

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos Luiz Alberto Melo de Sousa
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista
(Organizadores)

CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Conhecimento e difusão
de tecnologias



Atena
Editora
Ano 2022

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos Luiz Alberto Melo de Sousa

Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista

(Organizadores)

CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Conhecimento e difusão
de tecnologias



Atena
Editora

Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Ciências agrárias: conhecimento e difusão de tecnologias

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Luiz Alberto Melo de Sousa
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências agrárias: conhecimento e difusão de tecnologias / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Luiz Alberto Melo de Sousa, Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-962-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.629221002>

1. Ciências agrárias. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Sousa, Luiz Alberto Melo de (Organizador). III. Evangelista, Raimundo Cleidson Oliveira (Organizador). IV. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O campo das ciências agrárias envolve aspectos de uso da terra, pecuária e cultivo de vegetais, suas atividades, portanto, visam aumentar a produtividade, aprimorar as técnicas de manejo e conservação de recursos naturais. No atual cenário mundial as ciências agrárias tem se tornado um dos principais protagonistas na busca por reverter a crise de alimentos e o aquecimento global, apresentando sempre soluções viáveis na busca por esse propósito.

Junto a isso, a descoberta e a crescente disseminação de tecnologias vêm abrindo os olhos do mundo e mostrando cada vez mais a importância do desenvolvimento das ciências agrárias, principalmente por sua íntima relação com a produção de alimentos, o desenvolvimento sustentável e a conservação ambiental.

Nesse sentido, as diversas áreas que compõem as ciências agrárias buscam contribuir de forma significativa para o crescente desenvolvimento das cadeias produtivas agropecuárias, introduzindo o conceito de sustentabilidade nos inúmeros sistemas de produção considerando sempre os diversos níveis de mercado.

Diante do exposto, esta obra busca apresentar ao leitor o crescente desenvolvimento das pesquisas relacionadas ao campo das ciências agrárias, além de incentivar a busca por conhecimento e técnicas que visam a sustentabilidade nos sistemas de cultivo e manejo dos recursos naturais.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Luiz Alberto Melo de Sousa
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AGROCONHECIMENTO: METODOLOGIAS INOVADORAS EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL SOBRE AGROQUÍMICOS ALIADO AO DESENVOLVIMENTO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS ALTERNATIVOS

Hiago de Oliveira Lacerda

Letícia de Oliveira Lacerda

Luana Peixoto Borges

Raquel Helena Alves Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210021>

CAPÍTULO 2..... 13

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E ACÚMULO DE CARBONO E NITROGÊNIO EM ESPÉCIES DE PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO EM LATOSSOLO VERMELHO NO SUL DO BRASIL

Arthur Bonatto Abegg

Marciel Redin

Eduardo Lorensi de Souza

Mastrângello Enivar Lanza Nova

Danni Maisa da Silva

Divanilde Guerra

Robson Evaldo Gehlen Bohrer

Ramiro Pereira Bisognin

Rodrigo Rotili Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210022>

CAPÍTULO 3..... 24

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DO FEIJOEIRO COMUM SOB INOCULAÇÃO COM *RHIZOBIUM* E ADUBAÇÃO NITROGENADA

Rodrigo Luiz Neves Barros

Leandro Barbosa de Oliveira

Carlos Pimentel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210023>

CAPÍTULO 4..... 39

PRODUTIVIDADE DE TRIGO COM APLICAÇÃO DE PÓ DE BASALTO E INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

Thaniel Carlson Writzl

Eduardo Canepelle

Marciel Redin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210024>

CAPÍTULO 5..... 51

PRODUÇÃO DE MILHO INOCULADO COM *Azospirillum brasilense* NO SUL DO BRASIL

Luiz Emilio Nunes Carpes Filho

Marlon de Castro Vasconcelos

Daniel Erison Fontanive
Julio Cesar Grazel Cezimbra
Matheus Rocha
Robson Evaldo Gehlen Bohrer
Danni Maisa da Silva
Maiara Figueiredo Ramires
Daniela Mueller de Lara
Divanilde Guerra
Eduardo Lorensi de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210025>

CAPÍTULO 6..... 63

DENSIDADE VERTICAL DE RAIZ DE *Euterpe oleracea* Mart. SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM MONOCULTIVO E CONSÓRCIO, LESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Matheus Lima Rua
Deborah Luciany Pires Costa
Carmen Grasiela Dias Martins
João Vitor de Nóvoa Pinto
Maria de Lourdes Alcântara Velame
Stefany Porcina Peniche Lisboa
Adrielle Carvalho Monteiro
Erika de Oliveira Teixeira de Carvalho
Igor Cristian de Oliveira Vieira
Denilson Barreto da Luz
Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210026>

CAPÍTULO 7..... 76

MODIFICAÇÕES ESTOMÁTICAS EM EXPLANTES DE BANANEIRA CV. GALIL-7 SUBMETIDAS A DOSES DE SILÍCIO EM MEIO DE CULTURA *IN VITRO*

Ramon da Silva de Matos
Naracelis Poletto
Leandro Lunardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210027>

CAPÍTULO 8..... 89

ESTABILIDADE TOXICOLÓGICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO SOBRE *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) EM GRÃOS DE FEIJÃO-CAUPI ARMAZENADO

Benedito Charlles Damasceno Neves
Francisco Roberto de Azevedo
João Roberto Pereira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210028>

CAPÍTULO 9	99
REACCIÓN AL CARBÓN PARCIAL (<i>Tilletia indica</i>) EN VARIEDADES Y LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO CRISTALINO EN EL CICLO 2018-2019	
Guillermo Fuentes-Dávila	
María Monserrat Torres-Cruz	
Ivón Alejandra Rosas-Jáuregui	
José Félix-Fuentes	
Pedro Félix-Valencia	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.6292210029	
CAPÍTULO 10	111
DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ESPÉCIES DE <i>Passiflora</i> L. COM BASE EM CARACTERÍSTICAS DAS PLÂNTULAS	
Sérgio Alessandro Machado Souza	
Kellen Coutinho Martins	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100210	
CAPÍTULO 11	122
EMERGÊNCIAS MULTIDIMENSIONAIS PARA INTERSECÇÕES ENTRE GÊNERO, SAÚDE E AGROECOLOGIA	
Cristiane Coradin	
Alfio Brandenburg	
Sonia Fátima Schwendler	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100211	
CAPÍTULO 12	129
MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS TROPICAIS	
Barbara Mayewa Rodrigues Miranda	
Alliny das Graças Amaral	
Wendel Cruvinel de Sousa	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100212	
CAPÍTULO 13	143
PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE UM CAMBISSOLO HÚMICO E DE UM NITOSSOLO BRUNO SOB CONDIÇÕES NATURAIS	
David José Miquelluti	
Juliana Mazzucco Boeira	
Letícia Sequinatto	
Jean Alberto Sampietro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100213	
CAPÍTULO 14	154
ETAPAS NO PROCESSAMENTO DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT E GERAÇÃO DE MAPA DE LOCALIZAÇÃO ATRAVÉS DOS SOFTWARES SPRING E QGIS: ESTUDO DE CASO DO INSTITUTO FEDERAL DE RORAIMA, <i>CAMPUS</i> NOVO PARAÍSO	
Carlos Henrique Lima de Matos	

José Frutuoso do Vale Júnior
Ana Caroline dos Santos Nunes
Osvaldo Campelo de Mello Vasconcelos
Ana Karyne Pereira Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100214>

CAPÍTULO 15..... 177

MERCADO DE FLORES FRENTE A PANDEMIA DA COVID-19

Marina Pacheco Santos
Ingred Dagmar Vieira Bezerra
Vitória Araujo de Sousa
Mayara de Sousa dos Santos
Jorge Fernando de Oliveira Rocha
Brenda Ellen Lima Rodrigues
Ramón Yuri Ferreira Pereira
Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100215>

CAPÍTULO 16..... 184

**QUANTIDADE, ORIGEM E DESTINO DA COMERCIALIZAÇÃO DE FRUTOS DE AÇAÍ
(*Euterpe oleraceae* Mart.)**

Layse Barreto de Almeida
Gabriela Ribeiro Lima
Antônia Benedita da Silva Bronze
Gleicilene Brasil de Almeida
Wilson Emílio Saraiva da Silva
Rafael Antônio Haber
Jaqueline Lima da Silva
Tainara Monteiro Nunes
Sinara de Nazaré Santana Brito
Harleson Sidney Almeida Monteiro
Alef Ferreira Martins
Tinayra Teyller Alves Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100216>

CAPÍTULO 17..... 194

**ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE MICRORGANISMOS EM DIFERENTES TEORES DE
UMIDADE DO SOLO**

Késia Kerlen dos Santos Costa
Daniela Tiago da Silva Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100217>

CAPÍTULO 18..... 202

**ESTUDO DE PATENTES DE TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE OSTRAS EM
AQUACULTURA**

Ana Maria Álvares Tavares da Mata
Ricardo Manuel Nunes Salgado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100218>

CAPÍTULO 19.....213

AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE VALIDAÇÃO TÉRMICA DA LINGUIÇA CALABRESA UTILIZANDO MICROORGANISMOS INDICADORES DE QUALIDADE

Suyanne Teske Pires

Fabiana Andreia Schafer de Martini Soares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100219>

CAPÍTULO 20.....228

A QUALIDADE DO SOLO A PARTIR DO MANEJO AGROECOLÓGICO: ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS

Esther Mariana Flaeschen de Almeida Nunes

Alessandra Paiva Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100220>

CAPÍTULO 21.....233

PROPOSTA DE SOLUÇÕES PARA SANEAMENTO BÁSICO EM COMUNIDADES RURAIS E TRADICIONAIS DE GOIÁS – GO, O CASE SANRURAL

Mariane Rodrigues da Vitória

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.62922100221>

SOBRE OS ORGANIZADORES255

ÍNDICE REMISSIVO256

MODIFICAÇÕES ESTOMÁTICAS EM EXPLANTES DE BANANEIRA CV. GALIL-7 SUBMETIDAS A DOSES DE SILÍCIO EM MEIO DE CULTURA *IN VITRO*

Data de aceite: 01/02/2022

Ramon da Silva de Matos

Acadêmico do Curso de Agronomia do IFC –
Campus Santa Rosa do Sul

Naracelis Poletto

Eng. Agr. Dra. Professora do IFC - Campus
Santa Rosa do Sul

Leandro Lunardi

Eng. Quim. Técnico de Laboratório do IFC -
Campus Santa Rosa do Sul

RESUMO: Ambientes artificiais de cultivo acarretam alterações morfoanatômicas, principalmente estomáticas, ocasionando perdas excessiva d'água no estágio inicial da aclimação da bananeira (*Musa spp.*). Este trabalho objetivou caracterizar os estômatos da cultivar Galil-7 (AAA), avaliando o efeito do dióxido de silício (SiO_2) adicionado em meio MS na densidade e morfoanatomia estomática do limbo foliar dos explantes. Realizou-se o experimento utilizando delineamento inteiramente casualizado (DIC), quatro tratamentos e 24 repetições. As doses de silício foram acrescidas no estágio de enraizamento, sendo: testemunha (0 g l^{-1}), $0,35 \text{ g l}^{-1}$, $0,70 \text{ g l}^{-1}$ e $1,00 \text{ g l}^{-1}$ de SiO_2 . Foram extraídas amostras do terço médio da primeira folha plenamente desenvolvida do limbo de explantes cultivados por 40 dias, ampliando-as 250 vezes em microscopia óptica, fotografando-as e posteriormente processando-as com o software Imagej. Em ambas faces do limbo avaliou-se a

densidade estomática. Abaxialmente avaliou-se as características dimensionais (Diâmetro Polar – DP, Equatorial – DE), a funcionalidade estomática (DP/DE), a área paralela do complexo estomático, a proporção do limbo ocupado por estes complexos, incluindo a influência da clarificação amostral com hipoclorito de sódio 1% sobre o turgor estomático. Todos resultados foram submetidos a análise de variância e tukey ($p < 0,05$). Os estômatos da cv. 'Galil-7' são reniformes, de complexo estomático do tipo tetracítico e com distribuição anti-hipoestomática. O SiO_2 reduziu representativamente a densidade estomática abaxial. Na face adaxial houve aumento ($0,35 \text{ g l}^{-1}$), seguido de redução nos tratamentos de maior concentração. Evidenciou-se variações dimensionais nos diâmetros, sem influenciar significativamente a funcionalidade estomática. O processo de clarificação com hipoclorito reduz o turgor celular.

PALAVRAS-CHAVE: *Musa spp.*, estômatos, meio de cultura, cultivo *in vitro*, micropropagação.

ABSTRACT: Artificial cultivation environments cause morphoanatomical changes, mainly stomatal, causing excessive water loss in the initial stage of acclimatization of the banana tree (*Musa spp.*). This work aimed to characterize the stomata of the cultivar Galil-7 (AAA), evaluating the effect of silicon dioxide (SiO_2) added to MS medium on the density and stomatal morphology of the leaf blade of the explants. The experiment was carried out using a completely randomized design (DIC), four treatments and 24 replications. Silicon doses were added at the rooting stage, as follows: control (0 g l^{-1}), 0.35 g l^{-1} , 0.70 g l^{-1} , and 1.00 g l^{-1} .

l-1 0.70 g l-1 and 1.00 g l-1 of SiO₂. Samples from the middle third of the first fully developed leaf were extracted from the limb of explants cultivated for 40 days, enlarging them 250 times under optical microscopy, photographing them and later processing them with the ImageJ software. On both sides of the limb, the stomatal density was evaluated. The dimensional characteristics (Polar Diameter - DP, Equatorial - DE), the stomatal functionality (DP/DE), the parallel area of the stomatal complex, the proportion of the limb occupied by these complexes, including the influence of sample clarification with 1% sodium hypochlorite on stomatal turgor. All results were submitted to analysis of variance and tukey ($p < 0.05$). The stomata of cv. 'Galil-7' are reniform, with a tetracytic-type stomatal complex and amphi-hypostomatic distribution. SiO₂ representatively reduced the abaxial stomatal density. On the adaxial face there was an increase (0.35 g l-1), followed by a reduction in the treatments with higher concentration. Dimensional variations in diameters were evidenced, without significantly influencing stomatal functionality. The hypochlorite clarification process reduces cell turgor.

KEYWORDS: *Musa* spp., stomata, culture medium, in vitro culture, micropropagation.

INTRODUÇÃO

A cultura de tecidos in vitro é a forma mais garantida de pureza varietal com elevado padrão fitossanitário. Em constante ascensão, dados econômicos estimam que no mercado global são produzidas em torno de 1 bilhão de mudas por esta técnica (FINANCIAL TRIBUNE, 2015). Banana, abacaxi, morango, maçã, amora e uva são as frutíferas mais produzidas por cultura de tecidos (CARVALHO et al., 2012a). O Brasil está entre os principais produtores de banana do mundo e Santa Catarina é o terceiro estado com maior produtividade no país, apresentando 24,02 t ha⁻¹ (IBGE, 2016). A região do extremo sul se destaca no cultivo da frutífera que constitui a principal fonte de renda para muitas famílias de agricultores, o que corresponde a 54,5% dos agricultores da região com até 10 hectares de cultivo (ESTEVAM; FABRIS, 2017).

A técnica de cultivo in vitro, atualmente, tem-se tornado atividade econômica crescente principalmente na produção de mudas em larga escala e na multiplicação de plantas ornamentais de alto valor agregado. No Brasil foram produzidas em torno de 7,5 milhões de mudas de *Musa* spp., pelo método de cultura de tecidos em 2010 (CARVALHO et al., 2011). Vários entraves limitam a expansão do setor, destacando-se o elevado custo de produção da muda e a dificuldade de aclimação de algumas espécies. A dificuldade de aclimação limita a expansão do setor no desenvolvimento de protocolos que possibilitem trabalhar eficientemente, visto que alterações morfofisiológicas ocorrem nas condições in vitro e incapacitam algumas espécies de se estabelecerem nos processos de aclimação. Dentre as alterações morfofisiológicas, destacam-se o aumento na densidade estomática coincidindo com a ineficiência no mecanismo de abertura e fechamento estomático (CAMARGO et al., 2007; COSTA et al., 2009). Associado a isto, é comum pouca deposição de cera epicuticular, baixa eficiência fotossintética e rudimentariedade dos vasos condutores (FORTUNATO, 2009; ASMAR, 2010). Estas alterações resultam no lento desenvolvimento

inicial de plântulas além de aumentar a incidência de morte por murcha permanente, acarretando na perda de plântulas e desuniformidade do viveiro.

O silício é um elemento benéfico que após absorvido e translocado, deposita-se nos tecidos na forma de sílica amorfa hidratada ($\text{SiO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$), tanto nas paredes celulares abaixo da cutícula quanto nos espaços intercelulares, promovendo alterações morfoanatômicas em algumas espécies de plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009; ASMAR, 2010). Dentre as alterações é possível o aumento na estabilidade da membrana celular, alteração na densidade e no formato dos estômatos e fortificação dos vasos condutores. Estas alterações podem beneficiar o processo de aclimação das espécies como a *Musa* spp.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do SiO_2 na densidade estomática adaxial e abaxial bem como nas características dimensionais dos estômatos, considerando estes aspectos morfológicos importantes promotores da eficiência do uso d'água em plântulas de bananeira cultivada *in vitro*.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado nas dependências do Instituto Federal Catarinense Campus Santa Rosa do sul (IFC-CSRS) durante o ano de 2018. Utilizou-se do meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), com metodologia de cultivo *in vitro* baseada nas recomendações da Embrapa (CARVALHO et al., 2012b), com modificações.

Utilizou-se de base para todos os meios: 30 g l⁻¹ de sacarose e 4 g l⁻¹ de ágar, 100 mg l⁻¹ de estreptomicina, 4 g l⁻¹ polivinilpirrolidona e pH 5,8. Para o estágio de estabelecimento utilizou-se 1 mg l⁻¹ de 6-benzilaminopurina (BAP). Para multiplicação, 3,5 mg l⁻¹ de BAP e 0,2 mg l⁻¹ de ácido indolil-3-butírico (AIB). Para enraizamento, 0,2 mg l⁻¹ de AIB. Foram utilizados frascos do tipo *snap cap* de 220 ml com 40 ml de meio de cultura esterilizados nos frascos em autoclave a 121°C por 20 minutos. O produto utilizado para fornecimento de SiO_2 foi o Sifol[®], com 25% de SiO_2 e 15% de K_2O . Os tratamentos referem-se ao meio de enraizamento, que se constituíram de: testemunha (0 g l⁻¹ SiO_2), 0,35 g l⁻¹, 0,70 g l⁻¹ e 1,00 g l⁻¹ de SiO_2 (1,4 ml, 2,8 ml e 4 ml equivalentes em Sifol[®]). O produto contém K_2O em sua formulação e seu pH é alcalino, sendo necessário reajustes de balanceamento no meio de cultura para isolar o efeito do SiO_2 . Reduziu-se a utilização de KNO_3 no meio de cultura à medida em que aumentaram as doses de Sifol[®]. Para readequar a dose de nitrogênio no meio, ocasionada pela redução das doses de KNO_3 , utilizou-se HNO_3 , considerando que uma demanda quase proporcional de ácido se tornou necessária à medida que as doses do produto aumentaram nos tratamentos. Para demais reajustes de pH necessários foi utilizado HCl. O SiO_2 apresenta baixa solubilidade em água, aproximadamente 0,12 g l⁻¹. Sua solubilidade aumenta à medida que o pH se torna alcalino. Após a adição das doses de Sifol[®] em meio de cultura o pH se elevava abruptamente que rapidamente fora ajustado para 5,8 com HNO_3 e HCl. O SiO_2 não precipita após o reajuste de pH, desde que não haja

adição de outro reagente e se evite choque térmico. A esterilização do meio de cultura foi realizada em autoclave e a abertura ocorreu somente após resfriamento completo do material.

Foram utilizados como explantes ápices caulinares de rizomas provenientes de mudas do tipo chifre e chifrinho de bananeiras do grupo Cavendish, cv. 'Galil 7' (AAA), do pomar de fruticultura do IFC-CSRS. Os rizomas foram cortados em tamanhos aproximados de 25 cm, sendo lavados e transferidos para recipientes com solução de hipoclorito de sódio 1% permanecendo por 24 horas. A redução dos rizomas foi realizada em uma bancada esterilizada com álcool 70%, até atingirem o tamanho de 4 cm (2 cm parte aérea + 2 cm rizoma) e 2 cm de diâmetro, sendo imersos em solução de hipoclorito de sódio 0,5% com 1 ml l⁻¹ de polissorbato-20. Na câmara de fluxo laminar a assepsia ocorreu em três etapas: imersão em álcool 70% por 2 minutos, imersão em solução com hipoclorito de sódio 2% com 1 ml l⁻¹ de polissorbato-20 por 15 minutos. O procedimento de assepsia finalizou com tríplice enxágue de 2 minutos cada, em água previamente esterilizada com autoclave.

Utilizou-se de ápices caulinares com 0,5 cm de diâmetro por 1 cm de altura total (0,5 cm rizoma e 0,5 cm ápice caulinar). Os explantes em fase de estabelecimento foram acomodados em incubadoras BOD, onde permaneceram por 30 dias em temperatura de 25 °C, sendo 10 dias de escuro seguido de 14 horas de fotoperíodo artificial com 30 W m⁻² de intensidade.

Os explantes em pós estabelecimento apresentavam-se devidamente clorofilados. Realizou-se então a inibição de dominância apical, incisando o ápice verticalmente sem parti-lo, transferindo-os para meios de multiplicação. Os explantes permaneceram em multiplicação por 40 dias, momento que alguns brotos se desenvolveram. Optou-se por utilizar os brotos da primeira repicagem como explantes experimentais para agilizar o processo, sendo estes transferidos para meios de enraizamento sem SiO₂ (testemunha), desenvolvendo-se por 40 dias, momento que atingiu pleno desenvolvimento radicular e aéreo. Selecionou-se três explantes que apresentavam uniformidade de desenvolvimento, sendo retirado destes explantes toda área foliar e radicular para avaliação como testemunha. Os três ápices caulinares dos explantes destituídos de parte aérea e radicular foram reposicionados em novos meios de enraizamento contendo as três diferentes doses de SiO₂, permanecendo em desenvolvimento por mais 40 dias.

Utilizou-se da primeira folha plenamente desenvolvida, no terço médio do limbo. As amostras foram cortadas com bisturi em tamanho aproximado de 9 mm², sendo imersas em solução de hipoclorito de sódio 1% por 15 horas. A clarificação amostral foi fundamental na melhoria da visibilidade amostral no microscópio óptico. Utilizou-se ampliação de 250x, acoplado na ocular do microscópio um suporte para fixação de uma câmera fotográfica com a resolução de 4128 x 3096 pixels. Para a calibragem do tamanho ampliado, utilizou-se de uma lamínula de calibragem com diâmetros microscópicos precisamente delimitados. Utilizando-se das margens de 70 µm da lamínula de como padrão de calibragem do software,

possibilitando a precisa relação entre pixels e μm . Para o processamento e avaliação das imagens foi utilizado o software ImageJ (SCHNEIDER et al., 2012). Para a avaliação da densidade estomática, foi delimitado uma área de $0,2 \text{ mm}^2$, enumerando os estômatos dentro das delimitações e posteriormente estipulando sua densidade em estômatos mm^{-2} .

Diferentes repetições foram realizadas para cada variável, sendo 16 por tratamento para densidade estomática, representadas por oito adaxial e oito abaxial. Dentro de cada repetição de densidade estomática abaxial, foram selecionados aleatoriamente três estômatos para avaliação das características dimensionais e funcionais, totalizando 24 repetições por característica: DP, DE e tamanho estomático. Realizou-se 75 repetições para avaliar a influência do processo de clarificação no tamanho estomático. A determinação do tamanho estomático foi realizada abrangendo a fenda estomática, as células guardas e as células subsidiárias paralelas às células guardas. A análise estatística de variância foi realizada utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2014), e a diferença entre as médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Os estômatos de bananeiras possuem formato reniforme, sendo esta observação facilitada quando o feixe ostiolar (FO) encontra-se fechado, ou seja, com as células guardas pouco túrgidas (Figura 1).

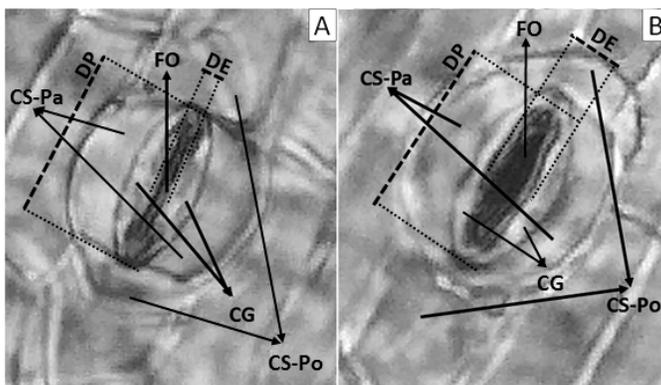
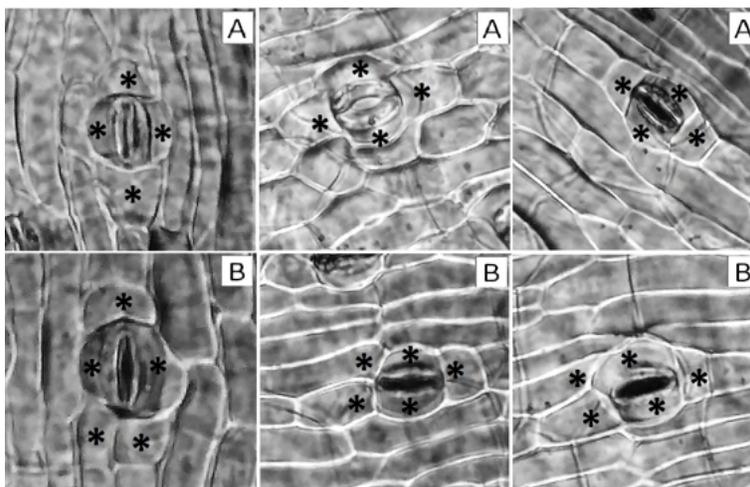


Figura 1 - Representação do complexo estomático de *Musa* spp., cv. 'Galil-7', com estômatos em formato reniforme. IFC- CSRS. Santa Rosa do Sul. 2018.

O formato reniforme é o mais comum tanto para as classes Magliopsida (dicotiledôneas) quanto Liliopsida (monocotiledôneas), (SOUZA, 2009). Baseado na classificação de Metcalfe e Chalk (1950), a cultivar com estômatos do tipo tetracítico, com um total de quatro células subsidiárias, sendo duas paralelas (CSpa) e duas polares (CSpo) às células guardas (CG), diferindo-se das células ordinárias em tamanho e forma (Figura 2

– A). Esta classificação corrobora com a cv. ‘maçã’ (AAB), (ASMAR, 2010), e cv. ‘Prata-anã’ (AAB), (LACERDA, 2008). Em alguns casos foi observado a falsa presença de uma célula subsidiária extra, ocasionada por algum erro de desvio na ontogênese estomática, sendo possível diferenciá-la em uma célula ordinária por seu maior comprimento (Figura 2 – B).

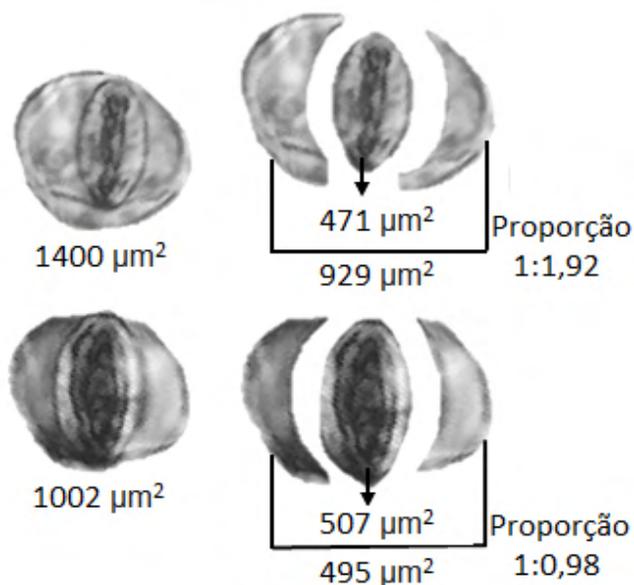


A) Padrão de complexo tetracíclico majoritariamente encontrado. B) Complexo estomáticos com aparentemente cinco células subsidiárias, possibilitando distinguir a falsa CSpo extra como uma célula ordinária, por suas semelhanças.

Figura 2 - Complexo estomático de *Musa* spp., com quatro células subsidiárias, sendo duas CSpa e duas CSpo, demarcadas com asteriscos. IFC- CSRS. Santa Rosa do Sul. 2018.

Evidenciou-se que a estomática é anfi-hipoestomática, (SANDOVAL, 1994; COSTA et al., 2009; SUMARDI; WULANDARI, 2010), ou seja, presença de estômatos em ambas faces do limbo com maior densidade na face abaxial (Tabela 1). Esta característica deve-se ao processo evolutivo da espécie em função da melhoria na eficiência do uso d’água, incluindo aspectos relacionados a arquitetura foliar da *Musa* spp., que proporciona uma zona de camada limítrofe mais consistente, protegendo a face abaxial da irradiação solar direta. Observou-se maior área nas CSpa contrária ao grau de turgescência das células guardas (CG). Quando ocorre o oposto, com as CG turgidas, sua expansão ocorre em profundidade devido a restrições que impedem sua expansão lateral. Esta restrição está relacionada com a presença de microfibrilas de celulose e maior espessura da parede celular (TAIZ; ZEIGER, 2009). Portanto, com o aumento do turgor celular nas CG, há o surgimento do FO, impossibilitando que as CG sejam captadas pelas duas dimensões observáveis do microscópio óptico. Por este motivo, estômatos fechados normalmente apresentam área de complexo maior, sendo o grau de abertura estomática fator determinante na área superficial do complexo estomático. É possível observar este fenômeno quando as proporções de aumento de área e diminuição da área não são proporcionais as trocas osmóticas entre as

CSpa e as CG (Figura 3). As CSpa possuem pouca relação osmótica com as CG.

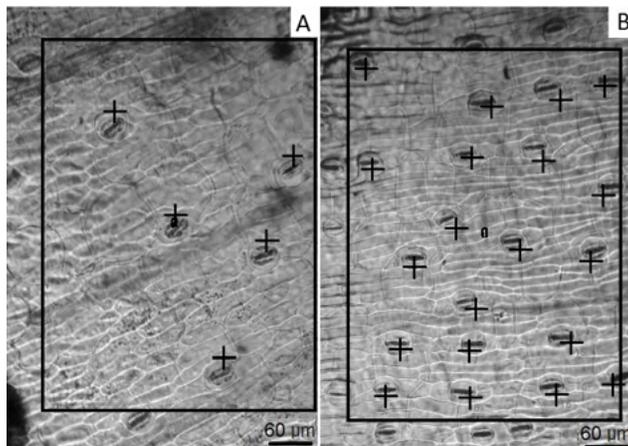


No estômato aberto, com seu potencial osmótico maior que a CSpa, as CG aumentam em profundidade, dando espaço ao FO e reduzindo de tamanho quando comparado ao seu estado fechado. Nestas condições, estômatos fechados apresentam-se ligeiramente maiores em área superficial.

Figura 3 - Representação de dois complexos estomáticos diferentes representando a variação de área das CSpa em decorrência do grau de abertura das CG. IFC- CSRS. Santa Rosa do Sul. 2018.

O elevado coeficiente de variação (CV%) observado na Tabela 1, deve-se predominantemente as características distributivas da face adaxial, conforme se reproduz na Tabela 2. A característica anfi-hipoestomática e a distribuição heterogênea dos estômatos nesta face, torna necessário menor ampliação microscópica com delimitações maiores que a utilizada de $0,2 \text{ mm}^2$.

O silício alterou significativamente a densidade estomática em ambas faces do limbo (Tabela 2). Evidenciou-se redução na densidade estomática total. Para a face abaxial, houve significativa redução na medida em que as doses de SiO_2 aumentaram. Para a face adaxial, houve aumento significativo na densidade estomática no tratamento com menor concentração de SiO_2 ($0,35 \text{ g l}^{-1}$), tendendo a reduzir à medida que a concentração do elemento em meio de cultura aumentara. Ainda que a delimitação da área de $0,2 \text{ mm}^2$ por repetição tenha sido suficiente para mensurar a densidade estomática na face abaxial, gerou elevado CV% na face adaxial (figura 4), sendo este fenômeno evidenciado de modo semelhantemente por Costa (2009) e Sumardi e Wulandari (2010) nesta face do limbo.



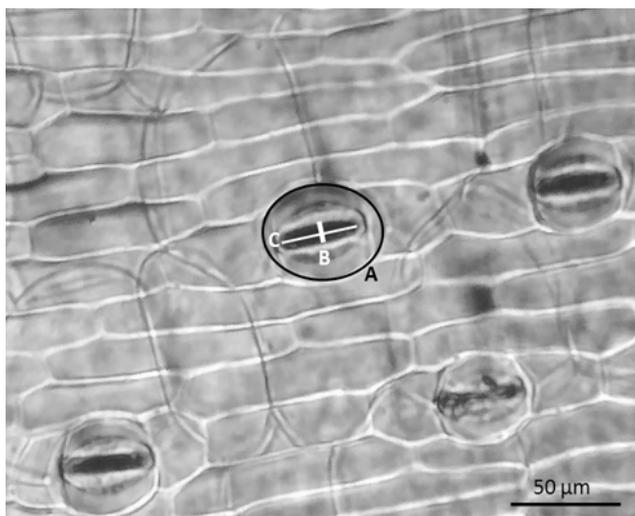
A) Face adaxial com densidade de 25 estômatos mm^{-2} , revelando a suscetibilidade de variação nas dimensões utilizadas. B) Face abaxial com 100 estômatos mm^{-2} .

Figura 4 – Demonstração da delimitação de 0,2 mm^2 utilizada para avaliação de densidade estomática em explantes de *Musa* spp., cv. 'Galil-7' cultivados *in vitro*. IFC- CSRS. Santa Rosa do Sul. 2018.

O silício reduziu significativamente a densidade estomática na face abaxial, chegando a aproximadamente 27% no tratamento de maior dose comparado a testemunha. Pode-se inferir que o elemento, transportado por fluxo de massa, depositou-se principalmente como $\text{SiO}_n\text{H}_2\text{O}$ nas paredes celulares das zonas de transpiração do limbo foliar, influenciando na densidade estomática. O complexo estomático pode provir de células protodérmicas triangulares, dividindo-se por uma parede curva, gerando uma célula subsidiária e uma lenticular, que por sua vez divide-se formando as CG, a lamela média entre as CG intumescce e as separa, formando a FO, simultaneamente as paredes adjacentes se espessam (SOUZA, 2009). Uma característica particular das células guardas é a estrutura da parede celular que podem ter espessura superior a 5 μm , comparado com 1 a 2 μm de uma célula epidérmica comum (TAIZ, 2017). Sendo o silício um elemento com potencial associativo estrutural de paredes celulares, considerando o processo de ontogênese da protoderme em complexos estomáticos um fenômeno marcado por reestruturações e síntese de novas paredes celulares, por meio de mecanismos fisiológicos ainda pouco conhecidos, atrelados influência da associação do silício com as paredes celulares, ocorrem restrições no somatório de diferenciações celulares no limbo, em uma ou mais etapas da ontogênese e, conseqüentemente, reduz a densidade estomática.

O silício promoveu alterações nas dimensões estomáticas, reduzindo o DP e alterando o DE no tratamento de maior dose de SiO_2 (Tabela 3). Embora tenha-se evidenciado alterações no diâmetro, suas relações não proporcionaram diferenças significativas na funcionalidade estomática (Tabela 3). Asmar (2010) encontrou variações dimensionais para algumas fontes de silício, evidenciando que fontes Na_2SiO_3 e CaSiO_3 reduzem a funcionalidade estomática na face abaxial pela significativa redução do DP e

DE, não apresentando diferenças significativas com o K_2SiO_3 . Os valores de DE encontrado pelo autor diferem em proporção dos encontrados neste trabalho. Sendo valores ainda mais distintos os de Lacerda et al, (2008). Este fato deve-se a possível variação de abertura estomática das amostras, pela variação entre as cultivares ou ainda pela carência de uma metodologia que delimite as margens desse parâmetro. Este trabalho considerou como DE as margens externas da fenda ostiolar (Figura 5).



A) Tamanho estomático abrangendo FO, CG e CSpa. B) DE. C) DP.

Figura 5 – Demonstração dos parâmetros utilizados para mensurar as características dimensionais dos estômatos de *Musa* spp., cv. 'Galil-7' cultivados *in vitro* submetidos a diferentes concentrações de SiO_2 . IFC- CSRS. Santa Rosa do Sul. 2018.

A redução do tamanho estomático para todos os tratamentos contendo SiO_2 também são justificadas pela associação do silício com as paredes celulares. “A morfogênese vegetal depende, em última instância, do controle das propriedades da parede celular, porque o aumento de células vegetais é limitado principalmente pela capacidade de expansão da parede celular” (TAIZ et al., 2017, p. 380). A redução do tamanho estomático associado a redução da densidade estomática promoveu redução significativa na proporção do limbo preenchido por estômatos quando comparado com a testemunha (Tabela 3). Esta mudança pode também trazer benefícios no processo de aclimação das plântulas de bananeira cultivadas *in vitro*. De maneira geral, as variáveis dimensionais apresentaram CV% acima do esperado, considerando que se trata de um experimento com controle de muitas variáveis. Este fato deve-se, além dos fatores de limitações da captura bidimensional microscópica das trocas osmóticas, com o aumento em profundidade no tamanho das CG a depender do grau de abertura ostiolar, também pela variação natural de formas e tamanhos estomáticos. O DP e principalmente o DE variam de acordo com a abertura ostiolar, ou seja,

de acordo com o grau de turgescência da CG. Diversos fatores atuam como sinalizadores no processo de abertura e fechamento estomático, como a temperatura, intensidade e qualidade da luz, status hídrico, concentração intracelular de CO_2 , que, associados ao ácido abscísico, mediam processos de abertura e fechamento estomático (TAIZ; ZEIGER, 2009), impossibilitando uniformizar a abertura de todos os estômatos para avaliação. Há poucos estudos de características dimensionais estomáticas na literatura, sendo os existentes sem informações dos CV% das avaliações.

O procedimento de clarificação amostral com hipoclorito de sódio 1% ocasiona perda de turgor celular. Esta redução é expressa pela diferença média de tamanho estomático de amostras *in vivo* e clarificadas (Tabela 4). A redução deste volume deve-se possivelmente ao maior potencial osmótico da solução clarificante que ocasiona plasmólise celular e por sua alta capacidade oxidativa degradante de constituintes da membrana celular, facilitando o extravasamento do citosol pela parede celular, mantendo intactos os compostos de maior estabilidade como as celuloses, pectinas, hemiceluloses e ligninas que compõem as paredes celulares e a lamela média.

Não foi possível realizar coeficiente de correção para o tamanho real do complexo estomático devido à grande variabilidade de aberturas, formas e tamanhos, gerando coeficientes de variação insuficientes para reproduzir um coeficiente confiável de correção. Em consequência da alta densidade estomática, tornou-se impraticável selecionar e marcar estômatos específicos de amostras *in vivo* para posterior reavaliação pós clarificação, considerando ainda as restrições de visualização dos estômatos das amostras *in vivo*.

CONCLUSÃO

Os estômatos de *Musa* spp., cv. 'Galil-7' são reniformes, com complexo estomático do tipo tetracítico e distribuição anfi-hipoestomática.

O silício reduziu quantitativamente a densidade estomática bem como o tamanho dos complexos estomáticos em todos os tratamentos comparado com a testemunha e, conseqüentemente, associado a redução de densidade, reduziu a proporção do limbo foliar ocupada por complexos estomáticos.

A utilização do SiO_2 em meio de cultura para micropropagação *in vitro* de *Musa* spp., cv. 'Galil-7' proporciona alterações quantitativas e morfoanatômicas positivas do ponto de vista da eficiência do uso d'água nos estágios iniciais da aclimação. Embora tenha reduzido o diâmetro polar e pouco alterado o diâmetro equatorial, as alterações nestes parâmetros não foram suficientes para modificar a funcionalidade estomática.

O processo de clarificação amostral utilizando hipoclorito de sódio reduz o turgor celular, tornando necessário o procedimento para quaisquer comparabilidades avaliativas.

Mais estudos são necessários para quantificar diretamente a influência destas modificações nos processos de eficiência do uso d'água, quantificando o silício presente

nas estruturas vegetativas e mensurando a transpiração com o uso de analisadores de trocas gasosas.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Catarinense Campus Santa Rosa do Sul pelo suporte financeiro de iniciação científica, bem como pelo fornecimento infraestrutural e da grande maioria dos reagentes utilizados.

A empresa Diatom pelo fornecimento dos produtos silicatados.

REFERÊNCIAS

ASMAR, S. A. **Silício na micropropagação de bananeira: características morfofisiológicas**. Lavras: UFLA, 89 p., 2010.

CAMARGO, M. S. de; KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S. Solubilidade do silício em solos: influência do calcário e ácido silícico aplicados. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 637-647, 2007.

CARVALHO, A. C. P. P. de; SANTOS, E. de O.; RODRIGUES, A. A. de J. Panorama da produção de mudas micropropagadas no Brasil. In: GERALD, L. T. S. **Biofábrica de plantas: produção industrial de plantas in vitro**. 1 ed., São Paulo: Antiqua, 2011, p. 380-393.

CARVALHO, A. C. P. P. de; SANTOS, E. de O.; RODRIGUES, A. A. de J. Panorama da produção de mudas micropropagadas no Brasil. **Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E)**, 25 p., 2012a.

CARVALHO, A. C. P. P. de; SANTOS, E. de O.; RODRIGUES, A. A. de J. Produção de mudas micropropagadas de bananeira. **Embrapa Agroindústria Tropical-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 14 p., 2012b.

COSTA, F. H. S. et al., Perda de água e modificações anatômicas em folhas de plantas de bananeiras micropropagadas durante a aclimatização. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 386-392, 2009.

ESTEVAM, D. de O.; FABRIS, T. R. **Ensaio sobre a economia Sul Catarinense**, v. 3, 306 p., 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FORTUNATO, A. A. et al. **Silício na resistência da bananeira ao mal do Panamá**. Viçosa: UFV, 45 p., 2009.

IBGE. Departamento De Agropecuária. Produção agrícola municipal. Culturas temporárias e permanentes 2015. **Rio de Janeiro: IBGE**, v. 42, 57 p., 2016.

LACERDA, G. A. et al., Características morfoanatômicas da epiderme foliar de plantas variantes e não variantes somaclonais de bananeiras (*Musa* spp. Colla cv. 'Prata-anã') cultivadas *in vitro*. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 85-90, 2008.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. leaves, stem, and wood, in relation to taxonomy, with notes on economic uses. **Anatomy of the Dicotyledons: leaves, stem, and wood, in relation to taxonomy, with notes on economic uses.** v. 2, 1500 p., 1950.

Micropropagation: From Laboratory to Market. **Financial Tribune**, Qaem Maqam Farahani, 20 de maio de 2015. Disponível em < <https://financiatribune.com/node/17287>>. Acesso em: 20 de fev. de 2018.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

SANDOVAL, J. A.; MULLER, L. E.; WEBERLING, F. Foliar morphology and anatomy of Musa cv. 'Grande Naine' (AAA) plants grown in vitro and during hardening as compared to field-grown plants. **Fruits (France)**, v. 49, n. 1, p. 37-46, 1994.

SOUZA, L. A. **Morfologia e anatomia vegetal: célula, tecidos, órgãos e plântula.** Ponta Grossa: Editora UEPG, 1 ed., 259 p., 2009.

SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S.; ELICEIRI, K. W. (2012), NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. **Nature methods**. v. 9, n. 7, p. 671-675, 2012.

SUMARDI, I.; WULANDARI, M. Anatomy and morphology character of five Indonesian banana cultivars (*Musa* spp.) of different ploidy level. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity**, v. 11, n. 4, p. 167-175, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** Porto Alegre: Editora Artmed, 4 ed., 848 p., 2009.

TAIZ, L, et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** Porto Alegre: Editora Artmed, 4 ed., 858 p., 2017.

Face do limbo foliar	Densidade Estomática (Estômatos mm ²)
Abaxial	77,1 a
Adaxial	23,1 b
CV (%)	23,7

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 1 - Densidade estomática abaxial e adaxial do limbo foliar de explantes de Musa spp., cv. 'Galil-7' cultivados in vitro. IFC- CSRS. Santa Rosa do Sul. 2018.

Tratamento SiO ₂	Densidade estomática no limbo foliar (Estômatos mm ⁻²)	
	Abaxial	Adaxial
Testemunha (0,00 g l ⁻¹)	92,1 a	17,7 c
0,35 g.l ⁻¹	81,9 b	28,7 a
0,70 g l ⁻¹	66,9 c	23,7 ab
1,00 g l ⁻¹	67,5 c	22,5 bc
CV (%)	7,9	16,7

Tabela 2 - Densidade estomática abaxial e adaxial do limbo foliar de explantes de *Musa* spp., cv. 'Galil-7' cultivados *in vitro* e submetidos a diferentes concentrações de SiO₂. IFC- CSRS. Santa Rosa do Sul. 2018.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tratamento	Dimensões Estomáticas				
	Diâmetro Polar (DP) (µm)	Diâmetro Equatorial (DE) (µm)	Funcionalidade Estomática (DP/DE)	Tamanho estomático (µm ²)	Proporção em limbo (%)
Testemunha	24,1 a	8,0 ab	3,1 ns	1121 a	10,3 a
0,35 g l ⁻¹	23,1 ab	8,1 a	2,9	889 b	7,2 b
0,70 g l ⁻¹	22,7 b	7,4 ab	3,1	888 b	5,9 b
1,00 g l ⁻¹	21,8 b	7,2 b	3,1	845 b	5,7 b
CV (%)	11,6	7,7	16,8	15,7	17,3

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

ns: Não significativo

Tabela 3 - Dimensões estomáticas (DP, DE, funcionalidade estomática (DP/DE)), tamanho dos estômatos e sua proporção no limbo foliar) em explantes de *Musa* spp., cv. 'Galil-7' cultivados *in vitro*, submetidos a diferentes concentrações de SiO₂. IFC- CSRS. Santa Rosa do Sul. 2018.

Tratamento	Tamanho Estomático (µm ²)
Amostras <i>in vivo</i>	1702 a
Amostras descoloridas	1121 b
CV (%)	23,7

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 4 - Tamanho estomático das amostras do limbo foliar antes e após clarificação em explantes do tratamento testemunha (0 g l⁻¹ de SiO₂) de *Musa* spp., cv 'Galil - 7', cultivados *in vitro*. IFC- CSRS. Santa Rosa do Sul. 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acúmulo de nutrientes 14, 21, 59
Agricultura familiar 23, 140, 141, 228, 254
Agroecologia 47, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 228, 229, 232, 254
Agrotóxicos 1, 2, 3, 4, 6, 11, 12, 244
Água 7, 8, 10, 20, 26, 42, 43, 54, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 78, 79, 81, 85, 86, 114, 119, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 149, 150, 151, 195, 197, 198, 203, 204, 205, 206, 207, 213, 214, 217, 223, 229, 231, 234, 236, 243, 244, 249, 250, 254
Amazônia brasileira 63, 64, 66, 185, 186
Aquacultura 202, 203, 204, 205, 206, 211
Azospirillum brasilense 39, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 57, 59, 60, 61, 194, 197

B

Bactérias 39, 40, 45, 51, 52, 53, 57, 59, 215, 219, 221, 229
Bactérias diazotróficas 39, 51, 53
Biofertilizantes 1, 4, 7, 10, 12
Biomassa 14, 15, 22, 27, 31, 36, 55, 196, 201

C

Cambissolo húmico 143, 146, 147, 148, 149, 150, 151
Capacidade de campo 67, 194, 195, 197, 198, 199
Carbón parcial 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109
Changing habits 178
Cobertura de solo 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 229
Comercialização 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 206, 214
Compactação do solo 143, 144, 145, 152, 153, 230
Condições de armazenamento 89, 92, 119
Covid-19 3, 6, 7, 177, 178
Crescimento 21, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 34, 37, 39, 40, 41, 53, 57, 59, 74, 91, 129, 130, 132, 137, 144, 155, 159, 180, 188, 189, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 210, 211, 214, 221, 224, 231, 255
Cultivo 14, 15, 17, 20, 21, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 40, 53, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 91, 98, 109, 144, 179, 180, 181, 182, 202, 206, 207, 208,

209, 210, 228, 229, 231

Cultivo in vitro 76, 77, 78

D

Defensivos agrícolas alternativos 1

Divergência genética 111, 112, 113, 114, 117, 118, 119, 120

E

Educação ambiental 1, 2, 3, 5, 12

Environments 37, 76, 178

Enzimas do solo 194, 195, 200

Estômatos 76, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88

Estudos ambientais 154, 155

Euterge oleraceae 74, 184, 185, 186, 192

Êxodo urbano 228

F

Feijão-caupi 89, 90, 91, 92, 93, 97, 98

Feijoeiro comum 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36

Fertilização alternativa 39

Flores 27, 118, 127, 177, 180, 181, 183

G

Gênero 22, 40, 45, 53, 92, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 130, 221, 242, 243

Germinação 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 136

Gorgulho do feijão 89, 91

Grãos armazenados 89, 91, 97

Guia de trânsito vegetal 185, 187

I

In vitro 76, 77, 78, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 120

Irrigação 42, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 72, 73, 75, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142

K

Karnal bunt 99, 100, 109, 110

L

Latossolo vermelho 13, 16, 22, 41, 54

Legislação 185, 188, 213, 215, 222, 223, 225

M

Manejo agroecológico 228, 229, 230, 231

Matéria seca 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 38, 39, 44, 58, 59, 130

Meio de cultura 76, 78, 79, 82, 85, 213

Micropropagação 76, 85, 86

Microrganismos 44, 194, 201, 213, 214, 215, 219, 221, 223

Monocultivo 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73

Mulheres 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 178, 181

Musa spp 76, 77, 78, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88

N

Nitossolo bruno 143, 146, 147, 148, 149, 150, 151

Nitrogênio 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 24, 25, 36, 37, 39, 40, 47, 49, 52, 58, 59, 60, 61, 62, 78, 138, 195, 201, 229

Nutrição de plantas 24, 192, 255

O

Ostras 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210

P

Passiflora L. 111, 120

Pastagem 129, 132, 141, 229, 231

Patentes 202, 204, 207, 208, 209, 210

Phaseolus vulgaris 24, 25, 36, 37

Planta forrageira 129

Plântulas 78, 84, 111, 112, 114, 115, 117, 120

Podcast 1, 2, 6, 10

Pó de rocha 39, 50, 194, 197

Portugal 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 210, 254

Proctor 143, 144, 145, 146, 149, 150, 151, 152

Produtividade 2, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 34, 35, 36, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 65, 75, 77, 97, 115, 120, 129, 130, 131, 132, 137, 143, 144, 153, 192, 205

Produtos cárneos 213, 214, 216, 223

Propriedades físicas 132, 143, 230, 232

Proteção do solo 14, 15, 16, 21

Q

Qualidade do solo 16, 136, 152, 195, 196, 228, 229, 231, 249

Quiz 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9

R

Rastreabilidade 185, 186, 187, 189, 191

Recuperação de pastagens 138, 141, 228

Recursos genéticos 111

Resolução de imagens 154, 155

Rhizobium 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36

S

Saúde coletiva 122, 126, 127

Sistema de cultivo 20, 64, 70, 71

Sistema irrigado 129

Sistema radicular 64, 66, 73, 74, 75

Softwares de SIG 154, 155, 163

T

Terra fina seca ao ar 194, 195, 197, 198, 199

Tilletia indica 99, 100, 101, 107, 109, 110

Tratamento térmico 213, 214, 215, 216, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 225

Trigo duro 99, 100, 109

Triticum aestivum 22, 39, 40, 49, 100

Triticum durum 99, 100

U

Ureia 24, 26, 42, 55

V

Variedades y líneas 99, 109

W

Welfare 178

Z

Zea mays 22, 52, 60, 140

CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Conhecimento e difusão
de tecnologias



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Ano 2022

CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Conhecimento e difusão
de tecnologias



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Atena
Editora
Ano 2022