas e químicas, os perfis de solo foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (SANTOS et al., 2013b). Os perfis foram identifica-

dos como: Nitossolo Háplico, Nitossolo Vermelho, Nitossolo Bruno, Latossolo Vermelho, Cambissolo Húmico, Cambissolo Háplico e Neossolo Litólico (Tabela 1).

Para a coleta das amostras foi utilizado somente o horizonte superficial dos perfis. Após a coleta as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira (2mm), obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA). Na TFSA foram avaliados os seguintes atributos químicos e físicos: pH em água, pH em KCl, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, soma de bases (SB), Al<sup>3+</sup>, H+Al, capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (CTC pH 7,0), saturação por bases (V), saturação por alumínio (m) e a textura, quantificando-se as frações areia, silte e argila pelo método da pipeta (DONAGEMMA et al., 2011). A determinação da acidez total com solução tampão SMP foi realizada conforme Raij & Quaggio (1983). O fracionamento das substâncias húmicas (SHs) foi avaliado em triplicata nas 43 amostras dos horizontes superficiais. Foram determinados os teores de carbono das frações humina (HM), ácidos húmicos (AH) e ácidos fúlvicos (AF) segundo a técnica de solubilidade diferencial estabelecida pela Sociedade Internacional de SHs (SWIFT, 1996), com adaptações (BENITES et al., 2003).

Foram realizadas análises de correlação linear simples entre os valores de H + Al, pH SMP, pH em H<sub>2</sub>O, pH em KCl das 43 amostras de solo, sendo indicada a equação de melhor ajuste em conformidade com o coeficiente de determinação pelo teste F a 5% de probabilidade. Adicionalmente foi realizada uma matriz de correlação multivariada, associando todas as características químicas das amostras dos horizontes estudados. As análises foram feitas com o auxílio do Software Microsoft Office Excel 2007.

## Resultados e discussão

Os valores de pH SMP variaram de 3,53 a 7,20 e a acidez potencial (H + Al) entre 2,95 e 18,59 (Tabela 2). Verifica-se que, com o aumento da concentração de H + Al, houve a diminuição do pH SMP. A relação encontrada entre os valores de H + Al e pH SMP apresentou correlação exponencial negativa ( $R^2 = -0,86^{**}$ ) descrita pela equação  $Y = 62,48e^{-0,41x}$  (Figura 1). Constatou-se correlação positiva moderada ( $R^2 = 0,5$  a 0,7) entre o pH em água e o pH em KCl com o pH SMP (Tabela 3).

O padrão verificado nesse estudo é concordante com o observado por Pereira et al. (1998), que analisaram 41

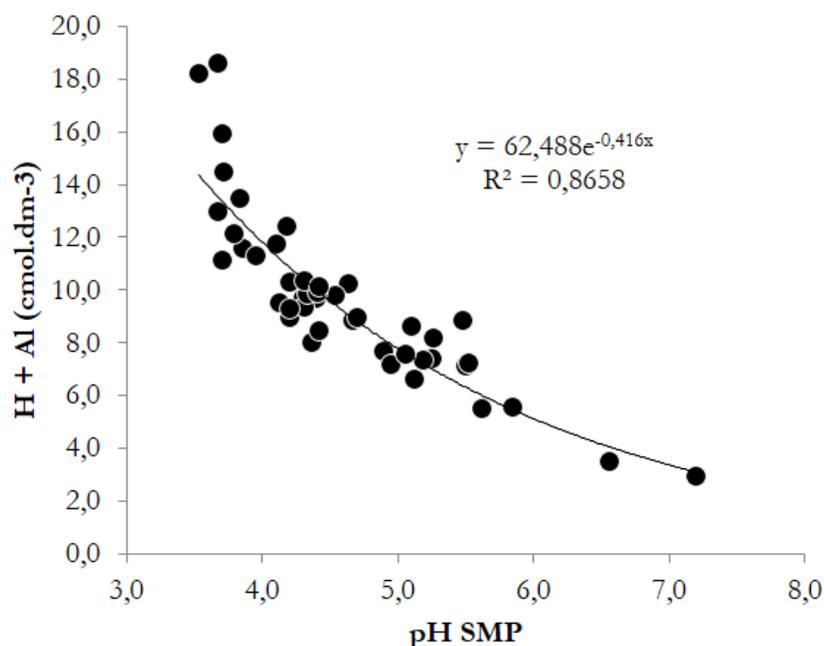


Figura 1. Relação entre acidez potencial (H + Al) e o pH SMP em amostras coletadas em regiões de altitude de SC

Figure 1. Relationship between potential acidity (H + Al) and pH SMP in samples collected in high altitude regions of SC

Tabela 1. Localização, altitude e classificação dos solos estudados

Table 1. Location, height and classification of the studied soils

Perfil nº	Coordenadas*		Atitude (m)	Classificação
	x	y		
1	641606	6908000	912	CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico típico
2	648336	6929661	902	CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico típico
3	634183	6928696	864	CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico léptico
4	640564	6909346	1.144	CAMBISSOLO HÚMICO Alítico típico
5	624991	6930230	1.014	CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico típico
6	692137	6933879	1.059	CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico típico
7	614882	6887112	1.258	NITOSSOLO BRUNO Distrófico húmico
8	614804	6886861	1.282	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico
9	614952	6887292	1.259	NITOSSOLO BRUNO Alumínico típico
10	617122	6886388	1.359	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico
11	616935	6888630	1.259	CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico típico
12	601323	6872431	1.304	CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico típico
13	602781	6874099	1.274	CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico léptico
14	601649	6874949	1.240	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico
15	602748	6876005	1.227	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico
16	598834	6876373	1.302	CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico típico
17	599164	6876935	1.301	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico
18	598479	6880683	1.270	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico
19	600111	6874767	1.328	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico
20	591146	6876251	1.112	NITOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
21	587203	6878623	1.146	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico
22	595322	6892674	1.109	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico
23	593195	6856252	1.217	CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico típico
24	607759	6867101	1.312	CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico típico
25	525172	6939550	900	NITOSSOLO VERMELHO Distrófico típico
26	507146	6925654	989	CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico típico
27	419723	7015409	1183	NITOSSOLO VERMELHO Alítico típico
28	484770	6953453	869	NITOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
29	483745	6975319	976	NITOSSOLO HÁPLICO Alumínico típico
30	472186	6955375	877	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico
31	470390	6961938	852	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico
32	477681	6962361	884	NITOSSOLO VERMELHO Distrófico típico
33	477522	6971137	949	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico
34	494783	6969905	880	NITOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
35	482296	6992408	912	NITOSSOLO VERMELHO Alumínico típico
36	488274	6989440	1.162	CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico
37	456679	6950047	858	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico
38	487706	6988949	1.055	NITOSSOLO HÁPLICO Eutrófico típico
39	485194	7006662	919	NITOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
40	488210	7009152	849	CAMBISSOLO HÚMICO Alítico típico
41	448263	7030119	1.330	CAMBISSOLO HÚMICO Alítico típico
42	450148	7045289	1.260	CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico típico
43	456577	7045197	1.260	CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico típico

amostras de horizontes superficiais de solos com elevado teor de matéria orgânica de vários estados do Brasil. Os resultados demonstraram que a acidez potencial pode ser estimada por meio da regressão da solução-tampão SMP ( $r = 0,85^{**}$ ).

Escosteguy & Bissani (1999) estudaram a relação entre o valor de H + Al e o pH SMP, visando estabelecer uma equação para a estimativa do valor de H + Al (acidez potencial), o qual pode ser utilizado no cálculo da CTC (método da soma de cátions trocáveis em amostras de solo) dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os autores também verificaram uma relação entre os valores de H + Al e o pH de SMP, que pode ser descrita de forma significativa ( $R^2 = 0,90$ ) pela equação exponencial  $H + Al = 7968,4e^{-0,00045SMP}$ .

Há uma correlação positiva forte dos valores de pH SMP com disponibilidade de Ca e Mg e negativa forte com H + Al. Tanto para a fração ácido fúlvico (AF) quanto para a fração ácido húmico os maiores valores de correlação foram verificados com o valor de T, o que indica que essas frações estão contribuindo para o aumento das cargas presentes nos colóides do solo.

As correlações lineares dos valores do pH SMP com os de pH (H<sub>2</sub>O) e pH (KCl) foram positivas ( $R^2=0,60^{**}/R^2=0,59^{**}$ ) respectivamente, sendo ambas classificadas como moderadas (Tabela 3).

Os valores de H+Al estimados pelo o modelo matemático proposto nesse estudo, quando comparados, são mais baixos. Esse padrão pode ser decorrente das características dos solos, em especial em função dos elevados teores de carbono verificados nos horizontes estudados (PEREIRA et al., 1998).

Os resultados evidenciam a importância do ajuste da equação de acordo com a região, em virtude das variações dos atributos químicos, físicos e mineralógicos dos solos. Através da equação  $62,48e^{-0,41pHSMP}$  é possível estimar a acidez potencial com precisão considerável para as amostras de horizontes superficiais dos solos de altitude de Santa Catarina, com os valores de pH SMP na faixa avaliada neste trabalho (Tabela 5).

Tabela 2. Caracterização químicas das amostras dos horizontes superficiais  
 Table 2. Chemical characterization of samples from the superficial horizons

Atributo	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio-Padrão
pH (H <sub>2</sub> O)	5,03	5,06	4,02	5,88	0,45
pH(SMP)	4,61	4,40	3,53	7,20	0,79
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	9,70	9,42	2,95	18,59	3,20
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,60	2,19	0,10	6,90	2,01
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,69	2,50	0,40	7,40	1,80
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,30	0,85	0,20	4,70	1,09
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,24	1,89	0,20	7,00	1,83
S (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,65	6,27	1,00	16,40	4,10
COT(gkg <sup>-1</sup> )	26,48	25,23	5,00	16,9	13,11
Humina (g kg <sup>-1</sup> )	12,52	10,66	1,31	33,25	7,48
Ácido Fúlvico (FAF gkg <sup>-1</sup> )	6,60	6,30	1,55	12,53	2,41
Ácido Húmico (FAH gkg <sup>-1</sup> )	6,45	6,55	0,0	12,21	2,36

Tabela 3. Matriz de correlação de Pearson entre os diferentes métodos de medição do pH e a fertilidade do solo e frações das substâncias húmicas dos diferentes tipos de solos de altitude de Santa Catarina

Table 3. Pearson's correlation matrix between different pH measurement methods and soil fertility and fractions of humic substances from different types of soils in Santa Catarina

	pHH <sub>2</sub> O	pHKCl	Ca	Mg	K	Na	P	Al	H+Al	S	T	Humina	AF	AH	COT
pH SMP	<b>0,60</b>	<b>0,59</b>	<b>0,86</b>	<b>0,81</b>	0,19	0,27	-0,04	<b>-0,82</b>	<b>-0,86</b>	<b>0,83</b>	<b>0,66</b>	-0,07	-0,11	-0,11	0,06
pH H <sub>2</sub> O		<b>0,99</b>	<b>0,57</b>	<b>0,60</b>	0,00	0,18	0,09	<b>-0,62</b>	<b>-0,70</b>	<b>0,54</b>	<b>0,37</b>	-0,09	0,11	0,09	0,04
pH KCl			<b>0,55</b>	<b>0,56</b>	-0,04	0,19	0,09	<b>-0,61</b>	<b>-0,69</b>	<b>0,50</b>	<b>0,33</b>	-0,10	0,10	0,09	0,03
Ca				<b>0,87</b>	0,27	0,27	0,12	<b>-0,83</b>	<b>-0,73</b>	<b>0,95</b>	<b>0,83</b>	-0,11	-0,11	-0,14	0,04
Mg					0,19	0,25	0,20	<b>-0,75</b>	<b>-0,71</b>	<b>0,92</b>	<b>0,83</b>	-0,01	-0,06	-0,14	0,05
K						0,24	0,30	-0,22	-0,10	<b>0,49</b>	<b>0,56</b>	-0,14	-0,10	-0,30	0,16
Na							<b>0,48</b>	-0,21	-0,14	<b>0,31</b>	<b>0,31</b>	-0,10	0,14	0,13	0,04
P								0,00	0,14	0,23	<b>0,32</b>	0,10	0,28	0,19	0,19
Al									<b>0,83</b>	<b>-0,79</b>	<b>-0,50</b>	0,02	0,06	0,03	0,00
H+Al										<b>-0,70</b>	<b>-0,47</b>	0,17	0,21	0,17	0,17
S											<b>0,92</b>	-0,10	-0,11	-0,21	0,04
T												-0,13	-0,12	-0,28	0,06
Humina													<b>0,67</b>	<b>0,63</b>	<b>0,85</b>
AF														<b>0,88</b>	<b>0,87</b>
AH															<b>0,79</b>

Em negrito, valores significativos em nível  $\alpha=0,050$  (teste bilateral). Ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH), Carbono orgânico total (COT).

Tabela 4. Estimativa dos teores de H + Al no solo para valores de pH SMP na faixa de 4,5 a 7,0 por meio de equações ajustadas para diferentes estados e regiões brasileiras

Table 4. Estimation of H + Al levels in the soil for pH SMP values in the range of 4.5 to 7.0 using adjusted equations for different Brazilian states and regions

Estado ou Região	Valores estimados de H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						Referência
	pH SMP						
	4,5	5,0	5,7	6,0	6,8	7,0	
São Paulo	20,52	12,12	5,80	4,23	1,82	1,48	Quaggio et al. (1985)
Rio de Janeiro	23,51	14,12	6,91	5,09	2,25	1,84	Pereira et al. (1998)
Rio Grande do Sul e SC	13,86	8,83	4,70	3,59	1,75	1,46	Escosteguy & Bissani (1999)
Pernambuco	10,06	8,11	5,80	4,95	3,11	2,75	Nascimento (2000)
Nordeste	23,15	15,53	7,52	5,04	1,19	0,85	Silva et al. (2000)
Nordeste Paraense	14,77	11,00	6,84	5,45	2,93	2,56	Gama et al. (2002)
Norte de Minas Gerais	17,29	10,49	5,21	3,86	1,74	1,42	Silva et al. (2002)
Noroeste Paranaense	8,27	6,95	5,09	4,30	2,18	1,65	Sambatti et al. (2003)
Amazonas	13,33	11,41	8,71	7,56	4,48	3,71	Moreira et al. (2004)
Vale do Jequitinhonha	24,55	13,99	6,37	4,55	1,85	1,47	Silva et al. (2006)
Brejo Paraibano	21,94	14,80	7,72	5,73	3,47	3,60	Chaves et al. (2007)
Santa Catarina	9,87	8,04	6,04	5,34	3,85	3,54	Presente trabalho

Tabela 5. Estimativa dos valores da acidez potencial (H + Al) através da equação ajustadas  $y = 62,48e^{-0,41pH_{SMP}}$  para os solos de regiões de altitude de SC

Table 5. Estimation of the potential acidity values (H + Al) using the adjusted equation  $y = 62.48e^{-0.41pH_{SMP}}$  for the soils of SC altitude regions

pH SMP	H + Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	pH SMP	H + Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
3,53	14,69	4,41	10,24
3,67	13,87	4,42	10,20
3,67	13,87	4,54	9,71
3,70	13,71	4,63	9,36
3,70	13,70	4,67	9,20
3,72	13,59	4,70	9,09
3,79	13,20	4,90	8,37
3,83	12,99	4,95	8,20
3,86	12,83	5,06	7,84
3,95	12,37	5,10	7,72
4,10	11,63	5,12	7,65
4,13	11,49	5,19	7,44
4,18	11,25	5,25	7,25
4,20	11,16	5,26	7,23
4,20	11,16	5,48	6,60
4,20	11,16	5,50	6,55
4,30	10,71	5,52	6,49
4,31	10,67	5,62	6,23
4,31	10,67	5,85	5,67
4,33	10,58	6,56	4,24
4,36	10,45	7,20	3,26
4,40	10,28		

## Conclusões

Verifica-se correlação negativa e significativa entre os teores de H + Al e o valor do pH SMP e pH(H<sub>2</sub>O), pH(KCl) e os teores de Ca e Mg no solo.

A acidez potencial pode ser determinada pela equação  $62,48e^{-0,41pH_{SMP}}$  para os horizontes superficiais dos solos de altitude de Santa Catarina.

## Referências

- BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A. **Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: Um procedimento simplificado de baixo custo.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003, 7p. (Circular Técnica, 16).
- CHAVES L.G.; CHAVES I.B.; VASCONCELOS C.F. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos da microrregião homogênea Brejo Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.398-403, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000400009>.
- DONAGEMA, G. K; CAMPOS, D. V. B; CALDERANO S. B; TEIXEIRA, W. G; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise do solo.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 225p.
- ESCOSTEGUY, P. A.; BISSANI, C. A. ESTIMATIVA DE H+AL pelo pH SMP em solos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.175-179. 1999. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831999000100021>.
- GAMA, M.A.P.; PROCHNOW, L.I.; GAMA, J.R.N.F. Estimativa da acidez potencial pelo método SMP em solos ocorrentes no nordeste Paraense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.1093-1097, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832002000400027>.
- MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. **Brazilian Archives of Biology and Technology.** Jubilee: p.169-288, 2001.
- MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; AMBROSANO G.M.B.; CARMELLO, Q.A.C. Efeito da calagem sobre a produtividade de grãos, óleo e proteína em cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1475-1485, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161996000100024>.
- MOREIRA, A.; ALMEIDA, M.P.; COSTA, S.G.; SANTOS, L.S. Acidez potencial pelo método do pH SMP no Estado do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.89-92, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000100013>.
- NASCIMENTO, C.W.A. Acidez potencial estimada pelo pH SMP em solos do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, p.24, p.679-682, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832000000300021>.
- PEREIRA, M. G.; EBELING, A. G.; VALLADARES, G. S.; ANJOS, L. H. C.; ESPÍNDULA JÚNIOR, A. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos com elevado teor de matéria orgânica. **Bragantia**, Campinas, v.65, p.487-493, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052006000300015>.
- QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B.V.; MALAVOLTA, E. Alternative use of the SMP-buffer solution to determine lime requirement of soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.16, p.245-260. 1985. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00103628509367600>.
- RAIJ, B.VAN., QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade.** Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1983. 31p. (Boletim Técnico,81)
- SAMBATTI, J. A.; SOUZA JUNIOR, I. G.; COSTA, A. C. S.; TORMENA, C. A. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos em formação Caiuá – Noroeste do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.257- 264, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000200006>.
- SANTA CATARINA - GABINETE DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL, SUBCHEFIA DE ESTATÍSTICA, GEOGRAFIA E INFOR-
- MÁTICA. **Atlas de Santa Catarina.** Florianópolis. 1986. 173p.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 100p. 2013a.
- SANTOS, H. G. DOS; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS; OLIVEIRA, V. A. DE; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. DE; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 353p. 2013b.
- SILVA, C. A.; AVELLAR, M. L.; BERNARDI, A. C. C. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos do Semi-árido do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa 24: 689-692, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832000000300023>.
- SILVA, E. B.; DIAS, M. S. C.; GONZAGA, E. I. C.; SANTOS, N. M. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos da região Norte do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.561-565, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832002000200031>.
- SILVA, E.B; COSTA, H.A.O; FARNEZI, M.M. Acidez potencial estimada pelo método do pH em solos da região do Vale do Jequitinhonha no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, p.751-7, 2006
- SWIFT, R.S. Organic matter characterization. In: Sparks, D.L.; PAGE, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T.; SUMNER, M.E. (Eds.) **Methods of soil analysis: chemical methods.** vol. 3. Soil Science Society of America; American Society of Agronomy, Madison. (SSSA. BookSeries, 5). p. 1011-1020. 1996
- VETTORI, L. **Métodos de análise do solo.** Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, Brasil. 1969. 24p.■

# Matéria seca em raízes de mandioca determinada pelos métodos da balança hidrostática e de secagem em estufa

Augusto Carlos Pola, Eduardo da Costa Nunes e Aleksander Luis Moreto

**Resumo** – Objetivou-se neste estudo comparar duas diferentes metodologias para a determinação da matéria seca em raízes de mandioca. Para tal, foram utilizadas raízes de quatro cultivares, colhidas de 10 a 22 meses após o plantio, em Jaguaruna, SC. Em um segundo ensaio, raízes do cultivar Sambaqui foram colhidas mensalmente em duas lavouras com tipos distintos de solo. No primeiro ensaio, o método da secagem apresentou um teor médio de matéria seca 5,3% inferior ao da balança hidrostática no primeiro ciclo vegetativo (estádio de dormência). No segundo ciclo vegetativo o método de secagem apresentou teores médios de 5,7% e 6,7% superiores aos da balança hidrostática para os cultivares Sambaqui e Luna, respectivamente. Os cultivares Mandim Branca e Olho Junto não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os métodos no segundo ciclo vegetativo. No segundo ensaio, com o cultivar Sambaqui, o método de secagem também apresentou, no segundo ciclo vegetativo, um teor médio de matéria seca 6,0% superior ao obtido com o método gravimétrico. As diferenças nos teores de matéria seca entre os métodos variaram de acordo com o genótipo, época de colheita e tipo de solo.

**Termos para indexação:** *Manihot esculenta* Crantz; gravidade específica; épocas de colheita.

## Dry matter in cassava roots determined by the hydrostatic balance and oven-dry methods

**Abstract** – The objective of this study was to evaluate two different methodologies for the determination of dry matter in cassava roots. For this purpose, in the first trial, roots of four cultivars were used, harvested 10 to 22 months after planting. In a second trial, roots of the cultivar Sambaqui were harvested monthly from two crops with different types of soil. Data of the different cultivars showed that the drying method presented an average dry matter content 5.3% lower than that of the hydrostatic balance in the first vegetative cycle (dormancy stage). In the second vegetative cycle, the drying method presented average levels of 5.7% and 6.7% higher than the hydrostatic balance for the cultivars Sambaqui and Luna, respectively. The cultivars Mandim Branca and Olho Junto showed no significant differences ( $p > 0.05$ ) between the methods in the second vegetative cycle. In the second test, with the cultivar Sambaqui, the drying method also presented, in the second vegetative cycle, an average dry matter content 6.0% higher than that obtained with the gravimetric method. Differences in dry matter content between methods varied according to genotype, harvest time and soil type.

**Index Terms:** *Manihot esculenta* Crantz; specific gravity; harvest times.

## Introdução

Dentre muitas características desejáveis, os cultivares de mandioca destinadas às indústrias de farinha e fécula devem apresentar elevada produtividade e altos teores de matéria seca (MS) nas raízes tuberosas. De maneira geral, estes teores variam de 17 a 47%, com maior concentração entre 20 e 40% (POLA et al., 2017), sendo esta variação dependente do cultivar, das condições climáticas durante o ciclo de produção, do tipo de solo, da ocorrência de pragas e doenças, do sistema de cultivo (tratos

culturais) e da época de colheita, dentre outros fatores.

As colheitas do litoral sul de Santa Catarina ocorrem, principalmente, de junho a agosto, em torno de 9 a 11 meses após o plantio (MAP), quando as folhas caem devido à dormência das plantas. Quando a lavoura permanece por mais um ciclo vegetativo, geralmente elas são colhidas nos meses de abril a junho (de 19 a 21 MAP). O conhecimento do teor de matéria seca das raízes é importante para a mandiocultura, principalmente em razão desta característica estar diretamente relacionada com o rendimento de farinha e fécula. Além

disso, este conhecimento auxilia na definição dos preços que serão pagos ao agricultor pelas raízes, sendo também um parâmetro importante na definição dos momentos de iniciar e/ou paralisar a colheita, permitindo um melhor planejamento e a otimização da capacidade industrial.

O método mais utilizado pelas fecularias para determinar o teor de matéria seca das raízes de mandioca é o da gravidade específica, também chamado de método da balança hidrostática (CEREDA et al., 2003), uma vez que é relativamente simples e rápido. No Brasil é muito utilizada uma equação linear simples

Recebido em 15/10/2019. Aceito para publicação em 13/4/2020.

Engenheiro-agrônomo, MSc., Epagri/Estação Experimental de Urussanga, Rodovia SC 108, km 353 No 1563, Bairro da Estação, 88.840-000, Urussanga, SC, Fone: (48)34031384, e-mail: pola@epagri.sc.gov.br.

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Urussanga, e-mail: alexandermoreto@epagri.sc.gov.br, eduardon@epagri.sc.gov.br.

obtida por Grossman & Freitas (1950), a qual permite estimar a matéria seca a partir do peso de 3,0kg de raízes submersas em água.

Com o objetivo de avaliar as diferenças entre a matéria seca obtida pelo método da balança hidrostática e a obtida pelo método de secagem em estufa, foram realizadas avaliações mensais em quatro cultivares de mandioca no período de 10 a 22 MAP.

## Material e métodos

Neste estudo foram realizados dois ensaios. O primeiro foi instalado em meados de setembro de 2015 em um Neossolo quartzarênico no município de Jaguaruna, SC. O ensaio foi composto por 13 experimentos (13 épocas de colheita), cada um com delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, quatro tratamentos (cultivares) e parcelas de 4 linhas com 7 plantas por linha. Cada experimento foi colhido mensalmente no dia 15 de cada mês, de julho de 2016 a julho de 2017 (10 a 22 MAP). Nas avaliações foram utilizadas as 10 plantas centrais, de cujas raízes foi retirada uma amostra de 3,0kg. O espaçamento utilizado foi de 0,80 x 0,80m. Os cultivares avaliados foram Mandim Branca, Olho Junto, Sambaqui e Luna.

O segundo ensaio consistiu de amostragens mensais de raízes em duas lavouras do cultivar Sambaqui localizadas em Jaguaruna e Sangão, SC, em Neossolo quartzarênico e Argissolo, respectivamente. A distância entre as lavouras é de aproximadamente 12km. O plantio das lavouras ocorreu em meados de setembro e o espaçamento utilizado em Jaguaruna foi de 0,8 x 0,8m e em Sangão de 1,0 x 0,8m. Foram coletadas mensalmente, no dia 15 de cada mês, em cada lavoura, cinco amostras de 3,0kg retiradas de plantas localizadas em cinco pontos escolhidos aleatoriamente na área e determinados os teores de matéria seca pelos dois métodos acima descritos.

O clima da região do estudo é Cfa. Ambos os municípios apresentam uma temperatura média anual de 19,1°C, média das máximas de 24,0°C e média das mínimas de 15,0°C. A precipi-

tação total anual média da região é de 1450mm (WREGG et al., 2012).

Na determinação de matéria seca pelo método da balança hidrostática as amostras de 3,0kg foram pesadas dentro d'água, sendo o teor de matéria seca (MS) calculado através da equação obtida por Grossman & Freitas (1950), como segue:

$$MS = 15,75 + 0,0564P$$

onde P = peso de 3,0kg de raízes submersas em água. As raízes que eventualmente boiavam na água foram substituídas.

Para a determinação de MS pelo método de secagem em estufa, foram retirados 500 gramas de tolete da polpa, do terço médio das raízes das amostras de 3,0kg, que foram triturados em liquidificador industrial com um volume de água de 2,5 litros. Após este processo, a massa obtida foi submetida a um processo de filtração com prensagem em tecido tipo "voil", separando-se, após cinco lavagens sucessivas, o amido que ficou disperso na água de lavagem e o resíduo que ficou retido no tecido. O amido foi separado do líquido sobrenadante após 24 horas de decantação. Este amido e o resíduo foram pesados e colocados a secar em estufa até peso constante. A determinação da MS foi realizada através da seguinte equação:  $MS = (A + R)/5$ , onde A e R são o peso do amido e do resíduo, respectivamente, após secagem, em gramas, sendo a MS dada em porcentagem. O método acima descrito foi adaptado a partir da metodologia apresentada por Nunes (2013), tendo sido considerado como referência no presente estudo.

Foi utilizado o teste F para a comparação de médias ( $P = 0,05$  e  $P = 0,01$ ). A significância da regressão linear foi avaliada através da aplicação do teste t ao coeficiente angular da equação, aos níveis de  $P = 0,05$  e  $P = 0,01$ .

## Resultados e discussão

Foi observado em todos os cultivares que o método da balança hidrostática apresentou teores médios de matéria seca superiores ao obtido pelo método de secagem no período de julho a novembro (10 a 13 MAP), e teores médios inferiores ao método de secagem

no período de dezembro a julho (14 a 22 MAP) (Figura 1). Oliveira et al. (2011) observaram que o teor de amido de seis clones de mandioca foi superestimado no primeiro ciclo vegetativo pelo método da balança hidrostática em relação ao amido extraído das raízes e secagem em estufa, resultados estes semelhantes aos obtidos para o primeiro ciclo no presente trabalho.

Ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre os valores de matéria seca obtidos pelo método da estufa e pelo da balança hidrostática (Tabela 1). Estas diferenças dependeram do cultivar e do estágio fenológico, como pode ser verificado na Figura 1 e na Tabela 1. Nesta tabela é possível verificar que na fase de 10 a 13 MAP a diferença média entre os valores de MS entre os dois métodos é de aproximadamente 5,3%, com diferenças máximas obtidas de 7,3 a 9,2%.

Como pode ser observado na Figura 1, a partir de novembro (14 a 22 MAP) o método da balança hidrostática passou a apresentar menores teores de matéria seca que o de secagem em estufa. Nas amostras dos cultivares Mandim Branca e Olho Junto não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre os valores de matéria seca obtidos pelos dois métodos (Tabela 1). Entretanto, ocorreram diferenças médias significativas ( $p < 0,01$ ) entre os valores de matéria seca dos cultivares Sambaqui e Luna (5,7% e 6,7%, respectivamente), os quais apresentaram diferenças máximas superiores a 10%.

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros da regressão linear entre a matéria seca das raízes obtida por secagem em estufa e o correspondente peso das amostras de 3,0kg em água, para os ciclos de produção anual (10 a 13 MAP) e bianual (14 a 22 MAP). Na fase de 10 a 13 MAP nenhum cultivar apresentou uma relação linear significativa (Tabela 2), e seus coeficientes de determinação ficaram próximos de zero. Individualmente, estas quatro equações não permitem estimar a matéria seca a partir do peso das raízes em água, em razão da sua não significância estatística. Entretanto, o conjunto dos dados obtidos revelou uma relação linear com significância ( $p < 0,01$ ) para o citado período fenológico (10 a 13 MAP), como pode ►

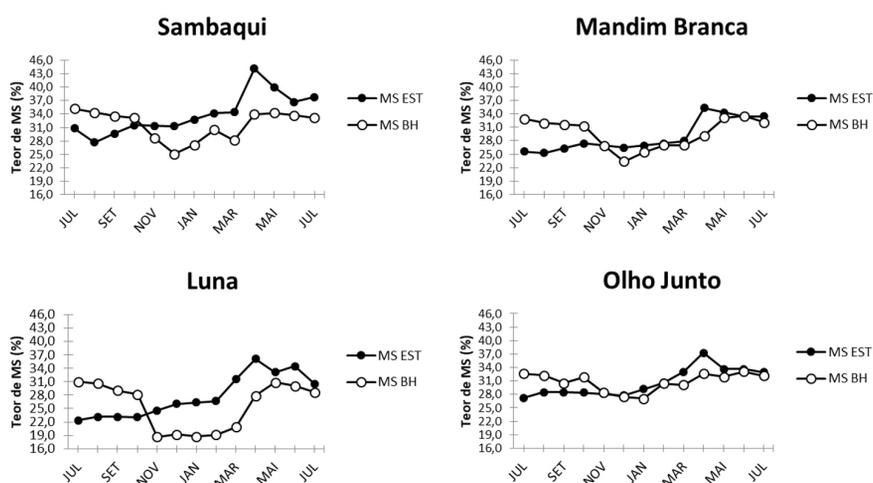


Figura 1. Porcentagem de matéria seca (MS), em raízes tuberosas de mandioca, determinada mensalmente pelo método da secagem em estufa (MS EST) e pelo método da balança hidrostática (MS BH) dos cultivares Sambaqui, Mandim Branca, Luna e Olho Junto colhidos no período de julho de 2016 a julho de 2017 (10 a 22 meses após o plantio) em Jaguaruna, SC. Cada ponto representa a média de três determinações

Figure 1. Percentage of dry matter (DM) in cassava tuberous roots, determined monthly by the oven drying method (MS EST) and the hydrostatic balance method (MS BH) of the cultivars Sambaqui, Mandim Branca, Luna and Olho Junto harvested from July 2016 to July 2017 (10 to 22 months after planting) in Jaguaruna, SC. Each point represents the average of three determinations

Tabela 1. Diferença média e máxima observadas entre o teor (%) de matéria seca de raízes tuberosas de mandioca determinadas por secagem em estufa (EST) e pelo método da balança hidrostática (BH), de quatro cultivares, no período fenológico de julho a outubro de 2016 (10 a 13 meses MAP) e de novembro de 2016 a julho de 2017 (14 a 22 MAP), em Jaguaruna, SC

Table 1. Average and maximum difference observed between the dry matter content (%) of cassava tuberous roots determined by oven drying method (EST) and the hydrostatic balance method (BH) of four cultivars in the period of July to October 2016 (10 to 13 months MAP) and from November 2016 to July 2017 (14 to 22 MAP), in Jaguaruna, SC, Brazil

Cultivares	10 a 13 MAP		14 a 22 MAP		Matéria Seca (EST)
	Diferença média (EST – BH)	Diferença Máxima (EST - BH)	Diferença média (EST – BH)	Diferença Máxima (EST – BH)	
Sambaqui	-4,07*	-7,26	5,69**	11,48	34,83
Mandim Branca	-5,90**	-9,17	1,56 <sup>NS</sup>	7,29	29,64
Luna	-7,09**	-8,81	6,68**	14,88	28,81
Olho Junto	-4,22**	-7,73	0,93 <sup>NS</sup>	2,51	31,11
Média	-5,32		3,71		

MAP = meses após o plantio.

\* , \*\*: as diferenças entre os métodos são significativas, pelo teste F, aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; NS: não significativas ao nível de 5%.

De 10 a 13 MAP cada diferença média foi obtida de 12 amostras e de 14 a 22 MAP de 27 amostras.

ser observado na Figura 3 (equação MS2). Faria & Cereda (1992), citados por Cereda et al. (2003) também observaram uma não significância estatística entre a matéria seca de raízes do culti-

var IAC 12-829 determinada através de secagem em estufa e a estimada pela balança hidrostática.

Considerando uma taxa de conversão de matéria seca nas raízes para ren-

dimento de farinha de 1:1, uma diferença de 5,0% na estimativa de matéria seca das raízes representaria uma diferença de 50kg de farinha por tonelada de raiz beneficiada, o que equivale a uma saca de farinha. Portanto, as diferenças estatisticamente significativas que constam na Tabela 1 podem ser consideradas relativamente elevadas. Na realidade, porém, o rendimento de farinha é inferior ao teor de matéria seca das raízes devido a fatores como a separação da película e das pontas quebradas da raiz, a peneiragem, a umidade da farinha, o tipo de farinha e aqueles relacionados ao rendimento de engenho como um todo. Aristizábal et al. (2017) apresentaram um esquema do balanço de massa da produção de farinha de mandioca onde raízes lavadas com 35,0% de matéria seca proporcionaram um rendimento de 28,0% de farinha refinada.

Os resultados do segundo ensaio, em que raízes do cultivar Sambaqui foram coletados em duas lavouras com diferentes tipos de solo, são apresentados na Figura 2. É possível observar nesta figura que em ambos os locais a balança hidrostática apresentou valores superiores de matéria seca com relação aos obtidos com o método da secagem nos dois primeiros meses (julho e agosto), mas depois passa a apresentar valores inferiores, comportamento este semelhante ao observado nos quatro cultivares do experimento anterior (Figura 1). Neste segundo experimento, com o cultivar Sambaqui, foram obtidos com o método gravimétrico teores médios de 4,3% e 7,8% inferiores ao método de secagem no mês de abril (19 MAP) em Jaguaruna e Sangão, respectivamente, com média de 6,0% para este mês, quando geralmente são iniciadas as colheitas das lavouras de dois ciclos de produção (bianaual).

É possível que os teores inferiores obtidos com o método da balança hidrostática nos dois experimentos estejam associados à brotação (rebrote) do segundo ciclo vegetativo, quando ocorre um aporte de carboidratos das raízes para o desenvolvimento da parte aérea (caules e folhas). Foram observadas raízes que inclusive boiavam, ou seja, com densidade inferior à da água (densidade relativa menor que 1,0), principalmente nas pesagens do cultivar Luna no perío-

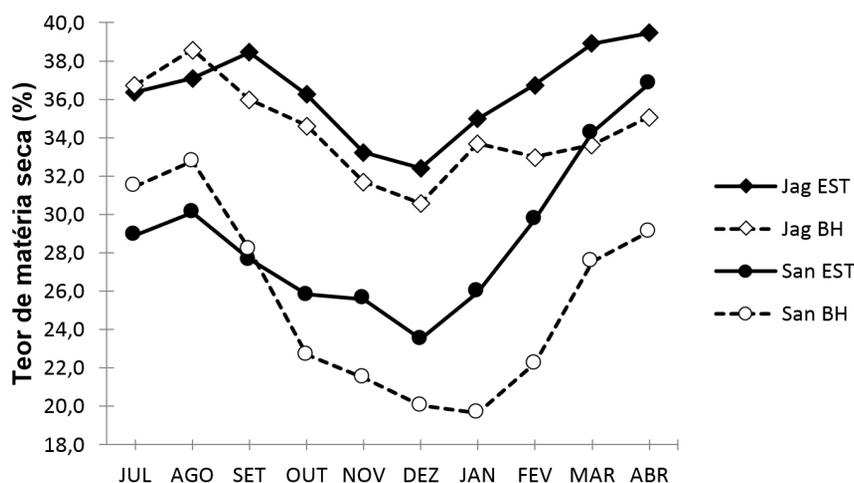


Figura 2. Teores médios de matéria seca determinada por secagem em estufa (EST) e estimada pelo método da balança hidrostática (BH) de raízes tuberosas de mandioca Sambaqui colhidas no período de julho de 2016 a julho de 2017 (10 a 22 meses após o plantio) em Jaguaruna, SC. Cada ponto representa a média de três determinações

Figure 2. Average dry matter content determined by drying in an oven (EST) and estimated by the hydrostatic balance method (BH) of tuberous roots of cassava Sambaqui harvested from July 2016 to July 2017 (10 to 22 months after the planting) in Jaguaruna, SC. Each point represents the average of three determinations

Tabela 2. Coeficientes lineares (a) e angulares (b) das equações de regressão linear entre a matéria seca de raízes tuberosas de mandioca determinada pelo método de secagem em estufa e o peso de 3,0kg de raízes submersas em água de quatro cultivares de mandioca, com respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e erro padrão da estimativa (Se), dos períodos de 10 a 13 meses após o plantio (MAP) e de 14 a 22 MAP. Jaguaruna, SC, julho de 2016 a julho de 2017

Table 2. Linear (a) and angular (b) coefficients of the linear regression equations between cassava root dry matter determined by the oven drying method and the weight of 3.0kg of submerged roots in water of four cassava cultivars, with respective determination coefficients ( $R^2$ ) and standard error of estimation (Se), from 10 to 13 months after planting (MAP) and from 14 to 22 MAP. Jaguaruna, SC, Brazil, July 2016 to July 2017

Cultivares	10 a 13 MAP			14 a 22 MAP				
	Coeficientes		Se	Coeficientes		Se		
	a	b		a	b			
Sambaqui	28,16	0,0057 <sup>NS</sup>	0,01	2,49	23,89	0,0475 <sup>**</sup>	0,61	2,76
Mandim Branca	31,24	-0,0179 <sup>NS</sup>	0,09	1,44	19,54	0,0473 <sup>**</sup>	0,56	2,58
Luna	18,19	0,0186 <sup>NS</sup>	0,13	1,63	27,85	0,0226 <sup>*</sup>	0,29	3,50
Olho Junto	21,36	0,0228 <sup>NS</sup>	0,10	1,46	15,35	0,0612 <sup>**</sup>	0,83	1,24

\* ,\*\* : o coeficiente angular é significativamente diferente de zero, pelo teste t, ao nível de 5% e 1%, respectivamente; NS: não significativo ao nível de 5%.

do de 14 a 18 MAP (Figura 1). Maeda & Dip (2000) observaram em seu trabalho que algumas raízes de mandioca apresentaram peso específico inferior a 1,0 e relacionam estas ocorrências com a presença de gases internos nas raízes. Sugerem que este fator seja um dos responsáveis pelo erro padrão da relação linear que obtiveram entre peso especí-

fico e porcentagem mássica de água das raízes. Bregagnoli et al. (2006) citam em seu estudo com batata que espaços internos no floema e no parênquima dos tubérculos podem ser um dos fatores que contribuem para as diferenças na matéria seca que foram obtidas com a utilização dos métodos de secagem em estufa e gravidade específica.

Na Figura 3 são apresentadas graficamente as duas equações lineares que representam a relação entre o teor de matéria seca determinado por secagem em estufa e o peso de 3,0kg de raízes na água (referentes aos períodos de 10 a 13 MAP e de 14 a 22 MAP dos quatro cultivares de mandioca avaliadas). Nesta figura é possível visualizar as retas representativas das duas equações e sua relação com a reta elaborada a partir da equação proposta por Grossman & Freitas (1950). Estes autores elaboraram esta equação final a partir de 14 equações com coeficientes de determinação que variaram de  $R^2 = 0,15$  a  $0,66$  e um valor médio de  $R^2 = 0,38$ , utilizando diversos genótipos de uma coleção de mandioca colhidos ao longo de seis anos em diferentes tipos de solo. Assim, temos que as Figuras 2 e 3 e os resultados obtidos por Grossman & Freitas (1950) indicam que podem ocorrer variações entre os valores de matéria seca obtidos pelos dois métodos e que estas podem ser decorrentes de fatores relacionados ao genótipo, ano (clima), do tipo de solo e dos tratos culturais, dentre outros.

Carvalho et al. (2007) concluíram em seu estudo que o método de determinação da matéria seca por meio da balança hidrostática não apresentou exatidão e precisão, mas que a simplicidade e robustez do processo fazem com que seja utilizado na rotina industrial de beneficiamento da mandioca. Cereda et al. (2003) recomendam que para melhorar a avaliação do teor de amido em função da balança hidrostática deve-se estabelecer taxas de conversão em função da variedade, do mês de colheita, da região e da idade da planta.

## Conclusões

O método de secagem em estufa apresentou teores médios de matéria seca inferiores aos obtidos com o método gravimétrico no primeiro ciclo vegetativo e teores médios superiores no segundo ciclo.

A magnitude da diferença entre os ►

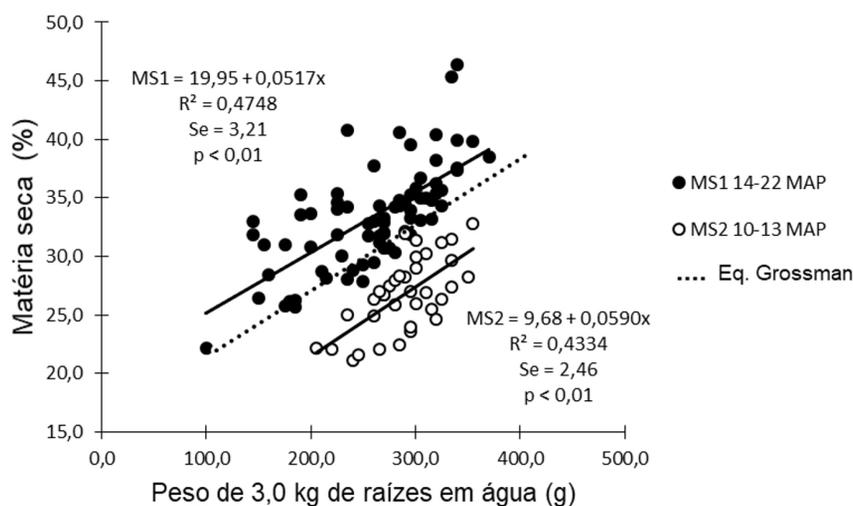


Figura 3. Equações de regressão linear simples entre o peso de 3,0 kg de raízes tuberosas de mandioca imersas em água e a matéria seca (MS) destas raízes determinada com secagem em estufa, de quatro cultivares de mandioca, em que MS1 representa a matéria seca obtida por secagem em estufa das raízes colhidas de 14 a 22 meses após o plantio (MAP) e MS2 das colhidas de 10 a 13 MAP, com respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e erro padrão da estimativa (Se). A linha pontilhada representa a equação de Grossman & Freitas (1950) em que  $y = 15,75 + 0,0564x$ . Jaguaruna, SC, julho de 2016 a julho de 2017

Figure 3. Simple linear regression equations between the weight of 3.0 kg of water-immersed cassava tuber roots and the dry matter (MS) of these roots determined by the oven drying method of four cassava cultivars, where MS1 represents the dry matter obtained by drying of the roots harvested 14 to 22 months after planting (MAP) and MS2 of the roots harvested from 10 to 13 MAP, with respective determination coefficients ( $R^2$ ) and estimate standard error (Se). The dotted line represents the Grossman & Freitas (1950) equation where  $y = 15.75 + 0.0564x$ . Jaguaruna, SC, Brazil, July 2016 to July 2017

teores de matéria seca determinados pelos dois métodos variou entre genótipos, anos, locais e ciclos fenológicos.

## Referências

BREGAGNOLI, M. **Qualidade e produtividade de cultivares de batata para indústria sob diferentes adubações**. 2016. 141f. Tese (Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2006. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-19052006-154403/publico/MarceloBregagnoli.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2019.

CARVALHO, P.R.N.; MEZZETTE, T.F.; VALLE, T.L.; CARVALHO, C.L.R.; FELTRAN, J.C. Avaliação da exatidão, precisão e robustez do método de análise do teor de matéria seca de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) por meio da determinação do peso especí-

fico (balança hidrostática). **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v.3, p.1-4, 2007. Disponível em: <http://energia.fca.unesp.br/index.php/rat/article/view/1313>. Acesso em 22 de setembro de 2019.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O.; TAKAHASHI, M. **Balança hidrostática como forma de avaliação do teor de massa seca e amido**. In CEREDA, M. P. & VOLPOUX, O. Tecnologia, usos e potencialidade de tuberosas amiláceas latino-americanas. São Paulo – Fundação Cargil, v.3. n. 2 p. 30-47, 2003.

FARIA, C.C.; CEREDA, M.P. **Validação do método de balança hidrostática na avaliação do teor de amido em duas cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Botucatu: Centro de Raízes e Amidos Tropicais, Universidade Estadual Paulista, 1998. 14p. (Relatório PIBIC/CNPq, FCA, UNESP).

GROSSMAN, J.; FREITAS, A.C. Determinação

do teor de matéria seca pelo peso específico em mandioca. **Revista Agronômica**, Porto Alegre, v.14, n.160/162, p.75-80, 1950.

MAEDA, M.; DIP, T.M. Curvas de porcentagem mássica de água versus peso específico em vegetais in natura – Otimização de processos industriais pela seleção via teste da matéria-prima. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.20, n.3, 2000. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612000000300006&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612000000300006&script=sci_abstract&lng=pt). Acesso em: 13 de agosto de 2019.

NUNES, E. da COSTA. **Caracterização físico-química do amido e cultura de células e tecidos vegetais como ferramentas biotecnológicas à seleção e conservação de germoplasma de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz)**, 2013. 167p. Tese (Doutorado em Biotecnologia e Biociências) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013.

OLIVEIRA, N.T. de; ALVES, J.M.A.; UCHÔA, S.C.P.; RODRIGUES, G.S.; MELVILLE, C.C.; ALBUQUERQUE, J.A.A. de. Caracterização e identificação de clones de mandioca produzidos em Roraima para o consumo in natura. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v.5, n.3, p.188-193, 2011. Disponível em: <https://revista.ufrb.br/agroambiente/article/view/624>. Acesso em: 30 de outubro de 2019.

POLA, A.C.; MORETO, A.L.; NUNES, E. C.; PERUCH, L.A.M.; NEUBERT, E.O. Variações na produtividade e matéria seca de raízes de mandioca em função da época de colheita. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.30, n.3, p.79-83, 2017. Disponível em: <http://publicacoes.epagri.sc.gov.br/index.php/RAC/article/view/149/149>. Acesso em: 30 de outubro de 2019.

WREGE, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C. ALMEIDA, I.R. de. **Atlas climático da região sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2ª ed., 2012, 333p. ■

# Análise das flutuações do nível do mar no litoral de Santa Catarina

Carlos Eduardo Salles de Araújo<sup>1</sup>

**Resumo** – As flutuações do nível do mar no litoral de Santa Catarina durante o outono de 2018 foram estudadas para se avaliar a contribuição dos fenômenos da maré meteorológica em relação às marés astronômicas previstas. As séries temporais das estações maregráficas oceânicas (Ilha da Paz, Balneário Camboriú, Imbituba e Balneário Rincão) foram consistidas, reamostradas para intervalos de 15 minutos e padronizadas pelo nível médio do mar. A maré meteorológica, avaliada para oscilações superiores ao período inercial da região, apresentou amplitudes de 30 a 40cm em relação ao nível médio no mar e ocorreu em períodos que variaram de 5 a 10 dias, correspondendo à escala de passagem dos sistemas atmosféricos frontais. Observou-se uma redução das amplitudes das marés astronômicas em direção ao sul do estado, de forma que a contribuição relativa das marés meteorológicas na variação do nível do mar ultrapassa 90% em casos extremos. Com base nestes resultados recomenda-se cautela no uso das tábuas de maré astronômica, especialmente para navegação costeira durante a entrada e a saída de embarcações em estuários, baías e enseadas.

**Termos de indexação:** maré astronômica, maré meteorológica, navegação costeira.

## Sea Level Fluctuations on Santa Catarina State - Brazil

**Abstract** – Sea level fluctuations on the coast of Santa Catarina during the fall of 2018 were studied to evaluate the contribution of the meteorological tidal phenomenon in comparison with predicted astronomical tides. The time series of the open sea tidal stations (Ilha da Paz, Balneário Camboriú, Imbituba and Balneário Rincão) were quality controlled, interpolated at 15-minute intervals and standardized by mean sea level. The storm surge, evaluated in the inertial scale, presented amplitudes of 30 to 40cm in relation to the mean sea level and occurred in periods ranging from 5 to 10 days, corresponding to the temporal scale of the frontal atmospheric systems. There has been a reduction in the amplitude of astronomical tides towards the south of Santa Catarina, so that the relative contribution of the storm surges to sea level variation exceeds 90% in extreme cases. Based on these results, caution is advised in the use of astronomical tidal tables, especially for coastal navigation on inbound and outbound vessels in estuaries, bays and inlets.

**Index terms:** astronomical tide, meteorological tide, coastal navigation.

## Introdução

As medições das marés ao longo da costa dão apoio a um grande número de atividades do nosso cotidiano e para a comunidade científica. A navegação segura das embarcações em portos de águas rasas e estuários requer conhecimento do horário de ocorrência e da altura das marés. Os engenheiros, por sua vez, precisam de informações históricas das flutuações do nível da maré para projetos costeiros como pontes, cais, píeres de atracação, plataformas de pesca, trapiches. Para a comunidade científica existem muitas aplicações para os dados de maré, como por exemplo: os ecologistas, oceanógrafos e

biólogos estudam a mistura das águas costeiras promovida pelas correntes de maré, onde poluentes são removidos e nutrientes reciclados, impactando diretamente atividades como a pesca e a maricultura; os climatologistas precisam das informações de variação do nível do mar para estudar os impactos das mudanças climáticas em zonas costeiras, entre outros.

O nível do mar medido diretamente nas estações maregráficas ao longo da costa varia em decorrência da atuação de diferentes fenômenos naturais, dos quais os principais são a maré astronômica e a maré meteorológica.

A maré astronômica resulta da força de atração gravitacional que o Sol e a Lua

exercem sobre os oceanos. Na costa sudeste do Brasil a principal componente da maré astronômica é a semidiurna, ou seja, as variações entre a maré baixa e a maré alta ocorrem aproximadamente de 6 em 6 horas, repetindo-se o ciclo a cada 12 horas (FRANCO, 1997). Outro ciclo importante da maré astronômica corresponde às fases da lua. Nas fases Nova e Cheia, o Sol e a Lua estão alinhados e as diferenças (altura) entre a maré baixa e a maré alta são maiores. Nas fases crescente e minguante o Sol e a Lua estão em ângulos retos e as amplitudes de maré são menores. Os períodos de maior amplitude são conhecidos como marés vivas ou de sizígia e os de menor amplitude como marés mortas ou de quadratura (PUGH, 1987). Os períodos ►

Recebido em 24/10/2019. Aceito para publicação em 13/4/2020.

<sup>1</sup> Oceanógrafo, Dr., EPAGRI/Centro de Informações Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM), Rod. Admar Gonzaga, 1347 - Itacorubi, 88034-901 Florianópolis - SC, fone: (48) 36655132, e-mail: kadu\_araujo@epagri.sc.gov.br

de sizígia e quadratura se alteram aproximadamente a cada sete dias e o ciclo completo dura 29,5 dias (lunação).

A elevação do nível do mar, decorrente da ação combinada da pressão atmosférica e do empilhamento das águas gerado pelo vento, se propaga como uma onda ao longo do litoral e para baías interiores, de forma similar a uma maré astronômica (MESQUITA, 2003). Por apresentar o mesmo comportamento, o somatório destes efeitos é conhecido como maré meteorológica. A ação positiva combinada das marés astronômica e meteorológica pode causar inundação costeira (ESTEBAN et al., 2015). De forma inversa, a ação negativa combinada destas marés pode prejudicar a atividade portuária e de navegação.

O monitoramento e o estudo das variações do nível do mar são importantes para o uso racional da zona costeira. Aquicultura, navegação, turismo, pesca, erosão e obras na zona costeira são atividades desenvolvidas ao longo dos 450Km do litoral de Santa Catarina

que dependem do monitoramento da maré. Com o propósito de atender a esta demanda a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) começou a instalar em 2012 uma rede de monitoramento maregráfico que atualmente conta com onze estações operacionais: Passo de Torres, Balneário Rincão, Laguna, Imbituba, Sul da Ilha de Santa Catarina, Balneário Camboriú, Barra Velha, Ilha da Paz, Itapoá, São Francisco do Sul e Joinville.

A solução tecnológica compreende sensores de nível do tipo radar e piezométrico; painel solar e bateria, tornando-os independentes em relação à energia; um *datalogger*, para armazenamento e processamento dos dados; modem GPRS para transmissão e finalmente um servidor para recebimento, qualificação e armazenamento dos dados (VANZ et al., 2017). As informações são coletadas de forma automática em intervalos de 5 minutos e a eficiência média de operação da rede é superior a 98%, ou

seja, dados espúrios e faltantes são inferiores a 2%.

O diferencial da Epagri é disponibilizar informações atualizadas do nível do mar no site [www.ciram.com.br/litoral\\_online/](http://www.ciram.com.br/litoral_online/) a cada hora. Com base nas séries históricas é feita anualmente a previsão da maré astronômica utilizando-se modelos matemáticos para extrair as constantes harmônicas. Estas previsões também são disponibilizadas pela Epagri no site.

## Material e métodos

Na avaliação das variações do nível do mar neste estudo em Santa Catarina foram considerados apenas os maregrafos localizados em oceano aberto: Ilha da Paz, Balneário Camboriú, Imbituba e Balneário Rincão, conforme localização mostrada na Figura 1. Este procedimento visa evitar a influência de descargas fluviais dos rios e de fenômenos físicos que ocorrem no interior de baías, como

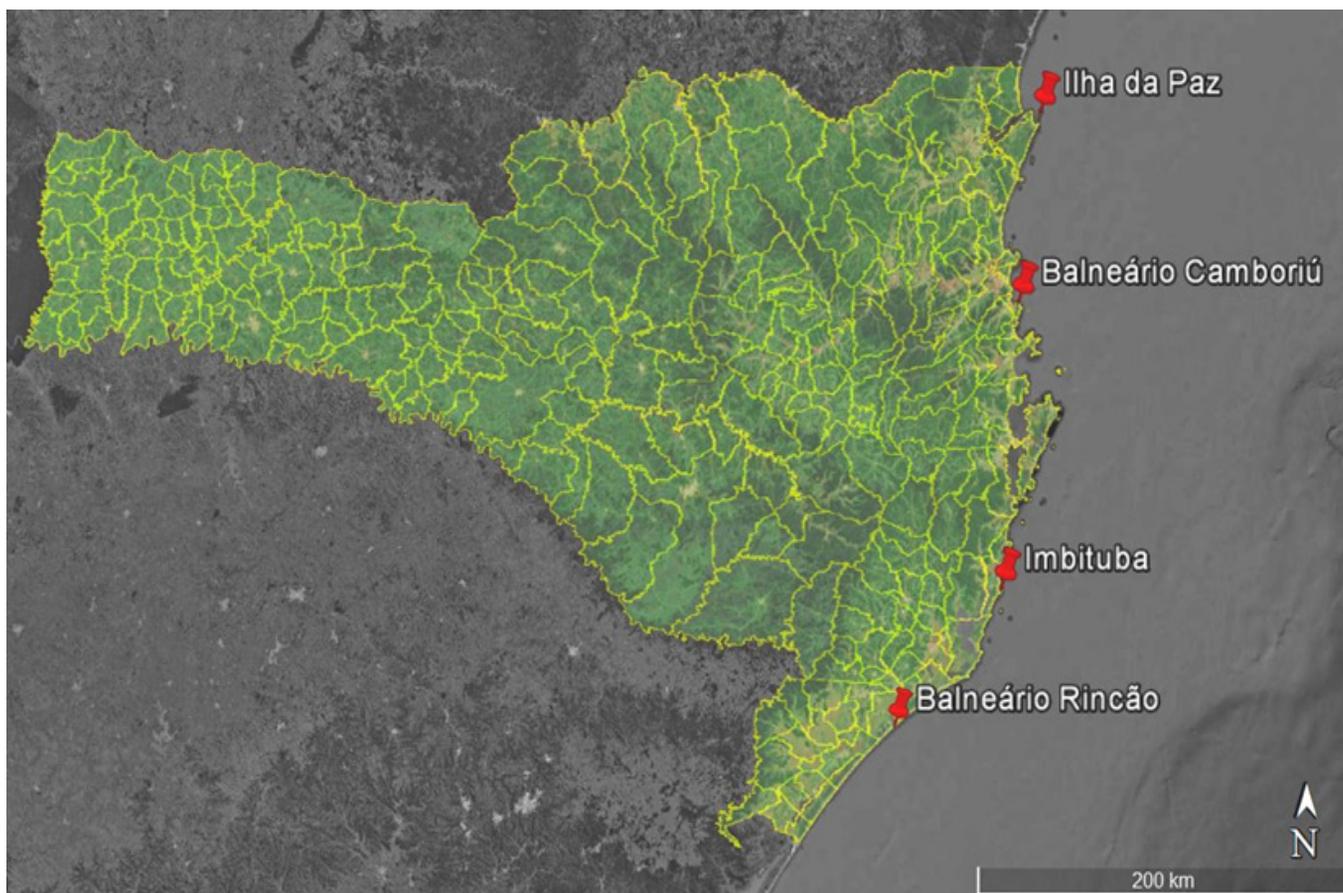


Figura 1. Localização das estações maregráficas  
Figure 1. Location of the tidal stations

a refração e a reflexão das ondas de maré.

### Pré-processamento

Os dados de nível do mar dados observados para o outono de 2018 foram consistidos para eliminar valores espúrios e depois reamostrados para intervalos de 15 minutos, preenchendo-se possíveis falhas nas séries. Um filtro de janela móvel do tipo Hamming (OPPENHEIM et al., 1999) com frequência de corte de  $2,78 \times 10^{-4}$  Hz foi utilizado para reduzir os ruídos de alta frequência que são provocados pela ação das ondas geradas pelo vento e outras forças locais.

### Padronização do nível médio do mar

O nível do mar medido pelos marégrafos é arbitrado em relação à menor baixa-mar de sizígia observada em cada localidade num período mínimo de seis meses (zero da escala vertical), de acordo com recomendação da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN). Para permitir comparações entre as diferentes estações, os dados pré-processados são padronizados, subtraindo-se o nível médio do mar de cada estação, de forma que a referência do nível médio passa a ser o zero em todas as estações.

### Maré inercial (meteorológica)

De acordo com Castelão & Barth (2006), as variações do nível do mar provocadas pela ação das correntes marítimas geradas pelo vento na coluna d'água ocorrem em escalas de espaço e tempo onde o efeito de rotação da Terra desvia as correntes para a esquerda do vento no Hemisfério Sul. No litoral de Santa Catarina, os ventos que sopram de quadrante sul geram correntes nas camadas superficiais do mar (primeiras dezenas de metros) que empilham a água na costa e os ventos de quadrante norte afastam as camadas de águas superficiais da costa. A escala em que este fenômeno ocorre varia conforme a latitude da Terra. Em Santa Catarina é necessário que o vento sopra sobre a plataforma continental em escalas espaciais de muitas dezenas a poucas centenas de quilômetros e por períodos superiores a 25-27 horas.

Desta forma as chamadas marés meteorológicas ocorrem próximas à escala inercial, enquanto as marés astronômicas têm sua principal energia associada à variação semidiurna. Com o objetivo de separar e estimar a contribuição da maré meteorológica nas variações do nível do mar, aplica-se às séries de dados pré-processados um filtro de janela móvel de Hamming do tipo passa-baixa, com período de corte superior a 27 ho-

ras. O sinal resultante corresponde à banda de frequência inercial da maré. As flutuações de maré suprainercial são comparadas no trimestre para as quatro estações maregráficas na forma de um gráfico temporal de linhas na seção Resultados.

## Resultados e discussão

A Figura 2 apresenta, para todos os marégrafos, a contribuição dos períodos superiores a 27 horas (escala inercial) nas variações do nível do mar ao longo do outono de 2018.

A análise da Figura 2 mostra que os períodos de oscilação variaram de 5 a 10 dias, correspondendo ao período de passagem dos sistemas atmosféricos frontais relatados por Stech & Lorenzetti (1992) – 5 a 6 dias, Rodrigues et al. (2004) – 8 dias e Pampuch & Ambrizzi (2015) – 8 a 11 dias. As amplitudes dos eventos mais significativos, tanto positivos quanto negativos, foram da ordem de 30 a 40cm com extremos próximos a 50cm registrados em Balneário Rincão.

As Figuras 3 a 6 apresentam, para as estações maregráficas da Ilha da Paz, Balneário Camboriú, Imbituba e Balneário Rincão respectivamente, gráficos de linha (tempo X nível do mar) sobrepondo as flutuações do nível do mar observadas e as marés inerciais (meteorológicas) calculadas. ►

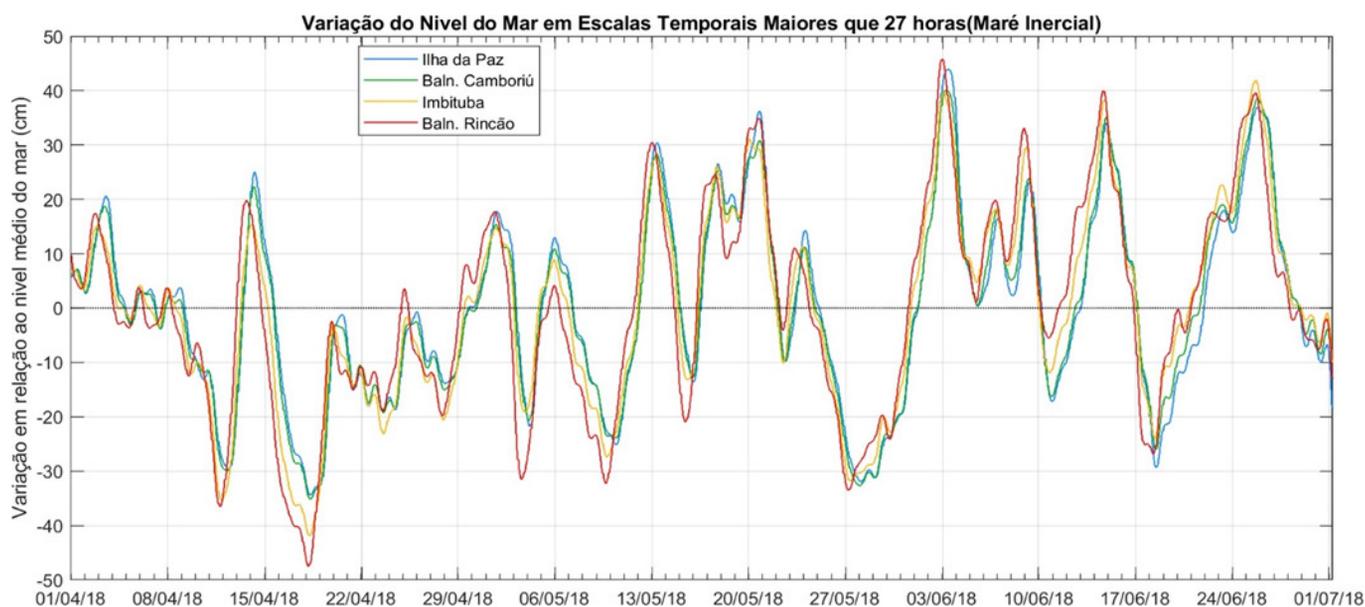


Figura 2. Variação do nível do mar na escala inercial

Figure 2. Sea Level variation on inertial scale

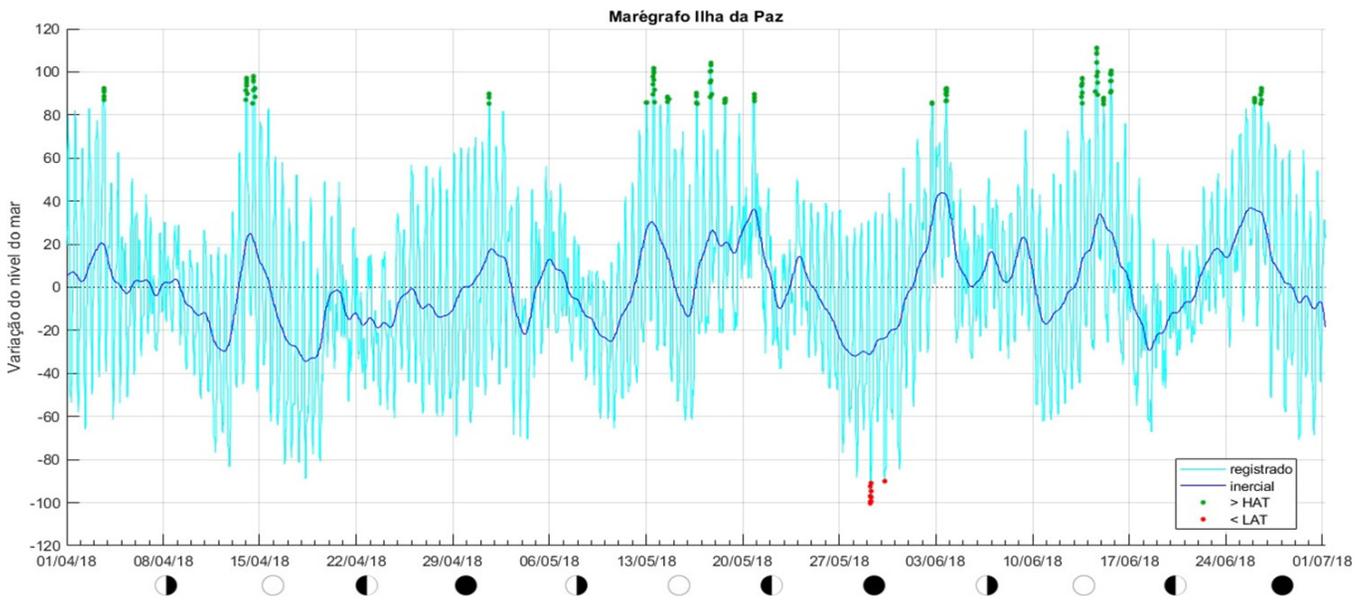


Figura 3. Flutuações do nível do mar, marés inerciais e eventos significativos observados na Ilha da Paz no outono de 2018  
 Figure 3. Sea level fluctuations, inertial tides and significant events observed at Ilha da Paz station in the fall of 2018

Tabela 1. Resumo dos eventos significativos observados na Ilha da Paz para o outono de 2018  
 Table 2. Summary of significant events in fall 2018 at the Paz island monitoring station

	Eventos	Total_hr	Horas_med	Horas_max	Obs_med	Obs_max	Inerc_med	Inerc_max	Perc_med	Perc_max
>HAT	19	23.5	1.24	2.5	94	111	25	43	27	46
<LAT	2	1.75	0.87	1.75	-91	-91	-28	-31	30	34

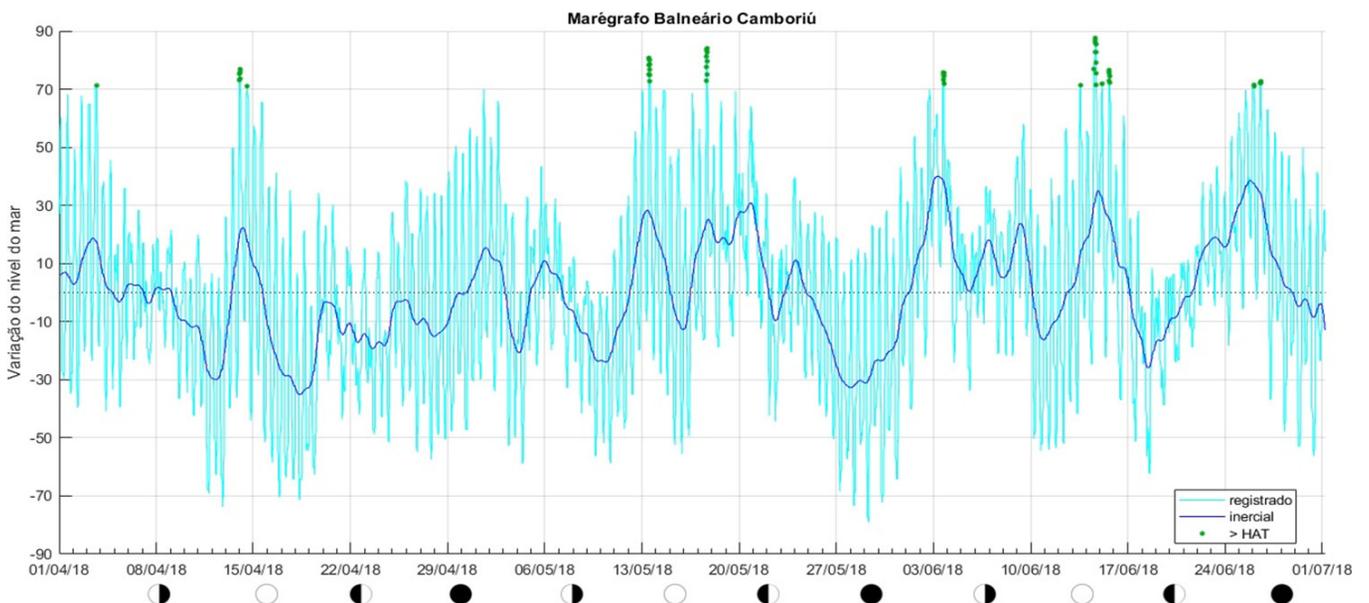


Figura 4. Flutuações do nível do mar, marés inerciais e eventos significativos observados em Balneário Camboriú no outono de 2018  
 Figure 4. Sea level fluctuations, inertial tides and significant events observed at Balneário Camboriú station in the fall of 2018

Tabela 2. Resumo dos eventos significativos observados em Balneário Camboriú para o outono de 2018

Table 2. Summary of significant events in fall 2018 at Balneário Camboriú monitoring station

	Eventos	Total_hr	Horas_med	Horas_max	Obs_med	Obs_max	Inerc_med	Inerc_max	Perc_med	Perc_max
>HAT	12	12.25	1.02	3	76	88	27	38	35	53
<LAT	0	0	0	0						

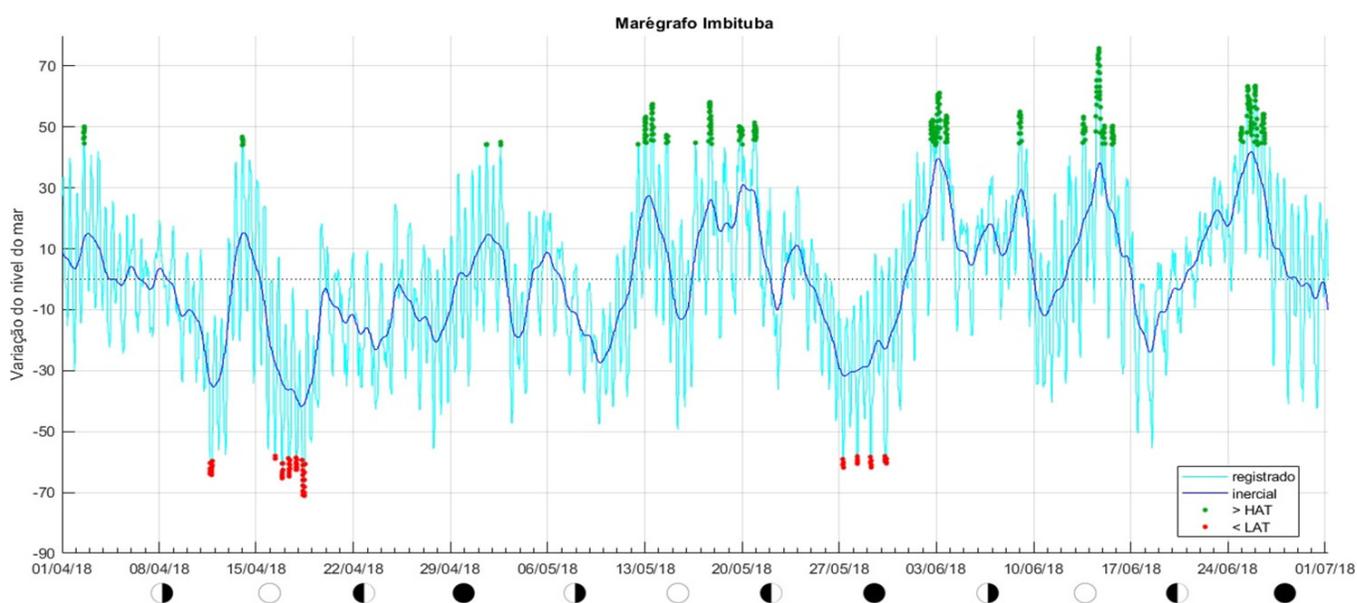


Figura 5. Flutuações do nível do mar, marés inerciais e eventos significativos observados em Imituba no outono de 2018

Figure 5. Sea level fluctuations, inertial tides and significant events observed at Imituba station in the fall of 2018

Tabela 3. Resumo dos eventos significativos observados em Imituba para o outono de 2018

Table 3. Summary of significant events in fall 2018 at Imituba monitoring station

	Eventos	Total_hr	Horas_med	Horas_max	Obs_med	Obs_max	Inerc_med	Inerc_max	Perc_med	Perc_max
>HAT	25	80.25	3.21	7.5	53	76	26	41	48	83
<LAT	10	18	1.8	3.25	-59	-60	-33	-42	55	70

Os pontos verdes marcam os momentos quando o nível do mar atingiu valores superiores as maiores marés astronômicas em cada localidade. De forma análoga, os pontos vermelhos marcam os momentos onde o nível do mar atingiu valores inferiores às menores marés astronômicas. Estes valores são expressos pelas siglas em inglês HAT (*Highest Astronomical Tide*) e LAT (*Lowest Astronomical Tide*), respectivamente,

e representam extremos hipotéticos, quando todos os constituintes harmônicos da onda de maré estão em fase. Estes constituintes foram determinados a partir de séries históricas de cada localidade, utilizando-se modelos matemáticos harmônicos (PIROOZNIJA et al., 2016). No total, obtiveram-se 86 constituintes para Florianópolis e Ilha da Paz e 72 para Imituba e Balneário Rincão.

De forma similar, as Tabelas 1 a 4

apresentam para cada estação maregráfica um resumo dos eventos significativos do trimestre, quando o nível do mar se manteve acima dos valores de HAT (1ª linha da tabela), ou abaixo dos valores de LAT (2ª linha da tabela). Para cada classe de evento os campos considerados são: número de eventos (Eventos); soma da duração de todos os eventos (Total\_hr, em horas), duração média dos eventos (Horas\_med, em horas); evento ▶

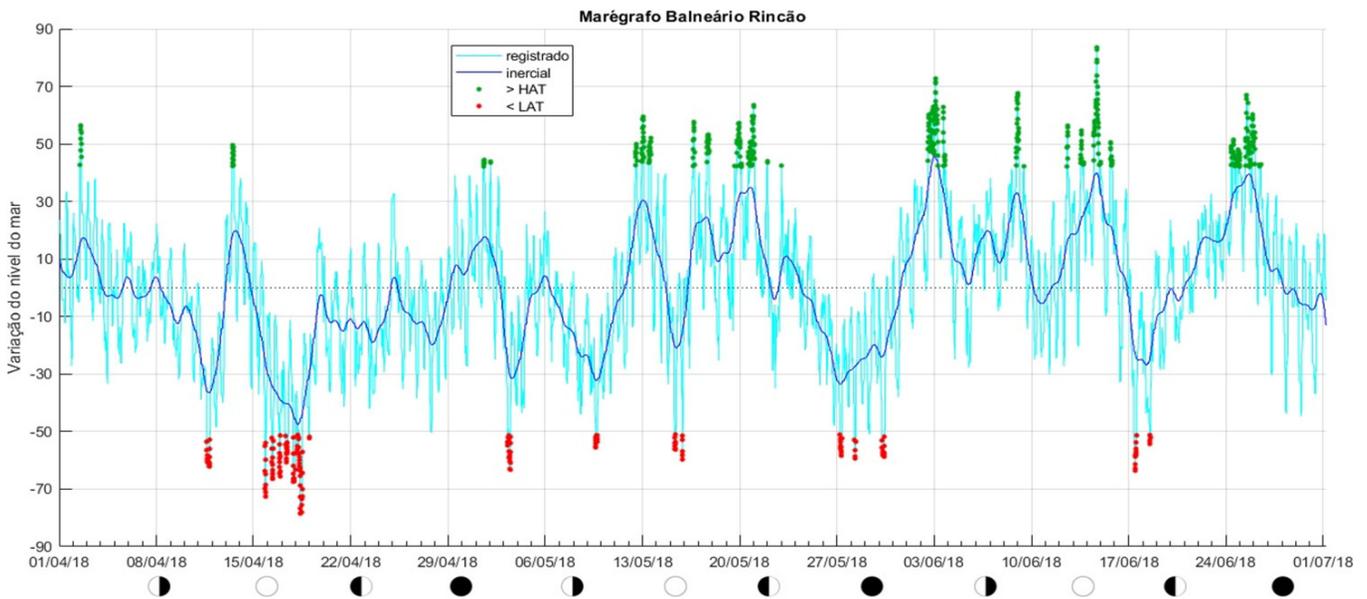


Figura 6. Flutuações do nível do mar, marés inerciais e eventos significativos observados em Balneário Rincão no outono de 2018  
 Figure 6. Sea level fluctuations, inertial tides and significant events observed at Imbituba station in the fall of 2018

Tabela 4. Resumo dos eventos significativos observados em Balneário Rincão para o outono de 2018  
 Table 4. Summary of significant events in fall 2018 at Balneário Rincão monitoring station

	Eventos	Total_hr	Horas_med	Horas_max	Obs_med	Obs_max	Inerc_med	Inerc_max	Perc_med	Perc_max
>HAT	37	98.25	2.66	16.25	52	84	28	45	53	89
<LAT	23	47	2.04	5.5	-52	-54	-32	-47	62	93

mais duradouro (Horas\_max, em horas); média dos valores de nível do mar observados em todos os eventos (Obs\_med, em cm); máximo nível do mar observado durante os eventos (Obs\_max, em cm); média dos valores de maré suprainercial observados durante os eventos (Inerc\_med, em cm); maré suprainercial máxima observada durante os eventos (Inerc\_max, em cm); média da participação percentual da maré suprainercial na variação observada do nível do mar durante os eventos (Perc\_med, em %); máxima participação percentual da maré suprainercial na variação observada do nível do mar durante os eventos (Perc\_max, em %).

A maré astronômica corresponde principalmente às variações semidiurnas (12 horas) observadas na amplitude no nível do mar e as variações de 7 dias decorrentes das alternâncias das fases

da Lua (marés de sizígia e quadratura).

As marés astronômicas são menores no litoral sul do Estado e aumentam em direção ao norte. Esta diferença pode ser explicada pela distância entre estes pontos da costa catarinense e o ponto anfifrômico de maré mais próximo, localizado na plataforma continental ao sul do estado do Rio Grande do Sul (MESQUITA, 2003). Os pontos anfifrômicos são locais no oceano onde as flutuações de maré astronômica são nulas.

A maré meteorológica corresponde principalmente às variações do nível do mar observadas pelas correntes provocadas por ventos nas camadas superficiais do oceano. Estas correntes possuem direção à esquerda da velocidade do vento e precisam de aproximadamente 25 a 27 horas para se desenvolverem sobre o oceano ao largo do litoral de Santa Catarina (SC).

Dependo da intensidade, duração e pista de ventos sobre o oceano, as correntes geradas por vento podem provocar flutuações no nível do mar, empilhando ou retirando grandes volumes de água da costa. Estas flutuações do nível do mar refletem tanto o efeito do vento local quanto o de áreas remotas. Castro & Lee (1995) mostraram que na plataforma sul do Brasil ondas livres forçadas pela elevação ou rebaixamento do nível do mar e que se propagam em direção ao Equador vindas do sul são uma das principais fontes de energia de baixa frequência (longo período) sobre a plataforma continental.

Embora este não seja o único processo que provoca sobre elevação ou rebaixamento do nível no mar na costa, ele atua como principal ator, ocorrendo muitas vezes em sinergia com outros fenômenos meteo-oceanográficos. De

acordo com Pimenta et al. (2004), na plataforma continental de Santa Catarina, as variações do nível do mar na escala inercial, provocadas pelas forçantes meteorológicas, contribuem com 90% da energia associada ao transporte das correntes na direção meridional (aproximadamente perpendicular à linha de costa).

De uma forma geral, os registros das marés meteorológicas (Figura 2, componente suprinericial) para o outono de 2018 foram aproximadamente homogêneos para todas as localidades do litoral de Santa Catarina (SC). A pequena diferença entre as curvas revela que estas ondas de baixa frequência sofreram pouca atenuação em sua propagação de sul para norte. Interessante também notar a diferença de fase entre as curvas: os eventos registrados na Ilha da Paz (norte de SC) são defasados de 9 a 14 horas com relação aos mesmos eventos registrados em Balneário Rincão (sul de SC), a aproximadamente 350km de distância.

Entretanto, a comparação da contribuição relativa da componente meteorológica (suprinericial) na variação total do nível do mar revelou grandes diferenças entre o litoral norte e sul do estado de Santa Catarina. Observaram-se valores percentuais médios de 53% e 62%, com extremos alcançando 89% e 93%, nos eventos que excederam HAT e LAT respectivamente em Balneário Rincão (Tabela 4). Para a Ilha da Paz os valores percentuais médios observados nos eventos que excederam HAT e LAT foram 27% e 30%, com extremos alcançando 46% e 34% respectivamente (Tabela 1).

No exemplo do marégrafo de Balneário Rincão (Tabela 4), para o outono de 2018, foram registrados 23 eventos num total de 47 horas em que o nível do mar esteve abaixo do mínimo astronômico (LAT) esperado para um período de 18,6 anos. Esta observação abre um questionamento sobre o uso e a confiabilidade das tábuas de maré (astronômica) para a navegação nesta região. Os níveis do mar de referência utilizados nas cartas

náuticas e nas tábuas de maré levam em conta apenas as flutuações astronômicas.

Sugere-se a realização de novos estudos e projetos para viabilizar a previsão operacional do nível no mar que considerem as variações decorrentes dos fenômenos meteorológicos.

## Conclusão

As alterações do nível do mar observadas no litoral de Santa Catarina e medidas pela rede de marégrafos da Epagri/Ciram são devidas a fatores astronômicos e meteorológicos.

As flutuações decorrentes da maré meteorológica são especialmente importantes para a navegação no litoral sul de Santa Catarina, onde as marés astronômicas previstas possuem amplitudes reduzidas.

O monitoramento do nível do mar realizado pela Epagri/Ciram é muito importante e relevante para a gestão adequada dos recursos costeiros, de modo que sua continuidade é um anseio das comunidades costeira e científica, não apenas em Santa Catarina, mas também para os outros estados das regiões Sul e Sudeste do Brasil.

## Referências

CASTELÃO, R.M.; BARTH, J.A. Upwelling around Cabo Frio, Brazil: The importance of wind stress curl. **Geophysical Research Letters**, v.33, 2006

CASTRO, B.M.; LEE, T.N. Wind forced sea level variability on the southeast Brazilian Shelf. **J. Geophys. Res.**, v.100, pp 16045-16056, 1995.

ESTEBAN, M.; TAKAGI, H.; SHIBAYAMA, T. **Handbook of coastal disaster mitigation for engineers and planners**. Elsevier, New York, U.S.; 780 p. 2015.

FRANCO, A.S. **Marés: fundamentos, análise e previsão**. Ed. Diretoria de Hidrografia e Navegação, Niterói. 1997.

MESQUITA, A.R. Sea-Level Variations Along the Brazilian Coast: A Short Review. **Journal**

**of Coastal Research**, Special Issue No. 35. Proceedings of the Brazilian Symposium on Sandy Beaches: Morphodynamics, Ecology, Uses, Hazards and Management. pp.21-31, 2003.

OPPENHEIM, A.V.; SCHAFFER, R.W.; BUCK, J.R. **Discrete-Time Signal Processing**. 1999. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 870 p.

PIMENTA, F.M.; MELO FILHO, E.; FRANCO, D.; ZAVIALOV, P. Assessment of Santa Catarina Shelf Currents through the Analysis of Indirect Measurements. **Journal of Coastal Research**, SI 39, p. 651-655, 2004.

RODRIGUES, M.L.G.; FRANCO, D.; SUGAHARA, S. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. **Rev. Bras. Geof.**, São Paulo, v. 22, n.2, p.135-151, 2004.

STECH, J.L.; LORENZETTI, J.A. The response of the South Brazil Bight to the Passage of Wintertime Cold Fronts. **Journal of Geophysical Research**, v.97, C6, 9507-9520, 1992.

PAMPUCH, L.A.; AMBRIZZI, T. **Sistemas Frontais sobre a América do Sul**. Parte I: Climatologia e intervalo de passagem em dados da Reanálise I do NCEP/NCAR. In: Workshop Brasileiro de Micrometeorologia,9, 2015. Santa Maria - RS. Disponível em: [http://www.grec.iag.usp.br/data/arquivos\\_download/Pampuch\\_Ambrizzi\\_1\\_nova.pdf](http://www.grec.iag.usp.br/data/arquivos_download/Pampuch_Ambrizzi_1_nova.pdf). Acesso em: 22/10/2019.

PIROOZNIYA, M.; EMADI, S.R.; ALAMDARI, N.M. Caspian Sea Tidal Modelling Using Coastal Tide Gauge Data. **Journal of Geological Research**, vol. 2016, Article ID 6416917, 10 p., 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/6416917>.

PUGH, D.T. **Tides, surges and mean sea level**. 1987. John Wiley & sons. Bath Typesetting Limited, Great Britain, 472p.

VANZ, A.; ARAUJO, C.E.S.; GARBOSSA, L.H.P.; BOLL, M.G. Variação da maré na costa catarinense. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 17, 2017, Balneário Camboriú. **Resumos[...]** Balneário Camboriú: Colacmar, 2017. p.1120-1121. ■

## Fitase e seus efeitos extrafosfóricos em dietas para frangos de corte: revisão

Jomara Broch<sup>1</sup>, Gabriela Glaeser Sangalli<sup>2</sup>, Vaneila Daniele Lenhardt Savaris<sup>3</sup> e Ricardo Vianna Nunes<sup>4</sup>

**Resumo** – As dietas para aves são compostas principalmente por produtos de origem vegetal, sendo que a maior parte do fósforo (P) se encontra na forma indisponível, denominada fitato. A molécula de fitato e os nutrientes ligados a ela não podem ser absorvidos no trato digestivo sem degradação enzimática realizada pelas fitases. As fitases hidrolisam o fitato em uma molécula de inositol e seis moléculas inorgânicas de fosfato reduzindo os seus efeitos antinutricionais. A magnitude da resposta da fitase pode ser mais significativa com o aumento dos níveis de inclusão. A degradação do fitato se correlaciona com grandes aumentos na retenção de P, concentração de cinzas na tíbia, ganho de peso, consumo de ração, eficiência alimentar, retenção de nitrogênio, energia metabolizável aparente e retenção de Ca. Por isso, esta revisão tem o objetivo de caracterizar a fitase e abordar os aspectos relacionados com sua eficácia e seus efeitos extrafosfóricos em dietas para frangos de corte.

**Termos para indexação:** desempenho; enzimas exógenas; fósforo inorgânico

### Phytase and its extraphosphoric effects in broiler diets: review

**Abstract** – Broiler's diets are mainly composed of plant origin products, where most of the phosphorus (P) is in the unavailable form, called phytate. The phytate molecule and the nutrients attached to it cannot be absorbed in the digestive tract without enzymatic degradation by the phytases. Phytases hydrolyze phytate in one molecule of inositol and six inorganic phosphate molecules reducing their antinutritional effects. The magnitude of phytase response may be more significant with increasing inclusion levels and phytate degradation correlates with large increases in P retention, tibia ash concentration, weight gain, feed intake, feed efficiency, retention of nitrogen, apparent metabolizable energy and Ca retention. Therefore, this review has the objective of to characterize phytase and to address aspects related to its efficacy and its extra phosphoric effects in diets for broilers.

**Index terms:** performance, exogenous enzyme, inorganic phosphorus

### Introdução

Entre os nutrientes essenciais para nutrição animal, o fósforo (P) é um dos principais elementos e o mais oneroso (2 a 3% do custo total) a ser incluído na dieta. Este elemento é fundamental no metabolismo e no desenvolvimento das aves, exerce papel fisiológico importante no organismo e possui relação direta com a saúde e o desenvolvimento das aves e dos ossos. Além disso, está relacionado a sérios problemas ambientais quando depositado de maneira imprópria na natureza, sendo considerado um dos principais poluentes da água e do solo (MUNIR & MAQSOOD, 2013).

As dietas para aves são compostas principalmente por produtos de origem vegetal, nos quais a maior parte do P se encontra na forma indisponível, denominada fitato; em torno de 2,5 a 4,0g kg<sup>-1</sup> (RAVINDRAN, 1995). O fitato possui baixa solubilidade no intestino delgado, sendo mal absorvido pelas aves e sua carga negativa o confere a capacidade de formar quelatos, produzindo sais insolúveis com minerais, que reduzem a digestibilidade dos nutrientes da dieta (WILKINSON et al., 2014).

Visto que a maior parte do P contido nos alimentos utilizados nas dietas para aves se encontra na forma indisponível, fontes inorgânicas são utilizadas para

fornecer as exigências deste mineral. No entanto, estas possuem um alto custo e provêm de fontes não renováveis. Para aumentar a disponibilidade do P fítico, a fitase é adicionada às rações, possibilitando uma hidrólise eficaz.

Fatores como a relação cálcio (Ca): P da dieta, a proporção em relação a outros minerais, a concentração de aminoácidos e a vitamina D podem influenciar a absorção do P (ADEDOKUN & ADEOLA, 2013). Além disso, o tipo de dieta, a fonte e a quantidade de ácido fítico, aliados ao tipo de fitase presente nos ingredientes utilizados, também podem interferir na utilização e no aproveitamento do P pelas aves.

Recebido em 24/5/2019. Aceito para publicação em 27/8/2019.

<sup>1</sup> Zootecnista, Dra., Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste/Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, PR, Rua Pernambuco, 1777, CEP: 85960-000, e-mail: brochjomara@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Zootecnista, Copacol - Cooperativa Agroindustrial Consolata, Cafelândia, PR, Rua Desembargador Munhoz de Mello, 176, CEP: 85415-000, e-mail: gabrielasangalli@hotmail.com.

<sup>3</sup> Zootecnista, Msc. Tectron - Tecnologia e Inovação, Toledo, PR, Av. Maripá, 895, CEP 85908-220, e-mail: vaneilalenha@hotmail.com

<sup>4</sup> Zootecnista, Professor PhD., Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste/Centro de Ciências Agrárias, CEP: 85960-000, e-mail: nunesrv@hotmail.com

A molécula de fitato e os nutrientes ligados a ela não podem ser absorvidos no trato digestivo sem degradação enzimática realizada pelas fitases (GUPTA et al., 2015). As fitases são as enzimas exógenas mais utilizadas em dietas comerciais para animais não ruminantes e caracterizam-se por reduzir os efeitos antinutricionais do fitato. Elas são capazes de disponibilizar o P que ocorre naturalmente na forma de fitato e, assim, reduzir a quantidade de P inorgânico suplementado na dieta e também melhorar a disponibilidade de outros minerais, de aminoácidos e energia. Além disso, as fitases contribuem para reduzir o impacto negativo da excreção de P inorgânico no ambiente (MUNIR & MAQSOOD, 2013).

Objetivou-se com esta revisão caracterizar a fitase e abordar os aspectos relacionados à sua eficácia e seus efeitos extrafosfóricos em dietas para frangos de corte.

## Revisão

### Ácido fítico

O ácido fítico é um ácido livre, essencial durante a germinação das sementes e responsável por suprir as necessidades de biossíntese dos tecidos em crescimento das plantas. Os sais do ácido fítico, descritos como fitatos, correspondem a uma mistura de minerais, como potássio, magnésio e cálcio, presentes como quelato e armazenados na forma de fósforo (P) em cereais, legumes e óleos (PALLAUF & RIMBACH, 2009).

O teor de ácido fítico e a disponibilidade do P para os animais é altamente variável (Tabela 1). Esta variabilidade pode depender das condições de crescimento da planta, do tamanho das partículas e dos processos tecnológicos utilizados no beneficiamento dos cereais (TAHIR et al., 2012), além dos métodos utilizados para sua determinação. Sementes oleaginosas, grãos integrais e leguminosas representam as fontes mais concentradas, já raízes, tubérculos e outros vegetais geralmente apresentam quantidades mais baixas. Na maioria dos grãos o fitato é isolado na camada de aleurona, o que o torna mais con-

Tabela 1. Fósforo total, fítico e disponível nos ingredientes  
Table 1. Total phosphorus, phytic and available in ingredients

Ingredientes	P total (%)	P fítico (%)	P disponível (%)
Arroz, farelo	1.71	1.37	0.35
Aveia, grão	0.38	0.16	0.22
Canola, farelo	1.14	0.75	0.39
Carne e ossos, farinha (48%)	5.79	-	5.21
Cevada, grão	0.35	0.20	0.15
Mandioca, integral raspa	0.08	0.06	0.02
Milho, grão (7,86%)	0.24	0.18	0.06
Milho, glúten (60%)	0.52	0.47	0.05
Penas e vísceras, farinha	1.15	-	1.15
Soja, farelo (45%)	0.55	0.36	0.19
Trigo, farelo	0.94	0.45	0.49
Trigo, grão	0.32	0.22	0.10

Fonte: Rostagno et al. (2017)

centrado no farelo; já nas leguminosas é encontrado na camada de cotilédone (NISSAR et al., 2017).

O fitato é carregado negativamente nas diversas condições de pH (ácido, neutro e básico). Isso lhe confere a capacidade de se precipitar com as moléculas carregadas positivamente da dieta, secreções endógenas do trato gastrointestinal e a proteína dietética, formando complexos resistentes à hidrólise. Desta forma, a digestibilidade dos nutrientes da digesta é reduzida, causando a utilização incompleta destas substâncias pelos animais (WOYENGO & NYACHOTI, 2013). A capacidade de ligação dos grupos de fosfato a cátions é afetada pela sua distribuição no anel de mio-inositol; os complexos são mais solúveis com a redução e mais fracos com a remoção dos grupos de fosfato (NISSAR et al., 2017).

As dietas típicas de frangos de corte contêm em torno de 2,5 a 4,0g de fitato kg<sup>-1</sup>. Para que o P seja utilizado, o fitato deve ser hidrolisado de forma que os íons de fosfato inorgânico sejam liberados, o que dependerá da capacidade enzimática das aves. A degradação do fitato no trato digestivo das aves pode ser atribuída a uma ou mais fitases e elas são possíveis através de três fontes: fitases da secreção digestiva intestinal; atividade de fitase proveniente de bactérias residentes ou atividade da fitase endógena presente em alguns ingredientes (RAVINDRAN, 1995).

### Mecanismos de atuação das fitases

As fitases hidrolisam o fitato em uma molécula de inositol e seis moléculas inorgânicas de fosfato. Assim, se o fitato é hidrolisado, em seguida os seus efeitos antinutricionais são reduzidos, podendo ser utilizado pelas aves (RAVINDRAN, 1995). A suplementação de fitase em dietas de aves é uma prática comum utilizada em larga escala e muito importante devido à atividade inadequada da fitase endógena do trato digestivo das aves. A fitase melhora a utilização do P fítico e reduz a excreção de P no ambiente, e isto atrai um grande interesse científico e comercial (MUNIR & MAQSOOD, 2013).

Na nutrição animal, as enzimas exógenas são responsáveis por degradar fatores antinutricionais presentes em muitos ingredientes da ração, aumentar a disponibilidade de alguns nutrientes, complementar as enzimas produzidas por animais jovens que, devido à imaturidade do sistema digestivo, têm produção insuficiente. Além disso, elas costumam reduzir a grande variabilidade nos valores nutritivos dos alimentos, melhorando assim a precisão nas formulações de rações (MUNIR & MAQSOOD, 2013).

É importante que as enzimas utilizadas sejam específicas ao substrato disponível para que possam agir com eficiência. Por exemplo, o ambiente considerado ideal deve ser aquoso, pois a umidade é essencial para a mobilidade ▶

e a solubilidade da enzima e do substrato; altas temperaturas podem resultar em desnaturação e redução da atividade enzimática e a relação substrato vs. enzima deve ser adequada, sendo que, quanto mais substrato, melhor e maior a área de atuação para a enzima (RAVINDRAN, 2013).

A relação substrato vs. enzima está associada com a eficácia da enzima. A partir daí é importante considerar que a presença de substratos nos ingredientes é bastante variável e dependente da localização desse substrato na matriz do ingrediente, da presença de outros possíveis fatores antinutricionais e da diferença na acessibilidade ou solubilidade da enzima (OLUKOSI, 2013).

A hidrólise do fitato em ortofosfato e fosfatos de inositol é conseguida enzimaticamente com fitase. Este método reduz o conteúdo de ácido fítico nos grãos, sem reduzir o seu conteúdo mineral (GUPTA et al., 2015). A fitase (mio-inositol 1,2,3,4,5,6 - hexaquis fosfato fosfoidrolases) é a única enzima conhecida que pode iniciar a desfosforilação gradual do fosfato no carbono 1, 3 ou 6 no anel inositol do fitato, gerando uma série de ésteres fosfatos mio-inositol inferiores (IP 6 IP 5 IP 4 IP 3 IP 2 IP 1). Através dessa sucessão de reações de desfosforilação, são produzidos seis radicais de P inorgânico e inositol (SELLE & RAVINDRAN, 2007), além da liberação de cálcio, ferro, zinco e outros metais.

As fitases podem ser divididas em três grupos: com base no mecanismo catalítico, tem-se as fitases dos ácidos histidina, de cisteína ou ácido roxo; com base no pH, dividem-se em fitases ácidas e alcalinas; e também com base no carbono no anel de mio-inositol de fitato em que a desfosforilação é iniciada, em 3-fitases (EC 3.1.3.8), 6-fitases (CE 3.1.3.26) e 5-fitases (EC. 3.1.3.72) (GREINER & KONIETZNY, 2006).

A atividade da fitase foi detectada em muitas espécies de plantas, como trigo, centeio, cevada, ervilha, feijão, soja, milho, arroz, alface, espinafre, grama, pólen de lírio, etc., mas como o processo de produção a partir de plantas é oneroso e demorado, a produção de fitase de origem microbiana é a mais desenvolvida (GUPTA et al., 2015).

A atividade de fitase é expressa em

FTU, que corresponde à quantidade de fitase que libera 1 mol de fosfato inorgânico por minuto a partir de 0,0051mol L<sup>-1</sup> fitato de sódio em pH de 5,5 e a uma temperatura de 37°C (AOAC, 2000). Contudo, em termos práticos, a especificação padrão de mensuração estabelecida para a atividade de fitase é diferente das condições reais *in vivo* dos animais e, além disso, muitas características associadas à composição da dieta e características dos animais podem influenciar a atividade da enzima *in vivo*.

A atuação da fitase está relacionada às características ligadas aos animais (espécie, idade, condições fisiológicas), aos fatores dietéticos (concentração e fonte de fitato, e minerais), à origem e ao nível da fitase adicionada à dieta (DERSJANT-LI et al., 2015). O nível dietético de fósforo (P) também pode influenciar na resposta da fitase. Por isso, níveis muito altos ou baixos devem ser evitados; altos níveis de Ca ou alta relação Ca: P pode reduzir a resposta da fitase; e a vitamina D exerce influência indireta na atividade da fitase através do aumento da absorção de Ca, limitando a formação de fitatos de Ca insolúveis, resistentes à hidrólise da enzima (KORNEGAY, 2001).

Propriedades como estabilidade, resistência à protease, inativação pelo HCl no estômago e a origem da enzima são essenciais para a ação eficiente das fitases na alimentação dos animais (OLUSKI, 2013). Outro aspecto importante é o local da atividade de diferentes tipos de fitases no trato digestório do animal; pesquisas sugerem que a parte superior do trato digestivo é o principal local.

O nível do pH no estômago das aves está entre 2,5 a 3,5; ou seja, valores muito abaixo de 5,5, considerado o valor da mensuração padrão da atividade da fitase. Portanto, a atividade "real" *in vivo* é muito variável. Como o ácido fítico (e fitato) dissocia-se e é solúvel em pH ácido (por exemplo, estômago), a formação dos minerais e dos complexos ocorre principalmente em pH mais elevado, como o do intestino. Assim, os ácidos fíticos se complexam com cálcio, proteínas e aminoácidos, além de interagirem com enzimas endógenas, resultando na redução da digestibilidade dos nutrientes (DERSJANT-LI et al., 2015).

Deste modo, uma hidrólise prévia do fitato pela fitase na parte superior do trato digestivo é essencial para uma melhora na digestibilidade dos nutrientes, pois isso resultará em uma molécula de inositol e seis moléculas inorgânicas de fosfato (mais aminoácidos, minerais entre outros nutrientes). Em casos de uma hidrólise incompleta, normalmente pode restar IP4 e IP3, que são muito resistentes ao ataque das fitases. Assim, o sucesso de altas doses de fitase depende da sua especificidade ao substrato e também da destruição destes ésteres de fosfatos remanescentes e da geração do inositol através do esforço conjunto da fitase exógena e das fosfatases da mucosa.

#### **Suplementação de fitase em dietas para frangos de corte: efeitos extrafosfóricos**

A fitase tem sido utilizada para reduzir o custo da dieta através da possibilidade de redução de fontes de fosfato inorgânico, energia, calcário e aminoácidos sintéticos. Esses efeitos estão ligados a uma matriz de liberação de nutrientes para uma determinada dose da enzima e o valor criado dependerá dos preços dos vários nutrientes deslocados (COWIESON et al., 2015). Antigamente, utilizava-se uma dose fixa de 500FTU kg<sup>-1</sup> em ração de frangos, por exemplo, mas com os avanços das pesquisas, e devido a fatores econômicos, é grande o interesse do uso de doses mais elevadas.

Um pré-requisito para a formulação de rações é a equivalência do P da fitase, no entanto, este valor ainda não está bem definido. Os valores para equivalência da fitase são conflitantes e os critérios de resposta utilizados para avaliar estes valores possuem um efeito importante sobre os resultados. Segundo Selle & Ravindran (2007), o valor geral determinado para a equivalência de P da fitase (840FTU kg<sup>-1</sup> = 1.0g kg P) não é exatamente o valor real sugerido na prática. Isto porque os resultados são afetados pelo teor e a fonte de P, nível de Ca, tipo de dieta, espécie e idade do animal (animais jovens tendem a responder melhor às enzimas do que animais mais velhos) (ANSELME, 2006);

além do tipo e a quantidade de cereais, os fatores antinutricionais e as enzimas utilizadas (MUNIR & MAQSOOD, 2013).

A magnitude da resposta da fitase pode ser mais significativa com o aumento dos níveis de inclusão nas dietas, provavelmente devido à maior degradação do fitato, pois quando este é hidrolisado os seus efeitos antinutricionais são eliminados (KORNEGAY, 2001). Além disso, a degradação do fitato se correlaciona positivamente com grandes aumentos na retenção de P, concentração de cinzas na tibia, ganho de peso, consumo de ração, eficiência alimentar, retenção de nitrogênio, energia metabolizável aparente e retenção de Ca; resultados que são mais pronunciados com altos níveis de inclusão (SELLE & RAVINDRAN, 2007).

Alguns resultados sugerem que o aumento dos níveis de P dietético pode impedir as respostas ao aumento dos níveis de inclusão de fitase. E existem duas explicações para isso: o produto final da hidrólise do fitato, o P inorgânico, inibe a atividade catalítica da fitase (LEI & STAHL, 2000); e o aumento da liberação de P, devido à ação da fitase, pode provocar um desequilíbrio entre o Ca e P no trato gastrointestinal do animal. Outra explicação é que altos níveis de fitase podem alterar o balanço eletrolítico da dieta, pois o fitato e a fitase influenciam a secreção de sódio no lúmen intestinal (RAVINDRAN et al., 2013).

Altas doses de fitase podem ser benéficas, mas é necessário adequar os níveis de nutrientes e os demais fatores dietéticos para que as vantagens sejam perceptíveis (SELLE & RAVINDRAN, 2007). Também é preciso considerar que a atuação da fitase está relacionada às características ligadas ao animal (espécie, idade, condições fisiológicas), aos fatores dietéticos (concentração e fonte de fitato, concentração de minerais) e à origem e nível da enzima adicionada à dieta (DERSJANT-LI et al., 2015). Também é muito importante escolher o modelo apropriado, pois os dados se ajustam melhor a um modelo específico, então eles podem fornecer estimativas diferentes dos níveis de uso que maximizam os lucros (BEDFORD et al., 2016).

Em estudo realizado por Boney & Moritz (2017), com frangos de corte,

os autores constataram melhora na conversão alimentar e aumento da disponibilidade de P, além de influências benéficas na saúde intestinal, possivelmente devido a uma redução da irritação do intestino. Os autores especulam que a eficácia da fitase pode ser afetada dependendo da composição dos ingredientes utilizados e da presença de fatores antinutricionais.

Ao avaliar se a eficácia da fitase poderia ser afetada por uma fonte de proteína da dieta, Kaczmarek et al. (2016) observaram que a fitase melhorou o ganho de peso corporal, a taxa de conversão alimentar e a deposição de Ca e P nas tibias, independentemente da fonte proteica. A melhora no conteúdo de cinzas, Ca e P na tibia indica um aumento na mineralização óssea, referente ao aumento na disponibilidade de minerais liberados pela fitase a partir do complexo mineral do fitato. A desfosforilação do ácido fítico pela fitase provavelmente levou a uma melhor mineralização óssea via maior digestibilidade ileal do Ca e P. Ainda, segundo os autores, é possível que ocorram variações na degradação do fitato em diferentes ingredientes, dependendo da localização dos fitatos, o que pode torná-los mais resistentes ao ataque direto da fitase. A eficácia da fitase sobre a digestibilidade dos aminoácidos também parece depender do ingrediente utilizado na dieta, estando ligada ao tipo e concentração da proteína. Vale ressaltar que proteínas formam complexos insolúveis com ácido fítico em pH baixo, como já reportado em diversas literaturas.

Os resultados encontrados por Cowieson et al. (2015) em experimentos realizados com frangos de corte recebendo altas doses de fitase apontaram melhora no desempenho, aumento na retenção de Ca e P, resistência da tibia, teor de cinzas e concentrações de inositol no plasma. Os resultados sugeriram que o efeito benéfico de altas doses de fitase pode ser conferido através de mecanismos similares ao da insulina e que os efeitos da fitase são eficazes na melhoria do desempenho das aves alimentadas com dietas com níveis adequados ou não de Ca e P.

Os efeitos da fitase sobre as propriedades histológicas, mecânicas e químicas

da tibia também foram avaliados por Qian et al. (1996). No experimento foi observado que a deficiência de P influenciou o grau de conversão da cartilagem em osso e a ordem do desenvolvimento histológico da tibia, provocando uma mineralização defeituosa ou desorganizada da matriz extracelular da zona de cartilagem hipertrófica. Já as melhoras das características histológicas da tibia ocorreram devido à suplementação de fitase e de P inorgânico; as tibias foram mais longas e largas e houve uma melhora na força de ruptura, ou seja, ocorreu uma melhor mineralização óssea. Além dos benefícios sobre as características ósseas, a fitase melhorou o ganho de peso corporal e o consumo de ração. Os resultados sugerem que a fitase melhora a qualidade da dieta por meio da liberação de outros minerais e nutrientes, além de aumentar a disponibilidade de P e promover o crescimento e desenvolvimento dos ossos. Assim, a quantidade de P inorgânico adicionado pode ser reduzida.

As informações sobre os efeitos da fitase em dietas com redução nutricional sobre rendimentos e características de qualidade de carcaça ainda são limitadas. Os resultados do trabalho realizado por Driver et al. (2006) indicaram que dietas com deficiência de Ca e P, durante as fases inicial e final, afetam a integridade dos diferentes ossos das aves de diferentes maneiras durante o abate e o processamento. A resistência de ruptura da tibia e fêmur (ossos longos) parece ser influenciada pelo conteúdo de Ca e P de dietas iniciais, pois é nesta fase que o desenvolvimento ósseo é mais ativo; enquanto a incidência de clavículas (osso curto) com ruptura foi influenciada apenas pelo tipo de dieta durante a fase final, pois é mais sensível a flutuações nos níveis de Ca e P a curto prazo. Assim, concluiu-se que a qualidade da carcaça depende dos níveis de Ca e P e também da idade da ave.

Além de todos os benefícios supracitados, a fitase é apontada como responsável pelo aumento da digestibilidade do P e pela redução da excreção fecal de P. Isso é muito importante, uma vez que os resíduos de fosfatos dos animais representam um grande problema ambiental, pois são contaminantes de ▶

reservatórios de água, através do escoamento superficial ou da lixiviação (SELLE & RAVINDRAN, 2007; MUNIR & MAQSOOD, 2013).

## Considerações finais

A adição de fitases em dietas para aves proporciona benefícios produtivos, como a melhora do desempenho e a redução da mortalidade. A prática também possibilita ao nutricionista maior flexibilidade na escolha do tipo de matérias-primas a serem utilizadas nas formulações de rações. Além disso, tem papel importante na redução do impacto negativo ambiental da produção animal sobre o ambiente, através da colaboração na redução da produção de resíduos.

## Referências bibliográficas

- ADEDOKUN, S.A.; ADEOLA, O. Calcium and phosphorus digestibility: Metabolic limits. **Journal Applied Poultry Research**, Champaign, v.22, n.3, p.600-608, 2013.
- AOAC, Method 2000.12: Phytase activity in feed: colorimetric enzymatic method, in Official Methods of Analysis of AOAC International (17th edn). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA (2000).
- ANSELME, P. 2006. **Considerations on the use of microbial phytase**. CEFIC. Inorganic Feed Phosphates, Brussels.
- BEDFORD, M.R.; CHOCT, M.; O'NEILL, H.M. **Nutrition Experiments in Pigs and Poultry: A Practical Guide**. In: Pesti, G.M.; Althon, R.A.; Da Costa, M.J.; Billard, L. Most common designs and understanding their limits. Boston: CABI, 2016. 178p.
- BONEY, J.W.; MORITZ, J.S. Phytase dose effects in practically formulated diets that vary in ingredient composition on feed manufacturing and broiler performance. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v.26, n.2, p.273-285, 2017.
- COWIESON, A.J.; AURELI, R.; GUGGENBUHL, P.; FRU-NJI, F. Possible involvement of myo-inositol in the physiological response of broilers to high doses of microbial phytase. **Animal Production Science**, Clayton South, v.55, n.6, p.710-719, 2015.
- DELSANT-LI, Y.; AWATI, A.; SCHULZE, H.; PARTRIDGE, G. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.95, n.5, p.878-896, 2015.
- DRIVER, J.P.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I.; EDWARDS JR., H.M. The effect of feeding calcium-and phosphorus-deficient diets to broiler chickens during the starting and growing-finishing phases on carcass quality. **Poultry Science**, Champaign, v.85, n. 11, p.1939-1946, 2006.
- GUPTA, R.K.; GANGOLIYA, S.S.; Singh, N.K. Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains. **Journal of Food Science and Technology**, Campinas, v.52, n.2, p.676-684, 2015.
- GREINER, R. AND KONIETZNY, U. Phytase for food application. **Food Technology and Biotechnology**, Zagreb, v.44, n.2, p.123-140, 2006.
- KACZMAREK, S.A.; COWIESON, A.J.; HEJDYSZ, M.; RUTKOWSKI, A. Microbial phytase improves performance and bone traits in broilers fed diets based on soybean meal and containing lupin meal. **Animal Production Science**, Clayton South, v.56, n.10, p.1669-1676, 2016.
- KORNEGAY, E.T. **Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytases and factors influencing their activity**. Enzymes in farm animal nutrition, 2001. 237-271p.
- LEI, X.G.; STAHL, C.H. Nutritional benefits of phytase and dietary determinants of its efficacy. **Journal of Applied Animal Research**, Champaign, v.17, n.1, p.97-112, 2000.
- MUNIR, K.; MAQSOOD, S. A review on role of exogenous enzyme supplementation in poultry production. **Journal of Food and Agriculture**, Abu Dhabi, v.25, n.1, p.66-80, 2013.
- NISSAR, J.; AHAD, T.; NAIK, H.R.; HUSSAIN, S.Z. A review phytic acid: As antinutrient or nutraceutical. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, Rohini, v.6, n.6, p.1554-1560, 2017.
- OLUKOSI, O.A. Biochemistry of phytate and phytases: Applications in monogastric nutrition. **Journal of the Nigerian Society for Experimental Biology**, Makhanda, v.24, n.2, p.58-63, 2013.
- PALLAUF, J.; RIMBACH, G. Nutritional significance of phytic acid and phytase. **Archives of Animal Nutrition**, v.50, n.4, p.301-319, 1997.
- QIAN, H., VEIT, H.P., KORNEGAY, E.T., RAVINDRAN, V., AND DENBOW, D.M. Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological and other tibial bone characteristics and performances of broilers fed semi-purified diets. **Poultry Science**, v.75, p.618-626, 1996.
- RAVINDRAN, V. Phytases in poultry nutrition. An overview. **Poultry Science**, Champaign, v.7, p.135-139, 1995.
- RAVINDRAN, V. Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v.22, n.3, p.628-636, 2013.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, Davis, v.135, n.1, p.1-41, 2007.
- TAHIR, M.; SHIM, M.Y.; WARD, N.E.; SMITH, C.; FOSTER, E.; GUNEY, A.C.; PESTI, G.M. Phytate and other nutrient components of feed ingredients for poultry. **Poultry Science**, Champaign, v.91, n.4, p.928-935, 2012.
- WILKINSON, S.J.; SELLE, P.H.; BEDFORD, M.R.; COWIESON, A. J. Separate feeding of calcium improves performance and ileal nutrient digestibility in broiler chicks. **Animal Production Science**, Clayton South, v.54, n.2, p.172-178, 2014.
- WOYENGO, T.A; NYACHOTI, C.M. Review: Anti-nutritional effects of phytic acid in diets for pigs and poultry—current knowledge and directions for future research. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.93, n.1, p.9-21, 2013. ■

## Normas para publicação na revista Agropecuária Catarinense – RAC

Os trabalhos devem ser submetidos à RAC pelo portal de publicações da Epagri (<http://publicacoes.epagri.sc.gov.br>) com **espaçamento duplo, fonte Arial 12, margens de 2,5cm, folhas paginadas, alinhamento justificado e linhas numeradas**. Serão aceitos para publicação textos ligados à agropecuária e à pesca, seguindo as normas descritas:

1. Trabalhos para as seções **Artigo científico, Germoplasma, Nota científica, Informativo técnico e Revisão bibliográfica** devem ser inéditos e vir acompanhados de carta ou e-mail que afirme a exclusividade de publicação pela RAC. É preciso que o autor concorde em ceder os direitos autorais do texto publicado.
2. O **Informativo técnico** refere-se à descrição de doenças, insetos-praga etc. e a recomendações técnicas de cunho prático, tendo como principal público extensionistas e técnicos em geral. Extensão máxima: 8 páginas, contando figuras e tabelas. Elementos pré-textuais: resumo de até 15 linhas (incluindo termos para indexação), título em inglês, *abstract* e *index terms*. Estrutura: “Introdução”, seções (conforme o conteúdo) e, para finalizar a matéria, “Considerações finais” ou “Recomendações”. O item “Agradecimentos” é opcional, e as referências não devem ultrapassar o número de 10.
3. O **Artigo científico** deve ser conclusivo, oriundo de pesquisa concluída. São obrigatórios, além do título, os seguintes elementos: resumo (máximo de 20 linhas, incluindo termos para indexação), título em inglês, *abstract* e *index terms*. Estrutura: “Introdução”, “Material e métodos”, “Resultados e discussão”, “Conclusão” e “Referências”. A seção “Agradecimentos” é opcional. Tamanho máximo do artigo é de 15 páginas, incluindo tabelas e figuras.
4. A **Nota Científica** refere-se a pesquisa inédita e recente, com resultados importantes, porém com volume insuficiente de informações para um artigo científico. A nota pode também descrever uma doença ou inseto-praga recém-descoberto. Extensão máxima: 8 páginas, incluindo tabelas e figuras (ver Item 11). Elementos

pré-textuais: título, resumo (máximo de 15 linhas, incluindo termos para indexação), título em inglês, *abstract* e *index terms*, texto corrido e referências. A seção “Agradecimentos” é opcional. São permitidas no máximo 10 referências.

5. A seção **Germoplasma** deve conter título, resumo (máximo de 20 linhas, incluindo termos para indexação), título em inglês, *abstract* e *index terms*, introdução, origem (incluindo pedigree), descrição (planta, brotação, floração, fruto, folha, sistema radicular, tabela com dados comparativos), perspectivas e problemas do novo cultivar ou germoplasma, disponibilidade de material e referências. O limite é de 12 páginas para cada matéria, incluindo tabelas e figuras.
6. A **Revisão bibliográfica** apresenta o estado da arte de tecnologias ou processos das ciências agrárias, trazendo não apenas uma análise descritiva, mas também crítica, e com referências bibliográficas atualizadas. Os autores devem ter reconhecida qualificação e experiência na temática. Extensão máxima: 16 páginas, incluindo tabelas e figuras. Elementos pré-textuais: título, resumo (máximo de 20 linhas, incluindo termos para indexação), título em inglês, *abstract* e *index terms*. Estrutura: “Introdução”, “Desenvolvimento”, “Discussão”, “Conclusões” ou “Considerações finais”, “Agradecimentos” (opcional) e “Referências”.
7. Os termos para indexação (no mínimo 3 e no máximo 5) não devem conter palavras já usadas no título.
8. O título do trabalho deve ter no máximo 15 palavras e ser representativo de seu conteúdo. Nomes científicos no título não devem conter o nome do identificador da espécie.
9. A versão original do manuscrito submetida via plataforma não pode conter o nome nem os dados pessoais dos autores em rodapé. As informações dos autores também devem ser eliminadas do arquivo Word (.doc), pela ferramenta do programa em “Inspeccionar

documento” – “Propriedades do documento e informações pessoais”. Os nomes dos autores devem constar nos **metadados do artigo submetido (plataforma de submissão)**, onde devem aparecer as seguintes informações: formação profissional do autor e do(s) coautor(es), título de graduação e pós-graduação (especialização, mestrado ou doutorado), nome e endereço da instituição em que trabalha, telefone para contato, endereço eletrônico.

É recomendável o máximo de três coautores por artigo. Depois de receber a aceitação do editor da RAC, os autores deverão inserir os dados pessoais no manuscrito, em sua versão final, e revisar os metadados da plataforma, que são fundamentais para a indexação correta do artigo. Alguns exemplos:

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) / Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf), C.P. 791, 89801-970 Chapecó, SC, fone: (49) 2049-7510, e-mail: nome@epagri.gov.sc.br.

<sup>1</sup> Médico-veterinário, Dr., Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) / Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), av. Luís de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, 88520-000 Lages, SC, fone: (49) 2101-22121, e-mail: nome@udesc.br.

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), campus Xanxerê, e-mail: nome@hotmail.com.

### Formato para mais de um autor por unidade de pesquisa, com mesma titulação:

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) / Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Cepa), rod. Admar Gonzaga, 1486, Florianópolis, SC, fone: (48) 36655078, e-mail: endereco\_nome1@epagri.sc.gov.br, endereco\_nome2@epagri.sc.gov.br.

### Em caso de autores da mesma instituição, já mencionada, não colocar o nome da unidade de pesquisa por extenso, apenas a sigla.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Cepa, e-mail: endereco@epagri.sc.gov.br ►

Importante: os casos de colaboração, apoio técnico ou financeiro são inseridos no final do artigo e antes das referências, com o subtítulo “Agradecimentos”.

10. A autoria das **citações** deve ser indicada por sobrenome e ano. **Se no texto, apenas a primeira letra maiúscula.** Ex.: Segundo Garcia (1998)...; **Se entre parênteses, todas maiúsculas.** Ex.:...(GARCIA, 1998). Quando houver dois autores, separar por “&”. Ex.:...(SILVA & MARTINS, 2018); se houver mais de dois, citar o primeiro seguido por “et al.”, sem itálico. Ex.:...(RUCKEBUSH et al., 1991).

11. **Tabelas e figuras** geradas no Word não devem ser inseridas no corpo do texto, mas ao final, em ordem de apresentação e com as legendas. No corpo do texto, apenas indica-se o seu local de inserção. Gráficos gerados no Excel devem ser enviados, com as respectivas planilhas, em “Arquivos Suplementares”. As tabelas e as figuras devem ter título claro e autoexplicativo, **em português e inglês.** O título da tabela deve estar acima dela; e o título da figura, abaixo. As tabelas devem ser abertas à esquerda e à direita, sem linhas verticais e horizontais, com exceção daquelas para separação do cabeçalho e do fechamento. As abreviaturas devem ser explicadas ao aparecerem pela primeira vez. As chamadas devem ser feitas em algarismos arábicos sobrescritos, entre parênteses e em ordem crescente (ver modelo).

12. As **fotografias (figuras)** devem estar digitalizadas, em formato JPG ou TIFF, em arquivos separados do texto, com resolução mínima de 300dpi, 15cm de base, e submetidos na plataforma como “Arquivos Suplementares”.

- Fotografias pertencentes ao arquivo da Epagri ou feitas pelo autor do texto não necessitam ter autoria identificada. Já trabalhos com vários autores devem indicar a autoria.
- Figuras já publicadas anteriormente devem conter dados sobre a fonte de onde foram extraídas, e a submissão do artigo deve ser acompanhada por declaração de anuência, por escrito, do autor das imagens.

“A Lei dos Direitos Autorais (9.610/98), em seu artigo 7, diz que a fotografia é obra intelectual protegida. E o artigo 29 aponta que sua reprodução depende de autorização prévia e expressa do autor. Assim, quem viola esses dispositivos fere direitos de personalidade assegurados no artigo 5º da Constituição, atraindo o dever de indenizar na esfera cível.”<sup>[1]</sup>

[1] Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2017-fev-28/publicar-fotografia-autorizacao-autor-gera-dano-moral>. Acesso em: 8 out. 2018.

13. As matérias apresentadas para as seções **Opinião** e **Conjuntura** devem orientar-se pelas normas deste item.
- **Opinião** – dissertação em que se expressa a opinião do autor, e não necessariamente da revista, sobre determinado assunto. **O texto deve ter até 5 páginas.**
  - **Conjuntura** – matérias que enfocam fatos atuais, com base em análises técnicas, econômicas, sociais ou políticas, e cuja divulgação é oportuna. **Não devem ter mais que 10 páginas.**

14. Apenas trabalhos citados ao longo do texto devem constar das referências, de acordo com a ABNT NBR 6023 e dispostas em ordem alfabética. Deve-se atentar aos seguintes detalhes:

- Cerca de 70% das referências devem ter sido publicadas nos últimos 10 anos;
- Todos os nomes dos autores devem ser mencionados nas referências;
- Não são aceitas citações de dados não publicados e de publicações no prelo;
- Sugere-se evitar citações de trabalhos apresentados em congressos.

15. Conflito de interesses – Como o processo de revisão dos artigos pelos consultores *ad hoc* e do comitê é sigiloso, procura-se evitar conflitos de interesses que possam influenciar a elaboração ou avaliação de manuscritos.

16. Plágio – A revista não admite, em nenhuma hipótese, plágio total ou parcial, nem mesmo autoplágio. A equipe editorial aplica, de forma aleatória e por amostragem, software detector de plágio nos manuscritos prontos para publicação. ■

### Exemplo de formato de tabela:

Tabela 3. Rendimento de massa seca da pastagem anual de inverno por ocasião da dessecação em função do sistema de produção do milho e da adubação com dejetos líquidos de bovinos e adubo solúvel (2012-2015)

Table 3. Dry matter yield of the annual winter pasture (at the desiccation) as a function of the maize production system or the liquid manure of bovines and soluble fertilizer (2012-2015)

Tratamento	Anos				
	2012	2013	2014	2015	Média
	kg ha <sup>-1</sup>				
Sistema de produção do milho					
Grãos	2.757 <sup>NS</sup>	3.509 <sup>b</sup>	2.965 <sup>NS</sup>	3.240 <sup>NS</sup>	3.118
Silagem	2.900	4.250 <sup>a</sup>	2.680	3.610	3.360
Adubação					
Testemunha	1.996 <sup>b</sup>	3.133 <sup>b</sup>	2.403 <sup>NS</sup>	2.775 <sup>NS</sup>	2.577
DLB25	2.262 <sup>b</sup>	3.455 <sup>ab</sup>	2.625	4.050	3.098
DLB50	2.291 <sup>b</sup>	3.856 <sup>ab</sup>	2.682	3.575	3.101
DLB100	2.720 <sup>b</sup>	4.875 <sup>a</sup>	3.656	3.650	3.725
AS	4.782 <sup>a</sup>	4.078 <sup>ab</sup>	2.749	3.075	3.694
Média	2.828	3.879	2.823	3.425	

Testemunha; DLB25, DLB50 e DLB100: 25, 50 e 100 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de DLB por cultivo; AS; N, P e K equivalente à dose de 50 m<sup>3</sup> de DLB ha<sup>-1</sup> por cultivo.

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna dentro de cada fator não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. <sup>NS</sup>: Não significativo a 5% de probabilidade

**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)**



Erva-mate, uma das linhas de pesquisa da Estação Experimental de Canoinhas.  
Foto: Aires C. Mariga