

Agrobiodiversidade Manejo e Produção Sustentável

Volume II

Cleberton Correia Santos | org.




Pantanal Editora

2022

Cleberton Correia Santos
Organizador

Agrobiodiversidade
Manejo e Produção Sustentável
Volume II



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|---|
| A281 | Agrobiodiversidade [livro eletrônico] : manejo e produção sustentável: volume II / Organizador Cleberton Correia Santos. – Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2022. 156p.; il. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-81460-67-9 DOI https://doi.org/10.46420/9786581460679 1. Agrobiodiversidade. 2. Ecologia agrícola. 3. Sustentabilidade. I. Santos, Cleberton Correia. CDD 333.953 |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

O e-book “Agrobiodiversidade: Manejo e Produção Sustentável – Volume II” de publicação da Pantanal Editora, apresenta, em seus 13 capítulos, estudos no âmbito agrônômico que direcionam para a sustentabilidade dos sistemas de produção por meio de técnicas baseadas numa ótica holística, objetivando-se o manejo dos recursos naturais renováveis, uma produção vegetal ambientalmente amigável e a qualidade de vida da população.

Considerando os padrões ambientais emergentes e panorama mundial pela busca por alimentos saudáveis associados a sustentabilidade dos agroecossistemas, o e-book tem como propósito a difusão de informações por meio de revisão de literatura, trabalhos técnico-científicos e/ou relatos de experiências que contribuam acerca do manejo da agrobiodiversidade.

Os capítulos são compostos por trabalhos sobre propagação de plantas medicinais, olerícolas, frutíferas e ornamentais, impactos das mudanças climáticas na agricultura e gestão florestal, uso de resíduos sólidos na produção de mudas, manejo da fertilidade do solo, silício na indução da resistência de plantas e discussões sobre a problemática dos recursos hídricos.

Aos autores pela dedicação para o desenvolvimento dos trabalhos aqui apresentados, que serão bases norteadoras para outras pesquisas que fortaleçam a agricultura sustentável e promovam o desenvolvimento rural e conservação dos recursos naturais, os agradecimentos do Organizador.

Por meio desta obra, esperamos contribuir no processo de ensino-aprendizagem e reflexões sobre a aplicabilidade de práticas agrônômicas que promovam o manejo da agrobiodiversidade e o desenvolvimento rural sustentável.

Ótima leitura!!!

Cleberton Correia Santos


Sumário

| | |
|---|------------|
| Apresentação | 4 |
| Capítulo 1 | 6 |
| Propagação vegetativa de plantas medicinais por estaquia caulinar | 6 |
| Capítulo 2 | 31 |
| Propagação vegetativa de plantas ornamentais: estaquia e micropropagação | 31 |
| Capítulo 3 | 49 |
| Biossólido vermicompostado e resíduo vegetal no crescimento, vigor e manutenção de banco de mudas de araçá | 49 |
| Capítulo 4 | 65 |
| Espécies frutíferas propagadas assexuadamente por estaquia | 65 |
| Capítulo 5 | 79 |
| Propagação de alface e tomate: relato de experiência na avaliação de crescimento de cultivares e uso de enraizadores em estacas | 79 |
| Capítulo 6 | 90 |
| Fontes alternativas de auxinas para enraizamento de estacas frutíferas | 90 |
| Capítulo 7 | 105 |
| Produção de mudas de hortaliças propagadas em bandejas de isopor e polietileno | 105 |
| Capítulo 8 | 114 |
| Enraizador e substratos na propagação por estaquia de amora-preta cv. Tupy | 114 |
| Capítulo 9 | 121 |
| Calagem em solo com diferentes teores de argila: um estudo de caso na região de Campo Novo do Parecis – MT | 121 |
| Capítulo 10 | 132 |
| O silício no manejo de estresses bióticos e abióticos | 132 |
| Capítulo 11 | 147 |
| A problemática da água no distrito de ideal município de Aracoiaba – CE | 147 |
| Índice Remissivo | 155 |
| Sobre o organizador | 156 |

Propagação vegetativa de plantas medicinais por estaquia caular

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 08/11/2022


 10.46420/9786581460679cap1

Rodrigo da Silva Bernardes^{1*} 

Juliana Milene Silverio¹ 

Alex Polatto Carvalho¹ 

Cleberton Correia Santos¹ 

Maria do Carmo Vieira¹ 

Néstor Antonio Heredia Zárate¹ 

INTRODUÇÃO

Um das mais antigas práticas de prevenção, tratamento e cura de doenças pela humanidade é por meio da utilização de plantas medicinais (Carmo et al., 2019). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), na década de 1990, cerca de 65-85% da população de países subdesenvolvidos tinham as plantas medicinais como a principal e única forma de acesso à tratamentos e curas de doenças (Santos et al., 2021). Para que uma planta seja caracterizada como medicinal, é necessário que pelo menos um ou mais órgãos possuam substâncias que possam ser empregadas ou precursoras de tratamentos fitoterápicos (Oliveira & Lucena, 2016).

No Brasil, o uso de plantas medicinais é uma prática muito utilizada, e com a crescente demanda da indústria por produtos naturais, têm-se intensificado nos últimos anos. A atual farmacopeia local tem origem nos diversos grupos indígenas que habitavam e habitam o solo brasileiro, misturado com as tradições africanas, europeias e asiáticas, trazidas pelos imigrantes (Million et al., 2020).

Muitas das plantas utilizadas na medicina popular não possuem comprovação científica quanto às suas propriedades farmacológicas, havendo a necessidade de expandir os estudos sobre as espécies mais utilizadas (Carvalho et al., 2021) e seu sistema de cultivo. O Brasil é um dos países com maior diversidade de espécies vegetais no mundo, entretanto, o uso e comercialização das espécies medicinais ainda é desproporcional quando comparado com países com tradição na medicina popular, como a China, México e Bolívia (Brasil, 2009).

No Brasil, a política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos, criada em 2006, tem como objetivo garantir à população brasileira o acesso e uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos, promovendo o uso sustentável da biodiversidade, o desenvolvimento da cadeia produtiva e da indústria

¹ Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Dourados-Itahum, km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil.

* Autor para correspondência: rodrigo.bernardes95@hotmail.com; cleber_frs@yahoo.com.br

nacional. O programa também propõe: inserir as plantas medicinais e fitoterápicos no SUS (Sistema Único de Saúde), com segurança, eficácia e qualidade; promover e reconhecer as práticas populares e tradicionais do uso de plantas medicinais e remédios caseiros; promover a inclusão da agricultura familiar na cadeia produtiva dos fitoterápicos; possibilitar ao usuário o acesso às plantas medicinais e fitoterápicos nas unidades básicas de saúde (UBS/USF), entre outras ações (Ministério da Saúde, 2016). O ministério da saúde possui atualmente uma lista com 71 nomes de espécies de interesse medicinal no SUS.

Dentre as plantas mais utilizadas, podemos citar a babosa (*Aloe vera* Burm f.), guaco (*Mikania* spp.), erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N.E. Br.], boldo (*Plectranthus barbatus* Andrews) e hortelã e menta (*Mentha* spp.), entre outras. Portanto, é necessário estabelecer informações quanto a produção de mudas dessas espécies. Para algumas plantas, tais como essas, a propagação vegetativa é o método mais utilizado quando comparado ao de propagação seminal.

No Brasil, não existe dados de quantos hortos de plantas medicinais existem no país. Entretanto, numa rápida busca na internet podemos encontrar que a maior parte estão localizados em instituições de pesquisas, como universidade e EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Dentro desses espaços podemos identificar que cada um deles possuem sua particularidade quanto às pesquisas e espécies comumente trabalhadas. Nos últimos anos tem crescido o número de estabelecimentos, postos de saúde, e espaços domiciliares cultivando plantas medicinais em jardins, ou pequenos espaços utilizando pneus, garrafas PET, e outros materiais disponíveis, como prevenção de enfermidades e do estresse cotidiano.

Em Dourados – Mato Grosso do Sul, o Horto de Plantas Medicinais da Universidade Federal da Grande Dourados (HPM/UFGD, Figura 1), coordenado pelos professores doutores Maria do Carmo Vieira e Néstor Antônio Heredia Zárate, é um espaço que preserva uma coleção de plantas medicinais nativas e exóticas, as quais são fontes de materiais didáticos para utilização em aulas práticas dos cursos de graduação e pós-graduação em Agronomia, Biologia, Biotecnologia, Medicina, entre outros, e proporcionar visitas, palestras e mini-cursos de eventos técnicos-científicos e/ou dias de campo. Além disso, no HPM é feita a propagação de mudas de diversas plantas de interesse medicinal em viveiro coberto com tela de sombreamento (Figura 1), e quando apresentam idade ou vigor ideal, são distribuídas para comunidade local.

O HPM/UFGD também é utilizado como espaço para atividades de experimentos científicos com plantas medicinais e fitoterápicos de projetos de pesquisas, e os trabalhos desenvolvidos pelas equipes de trabalho do grupo de pesquisa de Olericultura e Plantas Medicinais, entre outros, produziram mais de 300 artigos científicos em revistas nacionais e internacionais, além de trabalhos completos, resumos simples e expandidos em eventos técnico-científicos. Fundado em 1997, no HPM vem sendo realizadas pesquisas inter e multidisciplinar com espécies tipicamente encontradas no Cerrado brasileiro, como a *Campomanesia adamantium* O. Berg. (guavira), *Schinus terebinthifolia* Raddi (pimenta-rosa), *Alibertia*

edulis Rich. (marmelo-do-cerrado), *Serjania marginata* (timbó) e *Jacaranda decurrens* subs. *Symmetrifoliolata* (carobinha) (Vieira et al., 2022).



Figura 1. Entrada e viveiro de mudas do Horto de Plantas Medicinais da UFGD. Dourados, MS, 2022. Fonte: Os autores.

A qualidade na produção de mudas de plantas medicinais está diretamente ligada à forma de propagação vegetativa da espécie. A propagação vegetativa de qualidade garante a manutenção das características genéticas da planta-mãe, além de garantir que as mudas apresentem qualidade sanitária e fisiológica (Franzon et al., 2010).

Um das técnicas mais utilizadas para propagação de plantas medicinais, é a estaquia, pois além de conservar as características genéticas da planta-mãe (matriz), permite a obtenção de muitas mudas a partir de uma única planta, em menor tempo, quando comparado com a reprodução sexuada (Bernardo et al., 2020). Os tipos de estacas influenciam diretamente a qualidade das mudas, sendo que as estacas caulinares podem ser classificadas quanto à sua posição do caule, em basais, medianas ou apicais; no caso das plantas arbustivas podem ser classificadas como lenhosas, semilenhosas, herbáceas (de ponteiro) (Costa et al., 2016). De acordo com Santos et al. (s/d, dados não publicados), geralmente essa classificação está associada ao grau de lignificação e quantidade de reservas, dependendo da espécie.

Com isso, as práticas de manejo de estaquia em plantas medicinais precisam estar muito bem estabelecidas pela comunidade científica e não-científica, além de buscar novas formas de aprimorar as técnicas de propagação vegetativa já conhecidas.

ESTAQUIA: CONCEITOS BÁSICOS E APLICABILIDADE

A estaquia é o termo utilizado para propagação vegetativa por meio de estacas, no qual utiliza-se qualquer segmento da planta (ramo, raiz ou folha) contendo reservas, que quando colocado no substrato adequado, haverá a formação de raízes adventícias, dando origem à uma nova planta (clone). Uma das vantagens de se utilizar essa técnica, é a facilidade de produzir enorme volume de mudas com o mesmo material genético, possibilitando a padronização. Também ocorrerá a antecipação de maturidade, influenciando na padronização da produção (Fachinello et al., 2005; Bernardo et al., 2020).

Considerando que algumas espécies possuem fatores limitantes para propagação via semente, como por exemplo a dormência ou sementes recalcitrantes, quantidade de sementes, potencial germinativo e uniformidade de emergência e crescimento de plântulas, a estaquia é um método alternativo de propagação da espécie. O sucesso da estaquia depende de fatores endógenos e/ou exógenos, que interferem no método. Por exemplo, o estado fisiológico da planta-mãe, a espécie, a porção do corte do ramo, tipo e doses de hormônios, e condições ambientais, como luz, temperatura e umidade (Souza et al., 2020).

A técnica é relativamente barata, rápida e não requer métodos especiais para ser colocado em prática (Costa et al., 2016). Entretanto, afim de evitar a disseminação de doenças, principalmente virais e a susceptibilidade a pragas, que podem ser replicadas de acordo com a propagação das mudas, deve-se colocar em prática a propagação por meio de variedade tolerantes ou resistentes. Toda técnica deve ser reproduzida com os devidos cuidados fitossanitários, como a limpeza das tesouras de poda e eliminação de materiais com sintomas de doenças e pragas (Broch et al., 2021).

No HPM/UFGD, a propagação das mudas para doação é feita de plantas matrizes cultivadas no próprio local. As coletas são realizadas no período matutino, utilizando tesoura de poda, e após o corte é feito o acondicionamento do material em recipiente com água (ex.: balde), para evitar a desidratação do material vegetal e oxidação do nó basal (Santos et al., 2019a), e depois o enterrio de $\frac{1}{3}$ da estaca em sacos plásticos de polietileno, geralmente com volume de 500 mL previamente preenchidos com substrato, seja ele formulado com resíduos orgânicos e/ou substrato comercial, mas irá depender da realidade e materiais disponíveis ao viveirista e/ou produtor.

Além disso, salienta-se que geralmente ao se fazer a propagação por estaquia é interessante um substrato que forneça os aspectos químicos e físicos adequados, esses variando com a espécie. Mas geralmente para estaquia utiliza-se substratos que não apresentem porosidade total elevada, uma vez que as estacas devem ficar bem fixas no substrato, apertando bem na base do substrato ao redor da estaca, visando favorecer a superfície de contato, e conseqüentemente o pegamento por meio do enraizamento. Nesse sentido, existem alguns trabalhos avaliando o efeito de recipientes, substratos/adubos, ambientes de cultivo, com o intuito de estabelecer protocolos de propagação vegetativa.

Outro ponto importante a ser destacado: ao fazer a propagação por estaquia é verificar a quantidade de gemas no material. Por exemplo: na estaquia caular é interessante que a porção do ramo

utilizada tenha pelo menos quatro gemas, uma vez que duas ficarão no substrato de cultivo, e as outras duas na parte aérea para formar novos brotos. Além disso, no processo de enterrio da estaca é necessário fazer com muito cuidado, pois a gema, geralmente é uma estrutura sensível e pode ser quebrada ou danificada, especialmente de espécies herbáceas como a erva cidreira, cidró, menta, hortelã, poejo do sul, entre outras.

Na disciplina de Tópicos Especiais III – Viveiricultura, ministrada pelo Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, na oferta de 2022, os acadêmicos de Mestrado e Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), da UFGD, desenvolveram experimentos práticos com propagação por estaquia caulinar, a saber: i) tempo de imersão de estacas em concentrações do extrato de *Moringa oleífera* L. em espinheira santa e ii) substratos com resíduos orgânicos (esterco bovino, ovino e de galinha) e disponibilidades luminosas na propagação de poejo do sul. Os acadêmicos fizeram a coleta com tesoura de poda, e depois retiram o excesso de folhas da parte inferior da estaca, isto é, do baixeiro, que será a parte que ficará no substrato de cultivo para formação de raízes adventícias. Até o presente momento os alunos verificaram por resultados parciais de sobrevivência que ambas espécies apresentaram dificuldade de propagação nessas condições de cultivo, mais uma vez reforçando a necessidade de estudos visando estabelecer estratégias de propagação.

Nesse capítulo, considerando a necessidade de um compilado de informações técnicas de propagação vegetativa, buscamos descrever por meio de revisão de literatura de informações técnicas de algumas das principais espécies de plantas medicinais mais utilizadas e/ou conhecidas, e que são propagadas por estaquia caulinar, dentre elas a Babosa (*Aloe vera* L. Burm. f.), Guaco (*Mikania* spp.), Boldo (*Plectranthus barbatus* Andrews), Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Plum.) e Hortelã e menta (*Mentha* spp.), melissa (*Melissa officinalis* L.), erva cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N.E. Br.], carqueja (*Baccharis trimera*) e assa peixe [*Vernonia polysphaera* (Spreng.) Less.].



Figura 2. Planta de babosa (a), hortelã (b), guaco (c), ora-pro-nóbis (d), erva cidreira verdadeira (e), boldo (f), alecrim (g) e carqueja (g) no Horto de Plantas Medicinais da UFGD. Fontes: Arquivo pessoal (2022).

BABOSA

A babosa (*Aloe vera* L. Burm. f.) é uma planta nativa da República Dominicana, é uma planta suculenta, de folhas carnudas de 40-60 cm e espinhos nas laterais. O cultivo pode ser realizado em vários espaços, desde vasos até áreas abertas, sendo considerada uma planta resistente. As folhas possuem uma película grossa que recobre o gel, de coloração incolor. O gel é uma substância viscosa, rica em mucilagem, proteínas, lipídios, enzimas, saponinas, vitaminas e minerais. É utilizada no combate ao envelhecimento, queimaduras, escoriações, hematomas e feridas (Carvalho, 2021).

A propagação da babosa é feita por perfilhos ou rebentos que brotam ao redor da planta-mãe. Os perfilhos podem ser colocados em substratos até a formação de raízes. O uso de estaquia de raízes e folha não é muito utilizado pois o nível de pegamento é baixo (Moreno et al., 2012). A morfologia da *Aloe vera* dificulta a propagação por estaquia utilizando as raízes, caule e folhas. O estaquiamento (estaquia) deve ser realizado utilizando folhas com mais de 8,0 cm de comprimento. Com o uso de uma faca, deve-se cortar as folhas em pedaços com no mínimo dois dedos de comprimento, e colocá-las em substrato cobrindo apenas um lado da estaca. A babosa é uma espécie que apresenta importância devido a seus múltiplos usos, mas não tem muitos trabalhos referentes a sua propagação, necessitando de trabalho nessa modalidade visando agregar informações para seu cultivo.

MENTHA SPP.

Dentre as espécies de *Mentha* spp. enquadra-se tanto a hortelã como a menta, que são plantas de interesse medicinal, aromático e condimentar. Ambas pertencente à família Lamiaceae e possuem em sua composição o mentol, composto largamente utilizado na indústria farmacêutica como anti-inflamatório e analgésico (Costa et al., 2016). Originada na Europa, a planta se adaptou facilmente às condições de diversos países pelo mundo. No Brasil é utilizada em chás, sucos, remédios, óleos essenciais e *in natura*. Na medicina popular é utilizada como vermífugo, antisséptico, expectorante, estimulante gástrico e calmante, e no tratamento de cólicas, vômitos, flatulências, aftas e infecções bucais (Lemos Júnior, 2012; Figueiredo et al., 2016).

O uso da propagação assexuada por estaquia mostra-se como uma técnica rápida e barata nas espécies do gênero *Mentha* spp., devido ao rápido enraizamento, podendo enraizar até mesmo na água (Santos et al., 2012). Com objetivo de avaliar a propagação vegetativa da *Mentha arvensis* L. utilizando diferentes tipos de estacas e substratos, Amaro et al. (2013), encontraram que a propagação pode ser realizada tanto por estacas apicais como medianas, utilizando substrato solo (Latosolo Vermelho Distroférrico) + areia + esterco bovino para produção de mudas de qualidade (Tabela 1).

Tabela 1. Comprimento (cm) da parte aérea (CPA) e das raízes (CR) de mudas de menta (*Mentha arvensis* L.) propagadas por estaquia caular em diferentes substratos. Fonte: Adaptado de Amaro et al. (2019).

| Substrato | CPA (cm) | | CR (cm) | |
|------------------------|----------|----------|---------|----------|
| | Estacas | | | |
| | Apicais | Medianas | Apicais | Medianas |
| Solo + areia + esterco | 30,50 a | 32,77 a | 21,92 a | 21,80 a |
| Solo + areia | 20,75 b | 19,83 b | 15,40 b | 14,98 b |
| Solo | 20,50 b | 19,87 b | 13,31 b | 13,25 b |
| Plantmax | 22,82 b | 22,77 b | 17,41 b | 15,70 b |

Médias seguidas da mesma letra minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Costa et al. (2016), ao avaliarem a posição do corte (apical, mediano e basal) com e sem a presença de folhas em mudas de hortelã, propagadas via estaquia, verificaram maiores médias de pegamento de mudas nas estacas propagadas com corte da porção apical, e naquelas com folhas quando comparados aos tratamentos sem folhas. Para a porcentagem de pegamento aos 20 dias após plantio das estacas, os valores ao utilizar as estacas apicais com e sem folhas foram de 93,3% e 73,3%, respectivamente (Tabela 2). Ou seja, a forma de propagação assexuada, além de ter menor custo, maior rapidez e maior uniformidade, também pode gerar mudas de qualidade sanitária e fisiológica para a espécie.

Tabela 2. Efeito do corte de estacas sobre as médias de massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR) e massa seca de raiz (MSR), em gramas, das mudas de *Mentha* sp., aos 28 dias após plantio (DAP). Fonte: Costa et al. (2020).

| | Corte | CF | SF |
|-----------------|-------|-------------|---------|
| MFPA | A | 8,17 a* A** | 5,03 bB |
| C.V. (%)= 32,57 | M | 2,52 bcA | 0,00 cB |
| | B | 1,27 cA | 0,00 cB |
| MSPA | A | 1,52 aA | 0,83 bB |
| C.V. (%)= 29,06 | M | 0,32 cA | 0,00 cB |
| | B | 0,13 cA | 0,00 cB |
| MFR | A | 7,31 aA | 4,32 bB |
| C.V. (%)= 20,83 | M | 0,62 cA | 0,00 cB |
| | B | 0,39 cA | 0,00 cB |
| MSR | A | 0,83 aA | 0,46 bB |
| C.V. (%)= 34,98 | M | 0,02 cA | 0,00 cB |
| | B | 0,04 cA | 0,00 cB |

Abreviaturas: A, estacas retiradas da parte apical; M, estacas retiradas da parte mediana; B, estacas retiradas da parte basal; CF, estacas com folhas; SF, estacas sem folhas. *Médias seguidas de mesma letra minúscula, para cada teste e considerando-se os

seis tratamentos, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. **Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em trabalho de Santos et al. (2012), foi avaliado o efeito da utilização de diferentes estruturas de propagação (estolões com 10, 15 e 20 cm de comprimento e estacas com 5 cm) e épocas de colheita (95 dias após o transplântio e 60 dias após a rebrota) no crescimento vegetativo, produção de óleo essencial e mentol em mudas de *Mentha canadensis* L. Na primeira colheita houve maior produtividade de óleo essencial (243,6 L/ha) e de mentol (227,8 L/ha) quando a propagação foi via estaquia, enquanto que na segunda colheita não teve diferença estatística para as variáveis analisadas.

No trabalho de Quaresma et al. (2021) foi avaliado o efeito de níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) na propagação de mudas de *Mentha x villosa* Huds. por estaquia caulinar. Foi feita a coleta dos ramos das plantas matrizes, e as estacas foram padronizadas com comprimento de 7,0 cm e quatro folhas, e mantidas em recipiente com água até momento de enterrio, e depois foi feito o enterrio de 1/3 da estaca em substrato de Latossolo Vermelho Distroférico + Tropstrato® (3:1, v/v). Decorridos 75 dias, os autores descreveram que as mudas de hortelã apresentaram sobrevivência geral > 80%. As mudas produzidas à pleno sol (0%) apresentaram maior número de brotos, área foliar e produção de massa fresca de folhas, caules e raízes, sugerindo que a para a produção de mudas de hortelã, a propagação por estaquia caulinar deve ser feita em ambiente à pleno sol. As mudas sob 70% de sombra tiveram maior altura, mas menor diâmetro do coleto e de ramos, o que é indesejável, pois indica estiolamento; além disso, em termos de comercialização, os consumidores preferem plantas com maiores números de ramos.



Figura 3. Aspecto visual de mudas de hortelã propagadas por estaquia caulinar sob diferentes níveis de sombreamento: (a)= 0% - pleno sol, (b)= 30%, (c)= 50% e (d)= 70%. Fonte: Quaresma et al. (2021).

GUACO

O guaco (*Mikania* spp.), é um subarbusto silvestre, perene e ramificado, pertencente à família Asteraceae (Fig. 2c). Nativa do Brasil, a espécie é comumente encontrada na região atlântica cultivada em quase todo território brasileiro. É utilizado há anos na medicina popular, devidos às suas propriedades depurativas, antipiréticas, antigripal e broncodilatadora (Bertoldi et al., 2016; Broch et al., 2021).

Lima (2002), ao verificar o efeito da área foliar, do tempo de imersão da base da estaca em água e da interação substrato x sistema de irrigação na estaquia das duas espécies de guaco (*Mikania laevigata* e *M. glomerata*) com estacas de 12 cm de comprimento, constatou que o aumento da área foliar causou aumento no enraizamento e decréscimo na mortalidade das duas espécies, cabendo ressaltar que *M. glomerata* apresentou menor desenvolvimento que *M. laevigata*. Quanto à interação substrato x sistema de irrigação, constatou-se que, de modo geral, tanto para *M. glomerata* quanto para *M. laevigata*, o substrato casca de arroz carbonizada sob rega manual apresentou melhores resultados. O tempo de imersão da base da estaca em água não afetou significativamente, para ambas as espécies, nenhuma das variáveis, concluindo que para o guaco, recomenda-se estacas com área foliar de 100 cm² ou superior.

Vidal et al. (2006), visando avaliar o desenvolvimento e qualidade de mudas de *Mikania glomerata* com adição de vermicomposto (0, 5, 10, 20 e 40%) no substrato para fazer o enterrio de estacas basais, medianas e apicais, verificaram que todas as estacas, independente da porção do ramo, formaram sistemas radiculares bem desenvolvidos (0,17 a 0,26 g de peso seco de raiz) entre 60 e 100 dias após o transplante, respectivamente.

Tabela 3. Efeito do substrato e do sistema de irrigação no enraizamento de estacas de *Mikania laevigata*. Fonte: Adaptado de Lima et al. (2003).

| Substrato | Enraizamento (%) |
|----------------------------|------------------|
| Casca de arroz carbonizada | 94,38 a |
| Areia | 85,00 ab |
| Solo | 65,00 b |
| Sistema de irrigação | |
| Rega diária | 80,00 a |
| Nebulização | 82,92 a |

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

ORA-PRO-NÓBIS

Pereskia aculeata Plum. é o nome dado à trepadeira-arbustiva semi-lenhosa, conhecida como ora-pro-nóbis. Pertencente à família Cactaceae, é popularmente utilizada devido aos seus altos teores de proteína, fibras e minerais (Souza et al., 2016), sendo classificada como uma planta alimentícia não convencional (PANC). Utilizada na alimentação humana e animal, é uma fonte alternativa de proteínas, podendo estar presente na culinária em sopas, refogados, omelete, tortas e saladas. Também pode ser

empregada na indústria de biscoitos, farinha e macarrão (Rocha et al., 2008). Quando comparada a outras hortaliças, o valor nutricional da ora-pro-nóbis é muito maior, podendo chegar até a 25% de proteína nas folhas (Pinto & Scio, 2014), atendendo as exigências diárias do ser-humano.

Na coleta dos ramos de *P. aculeata* deve-se ter muita atenção, pois seus ramos apresentam muitos espinhos. Santos et al. (dados ainda não publicados), ao avaliarem três tipos de estacas baseando-se na porção do ramo (herbácea, semilenhosa e lenhosa) e dois níveis de sombreamento (pleno sol e 50% sombra) na propagação de *P. aculeata*, verificaram que os maiores valores de comprimento de raiz, massa seca de raiz, número de folhas, brotos e sobrevivência ocorreram nas mudas provenientes de estacas semilenhosas e lenhosas, ao serem produzidas sob 50% e 0% de sombra, respectivamente (Figura 4). A maior taxa de sobrevivência sob pleno sol demonstra potencial da espécie em ser cultivada em ambiente com alta irradiância, especialmente pelo fato de pertencer a família Cactaceae, isto é, ajustam-se fisiologicamente facilmente às condições extremas devido à alta eficiência do uso da água. No entanto, deve-se ter atenção, pois no ambiente de pleno sol, as estacas provenientes da porção herbácea desidratam-se mais fácil do que as demais porções, e isso fez com aos menores valores das características de produção ocorreram utilizando essa porção do ramo de *P. aculeata*.

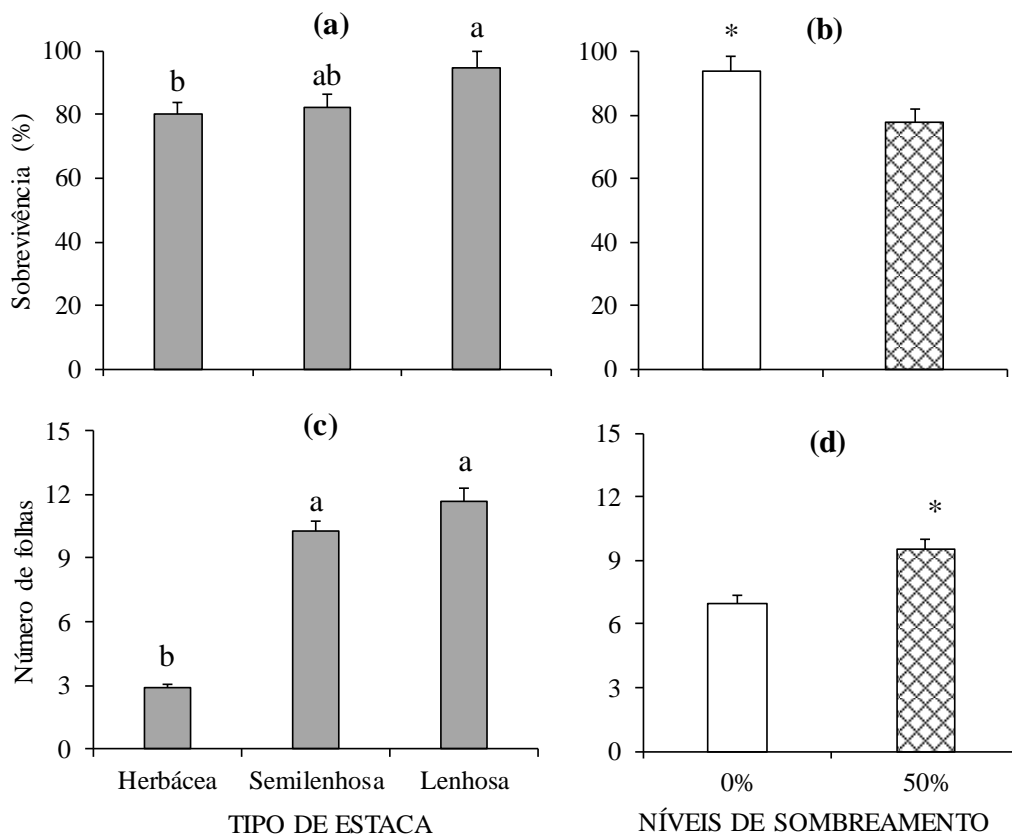


Figura 4. Sobrevivência (a–b) e número de folhas (c–d) de mudas de *Pereskia aculeata* Plum propagadas por estaquia caulinar de diferentes porções do ramo (tipo de estaca) sob níveis de sombreamento (0 e 50%). (a–c) Letras iguais não diferem estatisticamente (Tukey, $p < 0.05$); (b–d) * (t de Student, $p < 0.05$). Fonte: arquivo pessoal.

Santos et al. (2019a), ao avaliarem o metabolismo fotossintético de mudas de *P. aculeata* propagadas por estaquia (estaca apical, mediana e basal), sob contrastes de irradiância (pleno sol e sombreamento), constataram que os maiores teores de clorofilas e eficiências fotoquímicas ocorreram nas mudas de estacas apicais cultivadas sob 50% de sombreamento (baixa irradiância), indicando que nessa condição essa espécie apresenta potencial de aproveitamento luminoso como estratégia de escape a condição limitante. As maiores taxas de assimilação de CO₂, eficiência da Rubisco e de uso da água foram constatadas quando utilizadas estacas medianas e basais sob pleno sol (alta irradiância). De acordo com esses autores a propagação por estacas medianas mantidas em alta ou baixa irradiância e basais em alta irradiância propiciaram maior capacidade fotossintética das mudas e podem ser indicadas para a propagação dessa espécie. Embora as estacas apicais enraízem mais rápido do que as demais porções, essas são mais sensíveis a alta irradiância, pois desidratam-se rapidamente e perdem a turgescência, comprometendo a produção de fotoassimilados e vigor das mudas.

Zem et al. (2016), ao estudar a propagação vegetativa de por meio de indução do enraizamento de estacas semilenhosas, submetidas a diferentes tipos de substrato, coletadas nas quatro estações do ano (outono/inverno/primavera/verão), concluíram que a *Pereskia aculeata* é uma espécie de fácil enraizamento, com porcentagens de indução radicial superiores a 88% em todas as estações estudadas.

Avaliando três comprimento de estacas (15, 20 e 25 cm) coletadas da porção mediana do ramo de plantas matrizes de *P. aculeata* com e sem aplicação de bokashi adicionados ao substrato, Silverio et al. (2021) verificaram maiores porcentagens de brotação e o índice de velocidade de brotação (IVB) nas estacas de 20 cm com bokashi (Tabela 4). Os autores associaram que esses resultados se devem ao fato de que esse comprimento de estaca contém teor de carboidratos e quantidade balanceada de hormônio que favoreceu a diferenciação dos tecidos e emissão dos novos brotos. O bokashi é uma biofertilizante fermentado por microrganismos que contribui na dinâmica microbiológica e nutricional das plantas.

Tabela 4. Brotação e índice de velocidade de brotação (IVB) em mudas de *P. aculeata* propagadas com diferentes comprimentos de estacas, sem e com bokashi ao substrato. Fonte: Silverio et al. (2021).

| Comprimento da estaca | Brotação (%) | | IVB | |
|-----------------------|--------------|----------|-----------|------------|
| | Bokashi | | | |
| | Sem | Com | Sem | Com |
| 15 cm | 55,0 aA | 44,0 bB | 0,7753 aA | 0,6728 bA |
| 20 cm | 46,0 aB | 60,0 aA | 0,6729 aB | 0,8737 aA |
| 25 cm | 5,0 aA | 50,0 abA | 0,7403 aA | 0,7035 abA |

Médias seguidas por letras minúsculas iguais, nas colunas, para comprimento de estacas, e maiúsculas nas linhas, para bokashi, não diferem entre si pelos testes de Tukey, e t de Student, respectivamente ($p > 0,05$).

Em outro trabalho, Santos et al. (2019b) avaliaram o efeito de diferentes substratos à base de Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa isolado (solo, testemunha) ou combinado com cama de frango, areia e substrato comercial Tropstrato[®] na capacidade vegetativa e trocas gasosas em mudas de *P. aculeata*. Os autores fizeram a coleta dos ramos no período matutino, e com tesoura de poda fizeram corte em bisel, padronizando o tamanho das estacas em 20 cm e um par de folhas no ápice. A primeira brotação ocorreu aos 21 dias após o enterrio das estacas (DAE) nos substratos. As características de brotação e número de brotos se ajustaram ao modelo quadrático, com máximos valores (92% e 3,26 brotos) aos 46 e 49 DAE. No que se refere aos substratos, aos 60 DAE, os maiores valores ocorreram no substrato solo + Tropstrato[®] (1:1, v/v) que não diferiu estatisticamente do solo + cama de frango (3:1, v/v).

Ainda nesse trabalho, verificou-se que os maiores valores de taxa fotossintética, condutância estomática e eficiência de carboxilação da Rubisco ocorreram nas mudas que foram propagadas no substrato composto de solo + cama de frango. Os autores associaram essas respostas ao fato de que a adição do resíduo orgânico contribuiu no incremento dos nutrientes no substrato, e concluem que a mistura do Tropstrato[®] ou cama de frango ao Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa nas devidas proporções pode ser utilizada na formulação de substratos para propagação vegetativa de *P. aculeata*.

ERVA CIDREIRA

Lippia alba (Mill.) N.E. Br. conhecida popularmente por erva-cidreira é uma planta medicinal largamente utilizada no Brasil devido suas propriedades calmante, analgésica, sedativa, ansiolítica e levemente expectorantes (Mattos et al., 2007). Possui relevante contribuição na indústria cosmética, farmacêutica e de aromatizante como importante fonte de matéria prima. De acordo com Tavares et al. (2012) o óleo essencial é estudado por possuir ampla variedade química e a partir de análises dos seus constituintes foi verificada a ocorrência de diferentes tipos químicos (quimiotipos I, II e III). Foram realizados estudos testando sua atividade bactericida e antifúngica com resultados promissores, possibilitando o preparo de defensivos alternativos de base agroecológica para o controle de doenças fitopatogênicas (Cuadros & Tofiño, 2019).

Em trabalho de Marchese et al. (2010), estudando estacas de diferentes diâmetros (0,3-0,5 cm; 0,6-0,9 cm e 1-1,2 cm.), observando os resultados aos 30 dias de enterrio das estacas os autores concluíram que a estaquia utilizando ramos com diâmetro entre 1-1,2 cm contribuíram em maiores valores de massa seca de brotos (0,23 g) e massa seca de raiz (0,08 g), bem como o maior comprimento de brotos (4 mm) e o maior número de brotações (7,6). Este foi o maior diâmetro utilizado no experimento e, possivelmente, devido à maior quantidade de reservas pré-existentes nestas estacas, ocorreu maior crescimento e desenvolvimento destas. Em outro experimento verificou-se que a produção de mudas de *L. alba* pode ser feita a partir de estacas semilenhosas de 20 cm com 1 par de

folhas utilizando substrato com maior porosidade total e sem necessidade de irrigação por nebulização (Biasi & Costa, 2003).

Para o sucesso na obtenção de mudas além da recomendação de diâmetro e tamanho das estacas tem-se trabalhos com resultados referentes a utilização de adubação como recurso para aumento da qualidade e melhoria na produção de mudas. De acordo com Santos et al. (2019c), mudas de *L. alba* responderam positivamente à adubação fosfatada quando utilizada a propagação vegetativa com estacas caulinares. Sendo que dentre os tratamentos estudados (0, 150, 300 e 450 mg de fósforo e cultivo à pleno sol ou sombra) e utilizaram estacas de 20 cm com um par de folhas no ápice. Os autores verificaram que a associação de 450 mg de fósforo a um Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa sem correção do solo contribuiu substancialmente para mitigar distúrbios ecofisiológicos no aparato fotossintético decorrentes do estresse luminoso pelo cultivo a pleno sol, proporcionando maior estabilidade fotoquímica, sobrevivência e qualidade nas mudas de *L. alba* aos 60 dias após o enterrio das estacas no substrato.

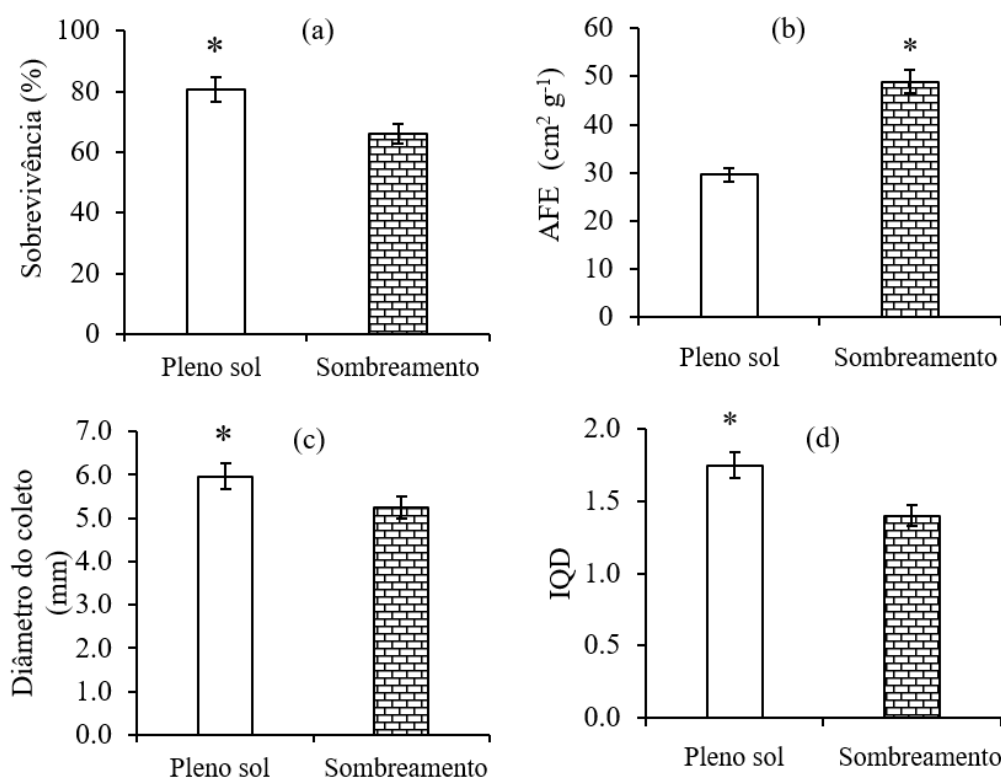


Figura 5. Sobrevivência (a), área foliar específica (b), diâmetro do coleto (c) e índice de qualidade de Dickson (IQD) (d) em mudas de *L. alba* sob ambientes luminosos. *diferença significativa, pelo teste t de Student ($p < 0,05$). Fonte: Santos et al. (2019c).

Quando cultivadas em diferentes disponibilidades luminosas, as mudas dessa espécie tiveram maior sobrevivência e diâmetro do coleto, respectivamente 80% e 5,66 mm observada sob pleno sol (Figura 5a e 5c.). A maior área foliar específica foi de 48.54 cm² g⁻¹ nas mudas produzidas em ambiente

sombreado, demonstrando capacidade adaptativa da espécie para otimização da captação da luz (Figura 5b). Com relação ao índice de qualidade de Dickson obteve-se maior valor (1.70) nas mudas cultivadas a pleno sol (Figura 5d), demonstrando que a espécie apresenta capacidade de sobrevivência e estabilidade do desenvolvimento mesmo quando expostas à alta irradiância embora apresentem baixa eficiência dos processos fotoquímicos no fotossistema II, sugerindo plasticidade fenotípica.

BOLDO

Plectranthus barbatius Andrews., pertencente à família Lamiaceae, popularmente conhecida como falso-bolso ou boldo brasileiro é um arbusto aromático, de ramos eretos e sub-lenhosos que pode atingir de 1,0 a 1,5 m de altura (Costa, 2006; Silva et al., 2016). Provavelmente originária da África, é cultivada em todo território brasileiro e é muito utilizada devido às suas propriedades medicinais. É utilizado na medicina popular para tratar distúrbios digestivos e nervoso, doenças hepáticas e dentárias, além de possuir atividade anti-inflamatória, antifúngica e antibacteriana (Kapewangolo et al., 2013).

Görge & Rodrigues (2011), ao avaliarem dois diferentes métodos de propagação – semente e estaca – mediante dois parâmetros de produção, altura e biomassa, para determinação do método mais vantajoso, encontraram que após treze semanas de avaliação as plantas originadas a partir da estaquia tiveram desenvolvimento mais rápido, quando comparadas com a reprodução sexuada (Figura 6). A taxa diária de crescimento via estaquia também foi maior quando comparado às mudas originadas a partir das sementes, com valores superiores a 1,5 cm/por dia a partir da terceira semana de transplantio.

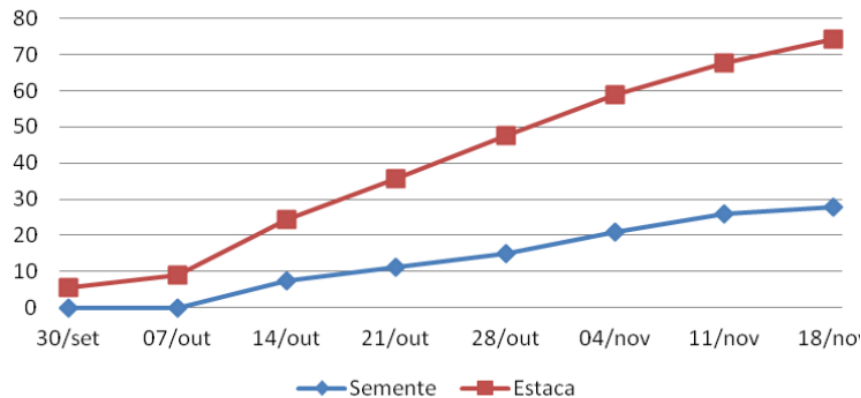


Figura 6. Curvas de crescimento (cm) de *Plectranthus barbatius* referentes a duas formas de propagação sob estufa durante oito semanas. Fonte: Görge & Rodrigues (2011).

Avaliando por meio de diferentes tratamentos qual a forma mais rápida de propagação de raízes em estacas de boldo, Marinho & Pasin (2014), descreveram que a presença de folhas em estacas retiradas da parte apical da planta-mãe, contribuíram em maiores médias de enraizamento, quando comparadas com mudas produzidas sem a presença de folhas nas estacas e das retiradas da parte basal.

ALECRIM

Originário da Europa, o Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) é um arbusto perene, pertencente à família Lamiaceae, que quando adulto, possui caules lenhosos e ramificados, podendo atingir até dois metros de altura. É uma planta que possui um aroma característico, e está presente em quase todo território brasileiro muito utilizado na gastronomia e preparo de bebidas. Pode ser encontrada em matas, formações arbóreas abertas ou de pinhais. Suas propriedades farmacológicas têm sido utilizadas como digestiva, anti-hipertensivo, hipoglicemiante, atividade antimicrobiana, inibidor das enzimas acetilcolinesterase e α -amilase (Paula, 2013).

Em trabalho de Aguiar et al. (2017), os autores estudaram o efeito de diferentes substratos {T1. Terra (testemunha); T2. Areia; T3. Húmus; T4. Terra + Areia (1:1, v/v); T5. Terra + Húmus (1:1, v/v); T6. Areia + Húmus (1:1, v/v); e T7. Terra + Areia + Húmus (1:1:1, v/v)}, na propagação de alecrim, pelo método de estaquia, verificaram que a espécie possui facilidade de emitir raízes adventícias independente do substrato utilizado. Em trabalho Paulus et al. (2016), foi avaliado o efeito do ácido indolbutírico (AIB - 0, 1000, 1500, 2000, 2500 e 3000 mg L⁻¹) na propagação vegetativa por estaquia de alecrim em duas épocas do ano (verão e outono). Foi feita a diluição das doses de AIB em água, e a base das estacas foram imersas durante 10 segundos, e aos 42 dias após o enterrio das estacas, observou-se que a época do ano não influenciou significativamente no enraizamento e no crescimento de mudas de alecrim. Entretanto, a concentração de 2500 mg L⁻¹, resultou em maiores valores de porcentagem de estacas enraizadas (98%), massa fresca (0,75 g/planta) e seca da parte aérea (0,30 g/planta); além de maior comprimento radicular (15,74 cm), massa fresca (0,65 g/planta) e seca de raízes (0,15 g/planta), quando comparadas com o tratamento sem aplicação de AIB.

Entretanto, as fontes sintéticas de hormônios geralmente são onerosas dependente da quantidade a ser utilizada. Por isso, é fundamental verificar outras estratégias que possam contribuir no enraizamento das espécies que apresentam dificuldade de pegamento. Na literatura há descrições que o extrato dos tubérculos de tiririca possui ação hormonal. Oliveira et al. (2019), ao avaliarem a influência de concentrações (0% - testemunha, 10%, 25%, 50%, 75% e 100%) do extrato aquoso de tiririca (*Cyperus rotundus* L.), na formação de raízes de alecrim por dois métodos: i) irrigação das estacas com extrato diretamente no substrato e; ii) imersão da base das estacas no extrato. Os autores concluíram que a irrigação com extrato foi mais eficiente do que o sistema de imersão das estacas em extrato aquoso de *C. rotundus*, aos 35 dias. Sendo que 10% do extrato foi o suficiente para contribuir na produção de matéria seca da parte aérea e da raiz das mudas de alecrim.

CARQUEJA

A Carqueja (*Baccharis trimera* (Less) DC.) é uma espécie nativa, que faz parte da farmacopeia Brasileira. É uma planta herbácea arbustiva, dióica e apresenta algumas dificuldades para produção de mudas através de sementes, sendo assim a multiplicação da espécie por estaquia possibilita a obtenção de

plantas uniformes. Vários fatores influenciam no sucesso da propagação, dentre eles a posição da estaca no ramo, o grau de lignificação, quantidades de reservas e diferenciação dos tecidos, tipo de substrato e as características químicas e físicas do meio (Bona et al., 2003; Bona et al., 2005).

Na literatura encontra-se que estacas de carqueja apresentam elevado percentual de enraizamento, não sendo influenciado por diferentes substratos e pela posição da estaca na planta matriz. Pode ser utilizado vermicomposto como condicionador de substrato para estaquia de carqueja por incrementar o crescimento vegetativo posterior e estacas basais de plantas femininas de carqueja apresentam melhor qualidade de enraizamento em comparação com as estacas enraizadas e massa de raízes produzida (Carvalho et al., 2007). Bona (2003) recomenda o uso de estacas com 20 cm, apicais e medianas, não sendo necessário o uso de auxinas exógenas, para incremento de enraizamento nas estacas.

Segundo Magalhães et al. (2020) a produção de mudas de carqueja por estacas deve ser realizada nos meses mais quentes do ano. Também se faz importante o controle da umidade do substrato evitando excesso ou falta de água. A estaquia é muito importante na propagação de carqueja e essas informações são úteis para maior sucesso no momento de obtenção de mudas dessa espécie através da propagação vegetativa.

MELISSA

Conhecida no Brasil como Melissa ou erva-cidreira verdadeira, *Melissa officinalis* L. é uma planta pertencente à família Lamiaceae, originária do Sul da Europa, podendo atingir até 1 m de altura. Suas folhas possuem odor semelhante ao do limão, e os constituintes químicos principais da planta são o tanino e o óleo essencial (Brant et al., 2011). Na medicina popular, seu chá é utilizado como calmante e sedativo, com papel importante no controle da ansiedade (Sadraei et al., 2003). Também possui recomendação contra cefaleias, enxaqueca, problemas digestivos, dores reumáticas e problemas gastrointestinais (Asadi et al., 2016; Caleja et al., 2018).

São poucos os trabalhos de produção de mudas da melissa. Dentre os encontrados na literatura, Goelzer et al. (2019), ao avaliarem a propagação de estacas herbáceas apicais com 4 gemas em diferentes recipientes (sacos de polietileno preto com dimensão de 13 x 25 cm e copos descartáveis transparentes de 300 mL), ambos preenchidos com Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa + Tropstrato[®] (1:1, v/v). Decorridos 65 dias após o enterrio das estacas, os autores verificaram que a taxa de sobrevivência foi de 58,75% e as maiores brotações ocorreram nas mudas propagadas por estaquia caulinar em copos descartáveis, em relação ao cultivo em sacos plásticos. No entanto, o tipo de recipiente não influenciou a produção de massas frescas e secas da parte aérea e raízes. A maior área foliar das mudas ocorreu no recipiente saco plástico, enquanto que o maior comprimento da raiz foi no copo descartável.

Em experimento para testar a propagação assexuada de erva-cidreira utilizando diferentes doses de AIB (ácido indol-butírico) (nas concentrações de 1000, 2000 e 3000mg L⁻¹ e água destilada -

testemunha), em estacas apicais e medianas, Rocha et al. (2014), encontraram que estacas da posição mediana proporcionaram os melhores resultados com enraizamento acima de 90%. As doses de AIB avaliadas não diferiram estatisticamente, concluindo que a espécie pode ser propagada de maneira rápida por meio da propagação vegetativa e sem haver necessidade de hormônios de crescimento.

ASSA PEIXE

Assa-peixe [*Vernonanthura phosphorica* (Vell.) H. Rob.] é uma espécie nativa do Brasil considerada uma planta silvestre, que está presente no RENISUS (Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS) (Ministério da Saúde, 2016). Suas folhas têm potencial medicinal pois apresentam cumarina, taninos, Germacreno D, Cariofileno, α -humuleno e atividade antioxidante (Teixeira, 2020). A coleta medicinal é feita por meio do extrativismo. Como suas sementes possuem um baixo potencial de germinação (Fonseca et al., 2012), a propagação através da estaquia é uma alternativa viável.

Os trabalhos referentes à propagação dessa espécie são poucos. Considerando seu potencial medicinal é uma ótima alternativa de cultivo para produtores de mudas, havendo possibilidade de maior inserção na comunidade. Gomes et al. (2015), avaliando a produção de mudas de *V. phosphorica* com estacas caulinares herbáceas em diferentes substratos (solo médio, solo de textura arenosa, solo de textura argilosa e húmus), em que o substrato proveniente da mistura de solo de textura argilosa + húmus atingiu em torno de 68% de enraizamento. O comprimento de raiz e da parte aérea, volume e massa seca de raiz foram maiores ao utilizar o solo mais argilosos, enquanto que os tratamentos com húmus e solos mais arenosos, apresentaram menores valores. Sendo assim essa espécie pode ser responsiva a incrementos em seu meio de cultivo e condições edafoclimáticas a qual eventualmente seja exposta (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios da porcentagem de enraizamento (PER, %), comprimento da raiz (CR, cm) e comprimento da parte aérea (CPA, cm), número de brotos (NB), volume da raiz (VOL, cm³), estacas vivas (ESV, %), massa seca da raiz (MSR, g) e massa seca da parte aérea (MSPA, g) de mudas de assa-peixe em diferentes substratos. Fonte: Gomes et al. (2015)

| Tratamentos | PER | CR | CPA | NB | VOL | MSR |
|-------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| Húmus | 0 c | 1,00 c | 1,48 b | 1,00 b | 1,00 b | 1,04 b |
| Arenoso | 5 c | 2,30 b | 2,01 b | 1,00 b | 1,02 b | 1,05 b |
| Arenoso + Húmus | 25 b | 4,43 a | 3,28 a | 1,00 b | 1,34 a | 1,08 b |
| Argiloso + Húmus | 67 a | 4,35 a | 3,63 a | 2,00 a | 1,52 a | 1,22 a |
| Argiloso | 15 c | 2,80 b | 2,33 b | 1,25 b | 1,19 b | 1,09 b |
| Médio + Húmus | 68 a | 4,88 a | 3,82 a | 2,53 a | 1,44 a | 1,26 a |
| Médio | 38 b | 4,49 a | 3,55 a | 1,35 b | 1,23 b | 1,15 a |

As médias seguidas da mesma letra na coluna não se diferem estatisticamente pelo teste Scott- Knott a 1% de probabilidade.

LOURO

O louro (*Laurus nobilis* L.), da família Lauraceae, é nativo do norte da África, Ásia e sul da Europa (Passalacqua et al. 2007) e no Brasil é mais cultivado nas regiões sudeste e sul. É uma árvore de clima temperado, atingindo em média 10 metros de altura (Haber & Clemente, 2013). Normalmente, o louro é utilizado como condimento alimentar em diferentes receitas, fonte de óleos essenciais para perfumaria, além de possuir diversos usos na medicina popular devido às suas propriedades digestivas, analgésicas, anti-inflamatórias, antioxidantes, entre outras (Haber & Clemente, 2013; Alarcon et al., 2015; Motti & Motti 2017; Anzano et al., 2022). Estudos verificaram a presença de vários compostos químicos no óleo essencial do louro, como eugenol, linalol, limoneno, geraniol e outros (Haber & Clemente, 2013).

A propagação do louro pode ser feita tanto por sementes quanto por estaquia (Haber; Clemente, 2013). A técnica de propagação mais utilizada é a estaquia, que consiste na utilização de estacas da planta objetivando a multiplicação vegetativa. Geralmente é necessário o uso de indutores exógenos para promover o enraizamento das estacas, sendo utilizado na maioria das vezes a auxina, que constitui o grupo dos reguladores de crescimento, possuindo maior ação no enraizamento (Miranda et al., 2004; do Amaral et al., 2013).

Fochesato et al. (2006), ao avaliarem o enraizamento de estacas de louro sob diferentes dosagens de ácido indolbutírico (AIB - (0, 1000, 2000 e 4000 mg L⁻¹) e três níveis de enfolhamento das estacas (0, 2 e 4), verificaram que o número de folhas presentes nas estacas apresentou grande influência sobre a sobrevivência das plantas. Todas as estacas que não apresentavam folhas morreram, devido ao esgotamento de suas poucas reservas para a brotação, enquanto que a porcentagem de enraizamento com quatro folhas (> 50%) foi maior que as estacas com duas folhas (< 25%), com crescimento linear positivo de acordo com as doses de AIB (Tabela 6).

Tabela 6. Percentagem de mortalidade de estacas de loureiro em função de doses de ácido indolbutírico e do número de folhas. Fonte: Adaptado de Fochesato et al. (2006)

| Doses AIB (mg.L ⁻¹) | Estacas mortas (%) | | | Total |
|---------------------------------|-----------------------------|---------|---------|-------|
| | Número de folhas por estaca | | | |
| | 0 | 2 | 4 | |
| 0 | 100 | 4,17 | 20,83 | 41,67 |
| 1000 | 100 | 16,67 | 12,5 | 43,06 |
| 2000 | 100 | 27,17 | 8,3 | 45,83 |
| 4000 | 100 | 16,67 | 4,17 | 40,28 |
| Total | 100 A ¹ | 16,67 B | 11,46 B | |

¹Médias seguidas por letras diferentes e maiúsculas na linha diferem entre si, ao nível de significância de 5% segundo o teste de Duncan.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas medicinais possuem um papel importante no modelo atual de tratamento e combate a doenças, tanto de forma preventiva como curativa. O uso de diversas espécies transpassa os anos, e hoje em dia já em empregado na fabricação de remédios, vitaminas, estimulantes e aromatizantes, muitas delas inclusa na alimentação.

Considerando as limitações da propagação seminífera de algumas plantas medicinais, a propagação vegetativa por estaquia caular é uma técnica de baixo custo, rápida e produção de mudas clones.

Em perspectivas futuras, é necessário o desenvolvimento de mais pesquisas associadas a propagação vegetativa das plantas medicinais descritas nesse capítulo e outras, visando estabelecer protocolos de produção de mudas e conservação da biodiversidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, D. M., Fernandes, A. de J., & Furlan, M. R. (2017). Propagação assexuada do Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.). Revista eletrônica Thesis, 27, 12-26.
- Alarcón, R., Pardo-de-Santayana, M., Priestley, C., Morales, R., & Heinrich, M. (2015). Medicinal and local food plants in the south of Alava (Basque Country, Spain). Journal of Ethnopharmacology, 176, 207–224. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.10.022>
- Alves, L.F. (2013). Produção de fitoterápicos no Brasil: história, problemas e perspectivas. Revista Virtual de Química, 5, 50-513. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20130038>.
- Amaro, H. T. R., Silveira, J. R., David, A. M. S. de S., Resende, M. A. V. de, & Andrade, J. A. S. (2013). Tipos de estacas e substratos na propagação vegetativa da menta (*Mentha arvensis* L.). Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 15, 313–318. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000300001>
- Anzano, A., Falco, B. D., Grauso, L., Motti, R., & Lanzotti, V. (2022). Laurel, *Laurus nobilis* L.: a review of its botany, traditional uses, phytochemistry and pharmacology. Phytochemistry Reviews, 21, 565-615. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11101-021-09791-z>
- Asadi, A., Shidfar, F., Safari, M., Hosseini, A. F., Fallah Huseini, H., Heidari, I., & Rajab, A. (2018). Efficacy of *Melissa officinalis* L. (lemon balm) extract on glycemic control and cardiovascular risk factors in individuals with type 2 diabetes: A randomized, double-blind, clinical trial. Phytotherapy Research, 33(3):651-659. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.6254>
- Bernardo, B. E. da C., Sato, A. J. & Zonetti, P. da C. (2020). Propagação por estaquia de erva-baleeira (*Cordia verbanacea* DC.). Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, 13(3): 947-957. DOI:10.17765/2176-9168.2020v13n3p947-957.

- Bertoldi, F. C., Deschamps, F. C., Silva, A. A. Jr., Correa, A. F., Franco, M. F. & Eberlin, M. N. (2016). Validação de um método analítico rápido por CLAE-UV para determinação de cumarina em guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) confirmado com espectrometria de massas. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 18(1), 316-325. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_160
- Biasi, L. A., & Costa, G. (2003). Propagação vegetativa de *Lippia alba*. *Ciência Rural*, 33(3), 455–459. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782003000300010>
- Bona, C. M. de, Biasi, L. A., Zanette, F., & Nakashima, T. (2005). Estaquia de três espécies de *Baccharis*. *Ciência Rural*, 35(1), 223–226. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782005000100037>
- Bona, C. M. de. (2003). Estaquia, calagem e sombreamento de carqueja. *Scientia Agraria*, 4(1), 81-96. DOI: <https://doi.org/10.5380/rsa.v4i1.1070>
- Brant, R. S., Pinto, J. E. B. P., Rosal, L. F., Alves, C., Oliveira, C., & Albuquerque, C. J. B. (2011). Adaptações fisiológicas e anatômicas de *Melissa officinalis* L. (Lamiaceae) cultivadas sob malhas termorrefletoras em diferentes intensidades luminosas. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 13(4), 467–474. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-05722011000400012>
- Brasil (2009). Relatório do 1º Seminário Internacional de Práticas Integrativas e Complementares em Saúde. Ministério da Saúde. Brasília: 196 p.
- Broch, J. L., Schoffel, A., Bühring, J. A., Genz, W. F., Camera, J. N. & Koefender, J. (2021). Extrato aquoso de tiririca na estaquia de guaco (*Mikania glomerata*). *Holos*, 4, e9513. DOI: [10.15628/holos.2021.9513](https://doi.org/10.15628/holos.2021.9513).
- Caleja, C., Barros, L., Barreira, J. C. M., Ciric, A., Sokovic, M., Calhella, R. C. & Ferreira, I. C. F. R. (2018). Suitability of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) extract rich in rosmarinic acid as a potential enhancer of functional properties in cupcakes. *Food Chemistry*, 250, 67–74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.034>
- Carmo, G. M., Ortegal G. H. P de C., Santana, I.F., Xavier, I. R., Silva, N.C. D., Pereira, Y. A. & Bernardes, C. T. V. Fitoterapia como coadjuvante no tratamento dos distúrbios de depressão, ansiedade e stress. *Revista Educação em Saúde*, 7(2): 12-16.
- Carvalho, A. C.; Oliveira, A. A. S. & Siqueira, L. P. (2021). Plantas medicinais utilizadas no tratamento do Diabetes Mellitus: Uma revisão. *Brazilian Journal of Health Review*. 4(3): 12873-12894, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv4n3-247>
- Carvalho, R. I. N. de, Nolasco, M. A., Carvalho, T., Ripka, M., Giublin, L. M., Negrello, M., & Scheffer, M. C. (2007). Enraizamento de estacas de carqueja em função de diferentes substratos e posições do ramo em plantas masculinas e femininas. *Scientia Agraria*, 8(3), 269-274. DOI: <https://doi.org/10.5380/rsa.v8i3.9541>
- Costa, M. (2006). Uso popular e ações farmacológicas de *Plectranthus barbatus* Andr. (Lamiaceae): revisão dos trabalhos publicados de 1970 a 2003. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 8(2), 81–88.

- Disponível em: <https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMedicinais/revisao.pdf>
- Costa, V. A. da, Jorge, M. H. A., Costa, E., Castro, A. R. R. de, & Costa, M. L. N. (2016). Efeito de cortes de estacas e da presença de folhas na produção de mudas de *Mentha sp.* Revista Brasileira de Biociências, 14(2). Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2670>.
- Cuadros, M. O., & Rivera, A. P. T. (2018). Revisión exploratoria de la actividad antibacteriana y antifúngica de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (pronto alivio). Revista Cubana de Plantas Medicinales, 24(1), 1-8. Disponível em: <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/771/361>
- Cunha, D. (2020). Como plantar babosa: aprenda a cultivar a planta medicinal. Disponível em: www.dci.com.br/dci-mais/casa-e-decoracao/como-plantar-babosa-aprenda-a-cultivar-a-planta-medicinal/4433/. Acesso em 10 out. 2022.
- Fachinello, J. C., Hoffmann, A., Nachtigal, J. C. & Kersten, E. (2005). Propagação vegetativa por estaquia. In: Fachinello J. C., Hoffmann, A., Nachtigal, J. C., Kersten, E. (2005). Propagação de plantas frutíferas. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica. p. 69-109. ISBN: 85-7383-300-9.
- Figueiredo, C. H. A. de, Alencar, M. C. B. de, Souza, K. A. de, Pedroza, A. P., Ribeiro, S. R. S, Souza Neto, O. L. de, & Roberto, S. B. de A. (2016). A Utilização Medicinal da *Mentha spp.* Informativo técnico do semiárido, 10(2): 16-20. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA>.
- Fochesato, M. L., Martins, F. T., Souza, P. V. D. de, & Barros, I. B. I. de (2006). Propagação de louro (*Laurus nobilis* L.) por estacas semilenhosas com diferentes quantidades de folhas e tratadas com ácido indolbutírico. Revista brasileira de plantas medicinais, 8 (3): 72-77.
- Fonseca, P. G., Nunes, U. R., & Nunes, S. C. P. (2012). Aspectos da germinação de sementes de assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less.). Ciência Rural, 42(4), 633–637. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782012000400009>
- Franzon R. C, Carpenedo S. & Silva J. C. S (2010). Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras. Documentos/ Embrapa Cerrados 283. Planaltina- DF: 54p.
- Goelzer, A., Silva, O.B. da, Torales, E. P., Santos, C. C. & Vieira, M. do C. (2019). Tipos de recipientes na propagação por estaquia de três espécies medicinais. In: Zuffo, A. M. A produção do conhecimento nas ciências agrárias e ambientais 5. Ed. Atena. Ponta Grossa. p.157- 165.
- Gomes, J. A. O., Teixeira, D. A., Marques, A. P. S., & Bonfim, F. P. G. (2015). Diferentes substratos na propagação por estaquia de assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, 17, 1177–1181. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084x/15_008

- Gorgên, L. V. & Rodrigues, L. V. (2011). Comparação de métodos de propagação de *Plectranthus barbatus* via curvas de crescimento e de biomassa fresca em estufa. 21 f. Monografia (Agronomia) – Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, DF.
- Haber, L. L. & Clemente, F. M. V. T. (2013). Plantas aromáticas e condimentares: uso aplicado na horticultura. Brasília: Embrapa.
- Kapewangolo, P., Hussein, A. A., & Meyer, D. (2013). Inhibition of HIV-1 enzymes, antioxidant and anti-inflammatory activities of *Plectranthus barbatus*. *Journal of Ethnopharmacology*, 149(1), 184–190. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.06.019>
- Lemos Júnior, H. P. & Lemos, A. L. A. (2012). Hortelã. *DiagnTratamento*, 17(3), 115-117. Disponível em: files.bvs.br.
- Lima, N. P. (2002). Estaquia semilenhosa e comparação de metabólitos secundários em *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip Ex Baker. *Scientia Agraria*, 3(1), 113-132. DOI: <https://doi.org/10.5380/rsa.v3i1.1046>
- Magalhães, K. do N., Bandeira, M. A. M., & Monteiro, M. P. (n.d.). Plantas medicinais da caatinga do Nordeste brasileiro Etnofarmacopeia do Professor. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/54867/1/2020_liv_knmagalhaes.pdf
- Marchese, J. A., Pissaia, E., Bocchese, V. C. C., Cambruzzi, E., Colussi, G., Hart, V., & Magiero, E. C. (2010). Estacas de diferentes diâmetros na propagação de *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. - Verbenaceae. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 12(4), 506–509. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-05722010000400015>
- Marinho, S., & Pasin, L. (2014). Influência da posição de estacas no ramo sobre o enraizamento de estacas de boldo. *Revista Fepi*. 4p.
- Mattos, S. H., Innecco, R., Marco, C. A. & Araújo A. V. (2007) Plantas medicinais e aromáticas cultivadas no Ceará: tecnologia de produção e óleos essenciais. 1. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 110 p.
- Million, J. L., Veron, V., Viharva K. N., Cáceres, N. V. & Oliveira, R. C. (2020). Plantas medicinais e ritualísticas dos Kaiowá do *Tekoha Taquara* como contribuição para a demarcação da terra ancestral, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rodriguésia*, 71: 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071138>.
- Ministério da Saúde e Anvisa (2016). Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápico. Brasília: Ministério da Saúde, 60 p.
- Moreno, A., López, M. Y. & Jiménez, L. (2012). *Aloe vera* (Sábila): Cultivo y Utilización. Ediciones Mundi-Prensa. 127p.

- Motti, R. & Motti, P. (2017). An ethnobotanical survey of useful plants in the agro Nocerino Sarnese (Campania, southern Italy). *Human Ecology*, 45(6), 865-878. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10745-017-9946-x>.
- Oliveira, K. M. de, Ribeiro, J. dos S., Bonett, L. P., & Sete da Cruz, R. M. (2019). Influência do extrato aquoso de *Cyperus rotundus* L. na rizogênese de *Rosmarinus officinalis* L. *Arquivos de Ciências Veterinárias E Zoologia da UNIPAR*, 22(1), 27-32. DOI:<https://doi.org/10.25110/arqvet.v22i1.2019.7328>
- Passalacqua, N. G., Guarrera, P. M. & de Fine, G (2007). Contribuição para o conhecimento da medicina vegetal popular na região da Calábria (Sul da Itália). *Fitoterapia*, 78(1), 52-68.
- Paula, I. M. B. de (2013). Determinação da composição química e da atividade antimicrobiana de *Rosmarinus officinalis* Linn. avaliando potencial para preparação de enxaguatório bucal. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências farmacêuticas) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Farmácia, Juiz de Fora, MG.
- Paulus, D., Valmorbida, R., & Paulus, E. (2016). Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de alecrim. *Horticultura Brasileira*, 34(4), 520–528. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620160411>
- Pinto, N. de C. C., & Scio, E. (2014). The Biological Activities and Chemical Composition of *Pereskia* Species (Cactaceae)—A Review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 69(3), 189–195. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-014-0423-z>
- Quaresma, E. V. W., Pereira de Assis Otto, R., Santos, C. C., Silverio, J. M, Loli, G. H. L., & Vieira, M. do C. (2021). Níveis de sombreamento influenciam a produção de mudas de *Mentha x villosa* huds. (hortelã). *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 15(1), 127–141. DOI: <https://doi.org/10.18011/bioeng2021v15n1p127-141>.
- Rocha, D. R. da C., Pereira Júnior, G. A., Vieira, G., Pantoja, L., Santos, A. S. dos & Pinto, N. A. V. D. (2008) Macarrão adicionado de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. *Alimentos e Nutrição* 19(4): 459-465.
- Sadraei, H., Ghannadi, A., & Malekshahi, K. (2003). Relaxant effect of essential oil of *Melissa officinalis* and citral on rat ileum contractions. *Fitoterapia*, 74(5), 445–452. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(03\)00109-6](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(03)00109-6)
- Santos, C. C., Franco-Rodrigues, A., Araujo, G. M., Scalon, S. D. P. Q., & Vieira, M. D. C. (2019c). Impact of phosphorus and luminosity on the propagation, photochemical reactions and quality of *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. seedlings. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 13(2), 291–302. DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2019v13i2.9023>
- Santos, C. C., Goelzer, A., Silverio, J. M., Scalon, S. de P. Q., Zárate, N. A. H., & Vieira, M. do C. (2019a). Capacidade vegetativa e trocas gasosas em mudas de *Pereskia aculeata* Plum em diferentes substratos. *Scientia Plena*, 15(11). DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2019.110201>


- Santos, C. C., Lima, N. M., Vieira, M., do C., Zárate, N. A. H. & Scalon, S. de P. Q. (2019b). Metabolismo fotossintético em mudas de *Pereskia aculeata* Plum. propagadas por estaquia sob diferentes disponibilidades luminosas. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(3): 712-719. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.17306>
- Santos, R. S., Silva, S. S., & Vasconcelos, T. C. L. (2021). Aplicação de plantas medicinais no tratamento da ansiedade: uma revisão da literatura. *Brazilian Journal of Development*. 7 (5): 52060-52074. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv.v7i5.30316>.
- Santos, V. M. C. S, Schneider, T. R., Bizzo, H. R. & Deschamps, C. (2012). Alternativas de propagação na produção de óleo essencial de *Mentha canadensis* L. no Litoral Norte Catarinense. *Revista brasileira de plantas medicinais*, 14(1): 97-102. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000100014>.
- Silva, C. F. G., Mendes, M. P., Almeida, V. V., Michels, R. N., Sakanaka, L. S., & Tonin, L. T. D. (2016). Parâmetros de qualidade físico-químicos e avaliação da atividade antioxidante de folhas de *Plectranthus barbatus* Andr. (Lamiaceae) submetidas a diferentes processos de secagem. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 18(1), 48–56. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084x/15_021
- Silverio, J. M., Santos, C. C., Wilkomm, V. E., Karas, D. R. B., Vieira, M. do C., & Zárate, N. A. H. (2021). Bokashi e comprimento de estacas na propagação vegetativa de *Pereskia aculeata* Plum (ora-pro-nóbis). *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 15(1), 90–104. DOI: <https://doi.org/10.18011/bioeng2021v15n1p90-104>
- Souza, J. L. de C., Vieira, M. do C., Souza, E. R. B., Guimarães, R. N. & Naves, R. V. (2020). Estaquia em frutíferas do Cerrado. *Brazilian Journal of Development*, 6 (3): 15531-15544. DOI:10.34117/bjdv6n3- 432.
- Souza, M. R. de M., Pereira, P. R. G., Magalhães, I. de P. B., Sediya, M. A. N., Vidigal, S. M., Milagres, C. S. F., & Baracat-Pereira, M. C. (2016). Mineral, protein and nitrate contents in leaves of *Pereskia aculeata* subjected to nitrogen fertilization. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 46(1), 43–50. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v46p37959>
- Tavares, I. B., Momnté, V. G., Barreto, H. G., Castro, H. G., Santos, G. R. & Nascimento, I. R. (2012) Tipos de estacas e diferentes substratos na propagação vegetativa da erva cidreira (quimiotipos I, II e III). *Bioscience Journal*, 28 (2): 206-213.
- Teixeira, D. A. (2020). Cultivo e composição química de *Vernonia polysphaera* (Spreng.) Less. 64f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu.
- Vidal, L. H. I., Souza, J. R. P. de, Fonseca, É. de P., & Bordin, I. (2006). Qualidade de mudas de guaco produzidas por estaquia em casca de arroz carbonizada com vermicomposto. *Horticultura Brasileira*, 24, 26–30. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/9rLb3Fv9c9yg7TgFQxBCyVN/?lang=pt>

- Vieira, M. do C., Zárate, N. A. H., Silva, O. B., Santos, C. C. & Vieira, S. C. H. (2022). Horto de plantas medicinais da UFGD aberto à comunidade: do cultivo orgânico ao fitoterápico. In: Megate, A. S. & Oliveira, E. R. (Orgs). Saberes e experiências com a produção orgânica e agroecológica. Volume I. Dourados: Editora UFGD. Disponível em: <https://omp.ufgd.edu.br/>.
- Zem, L. M., Zuffellato-Ribas, K. C., & Koehler, H. S. (2016). Enraizamento de estacas semilenhosas de *Pereskia aculeata* nas quatro estações do ano em diferentes substratos. Revista Eletrônica Científica da UERGS, 2(3), 227. DOI: <https://doi.org/10.21674/2448-0479.23.227-233>


Propagação vegetativa de plantas ornamentais: estaquia e micropropagação

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 08/11/2022

 10.46420/9786581460679cap2

Vanda Maria de Aquino Figueiredo¹ 


Jéssica Aline Linné^{1*} 

Juliana Milene Silverio¹ 

Thainá Caroline Casavechia de Oliveira¹ 

Wallas Matos Cerqueira¹ 

João Lucas da Costa Santos de Almeida¹ 

Cleberton Correia Santos¹ 

Silvana de Paula Quintão Scalon¹ 

INTRODUÇÃO

Uma das principais atividades que geram ocupação e emprego é a produção de flores e plantas ornamentais, tendo rendimento em pequenas áreas e trazendo retorno econômico aos produtores e, especialmente, incorporando importante parcela do trabalho feminino rural, o que acarreta em expansão das regiões produtoras (Junqueira; Peetz, 2014).

No caso dos pequenos agricultores, localizados distantes dos grandes polos produtores, cujos produtos geralmente são destinados ao mercado local ou regional, a autossuficiência na produção de mudas ornamentais é especialmente importante, sendo essa demanda por mudas interessante do ponto de vista econômico, visto que vem a incentivar o surgimento de viveiros especializados na propagação dessas espécies (Senar, 2018a).

A cadeia de plantas ornamentais é extremamente dinâmica e por isso requer constantemente ações de inovações em produtos e serviços para melhor atender à demanda do mercado por novidades, qualidade e preços competitivos (Oliveira et al., 2021). Pensando na obtenção de plantas ornamentais de boa qualidade e que atendam às exigências do mercado consumidor, após a escolha da espécie a ser produzida, todos os passos seguintes terão influência determinante sobre a qualidade do produto final, iniciando com a propagação, que deve utilizar as técnicas mais adequadas para a espécie além de utilizar plantas matrizes com características ideais (Grolli, 2008; Oliveira et al., 2021).

De acordo com Kampf (2005) há duas formas para propagação de plantas ornamentais, de forma sexuada, ou seja, através de sementes, onde a variabilidade entre as mudas é maior, e a forma assexuada,

¹ Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, Brasil.
Faculdade de Ciências Agrárias

* Autor(a) correspondente: jessica.aline.linne@gmail.com

que se dá principalmente através da estaquia, técnica vantajosa por acelerar a formação de mudas idênticas à planta matriz. A estaquia é realizada preferencialmente com estacas retiradas após a fase de florescimento da planta ou durante o período de repouso vegetativo, com estacas variando de acordo com o órgão de origem (caule, folha ou raiz), a posição da planta (basal, intermediária ou apical) e a consistência do tecido (lenhosa, semilenhosa e herbácea) (Senar, 2018a).

Outra técnica de reprodução não seminal que vem ganhando cada vez mais espaço devido a produção de um número elevado de mudas em um curto espaço de tempo e lugar é a micropropagação, técnica de cultura de tecidos e órgãos vegetais *in vitro* que possibilita propagar vegetativamente ou clonar genótipos de interesse, representando uma alternativa para a multiplicação de plantas que apresentam dificuldades de reprodução sexuada, ou quando as aplicações dos métodos convencionais de propagação vegetativa não se tornam viáveis (Mantovani et al., 2008).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo reunir pesquisas que envolvam a propagação vegetativa de espécies ornamentais, dando ênfase as técnicas de estaquia e micropropagação, a fim de apresentar conceitos e aplicações dos métodos.

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ORNAMENTAIS

Caracterizado por proporcionar a obtenção de lotes de plantas bastante uniformes e produtivos, a propagação vegetativa é o método que utiliza partes das plantas, que não sejam as sementes com a finalidade de produzir novas mudas, permitindo assim rapidez na produção da muda, reprodução fiel da planta-mãe, possibilidade da multiplicação de plantas que não florescem por motivos de adaptação e de plantas cujas sementes são estéreis além de uma maior precocidade das plantas produzidas (Grolli, 2008).

O método é fundamentado no princípio da totipotência, que é a capacidade que uma célula diferenciada tem de se desdiferenciar e retornar ao estado meristemático, dando origem a qualquer órgão vegetal (Hartmann et al., 2018). Em ornamentais, a aplicação de técnicas de propagação vegetativa são especialmente úteis devido à possibilidade da fiel reprodução da planta mãe, além de reduzir o período de juvenildade de espécies com interesse nas flores. Dentre as técnicas de propagação vegetativa de plantas mais comuns, temos a estaquia e a micropropagação, sendo a escolha da técnica tomada considerando diversos fatores, principalmente a espécie (Wendling et al., 2003).

A propagação não-seminal, ou seja, aquela realizada através de partes vegetativas, independente da semente, é uma alternativa para multiplicação de espécies que possuem pouca ou nenhuma semente. No quadro 1 estão reunidas diversas espécies ornamentais propagadas de forma não-seminal.

Quadro 1. Espécies ornamentais com propagação não-seminal.

| Categoria | Espécie | Nome comum |
|-----------|---|---|
| Flor | <i>Gladiolus hortulanus</i> | Palma-de-santa-rita |
| | <i>Scadoxus multiflorus</i> | Estrela de natal; Coroa imperial; lírio-sangu-salmão |
| | <i>Tulipa L.</i> | Tulipa |
| | <i>Rosa ssp.</i> | Rosa |
| Arbusto | <i>Ananas lucidus</i> Miller | Abacaxi ornamental |
| | <i>Dracaena arborea</i> | Dracena arbórea |
| | <i>Hydrangea macrophylla</i> | Hortênsia |
| | <i>Dahlia pinnata</i> | Dália |
| | <i>Nephrolepis spp.</i> | Samambaia |
| Árvore | <i>Rhododendron spp.</i> | Azaléia arbórea |
| | <i>Bougainvillea glabra</i> | Primavera; Três marias |
| | <i>Nerium oleander L.</i> | Espirradeira |
| Suculenta | <i>Echeveria lilacina</i> Kimn. & Moran | Rosa-de-pedra |
| | <i>Schlumbergera truncata</i> (Haw) | Flor de maio; Cacto de natal; Cacto de páscoa |
| | <i>Melocactus babiensis</i> | Coroa de frade |
| | <i>Kalanchoe daigremontiana</i> | Aranto; Mãe de milhares |

Estaquia

A estaquia é o processo de multiplicação, no qual pequenas porções da planta são postas sob condições que favorecem o enraizamento, formando uma nova planta (Senar, 2018b). De acordo com Grolli (2008) este é um dos processos mais utilizados em razão do grande aproveitamento da planta matriz, onde as estacas podem ser retiradas das mais variadas partes das plantas, como ramos, caules, folhas e raízes (Figura 1). O preparo da estaca vai depender do tipo escolhido. Na figura 1 é possível observar a confecção de estaca caulinar. Estas devem conter partes do caule com duas ou mais gemas. O corte do ramo deve ser feito em bisel, para favorecer o enraizamento e evitar doenças (Senar, 2018b).

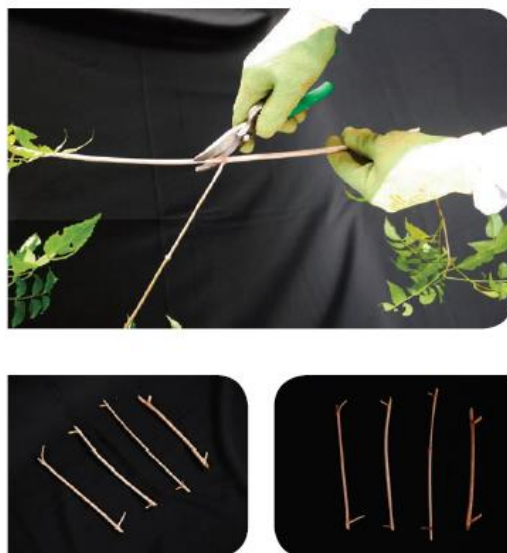


Figura 1. Confeção de estacas de ramos. Fonte: Senar (2018b).

O processo, embasado na totipotencialidade dos tecidos, onde os mesmos se regeneram pelo processo de divisão celular, é caracterizado como o que possui maior facilidade de ser executado além de também ser a mais rápida das técnicas, sendo empregada e recomendada em espécies com maior facilidade para formação de raízes adventícias (Gomes et al., 2015; Hartmann et al., 2018).

O enraizamento, neste processo de propagação, é dependente de muitos fatores, tanto internos quanto externos, entre eles a condição nutricional e fitossanitária da planta matriz, o potencial genético, o balanço hormonal, a época de realização da coleta do material, a temperatura e umidade (Hartmann et al., 2018). O desenvolvimento estrutural da planta também se dá por diferentes formas, podendo as vias de morfogênese ser de três tipos: proliferação de gemas axilares, indução de gemas adventícias por organogênese (direta ou indireta) e embriogênese somática (direta ou indireta) (Grattapaglia; Machado, 1998; Moraes, 2012; Anjos, 2013).

De acordo com esses mesmos autores, a primeira consiste no isolamento de órgãos meristemáticos já existentes (gemas axilares), os quais são estimulados a crescer com o uso de reguladores vegetais, assim são formados aglomerados de partes aéreas que, por sua vez, sofrerão novas divisões celulares e formarão novos indivíduos. Na organogênese direta são utilizadas gemas adventícias (em tecidos do câmbio vascular, pecíolo e bases de folhas, escamas de bulbos e segmentos radiculares), conhecidas por possuírem alto potencial para produção de novos tecidos, no entanto faz-se necessário o uso de reguladores nessa prática. Já na organogênese indireta, a multiplicação ocorre por gemas adventícias em tecidos que não as apresentam em condições normais. Neste caso o explante utilizado deve ser submetido à desdiferenciação celular, formando uma estrutura denominada calo. Como a organogênese, a embriogênese somática também pode ser direta ou indireta, sendo a segunda a forma mais comumente observada. O uso desta técnica, em geral, promove altas taxas de multiplicação, no

entanto há o extenso uso de auxinas que podem gerar variação clonal (Grattapaglia; Machado, 1998; Morais, 2012; Anjos, 2013)

Como forma de auxiliar o processo de enraizamento é comum o uso de produtos chamados de “reguladores de crescimento”, sendo os mais utilizados em estaquia o ácido indol-butírico (AIB) e o ácido naftalenoacético (ANA) na forma de pó ou em líquido (Grolli, 2008). No quadro 2 estão reunidas algumas das espécies em que estes reguladores já foram avaliados.

Quadro 2. Reguladores de crescimentos com aplicação em espécies ornamentais.

| Regulador | Espécies | Referência |
|---------------------------|---|--------------------------|
| Ácido indolbutírico (AIB) | <ul style="list-style-type: none"> • Alternantera-variegada (<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze var. <i>brasiliana</i>); • Alternantera-vermelha (<i>Alternanthera dentata</i> (Moench) Scheygr.); • Pileia-alumínio (<i>Pilea cadierei</i> Gagnep. & Guillaumin); • Pileia-rendada (<i>Pilea microphylla</i> (L.) Liebm.); • Vedélia (<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski); | Menegaes et al. (2017) |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Rosa de pedra (<i>Echeveria elegans</i>) | Carrascosa et al. (2016) |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Orquídea rabo de rato (<i>Brassavola tuberculata</i>) | Sousa et al. (2015) |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Bromélia imperial (<i>Alcantarea imperialis</i>) | Martins et al. (2020) |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Violeta africana (<i>Saintpaulia ionantha</i> Wendl.) | Lucas et al. (2007) |
| Benzilaminopurina (BAP) | <ul style="list-style-type: none"> • Abacaxizeiro ornamental (<i>Ananas comosus</i> var. <i>bracteatus</i> (Lindl.)) | Santos et al. (2008) |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Gérbera (<i>Gerbera jamesonii</i> Bolus ex Hook.) | Shaheen et al. (2022) |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Antúrio (<i>Anthurium maricense</i>) | Serafim et al. (2018) |

O ácido indolbutírico (AIB) é provavelmente a principal auxina sintética de uso geral porque não é tóxica para a maioria das plantas, mesmo quando em altas concentrações, no entanto esta auxina apresenta resultados bastante variáveis conforme a espécie, tipo de estaca, época do ano, concentração, modo de aplicação, condições ambientais, entre outros fatores (Lone et al., 2010; Oinam et al., 2011).

Nogueira et al. (2017), estudando sobre estacas caulinares semilenhosas da ornamental figueira (*Ficus benjamina* L.) verificaram que estacas com duas folhas e sem a aplicação de AIB promoveram a maior porcentagem de enraizamento, determinando que a presença de folhas é determinante na rizogênese da espécie e que o uso desta substância é dispensável. Os autores apontam ainda que a aplicação do AIB nas estacas de duas folhas ocasionou uma redução de cerca de 20% do enraizamento devido a uma espécie de efeito inibitório da aplicação do AIB causado por um efeito fitotóxico, gerado pelo teor endógeno de auxina sintetizado pelas folhas juntamente com a aplicação exógena do AIB. Na prática, as folhas são essenciais para o enraizamento das estacas, pois, devido ao processo fotossintético são a principal fonte de carbono, além de auxiliarem no processo de rizogênese, por atuarem no transporte de substâncias promotoras do enraizamento. A presença de folhas em estacas acaba tornando a aplicação de AIB dispensável, o que pode gerar reduções de custos na produção das mudas.

Heintze et al. (2015) também verificaram que concentrações de AIB (1500; 3000; 6000mg L⁻¹) não influenciaram o percentual de enraizamento de estacas coletadas tanto no verão quanto na primavera da espécie ornamental *Thubergia mysorensis* (Wight), conhecida popularmente por sapatinho-de-judia. A escolha dessas duas épocas para coleta das estacas está relacionado ao estágio de desenvolvimento desta espécie durante esses períodos. Durante o verão as plantas apresentam muitas brotações jovens e em final de floração, já durante a primavera, as plantas estão em início, ou já em meados, da floração. O cuidado dos autores sinaliza a importância da escolha da época de coleta do material de propagação, uma vez que o estado e a condição do material será determinante no sucesso do enraizamento das estacas.

Em um estudo com azaleia (*Rhododendron simsii* Planch), Bezerra et al. (2020) observaram que as concentrações de AIB (0; 1.000; 2.000; e 3.000 mg L⁻¹) foram dispensáveis no enraizamento de estacas herbáceas das cultivares Otto e Terra Nova. Porém, a cultivar Otto apresentou um sistema radicular de melhor qualidade quando as estacas foram tratadas com 2.000 mg L⁻¹ de AIB. A azaleia é uma espécie que apresenta certas dificuldades no enraizamento, o que pode ocasionar redução na produção comercial de mudas dessa espécie, por isso que pesquisas com a aplicação de fitorreguladores para alcançar o sucesso do enraizamento se fazem necessárias.

Apesar das respostas heterogêneas, o uso desta substância é essencial para o enraizamento de algumas estacas ornamentais. É possível observarmos algumas das doses de AIB sugeridas para ornamentais propagadas por estaquia, a partir de estudos já publicados (Quadro 3).

É importante destacar que principalmente para plantas ornamentais, que possui indivíduos dos mais variados portes e hábitos, a escolha do tipo de estaca vai depender de diversos fatores intrínsecos e extrínsecos a espécie, não havendo, portanto, técnica única que se adeque a todas elas. Esses fatores podem ser verificados em alguns trabalhos. Como por exemplo, a recomendação de estacas basais em detrimento das apicais e medianas para flor-do-guarujá (*Turnera subulata*) (Coelho; Azevedo, 2016) e hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) (Souza et al., 2015). Nesses casos, o uso de estacas basais, com a presença

de folhas, apresentou melhor resultado no enraizamento das estacas, isso devido à produção de auxinas e de cofatores que são levados até a base das estacas, além da continuação do processo fotossintético que conseqüentemente ocasiona a síntese de carboidratos que serão utilizados como fonte de energia para a formação e crescimento das raízes.

Quadro 3. Doses de ácido indolbutírico recomendadas para estaquia de espécies ornamentais. Fonte: os autores.

| Espécie (Nome comum) | Estaquia | AIB (Ácido indolbutírico) | Referência |
|--|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Alternanthera dentata</i> (Moench) Stuebel (Periquito) | Herbácea | 1000 mg kg ⁻¹ | Beckmann-Cavalcante et al. (2014) |
| <i>Duranta repens</i> L. (Pingo-de-ouro) | Hérbacea Semilenhosa | 3000 mg kg ⁻¹ | Amaral et al. (2012) |
| <i>Nerium oleander</i> L. (Espirradeira) | Herbácea | 2000 mg kg ⁻¹ | Pivetta et al. (2012) |
| <i>Allamanda cathartica</i> L. (Alamanda) | Semilenhosa Lenhosa | 8000 mg L ⁻¹ | Loss et al. (2008) |
| <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L. (Hibisco) | Lenhosa | 1,6 g L ⁻¹ | Pizzatto et al. (2011) |
| <i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd. (Três marias) | Lenhosa | 2000 mg L ⁻¹ | Costa et al. (2015) |
| <i>Malvaviscus arboreus</i> (Hibisco colibri) | Lenhosa | 2000 mg L ⁻¹ | Loss et al. (2009) |
| <i>Rosa</i> ssp. (Míniroseira) | Herbácea | 1000 mg kg ⁻¹ | Sarzi e Pivetta, (2008) |

Belniak et al. (2016) demonstraram a importância de folhas apicais para aumentar o enraizamento de estacas de coleus (*Plectranthus scutellarioides*) e Muniz et al. (2015) reportam a necessidade do uso de estacas herbáceas com folhas para a produção de mudas de flor de jade (*Strongylodon macrobotrys* A. Gray), uma vez que estas estruturas devem contribuir para o aumento da mobilização de fotoassimilados, favorecendo assim a formação de raízes nas estacas. A presença de folhas nas estacas, segundo Costa et al. (2016), auxiliam na síntese de auxina e conseqüentemente no enraizamento. Isso acontece pois é nesse órgão que ocorre a produção e a concentração da maior parte da auxina que, quando transportada para a base da estaca, induz a formação das raízes (Taiz et al., 2017).

Segundo Fachinello et al. (2005) as estacas com folhas também apresentam um aporte maior de energia e carbono disponível, que são direcionados para a base da estaca, potencializando a divisão e diferenciação celular em raízes o que acabam promovendo maior capacidade de enraizamento e sobrevivência. Entretanto, Betanin e Nienow (2010) ressaltam que a presença de folhas é importante para o enraizamento, no entanto, a retenção de folhas é mais uma consequência do que um pré-requisito para que o mesmo ocorra.

As folhas além de desempenharem esse papel nas estacas lenhosas, também podem vir a ser utilizadas como material de propagação. A estaquia de folha vem sendo explorada com sucesso em espécies ornamentais, principalmente em espécies suculentas, tendo obtido sucesso na propagação de espécies como a rosa de pedra (*Echeveria lilicina*), bola de neve mexicana (*Echeveria elegans*), Francesco Baldi (*Graptosedum Francesco Baldi*) e sedum dourado (*Sedum adolphii*) (Kaseker et al., 2022; Silva et al., 2022).

Micropropagação

Segundo Carvalho e Vidal (2003), comercialmente a micropropagação foi aplicada pela primeira vez por Morel em 1960, na multiplicação de orquídeas por meio da cultura de ápices caulinares e regeneração de protocormos, que são pequenas estruturas que se diferenciavam e davam origem a embriões.

A técnica consiste no isolamento de pequenas porções de uma planta matriz (folhas, raízes, sementes, brotos laterais e apicais ou mesmo células), que são submetidas às condições favoráveis que propiciem a formação de brotos e a regeneração de novas plantas, sendo todo processo realizado em laboratório, sob rigoroso controle das condições de luminosidade, temperatura e umidade, em condições artificiais em meio de cultura e sem o uso de solo (Senar, 2018a). A micropropagação, segundo Montovani et al. (2008), pode ser conduzida a partir da indução de crescimento e proliferação de gemas apicais ou axilares, indução e proliferação de gemas adventícias (organogênese direta ou indireta) e, ainda, a partir da indução de formação de embriões somáticos (embriogênese somática direta ou indireta). Algumas espécies ornamentais podem ser vistas micropropagadas na Figura 2.

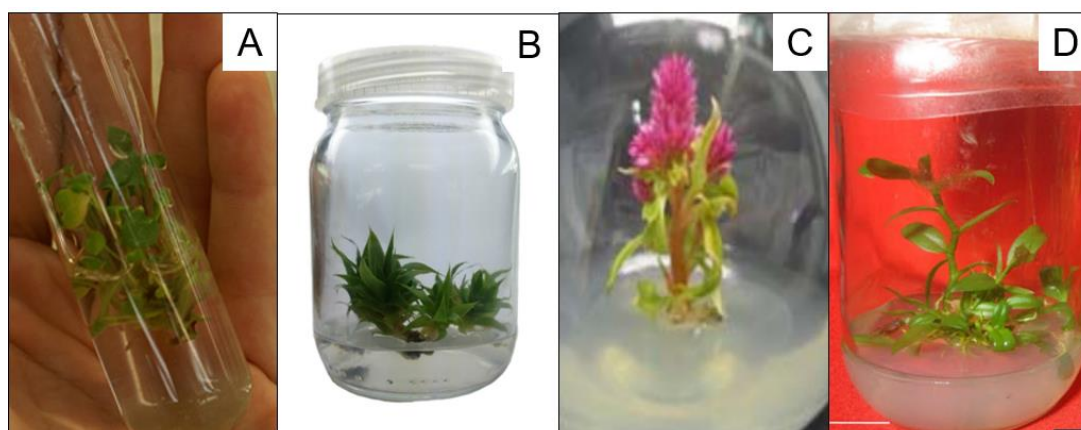


Figura 2. Cultivo *in vitro* de ornamentais. **a)** Micropropagação de antúrios; **b)** Cultivo *in vitro* de abacaxizeiro ornamental; **c)** Micropropagação de *Celosia plumosa*; **d)** Cultivo *in vitro* de orquídeas *Dendrobium aphyllum* Roxb. Fonte: a) Campos et al. (2019); b) Carvalho et al. (2017); c) Cavalcanti et al. (2007); d) Bhattacharyya et al. (2018).

Com a micropropagação é possível produzir um grande número de plantas, em um curto espaço de tempo tendo também uma área reduzida, podendo ser realizada durante o ano todo, gerando mudas de alta qualidade sanitária (CARVALHO et al., 2011). Porém, é sempre necessário se destacar o elevado custo da muda micropropagada em relação à obtida pelos métodos convencionais de propagação vegetativa, devido principalmente à necessidade de infraestrutura de laboratório, de telados (casas de vegetação ou estufas) para aclimatização e de mão de obra especializada (ESCALONA et al., 1999). Segundo Braga et al. (2009) as salas de crescimento, que geralmente são equipadas com lâmpadas fluorescentes, representam um dos maiores custos na produção de mudas micropropagadas.

A irradiância fornecida nessas salas, afeta o desenvolvimento das plantas através de alterações fotomorfogênicas, observadas principalmente na formação do tecido do mesófilo e no mecanismo de controle estomático, afetando assim a sua funcionalidade (Rezende et al., 2008). Sorgato et al. (2020) avaliaram o efeito de diferentes fontes de luz na germinação e no estabelecimento inicial *in vitro* de orquídeas da espécie *Schomburgkia crispa* Lindl com LEDs amarelo 3.000 K, branco 6.500 K, branco 6.500 K ou lâmpada fluorescente branca 6.500 K (controle). Os autores verificaram que a luz LED 3.000 K proporcionou estabelecimento inicial de *S. crispa* em menor período e com menor mortalidade das plântulas quando comparada com as demais fontes testadas, podendo ser indicada como um substituto potencial para as lâmpadas fluorescentes que cada vez mais vem perdendo espaço no mercado. Os autores indicam que o desempenho da luz de LED 3.000 K se dá pelo fato desta apresentar mais energia na região do vermelho, o que do ponto de vista fisiológico, colabora de forma mais eficaz com a excitação dos pigmentos fotossintéticos.

Atualmente há uma grande variedade de meios de cultura destinados ao cultivo de micropropagação, no entanto, o crescimento de plantas, órgãos, tecidos e células *in vitro* depende do desenvolvimento de meios de cultura otimizados para a perfeita interação de componentes essenciais como fontes de carbono e nutrientes (Myiata et al., 2014). Segundo Mroginski et al. (2004), os meios de cultura são compostos de uma fonte de carbono, nutrientes minerais (macro e micronutrientes), vitaminas, substâncias reguladoras de crescimento e agentes gelificantes. O Quadro 4 traz alguns dos principais meios de cultura utilizados em micropropagação com algumas das culturas indicadas.

Lemes et al. (2016) avaliaram a orquídea de espécie *Miltonia flavescens* em quatro meios de cultivo (MS, MS ¹/₂, K e VW) com diferentes concentrações de sacarose (25, 30, 35, 40 e 45 g L⁻¹) e constataram maior crescimento da parte aérea e raiz quando cultivada por 180 dias em meio MS ¹/₂ suplementado com 25 g L⁻¹ de sacarose. Sousa et al. (2020) verificaram que as concentrações de ágar testadas (0, 1, 2, 3,

4, 5, 6, 7 e 8 g L⁻¹) não interferiram na semeadura *in vitro* da espécie de orquídeas *Brassavola tuberculata* Hook armazenadas por até 30 dias.

Quadro 4. Meios de cultura utilizados em micropropagação de espécies ornamentais. Fonte: os autores.

| Meio de cultura | Espécie |
|-----------------|---|
| MS | Orquídeas (Myiata et al., 2014) |
| | Abacaxi ornamental (Pasqual et al., 2008) |
| | Ipê roxo (Bassegio et al., 2017) |
| | Bromélia imperial (Naves et al., 2003) |
| Knudson | Orquídeas (Freitas et al., 2014) |
| WMP | Ipê roxo (Bassegio et al., 2017) |
| DSD1 | Orquídeas (Myiata et al., 2014) |

Apesar de bem estabelecido, o uso de meios de cultura na micropropagação de plantas é um dos fatores que torna o processo oneroso, quando comparado a outros métodos de propagação vegetativa. No entanto, diversos autores vêm avaliando o potencial de diversos produtos que possam vir a servir de meio de cultura alternativo ou mesmo aditivo aos produtos já comercializados. A água de coco é um dos produtos promissores, que vem sendo utilizado de forma alternativa na cultura de tecido, já que ela é composta de sais, minerais, vitaminas, aminoácidos e gorduras (Paulino et al., 2021). Um outro componente bastante explorado são as polpas de frutas, especialmente banana por ser uma fonte de potássio, usado como um estimulador de enraizamento. A adição de banana ao meio de cultura é sugerido por George et al. (2008) como forma de suplementar o teor de vitaminas, aminoácidos e reguladores de crescimento do meio.

Araújo et al. (2006) avaliaram a adição de água de coco e polpa de banana ao meio Knudson C no crescimento de orquídeas *Cattleya loddgesii* ‘Grande’ x *Cattleya loddgesii* ‘Alba’ durante o desenvolvimento *in vitro*. Os resultados demonstraram que a adição de 100 g L⁻¹ de polpa de banana promoveu crescimento da parte aérea e da raiz e aumento da massa fresca de raízes de plântulas de orquídea da espécie *Cattleya loddgesii* ‘Grande’ x *Cattleya loddgesii* ‘Alba’. Já a adição de 100 mL L⁻¹ de água de coco promoveu maior desenvolvimento de folhas, no cultivo *in vitro*, enquanto que a combinação de 100 g L⁻¹ de polpa de banana e 50 e 200 mL L⁻¹ de água de coco, proporcionou as melhores respostas tanto para o número de raízes quanto para massa fresca da parte aérea, respectivamente.

Já Nunes (2021) propôs avaliar o crescimento de *Cattleya nobilior* Rchb.f., *Cattleya walkeriana* Gardner e *Schomburgkia crispa* Lindl. P utilizando meios de culturas alternativos e descobriu que diferentes composições do meio nutritivo influenciaram no crescimento e desenvolvimento das espécies, sendo que

cada uma apresentou respostas diferentes de acordo com a combinação utilizada (Figura 3). Os meios de cultura foram obtidos a partir de combinações entre o meio comercial MS e polpa de banana, água de coco e farinha de banana. Para *C. nobilior*, a combinação entre o meio MS, a polpa de banana e a água de coco promoveu o crescimento *in vitro* da espécie, além de ter favorecido a fase de aclimatização. Para *C. walkeriana*, o cultivo em meio MS com adição de água de coco proporcionou o crescimento *in vitro* e estabelecimento *ex vitro*. Já para *S. crispa*, o cultivo *in vitro* em meio MS com a polpa de banana foi favorável tanto ao crescimento *in vitro* quanto a aclimatização das plantas.

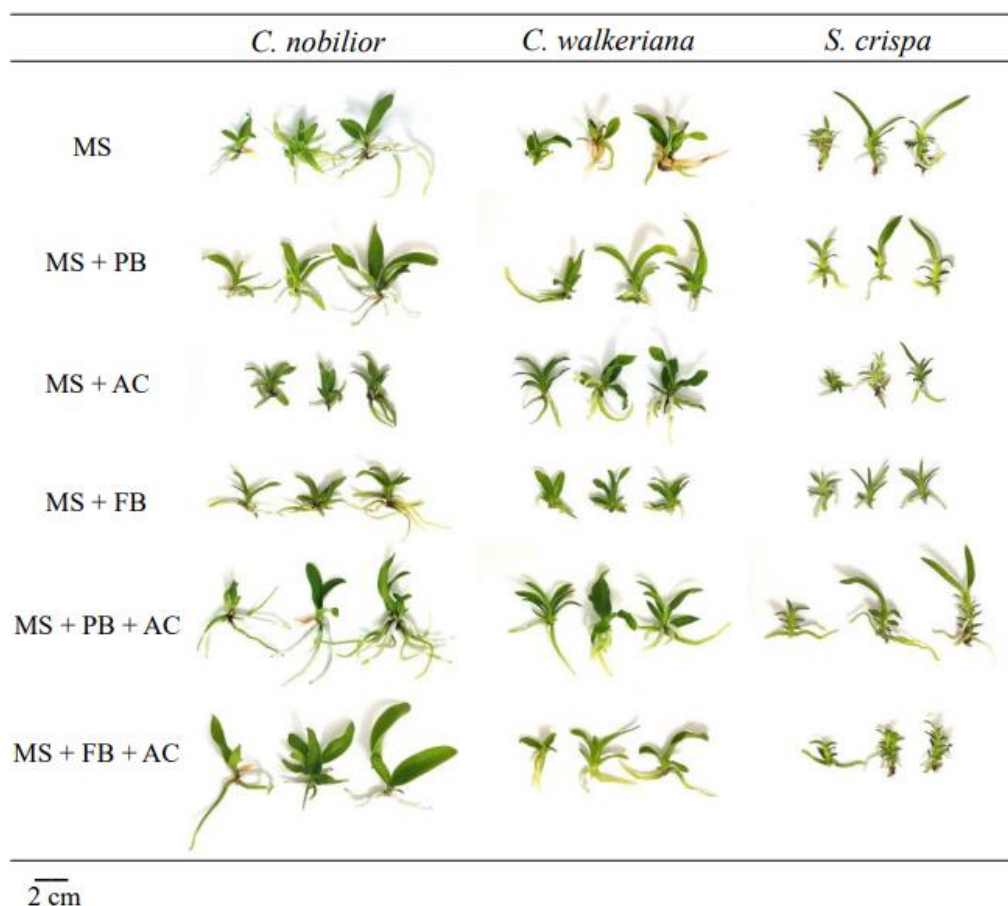


Figura 3. Plantas de *Cattleya nobilior* Rchb.f., *Cattleya walkeriana* Gardner e *Schomburgkia crispa* Lindl., em função de diferentes meios de cultivo (MS; MS + polpa de banana (PB); MS + água de coco (AC); MS + farinha de banana (FB); MS + PB + AC e MS + FB + AC) após 180 dias de cultivo *in vitro*. Fonte: Nunes (2021).

Outro estudo visando a substituição dos componentes do meio de cultura foi conduzido por Santos (2014). O autor avaliou a substituição do ágar (gelificante) no meio de cultura MS, por fécula de mandioca, durante o enraizamento de violeta africana (*Saintpaulia* spp.) *in vitro*. Foi observado que a concentração de 100g de fécula por litro de solução apresentou desempenho, durante o crescimento, semelhante ao observado na adição de ágar, além de ter favorecido durante o processo de aclimatização.

Outro benefício apontado pelo autor é relacionado a redução de custos, tendo a adição de fécula representado uma economia de cerca de R\$6,65 a cada litro de meio de cultura produzido.

Portanto, a escolha do meio de cultivo e a concentração ideal de produtos orgânicos utilizados no enriquecimento dos meios de cultivos são fundamentais para a propagação *in vitro* de ornamentais, sendo processo eficiente tanto na otimização do método quanto na redução dos custos de produção, apresentando resultados não só durante o estabelecimento *in vitro* da espécie, como também nas fases posteriores, como é o caso do estabelecimento após o transplante para ambiente *ex vitro*.

No entanto, o sucesso final do processo de micropropagação só pode ser alcançado após o processo de reintrodução das mudas ao ambiente externo. Chamado de aclimação/aclimatização, esta é a fase em que a muda é transferida de ambiente *in vitro* para condições *ex vitro* em casa de vegetação ou telado (Girardi; Pescador, 2010) e até mesmo em ambientes naturais urbanos ou nativos. É durante essa fase que pode se ter o maior índice de mortalidade, principalmente pela exposição a condição não controlada, ou seja, a planta passa de uma condição ótima de assepsia, luminosidade, nutrição, temperatura e umidade, para uma condição sem controle de tais fatores, podendo assim ficar submetida a um ambiente estressante para o seu desenvolvimento. Em geral, a micropropagação é uma técnica que exige alto investimento, o que acaba elevando o preço de custo de produção destas mudas, no entanto, é preciso que o produtor conheça e compreenda a técnica principalmente por ser comum entre ornamentais, além de garantir mudas padronizadas e de qualidade.

CONCLUSÃO

O mercado de plantas ornamentais é um ramo em ascensão, com grande importância para pequenos agricultores, isso dado as mudanças nos hábitos de consumo da população que passou a adquirir mais desses produtos. Diante disto, é preciso se ter um olhar mais aprofundado para a qualidade dos produtos oferecidos, se dando mais atenção principalmente aos processos de propagação, já que a produção de mudas é hoje uma atividade rentável dentro do setor. Por isso, é preciso se conhecer as técnicas disponíveis para que se possa oferecer um produto de qualidade durante todo o ano.

A estaquia e a micropropagação se mostram técnicas promissoras para essa propagação, sendo necessário pesquisas que indiquem a sua adequação para cada espécie ornamental desejada, já que, apesar de exigirem do produtor certo grau de conhecimento e investimento inicial, estas técnicas são favoráveis na produção de mudas de qualidade, fator que cada vez mais vem ganhando atenção do público consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaral, G. C., Brito, L. P. D. S., Avelino, R. C., Silva Júnior, J. V. D., Beckmann-Cavalcante, M. Z., & Cavalcante, Í. H. L. (2012). Produção de mudas de *Duranta repens* L. pelo processo de estaquia. Revista de Ciências Agrárias, 35, 134-142. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.16167>

- Anjos, L. (2014). Estabelecimento e calogênese in vitro de *Lippia alba* (Mill) NE Brown (Verbenaceae). Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal da Bahia - Salvador, 34p.
- Araújo, A. G., Pasqual, M., Villa, F., & Costa, F. C. (2006). Água de coco e polpa de banana no cultivo in vitro de plântulas de orquídea. *Revista Ceres*, 53(310), 608-613.
- Bassegio, C., Fogaça, L. A., Baltazar, P., & Emmel, E. (2017). Desenvolvimento de ipê-roxo em meios de cultura e concentrações de BAP (6-benzilaminopurina) durante a etapa de multiplicação in vitro. *Acta Iguazu*, 6, 72-80. DOI: <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v6i1.16878>
- Beckmann-Cavalcante, M. Z., Amaral, G. C., Avelino, R. C., Brito, L. P. S., & Cavalcante, Í. H. L. (2014). Propagação de *Alternanthera dentata* pelo processo de estaquia em função de tipo de estaca, AIB e época do ano. *Comunicata Scientiae*, 5, 170-177. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v5i2.346>
- Belniaki, A. C., Rabel, L. A. D. N., Gomes, E. N., & Zuffellato-Ribas, K. C. (2018). A presença de folhas apicais nas estacas de coleus influencia o enraizamento? *Ornamental Horticulture*, 24, 206-210. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v24i3.1204>
- Bezerra, A. K. D., Ferraz, M. V., Pivetta, K. F. L., Nogueira, M. R., & Mazzini-Guedes, R. B. (2020). Enraizamento de estacas de azaleia, cultivares Otto e Terra Nova, tratadas com auxina e boro. *Ornamental Horticulture*, 26, 77-88. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i1.2041>
- Bhattacharyya, P., Paul, P., Kumaria, S., & Tandon, P. (2018). Transverse thin cell layer (t-TCL)-mediated improvised micropropagation protocol for endangered medicinal orchid *Dendrobium aphyllum* Roxb: an integrated phytomolecular approach. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40, 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-018-2703-y>
- Braga, F. T., Pasqual, M., Castro, E. M. D., Dignart, S. L., Biagiotti, G., & Porto, J. M. P. (2009). Qualidade de luz no cultivo in vitro de *Dendranthema grandiflorum* cv. Raga: características morfofisiológicas. *Ciência e Agrotecnologia*, 33, 502-508.
- Campos, A. S., Melo, P. D. S., Bertini, C. D. M., & Carvalho, A. C. P. P. (2019). *Micropropagação de antúrio 'Rubi' estiolamento e regeneração de brotações*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical.
- Carrascosa, J. S., Gianini, P. F., & Pedroso-de-Moraes, C. (2016). Utilização de ácido 3-indolil-butírico no enraizamento de estacas foliares de rosa-de-pedra (*Echeveria elegans* ROSE). *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 9(1), 135-145. DOI: <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2016v9n1p135-145>
- Carvalho, A., Rossetti, A., & Carvalho, A. C. P. P. (2017). *Influência dos diferentes tipos de recipientes e híbridos na multiplicação in vitro de abacaxizeiro ornamental*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical.
- Carvalho, A. C. P. P., Torres, A. C., Braga, E. J. B., Lemos, E. E. P., Souza, F. V. D., Peters, J. A., Willadino, L., & Câmara, T. R. (2011). Glossário de cultura de tecidos de plantas. *Plant Cell Culture & Micropropagation*, 7, 30-60.
- Carvalho, J. M. F. C., & Vidal, M. S. (2003). *Noções de cultivo de tecidos vegetais*. Campina Grande: Embrapa Algodão.

- Cavalcanti, T. S., Cavalcanti, G. J. F., de Arruda Azevedo, H. M., Silva, C. M. M., Iseppon, C., & Iseppon, A. M. B. (2007). Estabelecimento de condições para cultivo e floração de plantas in vitro, visando à sua comercialização direta. *Ornamental Horticulture*, 13, 1197-1200. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v13i0.1636>
- Coelho, M. F., & Azevedo, R. A. (2016). Efeito do tipo de estaca na propagação de *Turnera subulata*. *Horticultura Brasileira*, 34, 435-438. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362016003021>
- Costa, E. M., Loss, A., Nascimento Pereira, H. P., & Almeida, J. F. (2015). Enraizamento de estacas de *Bougainvillea spectabilis* Willd. com o uso de ácido indolbutírico. *Acta Agronômica*, 64, 221-226. DOI: <https://doi.org/10.15446/acag.v64n3.42970>
- Costa, V. A., Jorge, M. H. A., Costa, E., Castro, A. R. R., & Costa, M. L. N. (2016) Efeito de cortes de estacas e da presença de folhas na produção de mudas de *Mentha* sp. *Revista Brasileira de Biociências*, 14 (2), 55-59.
- Fachinello, J. C., Hoffmann, A., & Nachtigal, J. C. (2005) Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 221 p.
- Freitas, E. M., Herrmann, M. H., Bruisma, G., Périco, E., & de Araújo, A. G. (2014). Propagação in vitro de *Cattleya intermedia* Graham ex Hook.(Orchidaceae) em diferentes meios de cultura. *Revista Caderno Pedagógico*, 11, 30-41.
- George, E. F., Hall, M. A., & Klerk, G. J. (2008). *Plant propagation by tissue culture*. 3. ed. Dordrecht: Springer. 501 p.
- Girardi, C. G., & Pescador, R. (2010) Aclimatização de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) e a relação com carboidratos endógenos. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 12, 62-72.
- Gomes, J. A. O., Teixeira, D. A., Marques, A. P. S., & Bonfim, F. P. G. (2015). Diferentes substratos na propagação por estaquia de assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less). *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 17, 1177-1181. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_008
- Grattapaglia, D., & Machado, M. A. (1998). Micropropagação. In: Torres, A. C., Caldas, L. S., & Buso, J. A. (Orgs.). *Cultura de tecidos e transformação genética de plantas*. Brasília: EMBRAPASPI/EMBRAPACNPH.
- Grolli, P. R. (2008). Propagação de plantas ornamentais. In: Petry, C. (Orgs.). *Plantas ornamentais: Aspectos para produção*. Passo Fundo: Editora Universitária.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (1997). *Plant propagation: principles and practices*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Heintzel, W., Petry, H. B., Schwarz, S. F., Souza, P. V., & Schäfer, G. (2015) Propagação de *Thunbergia mysorensis* (Wight) por estaquia. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, 45 (8), 1455-1458. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140764>

- Junqueira, A. H., & Peetz, M. S. (2014). O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. *Ornamental Horticulture*, 20, 115-120. DOI: <https://doi.org/10.14295/rbho.v20i2.727>
- Kampf, A. N. (2005). *Produção comercial de plantas ornamentais*. Guaíba: Agrolivros.
- Kaseker, J. F., Batista, I. L., Nohatto, M. A., Witter, A. P. W., da Rosa, E. D. F. F., & Bereta, S. F. (2022). Emergência de brotações e raízes de espécies suculentas em função da aplicação de fertilizante enraizador, em ambientes contrastantes. *Nativa*, 10(2), 191-196. DOI: [10.31413/nativa.v10i2.13184](https://doi.org/10.31413/nativa.v10i2.13184)
- Lemes, C. S. R., Sorgato, J. C., Soares, J. S., & Rosa, Y. B. C. J. (2016). Meios de cultivo e sacarose no crescimento inicial in vitro de *Miltonia flavescens*. *Ciência Rural*, 46, 499-505. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150368>
- Lone, A. B., Unemoto, L. K., Yamamoto, L. Y., Costa, L., Schnitzer, J. A., Sato, A. J., ... & Roberto, S. R. (2010). Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) no outono em AIB e diferentes substratos. *Ciência Rural*, 40, 1720-1725. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000800008>
- Loss, A., Teixeira, M. B., Assunção, G. M., Haim, P. G., Loureiro, D. C., & Souza, J. R. (2008). Enraizamento de estacas de *Allamanda cathartica* L. tratadas com ácido indolbutírico (AIB). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 3, 313-316.
- Loss, A., Teixeira, M. B., Santos, T. D. J., Gomes, V. M., & Queiroz, L. H. (2009). Indução do enraizamento em estacas de *Mahaviscus arboreus* Cav. com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). *Acta Scientiarum. Agronomy*, 31, 269-273. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1807-86212009000200013>
- Lucas, M. A. K., Fagundes, J. D., Pereira, D. D., & Sarmiento, M. B. (2007). Micropropagação de violeta-africana (*Saintpaulia ionantha* Wendl.): efeito da benzilaminopurina na multiplicação. *Ciência e agrotecnologia*, 31, 1380-1385.
- Mantovani, N., Grando, M. F., Suzin, M., Augustin, L., & Calvete, E. O. (2008). Propagação de plantas ornamentais. In: Petry, C. (Orgs.). *Plantas ornamentais: Aspectos para produção*. Passo Fundo: Editora Universitária.
- Martins, J. P. R., Rodrigues, L. C. D. A., Silva, T. D. S., Gontijo, A. B. P. L., & Falqueto, A. R. (2020). Modulation of the anatomical and physiological responses of in vitro grown *Alcantarea imperialis* induced by NAA and residual effects of BAP. *Ornamental Horticulture*, 26, 283-297. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i2.2138>
- Menegaes, J. F., Zago, A. P., Bellé, R. A., & Backes, F. A. A. L. (2017). Enraizamento de estacas de forrações ornamentais em diferentes concentrações de ácido indolbutírico. *Nativa*, 5(5), 311-315. DOI: <https://doi.org/10.5935/2318-7670.v05n05a02>

- Miyata, L. Y., Villa, F., & Pasqual, M. (2014). Meios de cultura utilizados na micropropagação de híbridos de orquídeas. *Semina: Ciências Agrárias*, 35, 1731-1737. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n4p1731>
- Morais, T. P., Luz, J. M. Q., Silva, S. M., Resende, R. F., & Silva, A. S. Aplicações da cultura de tecidos em plantas medicinais. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 14, 110-121. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000100016>
- Mroginski, L., Sansberro, P., & Flaschland, E. (2004). Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales. In: Echenique, V., Rubinstein C., & Mroginski, L. (Orgs.). *Biotecnología y Mejoramiento Vegetal*. Buenos Aires: Ed. INTA.
- Muniz, F. R., Rodrigues, P. H. V., & da Silva, S. R. (2015). Enraizamento de estacas de flor de jade (*Strongylodon macrobotrys* A. Gray) tratadas com ácido indolbutírico. *Ornamental Horticulture*, 21, 363-367. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v21i3.603>
- Naves, V. C., de Oliveira Paiva, P. D., Paiva, R., Pasqual, M., & Paiva, L. V. (2003). Avaliação de diferentes concentrações dos meios de cultura MS e Knudson para propagação in vitro da bromélia-imperial. *Ornamental Horticulture*, 9, 161-166. DOI: <https://doi.org/10.14295/rbho.v9i2.179>
- Nogueira, G. S., da Silva, F. A. C., Kunze, G., de Souza Figueiró, J. P., Kruchelski, S., & Zuffelato-Ribas, K. C. (2017). Influência do número de folhas e da aplicação de IBA na estaquia caulinar de *Ficus benjamina* L. *Agrarian*, 10, 113-119. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v10i36.3940>
- Nunes, G. P. (2021). Meios de cultivo e sistemas de micropropagação no crescimento in vitro e estabelecimento ex vitro de orquídeas nativas do Cerrado (Dissertação de mestrado). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.
- Oinam, G., Yeung, E., Kurepin, L., Haslam, T., & Lopez-Villalobos, A. (2011). Adventitious root formation in ornamental plants: I. General overview and recent successes. *Propagation of Ornamental Plants*, 11, 78-90.
- Oliveira, C. B., da Nascimento, T. R., Silva, R. G. R., & Lopes, I. C. (2021). A cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no Brasil: uma revisão sobre o segmento. *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*, 6, 180-200.
- Pasqual, M., Santos, F. C., de Figueiredo, M. A., Junqueira, K. P., de Rezende, J. C., & Ferreira, E. A. (2008). Micropropagação do abacaxizeiro ornamental. *Horticultura Brasileira*, 26, 45-49. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000100009>
- Paulino, M. A. P. P., Martins, V., da Silva, A. P. R., Karsburg, I. V., Silva, J. C., Corbellini, M., & Rondon, M. J. P. (2021). Desenvolvimento in vitro de *Cyrtopodium Cachimboense* I. C. Menezes em diferentes níveis de sacarose. *Brazilian Journal of Development*, 7(2), 18844-18860. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-500>

- Pivetta, K. F. L., Pedrinho, D. R., Fávero, S., Batista, G. S., & Mazzini, R. B. (2012). Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de espiroleira (*Nerium oleander* L.). *Revista Árvore*, 36, 17-23. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000100003>
- Pizzatto, M., Wagner Júnior, A., Luckmann, D., Pirola, K., Cassol, D. A., & Mazaro, S. M. (2011). Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. *Revista Ceres*, 58, 487-492. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000400013>
- Rezende, R. K. S., Paiva, L. V., Paiva, R., Chalfun Júnior, A., Torga, P. P., & Castro, E. M. D. (2008). Organogênese em capítulos florais e avaliação de características anatômicas da folha de *Gerbera jamesonii* Adlam. *Ciência e Agrotecnologia*, 32, 821-827.
- Santos, M. D. D. M., Ribeiro, D. G., & Torres, A. C. (2008). Brotações adventícias de abacaxizeiro ornamental sob o efeito de benzilaminopurina, ácido naftalenoacético e períodos de subcultivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43, 1115-1120.
- Santos, J. C. D. (2014). Meios alternativos para cultivo in vitro de violeta africana (*Saintpaulia* spp.) e efeito de descontaminantes no cultivo in vitro de palma forrageira (*Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck) (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal da Paraíba, Areia-Paraíba.
- Sarzi, I., & Pivetta, K. F. L. (2005). Efeito das estações do ano e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de variedades de miniroseira (*Rosa* spp.). *Científica*, 33, 62-68. DOI: <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2005v33n1p62-68>
- Senar – Serviço Nacional De Aprendizagem Rural (2018a). *Plantas ornamentais: propagação e produção de mudas* (2a ed). Brasília: SENAR.
- Senar – Serviço Nacional De Aprendizagem Rural (2018b). *Plantas ornamentais: propagação e produção* (1a ed). Brasília: SENAR.
- Serafim, C. M., Campos, A. S., Melo, P. B. S., Castro, A. C. R., & Carvalho, A. C. P. P. (2018). Types and concentrations of cytokinins in the micropropagation of *Anthurium maricense*. *Revista Agro@Mambiente On-Line*, 12(2), 117-123. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v12i2.4671>
- Shaheen, A., Dewir, Y. H., Kher, M., Khan, M., El-Banna, A. N., & Alaizari, A. (2022). Efeito sinérgico da combinação de benzilaminopurina e meta-Topolina para micropropagação de gerbera ‘Pink Melody’. *Ciência e Agrotecnologia*, 46. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-7054202246017521>
- Silva, A. C., Correia, T. D., Souza, M. M., Ferreira, J. T., Adão, A. S., Roberto, L. A., & Ribeiro, C. H. M. (2022). Influência de enraizadores comerciais na propagação vegetativa de *Echeveria lilicina* Kim. & Moran. *Research, Society and Development*, 11(10), e128111032499-e128111032499. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i10.32499>
- Sorgato, J. C., Mudolon, E. D., Guimarães, F. F., Soares, J. S., & Ribeiro, L. M. (2020). Light sources on the germination and initial in vitro establishment of *Schomburgkia crispa* Lindl., a species of the

Brazilian Cerrado. *Ciência Rural*, 51, e20190022-6. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190022>

Sousa, G. G., Otubo, B. M. R., Sorgato, J. C., Soares, J. S., & Ribeiro, L. M. (2020). Armazenamento de sementes e concentrações de ágar no cultivo in vitro de *Brassavola tuberculata* Hook. (Orchidaceae). *Iheringia - Série Botânica*, 75, e2020017. DOI: <https://doi.org/10.21826/2446-82312020v75e2020017>

Souza, R. R., Cavalcante, M. Z. B., Lima, M. P. D., Alixandre, T. F., & Nascimento, R. T. (2015). Vegetative propagation of hibiscus with different types of cuttings and IBA concentrations. *Comunicata Scientiae*, 6, 291-297. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v6i3.679>


Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. A., & Murphy, A. (2017) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed. 888 p.

Wendling, I., Xavier, A., & Paiva, H. N. D. (2003). Influência da miniestaquia seriada no vigor de minicepas de clones de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, 27, 611-618. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000500003>

Biossólido vermicompostado e resíduo vegetal no crescimento, vigor e manutenção de banco de mudas de aração


Recebido em: 15/10/2020


Aceito em: 08/11/2022


 10.46420/9786581460679cap3


Wállas Matos Cerqueira¹ 


Etenaldo Felipe Santiago² 


Michele Aparecida dos Santos Nóbrega² 

Franck Centurião Fleitas² 

Jéssica Aline Linné^{1*} 

Vanda Maria de Aquino Figueiredo¹ 

Cleberton Correia dos Santos¹ 

Juliana Milene Silverio¹ 

INTRODUÇÃO

O aproveitamento de resíduos orgânicos e produção de mudas de espécies nativas constituem elementos fundamentais tanto à redução de impactos ambientais quanto nas ações voltadas à restauração em áreas degradadas (Lins; Lima, 2022; Ribeiro et al., 2022). A obtenção de substratos balanceados que atendam às necessidades nutricionais das mudas devem também facilitar a condução das plantas durante o período de manutenção no viveiro.

O substrato de cultivo implica em fator preponderante no desenvolvimento e maior vigor das mudas, principalmente, quando incorpora características físicas e químicas adequadas à produção, relacionadas à consistência, porosidade, capacidade de retenção e fornecimento balanceado de água e nutrientes (Silva et al., 2017; Marques et al., 2018) sendo que vários são os materiais que podem ser utilizados na sua composição original, devendo evidentemente, ser considerado fatores como a facilidade de aquisição, volume, frequência, custos de transporte, grau de toxicidade, entre outros (Camargo, 2010; Marques, 2017).

A conversão de resíduos orgânicos em substratos alternativos com adequado balanço nutricional pode ser efetivada por processos como a compostagem e vermicompostagem. De acordo com Wei et al. (2017), a compostagem é um processo aeróbico e microbiano, que implica na hidrólise da fração orgânica em resíduo higienizado, húmus (Pereira, 2013; Schubert et al., 2019). Logo, micróbios realizam a

¹ Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, Brasil.

² Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, MS, Brasil.

* Autor(a) correspondente: jessica.aline.linne@gmail.com

decomposição da matéria orgânica utilizando carbono e nitrogênio como fontes de energia, além de água e oxigênio, enriquecendo o solo com substâncias húmicas biologicamente estáveis (Białobrzewski et al., 2015).

Diferente do processo de compostagem, o bio sólido vermicompostado é formado a partir da atividade e interação de minhocas com microrganismos que habitam seu trato digestório, cuja atividade promove a desfragmentação dos resíduos orgânicos, gerando material mais estabilizado, influenciando direta e indiretamente no crescimento de plantas devido a quantidades significativas de ácidos húmicos, hormônios reguladores do crescimento vegetal e elementos mineralizados (Aquino; Nogueira, 2001; Braga, 2016).

Num contexto geral, tais processos implicam em criar condições e dispor, em local adequado, as matérias-primas ricas em nutrientes orgânicos e minerais, especialmente, que contenham relação C/N favorável ao metabolismo dos organismos que irão efetuar sua biodigestão (Pereira, 2013; Schubert et al., 2019). São descritos como relação C/N inicial ideal 25 à 30/1, e quando atinge a maturação, ou seja, transformou-se em produto acabado ou humificado, a relação ideal final é de 10/1 (Kiehl, 1998; Silva, 2020).

Alterações na relação C/N também podem ser realizadas no produto já vermicompostado, por meio da incorporação de resíduos orgânicos não decompostos. Este procedimento possibilita que sejam alteradas as propriedades físicas e químicas do substrato (Cooper et al., 2010; Andraus, 2017), tornando-o mais adequado tanto ao atendimento às demandas das espécies que serão produzidas quanto das limitações da produção em condições de viveiro.

A manutenção das plantas no viveiro implica em grande desafio, pois além dos custos relacionados à aquisição de sementes, produção de substratos e produção das mudas, devem ser consideradas ainda as limitações de seu manejo durante o tempo de permanência no viveiro. Tratando-se de espécies nativas, os fluxos de saída das mudas nem sempre são regulares e previsíveis, implicando em tempo variável de permanência da planta, período no qual são consumidos os nutrientes, estando ainda as plantas sujeitas às pragas e doenças que afetam o seu vigor (Dalmas, 2007; Oliveira et al., 2016). Dessa forma, estudos que busquem o melhor ajuste do substrato bio sólido às demandas de produção, sobretudo, das espécies nativas são fundamentais.

Dentre as espécies nativas do Cerrado com relevância para a produção e manutenção de mudas em viveiro merece destaque *Psidium guineense* Swartz (Myrtaceae), comumente chamado de araçá. *P. guineense* é uma arvoreta que pode alcançar até 6 m de altura. Apresenta distribuição ampla no continente americano e no Brasil ocorre em quase todos os estados. Pode ser encontrada em diferentes domínios fitogeográficos como Amazônia, Caatinga e Mata Atlântica, bem como em tipos vegetacionais como área antrópica, campo limpo, cerradão, floresta estacional semidecidual e floresta ombrófila (Proença, 2020).

Os frutos do araçá apresentam alto teor de nutrientes, sendo ricos em fibras e vitamina C. Os mesmos podem ser consumidos *in natura* ou aproveitados na indústria alimentícia como geleias, doces,

sucos, sorvetes e bebidas (Proença et al., 2006). Além disso, são muito apreciados pela fauna, logo a espécie cumpre importante função ecológica no Cerrado (Caldeira; Chaves, 2011; Padovan et al., 2019).

A espécie também pode ser utilizada em sistemas de cultivo agroecológico, sobretudo em pequenas e médias propriedades rurais (Pott; Pott, 2003). Além disso, é comum o seu uso em ações de restauração ambiental, tendo em vista seu grupo ecológico, secundária inicial.

No entanto, são escassas informações sobre as repostas de mudas de *P. guineense* a diferentes composições do substrato de cultivo. Na literatura, Lorenzi (2000) descreve os substratos organo-argiloso para *P. cattleianum* e *P. guajava* e o organo-arenoso para *P. sartorianum* e *P. rufum*.

Diante do exposto, no presente estudo, levantamos as seguintes hipóteses: 1. Espécies nativas do Cerrado como *P. guineense* respondem as alterações nas propriedades do substrato vermicompostado em condição de cultivo; 2. São viáveis as alterações na relação C/N de substratos vermicompostados para a obtenção de mudas com alto vigor durante longo período de permanência em viveiro. Assim, o objetivou-se avaliar os efeitos do uso de diferentes proporções de bio sólido vermicomposto, acrescidos de resíduo vegetal para a produção de mudas de *P. guineense*.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de coleta e condições experimentais

O estudo foi realizado no Jardim Experimental (JE) vinculado ao Centro de Estudos dos Recursos Naturais (CERNA) da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Para tanto, frutos de *Psidium guineense* Swartz (Myrtaceae) foram coletados em 10 matrizes sendo duas ocorrentes na reserva legal da UEMS e as demais em trecho de Cerrado stricto sensu, no distrito de Carumbé-MS, nas coordenadas 21°51'38.2"S 54°56'12.3"W (Figura 1). Após uma semana os frutos foram beneficiados manualmente com o auxílio de peneira, sendo lavados sob água corrente para o total despolpamento.

As sementes obtidas foram armazenadas em bandeja plástica forrada com uma folha de papel de filtro e mantidas sob bancada durante 1-3 dias para redução do teor de umidade. Após este período, as mesmas foram armazenadas por uma semana em frascos de vidro etiquetados e mantidos sob refrigeração até a montagem do experimento.

O substrato utilizado como bio sólido vermicompostado foi cedido pela Embrapa Agropecuária Oeste (CPAO), sediada em Dourados/MS obtidos à base de quatro resíduos orgânicos, os quais dois eram de alta relação C/N, sendo eles o bagaço de cana-de-açúcar (BC) e o capim Napier triturado (NT), e outro dois de baixa relação C/N, sendo eles lodo de esgoto (LE) e conteúdo ruminal (CR), constituindo duas combinações: C1 = 30% CR + 70% BC e C2 = 40% LE + 60% NT. C1 e C2 foram misturadas nas mesmas proporções para compor o substrato vermicompostado para este trabalho.

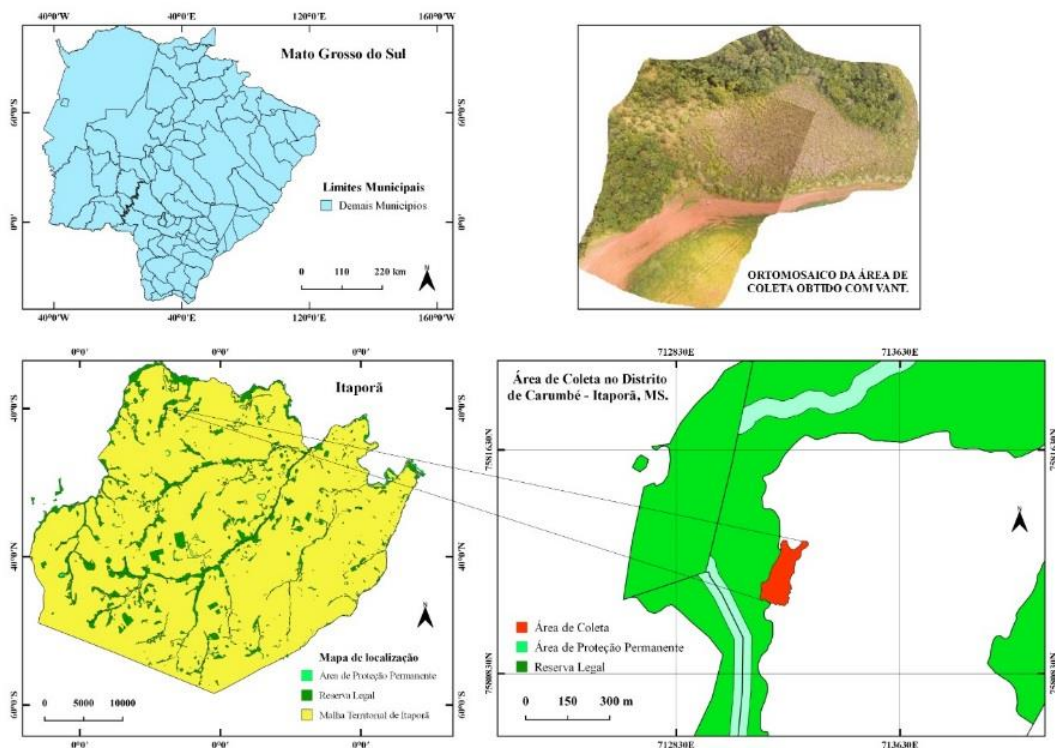


Figura 1. Local de coleta de frutos de *P. guineense* Swartz em trecho de Cerrado strictu sensu no distrito de Carumbé, MS, 2018. Fonte: os autores.

Para compor o substrato de resíduo vegetal utilizou-se resíduo de poda oriundo de espécies da arborização do campus da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Para tanto, o material vegetal foi submetido à pré-secagem em amontoa por aproximadamente 60 dias e em seguida triturado com auxílio de triturador elétrico, e posteriormente peneirado com peneira manual malha 5mm e ensacados e armazenados na casa de vegetação até o início do experimento.

Delineamento experimental

O experimento foi desenvolvido em viveiro de mudas com cobertura em tela de sombreamento 50% e sistema de irrigação automático por aspersão. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e 4 repetições de 25 tubetes. Os tratamentos foram as diferentes proporções de vermicompostos (VC) e resíduo vegetal triturado (RV): T1 (100% VC); T2 (75%VC/25%RV); T3 (50%VC/50%RV); T4 (25%VC/75%RV).

Para a semeadura de *P. guineense* foram colocadas sementes em tubetes de polietileno (duas sementes por tubete e o desbaste foi feito quando emergiam duas plântulas no mesmo tubete) à profundidade de 1 cm, mantidas em viveiro.

Características avaliadas

Para analisar a classificação textural foi utilizada a metodologia do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 1987). Para tal, foram usadas 5 peneiras granulométricas (0,01; 0,1; 0,5; 1 e

2 mm) e antes de peneirar os substratos os mesmos foram separados em bécquer de 250 mL nas proporções correspondentes e pesados em balança analítica, utilizando 3 pesagens por cada tratamento.

Os dados de emergência das plântulas foram avaliados diariamente durante 45 dias após a semeadura (DAS) para obter os dados de percentual de emergência (%E). Os valores de tempo médio (TM) e velocidade média (VM) foram obtidos com base nas metodologias de Marcos Filho et al. (1987), Marcos Filho (1999), Nakagawa (1999) e Labouriau e Valadares (1976).

Para o cálculo da porcentagem de emergência, utilizou-se a fórmula: $E = \left(\frac{N_e}{A_e}\right) * 100$

No qual, N_e = número de plântulas emergidas no dia, A_e = número total de sementes colocadas para emergir. O cálculo de tempo médio foi realizado conforme fórmula:

$$Tm = (\sum ni ti / \sum ni)$$

Sendo que Tm = tempo médio de germinação, n_i = o número de sementes germinadas no i -ésimo dia e t_i = é o tempo (dias).

Para calcular a velocidade média realizou-se a seguinte formula:

$Vm = 1/Tm$ em que Vm é a velocidade média de germinação e t_m é o tempo médio de germinação.

O coeficiente de taxa de germinação (CRG) foi aplicado segundo a metodologia descrita por Ranal e Santana (2006) com base nas expressões propostas por Heydecker (1973), Bewley e Black (1994):

$$CRG = \left(\sum_{i=1}^K n_i / \sum_{i=1}^K D_i n_i\right) * 100$$

No qual: CRG = Coeficiente de taxa de germinação; n_i = número de sementes germinadas no i -ésimo (i) dia contagem; D_i = número de dias contados a partir da semeadura até o dia da coleta do dado (i). O índice de sincronicidade (Z) foi utilizado seguindo a metodologia de Primack (1980). Os valores de TM , VM , CGR e Z obtidos por meio das fórmulas foram calculados sobre o total de repetições.

As análises de crescimento em altura foram realizadas no período de 30 dias, após as análises de emergência, com intervalos a cada 5 dias. Assim, as plântulas de *P. guineense* foram medidas com auxílio de régua, medindo da distância entre o colo da muda até o meristema apical.

As análises de diâmetro do colo foram realizadas a cada 5 dias em conjunto com as análises de crescimento, com o auxílio de paquímetro digital. Para avaliar a área foliar, as plântulas foram fotografadas por meio de câmera digital numa distância padronizada de 30 cm do objeto (planta), e processadas pelo software Image-J. Para os dados de crescimento, diâmetro e área foliar foram utilizados 10 indivíduos por tratamento.

O status fisiológico das plantas mantidas em viveiro foram avaliados novamente decorridos 12 meses do início do experimento a fim de saber quais tratamentos poderiam beneficiar a permanência por tempo prolongado em casa de vegetação. Para tal, foram tomados os dados finais de emissão de fluorescência da clorofila *a* (FChlo-*a*) de folhas adultas do 3-5º nó, mantidas presas por clip de folhas durante 30 minutos no escuro. Essas análises foram feitas com auxílio de fluorímetro portátil Hansatech Hand PEA, utilizando um único pulso de indução de 1.500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, por 1s.

Também foi avaliada a perda de vigor aparente (PVA) de dez plantas por tratamento. Para tanto, o vigor aparente (VA) foi determinado por meio da distinção de 5 características: clorose, mancha em folhas, murcha de folhas, necrose de folhas e presença de afídeos com base na metodologia de Marcos Filho (1999) e Curado Filho (2008).

Foram atribuídos valores arbitrários de 2,0 para cada uma das características, totalizando 10 e assim foi realizada a média aritmética, sendo determinado o VA das plantas de *P. guineense* em: 0 e 1, na qual 0 correspondeu a ausência da característica e 1 a presença. O VA foi discutido como perda de vigor, no qual as médias finais de vigor foram definidas por meio da equação:

$$PVA = \left(\frac{VA}{-1} \right) * 100$$

No qual: PVA= perda de vigor aparente; VA= vigor aparente.

Análises estatísticas

Para a análise dos dados obtidos no experimento, os mesmos foram submetidos à análise de variância (Anova), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey (significância 5%), utilizando o software Bioestat 5.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As proporções adicionais de resíduo vegetal influenciaram as propriedades físicas dos substratos, promovendo a redução dos percentuais de areia e argila e o aumento de silte, sendo os mesmos classificados como Franco Siltoso. O tipo de solo franco siltoso pode ser definido como uma mistura de silte, areia e determinada quantidade de partículas de argila, sendo que estas normalmente estão presentes em quantidades desiguais (Malavolta, 2006).

Nos substratos analisados, a quantidade de silte é dominante em todos os tratamentos e em relação à baixa quantidade de argila presente nos quatro substratos, não se descarta sua influência afetando as propriedades físicas e químicas dos meios de cultivo, e conseqüentemente as respostas observadas para *P. guineense* (Tabela 1).

Tabela 1. Média final e classificação textural de substrato vermicomposto (VC) acrescidos com diferentes proporções de Resíduo Vegetal (RV) triturado. Fonte: os autores.

| Tratamentos | Areia (%) | Argila (%) | Silte (%) | Classe Textural |
|---------------|-----------|------------|-----------|-----------------|
| 100 % VC | 30 | 2,66 | 67,33 | Franco Siltoso |
| 75% VC+25% RV | 31,66 | 2,33 | 66 | Franco Siltoso |
| 50% VC+50% RV | 25,33 | 2 | 72,66 | Franco Siltoso |
| 25% VC+75% RV | 25 | 1 | 74 | Franco Siltoso |
| Médias totais | 27,9 | 2,0 | 70,0 | |

Nos diferentes substratos de cultivo foram observados distintos comportamentos de emergência das plântulas de *P. guineense*, representados pelas diferenças nas médias de percentual de emergência (E%), bem como nas demais variáveis correlatadas (Tabela 2). A maior média de E% foi no T4 (25% VC+75% RV) que superou em 21,08% a média dos demais tratamentos.

Tabela 2. Porcentagem de emergência (%E), tempo médio (TM), velocidade média (VM), coeficiente de taxa de germinação (CRG) e índice de sincronicidade (Z) de *Psidium guineense* em substrato vermicomposto (VC) acrescidos com diferentes proporções de Resíduo Vegetal (RV) triturado. Fonte: os autores.

| Tratamentos | E% | TM | VM | CRG | Z |
|--------------------|---------|-------|-------|------|------|
| T1 - 100 % VC | 3,25 b | 59,08 | 0,017 | 1,69 | 0,07 |
| T2 - 75% VC+25% RV | 8 b | 52,94 | 0,019 | 1,89 | 0,31 |
| T3 - 50% VC+50% RV | 9,25 b | 52,65 | 0,019 | 1,90 | 0,33 |
| T4 - 25% VC+75% RV | 21,08 a | 45,80 | 0,022 | 2,18 | 1,75 |

* Média seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância 5% pelo teste de Tukey.

O maior tempo médio de emergência (TM) foi observado em T1 (59,08 dias) e o menor (45,80 dias) em T4. As menores e maiores médias de VM, coeficiente de taxa de germinação (CRG) e índice de sincronicidade (Z) foram respectivamente 0,017; 1,69 e 0,07 em T1 e 0,022; 2,18 e 1,75 em T4 (Tabela 2).

De acordo com Laviola et al. (2006) a emergência de plântulas pode ocorrer em condições em que haja quantidade de água suficiente para o processo germinativo. Entretanto, pode ocorrer variações de acordo com a metodologia e substrato utilizados. Para este trabalho, foram verificadas diferenças na dinâmica de emergência das plântulas nos diferentes tratamentos, principalmente daqueles acrescidos de resíduo vegetal.

Desta forma, o acréscimo de diferentes proporções de resíduo vegetal pode ter influenciado a manutenção da umidade e, conseqüentemente a germinação das sementes e posterior emergência das plântulas de *P. guineense*, além de dispor condições de drenagem que possibilitaram a capacidade de reter umidade e espaço poroso suficiente para facilitar o fornecimento de oxigênio, fato atribuído a forma estruturante do resíduo vegetal contendo lignina e celulose (Fialho et al., 2005).

Estas alterações nas propriedades físicas (dados não apresentados) explicariam o menor tempo médio e aumento na velocidade de emergência das plântulas bem como as maiores médias para os indicadores de uniformidade CRG e Z entre os tratamentos utilizados. De modo geral, a germinação e emergência de *P. guineense* no presente estudo foi irregular e desuniforme quando comparadas àquelas apontadas no estudo de Duboc et al. (2018) em *Machura tinctoria*, adicionando em até 25% de resíduo de poda em substrato vermicompostado.

A desuniformidade na emergência pode ser observada com detalhes na Figura 2. Em todos os tratamentos a frequência de emergência foi polimodal (Figura 2b), com início no 33º dia, estendendo-se até os 70 DAS. Ainda que a frequência relativa de emergência tenha sido irregular em todos os tratamentos, os percentuais acumulados de emergência (Figura 2a) evidenciaram a distinção entre T4 e os demais tratamentos já a partir do 35 DAS, atingindo o máximo de emergência aos 62 DAS.

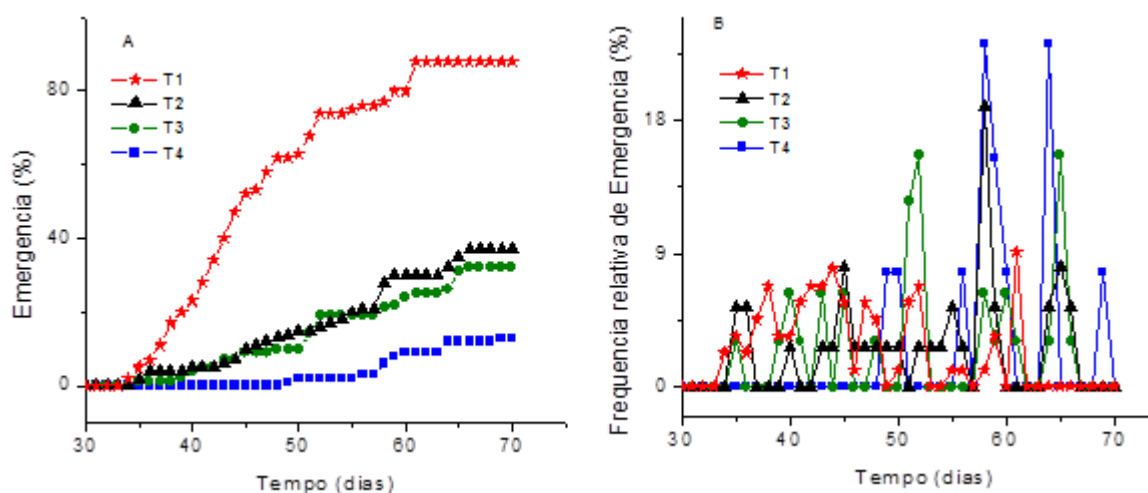


Figura 2. a) Emergência acumulada e b) Frequência relativa de emergência de plântulas de *Psidium guineense* Swartz (Myrtaceae) em substratos (VC) à base de conteúdo ruminal, bagaço de cana-de-açúcar, capim napier e lodo de esgoto, incorporados (RV) nas proporções T1(100%VC); T2(75%VC/25%RV); T3 (50%/50%); T4 (25%/75%). Fonte: os autores.

Em todos os tratamentos a frequência de emergência foi polimodal, sendo que esta distribuição é característica típica de espécies nativas, como *P. guineense*. Este comportamento, do ponto de vista ecológico, é de grande valia para o estabelecimento de nativas nos ambientes naturais, uma vez que aumentam a probabilidade de que pelo menos algumas sementes germinem sob condições mais favoráveis, possibilitando o estabelecimento das plantas no campo (Mendes; Mendonça, 2012; Borges et al., 2016).

Se do ponto de vista ecológico, o caráter polimodal representa uma estratégia para o recrutamento das plantas, sendo positivo nas condições naturais, ele não é interessante para a produção de mudas em viveiro, constituindo um desafio no manejo de nativas uma vez que propicia lotes de plantas desuniformes no tamanho das mudas. A germinação com frequência unimodal implica em lotes de

plantas mais uniformes, com idade e porte semelhantes, favorecendo o manejo das mesmas. Ainda que T4 tenha apresentado os maiores E% entre os tratamentos testados, a uniformização da emergência não foi observada.

Na análise do crescimento inicial de *P. guineense* nos diferentes substratos, o tratamento T1 apresentou a maior média de altura (1,50 cm) aos 20 dias e as mudas nos tratamentos T3 e T4 apresentaram os menores valores (Tabela 3). Os maiores e menores valores de diâmetro foram observados em T1 (1,20 cm) e T4 (1,09 cm), respectivamente, sendo a mesma tendência observada para a área foliar com valor de 11,11 cm² em T1 e 5,29 cm² em T4 (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de altura (H), diâmetro do colo (DC) e área foliar (AF) de plântulas de *Psidium guineense* Swartz produzidas em substrato vermicomposto (VC) acrescidos com diferentes proporções de Resíduo Vegetal (RV) triturado. Fonte: os autores.

| | Tratamentos | H (cm) | DC (mm) | AF (cm ²) |
|----|---------------|--------|---------|-----------------------|
| T1 | 100 % VC | 1,50 a | 1,20 a | 11,11 a |
| T2 | 75% VC+25% RV | 1,24 b | 1,16 ab | 7,90 ab |
| T3 | 50% VC+50% RV | 0,93 c | 1,13 bc | 8,62 ab |
| T4 | 25% VC+75% RV | 1,03 c | 1,09 c | 5,29 b |

* Média seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância 5% pelo teste de Tukey.

Ainda que em T1 tenham sido observadas as menores médias de E% com maior TM e menor VM (Tabela 2) comparados com os tratamentos com maiores proporções de RV (T2 a T4), sugere-se boa retenção de água, teor de húmus e fornecimento de nutrientes nos primeiros dias após emergência, refletindo em melhores resultados nas características de crescimento, o que corrobora com o estudo de Nobrega et al. (2017). Sendo assim, a dinâmica de crescimento em altura e diâmetro do colo evidenciou respostas distintas nos tratamentos com maior proporção de VC (T1 e T2) desde os primeiros dias (Figura 3a).

Quanto ao diâmetro do colo, este foi mais acentuado a partir do décimo dia, mantendo a relação de aumento de diâmetro quanto maior a proporção de VC (Figura 3b). A dinâmica de crescimento reforça a ideia de maior disponibilidade de nutrientes nos primeiros 25 dias de crescimento das plântulas. Portanto, corrobora com o estudo de Dores-Silva (2013) no qual os resultados obtidos por processos de vermicompostagem tornam-se mais eficazes na estabilização dos resíduos orgânicos, promovendo a mineralização de matéria orgânica e favorecendo maior quantidade de nutrientes.

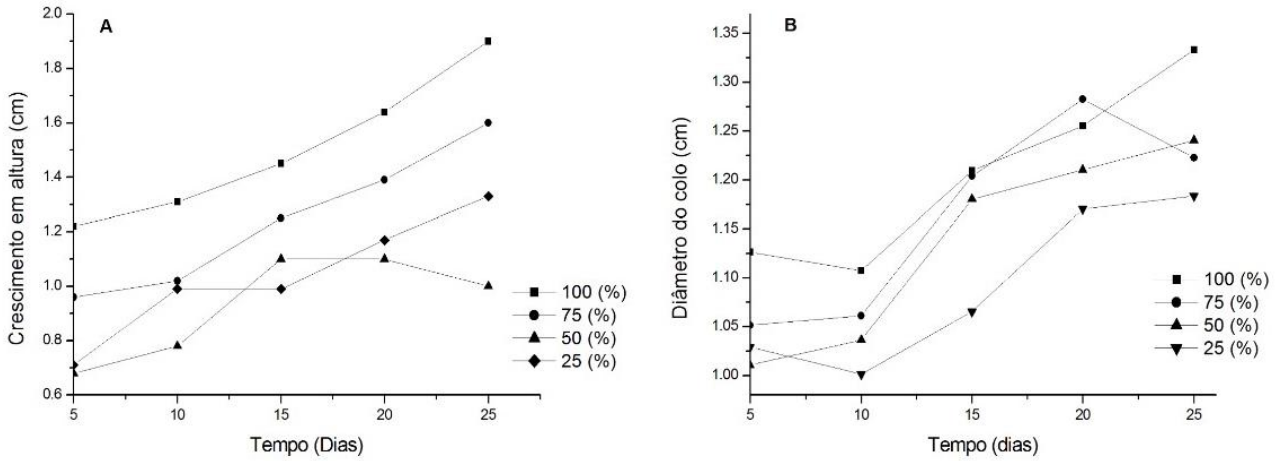


Figura 3. a) Dinâmica de crescimento em altura e **b)** diâmetro do colo de *P. guineense* submetidas a diferentes proporções de vermicompostos acrescidos de resíduo de poda. ■ T1(100%VC); ● T2 (75%VC/25%RV); ▲ T3 (50%/50%); ▼ T4 (25%/75%). Fonte: os autores.

Quanto ao vigor aparente das plantas, notaram-se diferenças entre os tratamentos com valor de redução de 42% para as plantas do tratamento T1, ao passo que o T4 teve redução de vigor de 76% (Figura 4).

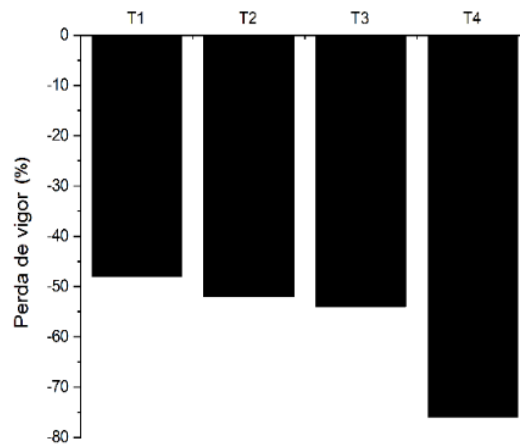


Figura 4. Perda de vigor aparente (PVA) das plantas de *P. guineense* decorridos 12 meses de cultivo em viveiro, produzidas em diferentes substratos a base de Vermicomposto (VC) e resíduo vegetal (RV): T1(100%VC); T2(75%VC/25%RV); T3 (50%/50%); T4 (25%/75%). Fonte: os autores.

A manutenção do vigor das plantas ao longo do tempo, em condições de cultivo em viveiro, além de questões hídricas e fatores bióticos, é altamente influenciada pelas características físicas e químicas do substrato utilizado, sendo às respostas de vigor das plantas de *P. guineense* distintas nos extremos entre as proporções de VC e RV (Figura 5).



Figura 5. Amostras das mudas de *P. guineense* após 1 ano de experimento mantidas sob condições de viveiro. T1(100%VC); T2(75%VC/25%RV); T3 (50%/50%); T4 (25%/75%). Tubetes foram colocados sob bandeja para demonstração. Fonte: os autores.

O vigor de mudas em condições de cultivo é influenciado diretamente pelo teor de matéria orgânica (MO) e a relação C/N (Silva et al., 2020) logo, a capacidade de retenção de nutrientes pelo substrato está associada aos seus componentes de MO, pH e de cargas dominantes nas superfícies das partículas que afetam o complexo de troca e mobilidade dos minerais (Morais et al., 2012; Scaloni; Jeromine, 2013; Soares et al., 2014), produzindo mudas com maior vigor (Santos et al., 2019).

Além do mais, plantas com maior vigor podem ser mais resistentes às pragas e doenças por fatores genéticos, como também por suas maiores reservas e condições de consumi-las durante os períodos de escassez (Amaral Filho, 2018). Segundo Marschner (1995), a resistência das plantas pode ser promovida por mudanças anatômicas, fisiológicas e bioquímicas.

O fato do aumento das proporções de RV até o limite de T3 (50%VC, 50%RV) que apresentaram resultados de vigor equivalentes a T1 é relevante, pois implica na possibilidade de economia de substrato, ou seja, o acréscimo em até 50% de resíduo de poda no biossólido vermicompostado proporciona a manutenção do vigor das mudas de *P. guineense* por longos períodos (pelo menos doze meses) em viveiro. Além da economia de biossólido, o acréscimo de RV torna o substrato mais leve (dados não apresentados) o que pode facilitar seu manejo e transporte.

As plântulas de *Psidium guineense* Swartz não apresentaram diferença significativa para fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), eficiência fotoquímica potencial (F_v/F_m) e índice de performance (PI) (Tabela 4). Os valores sugerem a manutenção da integridade no complexo fotossintético das plantas, sendo assim, em todos os tratamentos as plantas não apresentaram resposta fotoquímica significativa ao estresse.

Portanto, não houve influência direta dos substratos sob a fluorescência, mesmo que em T4 tenha resultado em maiores perdas de vigor. Algo que poderia causar estresse significativo no parâmetro da

fluorescência seria a falta de água em um dos tratamentos com maior/menor proporção de VC/RV ou limitações de luz, o que não ocorreu neste trabalho, visto que todos os tratamentos estavam mantidos sob mesma temperatura, umidade, fornecimento de água e luz.

Tabela 4. Indicadores fotoquímicos em plantas de *P. guineense* após 12 meses de plantio. Fonte: os autores.

| Tratamentos | F ₀ | F _m | F _v | F _v /F _m | PI |
|-------------|----------------|----------------|-------------------|--------------------------------|----------|
| T1 | 323,6 a | 1707,9 a | 1384 ^a | 0,8099 a | 4,1037 a |
| T2 | 345,6 a | 1720,3 a | 1374,7 a | 0,7986 a | 4,2313 a |
| T3 | 326,7 a | 1707,9 a | 1381,2 a | 0,8075 a | 5,316 a |
| T4 | 321,4 a | 1784,7 a | 1463,3 a | 0,8195 a | 6,2188 a |

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a <0,05 de probabilidade de erro. T1(100%VC); T2(75%VC/25%RV); T3 (50%/50%); T4 (25%/75%).

CONCLUSÃO

A adição de resíduo de poda de gramado ao biossólido vermicompostado alterou de modo significativo as propriedades do substrato de cultivo para a espécie nativa do Cerrado *P. guineense* em condição de cultivo em viveiro.

Em geral, o acréscimo de até 75% de resíduo vegetal ainda que tenha favorecido a emergência, não permitiu a manutenção do crescimento durante os primeiros 30 dias de cultivo. Logo, as proporções intermediárias T2 (75%VC/25%RV) e T3 (50%/50%) se mostraram mais eficientes e, portanto, recomendadas, sendo viáveis as alterações na relação C/N de substratos já vermicompostados para a obtenção de mudas com alto vigor durante longos períodos de permanência das plantas em viveiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral Filho, M. A. D. (2018). Resistência de genótipos de eucalipto a *Thyrinteina arnobia* e *Thaumastocoris peregrinus*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina. 59p.
- Andraus, M. P. (2017). Produção de mudas de espécies florestais inoculadas em dois tipos de recipientes. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 125p.
- Aquino, M. A.; & Nogueira, E. M. Fatores limitantes da vermicompostagem de esterco suíno e de aves e influência da densidade populacional das minhocas na sua reprodução. (2001). Seropédica: Embrapa Agrobiologia.
- Bewley, J.D., & Black, M. (1994). *Seeds: physiology of development and germination*. New York: Plenum Press.
- Białobrzewski, I., Mikš-Krajnik, M., Dach, J., Markowski, M., Czekala, W., & Gluchowska, K. (2015). Model of the sewage sludge-straw composting process integrating different heat generation

- capacities of mesophilic and thermophilic microorganisms. *Waste Management*, v. 43, p. 72-83, 2015.
- Borges, K. C. D. F., Santana, D. G. D., Lopes, S. W., & Pereira, V. J. (2016). Coloração do Fruto e Substrato na Emergência e no Crescimento de Plantas de *Eugenia calycina* Cambess. *Floresta e Ambiente*, 23, 544-554. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.144215>
- Braga, F. M. (2016). Produção de mudas de eucalipto em vermicomposto com lodo de esgoto, resíduos vegetais e terra diatomácea. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros. 84p.
- Caldeira, P., & Chaves, R. (2011). *Sistemas agroflorestais em espaços protegidos*. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais.
- Camargo, R. D., Maldonado, A. C., Silva, P. A., & Costa, T. R. D. (2010). Biossólido como substrato na produção de mudas de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14, 1304-1310. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010001200008>
- Cooper, M., Zanon, A. R., Reia, M. Y., & Morato, R. W. (2010). *Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: teórico e prático*. Piracicaba: ESALQ.
- Cunha, A. H. N., Fernandes, E. P., de Araújo, F. G., Malafaia, G., & Vieira, J. A. (2015). Vermicompostagem de lodo de curtume associado a diferentes substratos. *Multi-Science Journal*, 1, 31-39. DOI: <https://doi.org/10.33837/msj.v1i3.100>
- Dalmas, F. R. (2007). *Implementação do Viveiro de Plantas Nativas - VIPLAN* -. Porto Alegre: Revista Da Graduação.
- Dores-Silva, P. R., Landgraf, M. D., & Rezende, M. O. D. O. (2013). Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. *Química Nova*, 36, 640-645. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000500005>
- Duboc, E., Motta, I. D. S., Santiago, E. F., Nascimento, A. M., Meira, R., & Martini, L. (2018). Produção de Mudas de *Maclura Tinctoria* com Resíduo de Poda em Substrato Orgânico. *Cadernos de Agroecologia*, v. 13, n. 2, p. 10-10,
- Fialho, L. L. (2005). *Monitoramento Químico e Físico do Processo de Compostagem de Diferentes Resíduos Orgânicos*. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária.
- Fonseca, T.G. (2001). Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 72p.
- Heydecker, W. (1973). Glossary of terms. In: Heydecker, W. (Orgs.). *Seed Ecology*. London: Butterworths.
- Kiehl, E. J. (1998). *Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- Labouriau, L. G.; Valadares, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

- Laviola, B. G., Lima, P. A., Wagner Júnior, A., Mauri, A. L., Viana, R. S., & Lopes, J. C. Efeito de diferentes substratos na germinação e no desenvolvimento inicial de jiloeiro (*Solanum gilo* RADDI), cultivar verde claro. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, p. 415-421, 2006.
- Lins, T. C., & de Lima, A. S. T. (2022). Lodo de Esgoto como alternativa de fertilização agrícola para o município de Igaci-AL. *Research, Society and Development*, 11, e13511830461. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i8.30461>
- Lorenzi, H. (1998). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum.
- Lorenzi, H. (2000). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas*. Nova Odessa: Editora Plantarum.
- Malavolta, E. (2006). *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres.
- Marcos Filho, J. Testes de vigor: importância e utilização. *Vigor de sementes: conceitos e testes*, 1999.
- Marcos Filho, J., Cícero, S. M., & Silva, W. R. (1987). *Avaliação da qualidade de sementes*. Piracicaba: FEALQ.
- Marques, A. R. F. (2017). Produção e qualidade de mudas de *Psidium Cattleianum* Sabine Var *cattleianum* (Myrtaceae) em diferentes substratos. Trabalho de conclusão de curso (Título em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Pampa, São Gabriel. 30p.
- Marques, A. R. F., Costa, A. L., Travessas, A. O., Boligon, A. A., & Vestena, S. (2018). Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de *Eugenia uniflora* L. *Caderno de Pesquisa*, 30, 9-20. DOI: <https://doi.org/10.17058/cp.v30i1.9451>
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. San Diego: Academic Press.
- Medeiros, J.D. (1992). *Reflorestar é Preservar*. Florianópolis: Ed. Setor de comunicação social/departamento de fumo da Souza Cruz.
- Mendes, A. M. D. S., & Mendonça, M. S. D. (2012). Tratamentos pré-germinativos em sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34, 921-929. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000300035>
- Morais, W. W. C., Susin, F., Vivian, M. A., & Araújo, M. M. (2012). Influência da irrigação no crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 32, 23-23.
- Nakagawa, J. (1999). Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; & França-Neto, J.B. (Orgs.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates.
- Nobrega, M. A. S., Pontes, M. S., & Santiago, E. F. (2017). Incorporação do lodo de esgoto na composição de substrato para produção de mudas nativas. *Acta Biomedica Brasiliensia*, 8, 43-55. DOI: <https://doi.org/10.18571/acbm.121>
- Oliveira, M. D., Ogata, R. S., De Andrade, G. A., Santos, D. D. S., Souza, R. M., Guimarães, T. G., Silva Júnior, M. C., Pereira, D. J. S., & Ribeiro, J. F. (2016). *Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado*. Brasília: Embrapa Cerrados.


- Padovan, M. P., Pereira, Z. V., Nascimento, J. S., Soares, J. A. B., Fernandes, S. S. L., Alves, J., & Agostinho, P. (2019). Potencial de sistemas agroflorestais biodiversos em processos de restauração ambiental. In: Rodrigues, T. A.; & Neto, J. L. (Orgs.). *Competência Técnica e Responsabilidade Social e Ambiental nas Ciências Agrárias*. Ponta Grossa: Atena Editora.
- Pereira, M. S. (2013). Mineralização do resíduo da pupunheira em condições de campo e laboratório. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 79p.
- Pott, A.; Pott, V. J. (2003). Plantas Nativas potenciais para sistemas agroflorestais em Mato Grosso do Sul. In: Seminário Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável, 2003, Campo Grande, MS. Anais... Campo Grande, MS: Embrapa.
- Primack, R. B. (1980). Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. *The Journal of Ecology*, 68, 849-862.
- Proença, C. E. B., Costa, I. R., Tuler, A. C. (2020). Psidium in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB10867>>. Acesso em: 16 out. 2022
- Proença, C. E. B., Oliveira, R. S., & Silva, A. P. (2006). *Flores e Frutos do Cerrado*. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado.
- Ranal, M. A., & Santana, D. G. D. (2006). How and why to measure the germination process? *Brazilian Journal of Botany*, 29, 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000100002>
- Ribeiro, J. G., Silva, O. M. C., Santana, J. E. S., Lopes, L. N., Nunes, Y. I., Machado, A. F. L., & Leles, P. S. S. (2022). Adubação de plantio de *Inga edulis* Mart. em convivência com *Urochloa brizantha* cv. Marandu. *Brazilian Journal of Development*, 8, 52219-52233. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n7-234>
- Santos, C. C., Goelzer, A., Silverio, J. M., Scalon, S. D. P. Q., Zárate, N. A. H., & do Vieira, M. C. (2019). Capacidade vegetativa e trocas gasosas em mudas de *Pereskia aculeata* Plum em diferentes substratos. *Scientia Plena*, 15, 110201-1-9. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2019.110201>
- Santos, M. A. C. D., Rego, M. M. D., Queiroz, M. A. D., Dantas, B. F., & Otoni, W. C. (2016). Sincronização da germinação de sementes de *Psidium guineense* Sw. *in vitro* usando condicionamento osmótico. *Revista Árvore*, 40, 649-660. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000400008>
- Scalon, S. D. P. Q., & Jeromine, T. S. (2013). Substratos e níveis de água no potencial germinativo de sementes de uvaia. *Revista Árvore*, 37, 49-58. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000100006>
- Schubert, R. N., Morselli, T. B. G. A., Tonietto, S. M., Henriquez, J. M. O., Trecha, R. D., Eid, R. P., Rodriguez, D. P., Piesanti, S. R., Maciel, M. R. S., & Lima, A. P. F. (2019). Macrofauna edáfica no processo de vermicompostagem de resíduos animais e vegetais. *Brazilian Journal of Biology*, 79, 589-593. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.184765>


- Silva, R. B., Matos, V. P., Farias, S. G. G. D., Sena, L. H. D. M., & Silva, D. Y. B. D. O. (2017). Germinação e vigor de plântulas de *Parkia platycephala* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. *Revista Ciência Agronômica*, 48, 142-150. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170016>
- Silva, R. M., Pedrosa, T. D., Ferreira, L. K. R., Coelho, T. L. S., & Barbosa, A. D. V. F. (2020). Análise da viabilidade técnica da compostagem para produção de adubo orgânico. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 11, 182-191. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.002.0020>
- Soares, I. D., Paiva, A. V., De Miranda, R. O. V., & Maranhão, Á. S. (2014). Propriedades físico-químicas de resíduos agroflorestais amazônicos para uso como substrato. *Nativa*, 2, 155-161. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v2i3.1638>
- Souza, C. (1992). *Reflorestar é preservar*. Florianópolis: Departamento de Fumo - Setor de Comunicação Social.
- USDA - United States Department of Agriculture (1987). Soil mechanics level 1, Module 3. USDA Textural Classification Study Guide. Washington: National Employee Development Staff, Soil Conservation Service.
- Wei, Y., Li, J., Shi, D., Liu, G., Zhao, Y., & Shimaoka, T. (2017). Environmental challenges impeding the composting of biodegradable municipal solid waste: A critical review. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 122, p. 51-65.

Espécies frutíferas propagadas assexuadamente por estaquia


Recebido em: 15/10/2022


Aceito em: 08/11/2022


 10.46420/9786581460679cap4


Bruna Caroline de Moraes¹ 

Elissandra Pacito Torales² 

Renan Marré Biazatti^{2*} 

Cleberton Correia Santos² 

Silvia Correa Santos² 

Rodrigo da Silva Bernardes² 

INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira é um dos setores do agronegócio no país com grande importância, já que às exportações de frutas teve alta significativa de 21 % nos últimos anos (Abrafrutas, 2019), colocando assim o Brasil entre os principais produtores e exportadores com seus produtos in natura ou processados. Diante disso, cada ano que se passa a fruticultura brasileira está competindo mais no mercado internacional, e assim proporciona um aumento significativo do setor na participação da economia brasileira (Silva, 2019).

Dentre os principais países produtores de frutas, o Brasil fica em terceiro lugar, depois da China e do Chile, com uma produção anual de cerca de 40 milhões de toneladas por ano e uma área de 2,3 milhões de hectares. A estimativa de produção chega a R\$ 33 milhões em valores brutos e o setor detém cerca de 16% de toda a mão de obra do agronegócio brasileiro, ou seja, são mais de milhões de empregos gerados. A produção atende ao mercado interno (mais de 95% da produção total) e ganha cada vez mais espaço no exterior, aumentando o volume de exportações, o número de empresas exportadoras, a variedade de frutas e os países para onde são exportadas (Abrafrutas, 2019).

Em 2021, o Brasil alcançou recorde histórico de exportação de frutas, onde as exportações brasileiras de frutas foram superiores tanto em volume quanto em receita. O faturamento superou US\$ 1,21 bilhão, sendo 20,39% acima do computado até dezembro de 2020. O volume total de frutas frescas enviadas ao exterior foi de 1,24 milhão de toneladas, superior em 18,13% em relação ao mesmo período de 2020 (Conab, 2022). Dentre as frutas mais exportadas pelo Brasil em 2021 estão: mangas, com US\$ 248 milhões e 20% do total exportado no período; melões, com US\$ 165 milhões e 14% de participação;

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Juara, MT, Brasil.

² Universidade Federal da Grande Dourados.

* Autor(a) correspondente: renanbiazatti@hotmail.com

uvas, com US\$ 155,9 milhões e 13%; nozes e castanhas, com US\$ 151,9 milhões e 13%; limões e limas, com US\$ 123,8 milhões e 10% de participação. As exportações das frutas nacionais em 2021 tiveram como principais destinos a União Europeia (48%), os Estados Unidos (16%), o Reino Unido (14%), a Argentina (4%) e o Canadá (3%).

Nota-se assim, que a fruticultura brasileira está em pleno crescimento, e com grande potencial futuro de desenvolvimento da produção devido as condições climáticas favoráveis e seu solo diverso, se comparado com outros países, podendo assim ser um país fundamental no fornecimento de alimentos (Abrafrutas, 2019). Porém, são necessários alguns cuidados no que se refere aos sistemas de produção e manejo dessas espécies para que possam atingir seu máximo potencial de produção, principalmente na forma correta de propagação.

Dentre as formas de propagação, pode-se dizer que a assexuada ou vegetativa é de grande relevância, visto que existem espécies que apresentam fatores limitantes para propagação via sementes, por possuírem dormência, o que dificulta a sua reprodução por meio dessas, além de muitas sementes serem recalcitrantes, o que compromete sua longevidade e viabilidade (Pinhal et al., 2011). Sendo assim, os processos de propagação assexuada apresentam a vantagem de perpetuação dos melhores clones, contribuindo para a implantação de pomares tecnicamente superiores aos obtidos com sementes (Santos et al., 2012). Por meio destas ocorrerá a antecipação do período de florescimento, e conseqüentemente da maturidade, o que acarretará na uniformidade de produção (Hartmann et al., 2011).

Dentre os métodos de propagação assexuada, a estaquia é ainda a de maior viabilidade econômica para o estabelecimento de plantios clonais, sendo amplamente destinada para espécies frutíferas, medicinais e ornamentais (Amaro et al., 2013). Pode-se utilizar segmentos da planta matriz, como, o caule, folha e raiz, que quando plantados em condições adequadas formam raízes adventícias em sua base, originando indivíduos superiores em um curto período para plantação comercial em larga escala (Pandey et al., 2011).

Porém, o adequado enraizamento das estacas é variável entre as espécies, devido ao grande número de fatores endógenos e exógenos que interferem neste método (Rios et al., 2012), como o estado fisiológico da planta mãe, a espécie, o tipo de corte realizado na base da estaca, os hormônios enraizadores, e as condições ambientais tais como luz, temperatura, umidade do ar e do solo.

Diante do exposto, foi realizada uma revisão de literatura com o objetivo de disponibilizar informações quanto ao uso da propagação vegetativa por estaquia na produção de mudas de espécies frutíferas em diferentes formas de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi baseado em pesquisa de revisão de literatura. Para a seleção dos artigos que comportaram a amostra, foram utilizadas as bases de dados Periódicos de Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes), biblioteca digital Scielo, Google Acadêmico e PubMed.

A seleção dos descritores que foram integrados na busca foi feita considerando a variedade de termos empregados como sinônimos no contexto da língua portuguesa, então desta forma foram usados como descritores, os termos: fruticultura, produção de mudas, propagação vegetativa, estaquia, enraizamento, em associação simples com o termo propagação de frutíferas por estaquia, bem como esses mesmos termos em inglês, além de estudos publicados entre janeiro de 2005 até 2022, em virtude da comparação e evolução das publicações nesses períodos, foram os critérios de inclusão.

Como critérios de exclusão foram retirados os artigos duplicados e os que não estavam disponíveis na íntegra. A seleção por título e objetivos, considerando os critérios de inclusão, resultou em 12 artigos que foram utilizados para complementar o artigo, dos quais após a leitura na íntegra e remoção dos artigos duplicados, foram selecionados 12 artigos completos, para discussão.

Os resultados e discussão foram apresentados de forma descritiva, por meio da exposição dos dados relativos às publicações e das análises dos conteúdos desses materiais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a busca através da metodologia relatada acima, foram selecionados 25 textos, entre artigos científicos e outros trabalhos, para a coleta de dados inseridas no presente estudo. Destes, 12 artigos foram utilizados para complementar os resultados e discussão. A seleção foi através dos títulos e objetivos relacionados ao tema do trabalho, considerando os critérios de inclusão, os quais foram selecionados após a leitura na íntegra e remoção dos artigos que fugiam do tema proposto. Estes artigos estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Apresentação dos artigos selecionados para composição do trabalho.

| AUTORES / ANO | OBJETIVOS | METODOLOGIA | CONCLUSÃO |
|--|---|--|---|
| RIBEIRO; SOUSA; BOMFIM; RODRIGUES / 2021 | Avaliar o efeito de diferentes substratos no enraizamento de propágulos (estacas e miniestacas) de goiabeira cv. 'Paluma' em miniestufas. | Foi utilizado o DBC, consistindo de sete combinações de substratos: T1= 100% vermiculita expandida; T2= 100% substrato comercial (Basaplant®); T3= 100% solo; T4= 50% vermiculita expandida + 50% solo (1:1; v/v); T5= 50% substrato comercial (Basaplant®) + 50% solo (1:1; v/v); T6= 75% solo + 25% esterco bovino (3:1; v/v) e T7 -75% solo + 25% esterco caprino (3:1; v/v) e dois tipos de propágulos (miniestaquia e estaquia), com quatro repetições. | Os propágulos oriundos do método de miniestaquia foram viáveis para a produção de mudas 'Paluma'. O substrato composto por 100% vermiculita e 100% substrato comercial Basaplant® foram os mais eficientes para a formação de mudas de goiabeira. |
| ROSA, G.G./ 2004. | Estudar a influência da ontogenia dos ramos (estaquia com ramos herbáceos e semi-lenhosos), do fator genético, do uso de reguladores de crescimento e do estado nutricional das plantas matrizes, sobre diversos parâmetros relacionados ao enraizamento de estacas das cultivares de porta-enxertos de pessegueiro 'Flordaguard', 'Okinawa', 'Tsukuba 1' e ameixeira 'Genovesa', 'Julior', 'Marianna 2624', 'Mirabolano 29-C'. | Propagação por estaquia de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira. testou-se a ontogenia dos ramos (herbáceos e semilenhosos) e a posição da estaca (basal e apical) e avaliou-se o enraizamento adventício em porta-enxertos de pessegueiro cv. Okinawa e Tsukuba 1 e de ameixeira cv. Julior e Mirabolano 29-C. | É viável a propagação dos porta-enxertos 'Flordaguard', 'Genovesa' e 'Marianna 2624' por estaquia herbácea e semilenhosa, com a utilização de solução de AIB em concentração de 2.000 mg L ⁻¹ . O fator genético é determinante nas taxas de enraizamento e a cultivar Genovesa apresenta as maiores porcentagens de enraizamento e qualidade de raízes, tanto com ramos herbáceos como semi-lenhosos especialmente quando tratadas com AIB. |

| AUTORES / ANO | OBJETIVOS | METODOLOGIA | CONCLUSÃO |
|--|--|---|--|
| TONITELLO; KERSTEN; FACHINELLO/2005. | Avaliar o enraizamento e a sobrevivência de mudas obtidas através de estacas, de duas cultivares de ameixeira, tratadas com ácido indolbutírico. | O estudo foi conduzido nas dependências do Departamento de Fitotecnia FAEM/IUFPEL, localizado no Campus Universitário do município de Capão do Leão, utilizando-se as estruturas da casa de vegetação e telado. As coordenadas geográficas do local são: latitude 31' 52' 32" S; longitude 52' 21' 24" W e altitude de 13 m. | A 'Frontier ' apresenta potencial para formar mudas através da estaquia; A 'Reubennel' apresenta baixo potencial de enraizamento de estacas e de sobrevivência de mudas, necessitando o estudo de outras metodologias para a propagação via estaquia; A partir de quatro raízes/estaca para a Reubennel e sete raízes/estaca para a Frontier, o número de raízes não é um fator crítico para a sobrevivência de estacas. |
| SODRÉ/ 2005. | Preparar substratos com base orgânica formada de composto do tegumento da amêndoa do cacau CTAC e serragens, isturados à areia, e utilizá-los na produção de mudas de cacauzeiro por miniestaquia. | Utilizou-se o método “Pour Thru”, com as seguintes modificações: uso de tubetes não cultivados (apenas preenchidos com os substratos) e determinação adicional dos teores de sódio e potássio na solução lixiviada. | O método “Pour Thru” possibilitou identificar a necessidade de lavagem da fibra de coco e composto do tegumento da amêndoa do cacau antes do uso como substrato para a produção de mudas de cacauzeiro |
| MEDEIROS, G, G./2021. | Apresentar informações referente às técnicas de propagação, uso reguladores de crescimento, tipos de substrato e os diferentes recipientes utilizados para a propagação de plantas olerícolas e frutíferas | O método empregado foi de revisão bibliográfica, com o levantamento de dados por meio de livros, teses, dissertações e artigos científicos. Para o acesso as fontes para a realização da pesquisa foram acessados as plataformas Scielo (<i>Scientific Electronic Library Online</i>), Periódicos Capes e Google Acadêmico. | Para as espécies frutíferas o mais recomendado é a utilização da propagação vegetativa. Dessa forma, são produzidos clones em que as características desejáveis da planta matriz serão mantidas. A enxertia é a técnica de propagação mais utilizada pelos fruticultores devido a sua alta taxa de sucesso no estabelecimento das plantas. |

| AUTORES / ANO | OBJETIVOS | METODOLOGIA | CONCLUSÃO |
|---|--|---|---|
| MONTEIRO, MARQUES, PACHECO/ 2015. | Avaliar a possibilidade de produção de mudas clonais através do enraizamento de brotações (estacas) obtidas diretamente de seringueiras adultas, assim como o efeito de reguladores de crescimento no enraizamento das estacas | Esta pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação instalada na Fazenda Nova Tranquilidade, localizada no município de Ilhéus, BA | O crescimento e desenvolvimento vegetativo da seringueira derivada por muda de estaquia foi significativamente superior ao da derivada de muda enxertada; O sistema radicular da seringueira derivada por estaquia foi significativamente maior e com indícios de formação de várias raízes pivotantes; |
| COSTA, NOGUEIRA, SILVA, FRANCISCO, CARVALHO / 2020. | Avaliar o desenvolvimento de estacas de seis cultivares de goiabeira | O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado composto por seis tratamentos, sendo eles as cultivares (Kumagai, Santa Alice, Paluma, Pedro Sato, Século XXI e Ruby Supreme) com 10 repetições, totalizando 60 estacas. | As cultivares Paluma e Ruby Supreme apresentaram os melhores resultados tanto no desenvolvimento radicular quanto da parte aérea, portanto, podem ser produzidas via estaca e fornecem ao produtor uma opção de propagação. |
| GONÇALVES; DUARTE; FILHO / 2014. | Avaliar o efeito de três genótipos, três substratos e quatro concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e a interação destes no enraizamento de estacas lenhosas de cajazeira. | Trata-se de uma revisão bibliográfica baseada na literatura especializada através de consulta a artigos científicos selecionados através de busca no banco de dados do <i>Scielo</i> e livros técnicos. | Ainda são poucos os estudos que apontam o uso de espécies frutíferas do cerrado em SAFs, é preciso mais estudos sobre o assunto, porém as espécies frutíferas apresentam alto potencial para os SAFs, pois são potencialmente produtoras de alimento, fornecendo maior rentabilidade aos produtores. |
| SILVA, R. M. / 2021. | Avaliar o desempenho de <i>Spondias purpurea</i> propagada por estaquia usando diferentes comprimentos de estacas no período de estiagem | O delineamento experimental foi realizado em (DBC), com cinco tratamentos e quatro blocos, cada bloco com 4 repetições, e cada parcela | As estacas de 1,0m e 1,2m apresentaram maior percentual de brotação. As cinco brotações definidas, durante a poda de |

| AUTORES / ANO | OBJETIVOS | METODOLOGIA | CONCLUSÃO |
|---|--|--|---|
| | e chuvoso, em uma área de Caatinga | experimental composta por uma planta. Os tratamentos testados estão distribuídos em relação ao comprimento das estacas: T1-0,4m; T2-0,6m; T3- 0,8m; T4-1,0m; T5-1,2m. | formação, originaram os ramos primários que darão sustentação a copa da nova planta, indicando que é possível obter sucesso na reprodução assexuada dessa frutífera com o uso de estacas de maior tamanho. |
| SOUZA, MARCO, BIRLHARVA, CROSA, MART++ INS / 2020. | Avaliar o efeito de diferentes profundidades no substrato de estacas de figueira no momento do plantio | Essas estacas foram colocadas em embalagens de polietileno (25x15cm), contendo mistura do substrato comercial Ecocitrus® e vermiculita expandida na proporção 4:1 (v:v). Os tratamentos foram compostos em diferentes profundidades das estacas no substrato: T1= 15; T2=10; T3= 7,5 e T4= 5 cm. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizados, com três repetições, contendo 10 estacas cada. | As estacas de 1/3 apresentaram menor brotação, quando comparado aos demais tratamentos. O maior enraizamento foi obtido com as estacas 3/3 enterradas no substrato. As estacas lenhosas de figueira completamente imersas no substrato tiveram maior crescimento das mudas. |
| GUIMARÃES, R, N / 2017. | O desenvolvimento de um protocolo inicial para propagação vegetativa do pequiheiro via estaquia | Foram realizados quatro ensaios avaliando diferentes fatores que influenciam no enraizamento do pequiheiro, como níveis de enfolhamento, idade da planta, podas, tipos de estacas e substratos. | Estacas de plantas jovens possuem maior potencial para estaquia em relação às árvores adulta. Estacas com seis folíolos apresentaram 22,5% de enraizamento enquanto estacas sem folhas não enraizaram. Quanto ao tipo das estacas herbáceas proporcionaram maior calogênese e formação de primórdios radiculares em relação a estacas semilenhosas. Porém vários fatores influenciam no enraizamento do pequiheiro, |

| AUTORES / ANO | OBJETIVOS | METODOLOGIA | CONCLUSÃO |
|---------------|-----------|-------------|--|
| | | | novos estudos devem ser realizados para definição de um protocolo para estaquia do pequizeiro, além do pequizeiro apresentar-se com potencial para estaquia. |

Ribeiro et al. (2021) avaliando o efeito de diferentes substratos (100% vermiculita expandida; 100% substrato comercial (Basaplant[®]); 100% solo; 50% vermiculita expandida + 50% solo (1:1; v/v); 50% substrato comercial (Basaplant[®]) + 50% solo (1:1; v/v); 75% solo + 25% esterco bovino (3:1; v/v) e 75% solo + 25% esterco caprino (3:1; v/v) no enraizamento de propágulos (estacas e miniestacas) de goiabeira cv. 'Paluma' em miniestufas, concluíram que os propágulos oriundos do método de miniestaquia foram viáveis para a produção de mudas 'Paluma'. O substrato composto por 100% vermiculita e 100% substrato comercial Basaplant[®] foram os mais eficientes para a formação de mudas de goiabeira.

Rosa (2004), avaliou a propagação por estaquia de porta- enxertos de pessegueiro e ameixeira. testou-se a ontogenia dos ramos (herbáceos e semilenhosos) e a posição da estaca (basal e apical) e avaliou-se o enraizamento adventício em porta-enxertos de pessegueiro cv. Okinawa e Tsukuba 1 e de ameixeira cv. Julior e Mirabolano 29-C. Verificou em seu trabalho um contraste em relação aos níveis de alguns elementos minerais entre cultivares. Observou que durante a fase fenológica em que se coletou as estacas herbáceas, 'Genovesa' apresentou níveis de P abaixo do recomendado e níveis de Fe normais. Nas estacas semilenhosas, o P também foi deficiente em 'Genovesa' e em 'Marianna 2624', diferente de 'Flordaguard' que apresentou níveis normais, resultado viável 'para a propagação dos porta-enxertos 'Flordaguard', 'Genovesa' e 'Marianna 2624' por estaquia herbácea e semilenhosa, com a utilização de solução de AIB em concentração de 2.000 mg L⁻¹. O fator genético é determinante nas taxas de enraizamento e a cultivar Genovesa apresenta as maiores porcentagens de enraizamento e qualidade de raízes, tanto com ramos herbáceos como semi-lenhosos especialmente quando tratadas com AIB, devido ao uso do AIB, responsável pelo aumento significativo na taxa de enraizamento de estacas das cultivares avaliadas.

Em estudo sobre as características químicas de substratos usados na produção de mudas de cacauzeiros, Sodré et al. (2005) verificaram que o composto do tegumento da amêndoa do cacau (CTAC) liberou grandes quantidades de potássio em solução aquosa e que o teor de potássio correlacionou-se positivamente com o aumento da condutividade elétrica (CE) da solução lixiviada. Observou também que a adição de areia reduziu significativamente a porosidade total nos substratos com serragem na proporção serragem: areia 2:1, levando em consideração o limite inferior e superior da adição de areia ao CTAC e serragens (proporções 1:0 e 2:1), os valores para água disponível (AD) e facilmente disponível (AFD) foram significativamente superior na proporção 2:1 dentro de cada substrato, esse resultado então pode ser atribuído ao aumento da proporção de areia que reduziu a capacidade de retenção de água na proporção 2:1. Redução da AFD como consequência da adição de areia a substratos produzidos com diferentes combinações de bagaço de cana-de-açúcar e casca de amendoim.

Para Guimarães (2017), ainda existem vários fatores influenciam no enraizamento do pequi e novos estudos são necessários para definição de protocolos de propagação vegetativa do pequi por meio da estaquia. São necessárias pesquisas referentes a épocas de coleta de estacas, altura de coleta das estacas,

nutrição das estacas e da matriz fornecedora. Assim a continuidade das pesquisas são fundamentais para definir protocolos de estaquia do pequi, e que estacas coletadas em períodos com excessiva umidade reduziram a qualidade fisiológica das estacas, em plantas com e sem podas, sugerindo novos estudos, antecipando as podas e coletando estacas em períodos mais secos, observou também que as estacas de plantas jovens são mais indicadas para estaquia. Propágulos de consistências herbácea e semilenhosa apresentaram calogênese e formação de primórdios radiculares. A sobrevivência e o enraizamento de estacas de plantas matrizes sem podas, a formação de calos em estacas com podas indica potencialidades de estacas do pequi para o enraizamento. Verificaram que estacas obtidas de mudas juvenis obtiveram 100% de sobrevivência, em decorrência das altas taxas de auxinas endógenas presentes em estacas de plantas jovens.

Os autores Tonitello et al. (2005) verificaram que, para o enraizamento, apenas o fator cultivar foi significativo com a 'Frontier' apresentando 79,89% de enraizamento e a 'Reubennel' 48,19%. A utilização do AIB mostrou-se sem efeito para o enraizamento, com os dados viu-se também que o potencial da 'Frontier' em ser propagada via estaquia, enquanto a 'Reubennel' necessita de maiores estudos até alcançar resultados mais promissores tanto no enraizamento como na sobrevivência. A portaria 302/98 da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (Rio Grande do Sul, 1998) estabelece as condições e exigências a serem observadas pelo programa de produção de mudas do estado. E em observação nenhuma das cultivares alcançou o comprimento padrão determinado pela legislação que é de 50 cm, em estudo de muda por muda teve o resultado que das 54 mudas obtidas através da estaquia, na 'Frontier', aproximadamente 43% apresentaram comprimento da haste principal dentro das medidas estabelecidas pela legislação, resultado positivo obtidos pelos autores. Então a 'Frontier' apresenta potencial para formar mudas através da estaquia; a 'Reubennel' apresenta baixo potencial de enraizamento de estacas e de sobrevivência de mudas, necessitando o estudo de outras metodologias para a propagação via estaquia. A partir de quatro raízes/estaca para a Reubennel e sete raízes/estaca para a Frontier, o número de raízes não é um fator crítico para a sobrevivência de estacas.

Gonçalves, Duart e Filho (2014), estudando SAFs, ressaltam a importância destas espécies, pequi; mangaba; macauba, araticum e baru em sistemas silvipastoris e na recuperação de pastagens, pois sendo uma árvore perenifólia com copa frondosa, promove sombra para o gado, fornecendo, também, frutos para a sua alimentação nos períodos de estiagem. Ainda afirmam que são poucos os estudos que apontam o uso de espécies frutíferas do cerrado em SAFs, é preciso mais estudos sobre o assunto, porém as espécies frutíferas apresentam alto potencial para os SAFs, pois são potencialmente produtoras de alimento, fornecendo maior rentabilidade aos produtores. Aconselham que a escolha de espécies adequadas é um fator chave para a estabilização dessas espécies, sendo que espécies nativas podem ter maior probabilidade de êxito, porque já estão adaptadas ao meio, principalmente no referente ao clima e ao solo.

Silva (2021), dissertou sobre experimentos sobre tamanho de estacas, com 100 dias de implantação do experimento, quando as plantas se encontravam 100% brotadas, foi realizada a primeira poda de formação em todo o experimento, independentemente do tamanho dos ramos, e definido a quantidade de brotação preconizada para o experimento, assim foram deixadas em todas as estacas cinco brotações posicionadas assimetricamente, desde bem jovens até 20 cm de comprimento. As cinco brotações originaram os ramos primários, nos quais foi realizado o acompanhamento do crescimento no período de estiagem e chuvoso. Observou-se que esses ramos primários apresentaram vários ramos secundários, principalmente nas estacas maiores nos tratamentos T3, T4 e T5. No terceiro trimestre do período de estiagem, verificou-se no último mês deste trimestre diferença significativa entre os tratamentos T1 e T5. O tratamento T5 apresentou média superior ao tratamento T1, sendo essas médias correspondentes a T1 = 7,20 cm e T5 = 10,09 cm. Com isso conclui que as brotações iniciaram após 30 dias do plantio e aos 90 dias todas as plantas se encontravam com brotos. As estacas de 1,0m e 1,2m apresentaram maior percentual de brotação. as serigueliras oriundas de estacas de 1,0 m e 1,2 m, apresentaram os melhores resultados em todas as variáveis analisadas, indicando que é possível obter sucesso na reprodução assexuada dessa frutífera com o uso de estacas de maior tamanho.

Souza et al. (2020), observaram estacas de diferentes tamanhos para que tivesse um norte para qual melhor tamanho para estacas de produção, então foram produzidas por estaquia em diferentes profundidades no substrato, foram influenciadas pela profundidade das estacas, exceto a sobrevivência e a área foliar, com isso, os resultados entre os tratamentos variaram de 10,4 a 15,9, havendo uma diferença de 5 folhas entre o maior e o menor número observado desta variável. Destacou-se as estacas de figueira enterradas na proporção 1/3, em contrapartida o menor valor de 10, 4 folhas foi com as estacas completamente enterradas no substrato. As estacas com 3/3 enterradas, ou seja, totalmente enterradas, tiveram o maior comprimento de brotação com 25,28 cm, porém não diferindo daquelas estacas com 2/3 e 1,5/3, com 20,19 e 19,37 cm respectivamente, o tratamento 3/3 teve maior valor comparado aos demais, com 229,23 cm², sendo 93,83 cm² a mais quando comparado com o tratamento de menor resultado, neste caso o 1/3. Na avaliação de matéria seca o tratamento 3/3 se destaca novamente com 9,68 g. Já, no caso das estacas do tratamento 1/3 demonstraram os menores valores, em torno de 38% abaixo, quando comparado com o tratamento que se destacou.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sobre processo de estaquias tem seu nível de importância, pois possibilita a produção de mudas das espécies estudadas em escala comercial, com um período de tempo mais curto do que se fossemos propagá-las com sementes, a germinação das sementes pode demorar pois as estas podem apresentar um estado de dormência.

A estaquia é uma alternativa produção de mudas para espécies com problemas reprodutivos por sementes, também uma alternativa para obtenção de porta-enxertos. É necessário conhecimentos sobre

a forma correta de se fazer estaquia para as diferentes espécies frutíferas, pois não existe um padrão específico para todas as espécies. Cada uma tem suas características específicas, o que vai interferir na padronização das estacas, além do uso ou não de indutores de enraizamento.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FUNDECT, pela concessão das bolsas e pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAFRUTAS. Estatísticas de exportações de frutas no primeiro semestre de 2019. Disponível em <<https://abrafrutas.org/2019/07/17/estatistica-de-exportacoes-de-frutas-no-primeiro-semester-de-2019/>>. Acesso em maio de 2022.
- Amaro, H. T. R.; Silveira, J. R., David, A. M. S. S., Resende, M. A. V., & Andrade, J. A. S. (2013) Tipos de estacas e substratos na propagação vegetativa da menta (*Mentha arvensis* L.). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, 15, 313-318.
- Beltrão, N. De M.; Fideles, J. F., & Figueiredo, I. (2002). Uso adequado de casa-de-vegetação e de telados na e experimentação agrícola. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 6, 3, 547-552.
- Bezerra, J.D.; Pereira, W.E.; Silva, J.M., & Raposo, R.W.C. (2016). Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. Revista Ceres, 63, 4, 502-508.
- Centers For Disease Control And Prevention. (2013). State Indicator Report on Fruits and Vegetables. Atlanta, GA: Editora CDC.
- Cermeño, Z. S. (1999) Estufas instalação e manejo. Lisboa: Litexa. 1990. DELLA VECCHIA, P. T., & KOCH, P. S. História da produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 20, 5-10.
- Cheesman, E. E. (1934). The vegetative propagation of cacao. Empire Journal of Experimental Agriculture, 2, 5, 40-50.
- CONAB - Companhia De Nacional De Abastecimento (2002). Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeiros-prohort/boletim-hortigranjeiro>. Acesso em maio de 2022.
- Dantas, C. I., & Souza, C. M. C. (2004). Arborização urbana na cidade de Campina Grande - PB: Inventário e suas espécies. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, 4, 2.
- Dias, P. C.; Oliveira, L. S.; Xavier, A., & Wendling, I. (2012). Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, 32, 453-462.


- Duboc, E. (2008) Sistemas agroflorestais e o Cerrado. In Faleiro, F.; Farias Neto, A.L de. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 965- 985.
- Evans, H. (1953) Investigations on the propagation of cacao. *Tropical Agriculture*, Trinidad, 28, 147-203.
- Fachinello, J. C.; Pasa, M. S.; Schmitz, J. D., & Betemps, D. L. (2011). Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 109-120.
- Fang, L.; Meng, W., & Min, W. (2018). Phenolic compounds and antioxidant activities of flowers, leaves and fruits of five crabapple cultivars (*Malus Mill. species*). *Scientia Horticulturae* , 235, 460-467.
- Habibi, F., & Ramezani, A. (2017). Vacuum infiltration of putrescine enhances bioactive compounds and maintains quality of blood orange during cold storage. *Food Chemistry*, 227, 1-8.
- Hartmann, H. T.; Kester, D. E., & Davies Jr, F. T. D. (1997). *Plant propagation: principles and practices*. Englewood cliffs/ Prentice-Hall, New York. (6 ed).
- Hartmann, H. T.; Kester, D. E.; Junior Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011) *Plant propagation: principles and practices*. (8 ed). New Jersey: Editora Englewood Clippings.
- Hartmann, H. T., & Kester, D. E. (1990). *Propagation de plantas: princípios y practicas*. Ciudad del México: Editora Continental.
- Hassaneim, A. M. A. (2013) Factors influencing plant propagation efficiency via stem cuttings. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 5,171-176.
- Kersten, I.; Nachtigal, J. C., & Filho, C. C. (1994) Enraizamento de ameixeira (*Prunus salicina*, Lindl.) em diferentes épocas de coleta das estacas. *Ciência Rural*, Santa Maria, 25, 169-170.
- Komissarov, D. A. (1968). *Biological basics for the propagation of wood plants by cuttings*. Jerusalem: Editora IPST Press.
- Pandey, A.; Tamta, S., & Giri, D. (2011). Role of auxin on adventitious root formation and subsequent growth of cutting raised plantlets of *Ginkgo biloba* L. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 3, 142-146.
- Peixoto, P. H. P. (2017). *Propagação de Plantas – Princípios e Práticas*. Apostila disciplinar, UFJF, Juiz de Fora.
- Pott, A., & Pott, V. J. (2013). Plantas Nativas potenciais para sistemas agroflorestais em Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Embrapa.
- Pyke, E. E. (1933) The vegetative propagation of cacao. II. Softwood cuttings. *Annual Report on Cacao Research*, Trinidad, 2, 3-9.
- Rios, E. S.; Pereira, M. C.; Santos, L. S.; Souza, T. C., & Ribeiro V. G. (2012). Concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas, na propagação de umbuzeiro. *Revista Caatinga*, 25, 52-57.

- Schiassi, M. C. E. V. et al. (2018) Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico - chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. *Food Chemistry* , 245, 305-311.
- Secretaria de estado de agricultura familiar (SEAF). Mato grosso e a produção nacional de limão. Disponível em: <http://www.agriculturafamiliar.mt.gov.br/limao>. Acesso em maio de 2022.
- SENAR - Serviço Nacional De Aprendizagem Rural (2018). Plantas ornamentais: estruturas para a produção. Coleção senar, Brasília, DF.
- Vasconcellos, A. B. (2008). guia alimentar para a população brasileira, promovendo a Alimentação Saudável. Brasília, DF.
- Xavier, A. (2002). Silvicultura clonal I: Principios e técnicas de propagação vegetativa. (Caderno didático, 92), Viçosa.

Propagação de alface e tomate: relato de experiência na avaliação de crescimento de cultivares e uso de enraizadores em estacas


Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 08/11/2022


 10.46420/9786581460679cap5

Jessica Dayane dos Santos Nogueira¹ 


Janete de Oliveira¹ 

Jéssica Aline Linne^{2*} 

Ana Helaise Amadori¹ 

Rodrigo Brito de Faria¹ 

Albert Einstein M. de Medeiros Teodosio³ 

Cleberton Correia Santos² 

João Alfredo Neto da Silva² 

INTRODUÇÃO

O tomate e a alface são culturas que apresentam grande significância no setor de olericultura do país. Para o sucesso da implantação dessas culturas no campo é necessário que mudas de qualidades sejam produzidas, sendo portanto esta etapa de produção em viveiro relevante para o sistema produtivo (Silva et al., 2017). O problema de mudas mal formadas é que elas darão origem a plantas com produção abaixo de seu potencial genético (Trani et al., 2004), tornando-se necessário mais estudos relacionados a propagação dessas espécies.

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma planta herbácea da família Solanaceae de origem andina. Existem diversos tipos de tomate, dentre os quais destacam-se o grupo de mini tomates híbridos classificados por "tomates especiais", representado por subgrupos dos tipos cereja, coquetel e *grape*. O cultivo deste tipo de tomate é realizado em ambiente protegido com elevados custos de produção, no entanto possuem uma grande aceitação no mercado, o que torna o seu cultivo satisfatório (Trani et al., 2004; Maciel et al., 2016; Ferreira et al., 2019).

Cunha et al. (2014) relatam que o *Sweet Grape* é um mini tomate produzido, principalmente, no Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, onde os produtores destas regiões têm buscado novos manejos com a intenção de obter maior rentabilidade em prazos apertados, sendo assim a estaquia pode ser uma opção

¹ Faculdades MAGSUL, Ponta Porã, MS, Brasil.

² Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, Brasil.

³ Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil.

* Autor(a) correspondente: jessica.aline.linne@gmail.com

para reduzir o período de juvenilidade, no qual o uso de enraizadores podem contribuir para a produção das mudas.

Por outro lado, a alface (*Lactuca sativa* L.) caracteriza-se por ser uma planta herbácea com um pequeno caule que fornece sustentação as folhas, as quais são amplamente consumidas em saladas ou no acompanhamento de outros pratos. Por ser uma hortaliça muito consumida no Brasil, seu cultivo é amplo em todo o território nacional (Souza et al., 2016).

Sala e Costa (2012) fizeram um levantamento dos principais tipos de alfaces cultivados no Brasil, destacando em ordem econômica de importância a crespa, americana, lisa e romana, respectivamente. Costa e Sala (2005) relataram que o predomínio da crespa no mercado brasileiro se dá pela ausência da formação de cabeça aliada à presença de folhas flabeladas, características que conferem a esse tipo de alface melhor adaptação no cultivo de verão com altas temperaturas e índices de pluviosidade. Além disso, as alfaces crespas estão à frente no mercado, pois apresentam mais viscosidade, uma vez que suas folhas se assemelham com as folhas do repolho que são mais grossas e fáceis de serem transportadas (Resende et al., 2003).

Tratando-se da importância da propagação de mudas somada a representatividade das culturas do tomateiro e alface, realizamos dois experimentos, classificando esta pesquisa em relatos de experiências, no qual o objetivo do experimento I foi de avaliar o crescimento radicular de estacas de mini tomate cultivar *Sweet Grape* com a utilização de diferentes enraizadores e o experimento II foi avaliar o crescimento de mudas de quatro cultivares de alfaces 30 dias após a emergência.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de Experimento

Os experimentos foram conduzidos em viveiro no Departamento de Agronomia das Faculdades Magsul – FAMAG, na cidade de Ponta Porã - MS.

Experimento I: uso de diferentes enraizadores na propagação de estacas de mini tomates cultivar Sweet Grape

Para a obtenção das estacas, os ramos foram selecionados com um corte basal em tomateiros tutorados com 3 meses de idade após seu transplante (Figura 1a), além disso foram retiradas todas as folhas dos ramos, deixando somente três folhas apicais (Figura 1b). As estacas foram padronizadas com 20 cm de comprimento.

Na produção das mudas do tomateiro *Sweet Grape* foi utilizado o substrato a base de vermiculita e fibra de coco (comercialmente Plantimax) (Figura 1c), onde foram acondicionados em copos plásticos (7 cm de altura e 6 cm de diâmetro), com capacidade de 180 mL, e na parte inferior foram feitas pequenas aberturas para permitir a livre drenagem (Figura 1d).

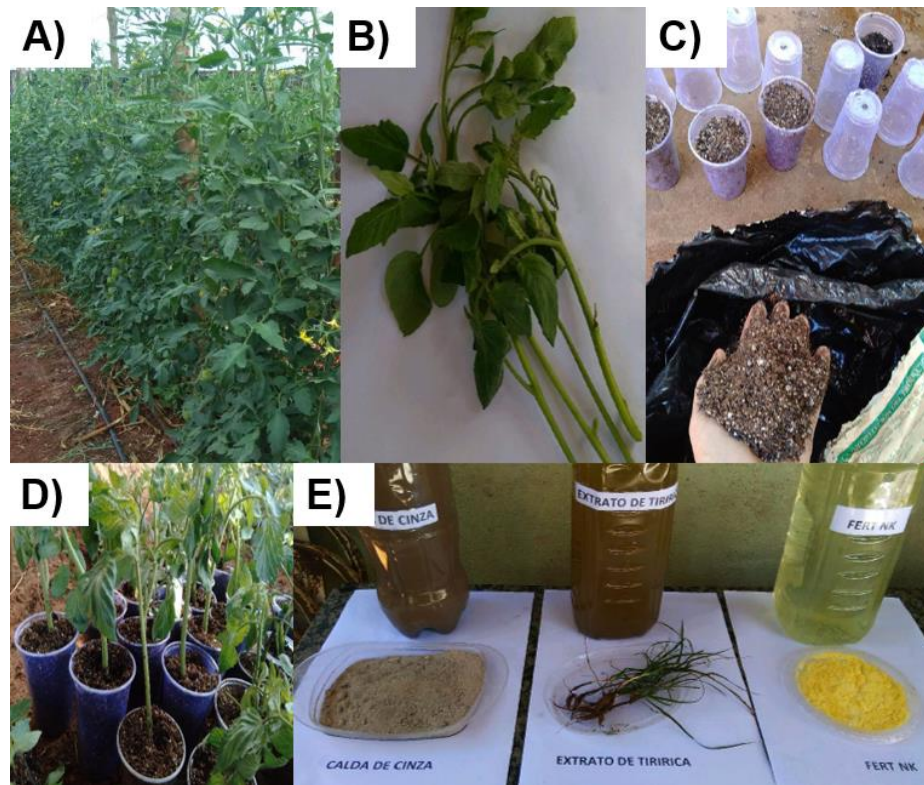


Figura 1. Condução do experimento I com estacas de mini tomate cultivar *Sweet Grape*. **a)** Plantas matrizes para a produção das estacas; **b)** Padronização das estacas em 20 cm de altura com apenas as folhas apicais para o plantio; **c)** Substrato a base de vermiculita e fibra de coco (comercialmente Plantimax) utilizado na produção das mudas; **d)** Estacas acondicionadas em copos plásticos na fase de produção **e)** Enraizadores utilizados nos tratamentos, do início à esquerda respectivamente, caldas de cinza de madeira, extrato de tiririca e Ferti NK. Fonte: os autores.

Os recipientes foram colocados sob bancada no viveiro para evitar contaminação, e então realizou-se o plantio dos ramos por estaquia na profundidade de 3 cm. A irrigação foi feita manualmente, uma vez ao dia, com uso de uma garrafa pet, na qual foi perfurada a tampa de forma que pudesse controlar a quantidade de líquido nos recipientes para não ocorrer a saturação hídrica.

As mudas foram submetidas a quatro tratamentos, sendo eles os três estimulantes radiculares, representados pelo estimulante radicular comercial Ferti NK[®], calda de cinza de madeira e extrato de tiririca (Figura 1e), além do tratamento controle.

O modo de preparo dos enraizadores foi de acordo com recomendações de produto e literatura:

- Estimulante Ferti Nk: compreende em uma mistura de macro e micronutrientes, desenvolvido para promover rápido e vigoroso crescimento das raízes, e conseqüentemente aumento da parte aérea das culturas. Foram utilizados 0,25 g do produto para cada 2 L⁻¹ de água, seguindo as recomendações do fabricante.

-Calda de cinza de madeira: de acordo com Osaki e Darolt (1991), a cinza de madeira contém carbonato de cálcio, magnésio, fósforo e outros elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas. Ela produz rápidos efeitos desejados devido ao pequeno tamanho de suas partículas, no entanto o seu

uso indiscriminado pode trazer problemas no que refere-se a aplicação de doses excessiva. Por tanto, para o preparo da calda de cinza foram utilizadas 500 g de cinza para cada 2 L⁻¹ de água.

-Extrato de tiririca: os tubérculos da *Cyperus rotundos* L., planta vulgarmente conhecida por tiririca, possuem substâncias que são usadas para a indução de raízes em estacas, pois atuam como sinergistas no ácido indol acético (AIA) (Sarno et al., 2014). Para obtenção do extrato de *C. rotundos* foram utilizados 50 g de tubérculos frescos, lavados com água corrente, posteriormente colocados para secar em folhas de papel toalha. Mediante a metodologia de Fanti (2008), as estruturas foram trituradas em liquidificador com 2 L⁻¹ de água. O extrato aquoso de tubérculos de tiririca foi preparado no mesmo dia da produção das estacas.

A avaliação de crescimento radicular foi realizada 15 dias após o plantio das estacas, no qual 5 mudas de cada tratamento foram retiradas aleatoriamente e com o auxílio de uma régua, media-se o comprimento da raiz principal, e os resultados foram expressos em cm.

Experimento II: avaliação de crescimento de quatro cultivares de alfaces crespas

Este trabalho consistiu em avaliar 4 cultivares de alfaces crespas - Elba, Black, Mímosa e Crespa Repolhuda – as quais constituíram os tratamentos deste experimento. A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, todas preenchidas com o mesmo substrato comercial (Figura 2a e b). Foram disponibilizadas duas fileiras com 16 células para cada tratamento, ou seja, cada uma com 32 amostras, no qual foram colocadas duas sementes em cada célula, com posterior desbaste, permitindo-se o desenvolvimento de apenas uma plântula por célula ao longo do período, constituindo-se a unidade experimental.



Figura 2. Condução do experimento com mudas de quatro cultivares de alface **a)** no dia da semeadura **b)** e 10 dias após a emergência. Fonte: os autores.

O período do experimento consistiu nos meses de maio e junho de 2020 com temperaturas médias mínimas para estes meses respectivamente de 14 °C e 18 °C e médias máximas de 23°C e 25°C, além de precipitação média de 88 mm e 50 mm para os meses respectivos, segundo dados coletados pela Instituto Nacional de Meteorologia de Brasília (INMET), Estação Climatológica principal de Ponta Porã-MS.

Durante trinta dias foram realizadas as irrigações uniformes e ao final deste período, foram retiradas, ao acaso, cinco plantas de cada tratamento, no qual foram avaliadas as seguintes características:

-Número de folhas: por meio da contagem direta destas estruturas vegetativas.

-Altura de plântulas: com o auxílio de uma régua, medindo-se da base do colmo até o final da folha mais longa. Os resultados foram expressos em cm.

Análises estatísticas

O arranjo experimental utilizado nos experimentos foi em delineamento inteiramente casualizado (DIC). No experimento I, obteve-se quatro tratamentos (os 3 diferentes enraizadores e o tratamento controle, sem aplicação de estimulantes), tendo como unidade experimental os recipientes com uma estaca e considerando cinco repetições para cada tratamento. Já o experimento II, também apresentou quatro tratamentos (as diferentes cultivares de alface) e teve a parcela como uma célula da bandeja com uma plântula, além de considerar cinco repetições por tratamento.

Os dados coletados dos experimentos foram submetidos a análise de variância, e quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (Ferreira, 2010). Também foi feita a transcrição direta dos relatos de experiência de todos os participantes na execução dos dois projetos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

As médias dos tratamentos para o comprimento médio de raiz (cm) apresentaram-se significativas (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para os comprimentos médios das raízes (cm) das estacas de tomate *Sweet Grape*. Fonte: os autores.

| FV | GL | SQ | QM | Fc |
|-------------|----|-------|------|-------|
| Tratamentos | 3 | 26,29 | 8,76 | 4,52* |
| Resíduo | 16 | 30,96 | 1,93 | |
| Total | 19 | | | |

* significativo a 5% de probabilidade pela análise de variância (ANOVA).

O tratamento com calda de cinza de madeira apresentou os melhores resultados de comprimento de raiz, enquanto a testemunha apresentou os menores valores para a característica em estudo, como esperado. No entanto, os tratamentos com Ferti Nk e extrato de tiririca não diferiram entre si e em relação aos demais tratamentos (Figura 3).

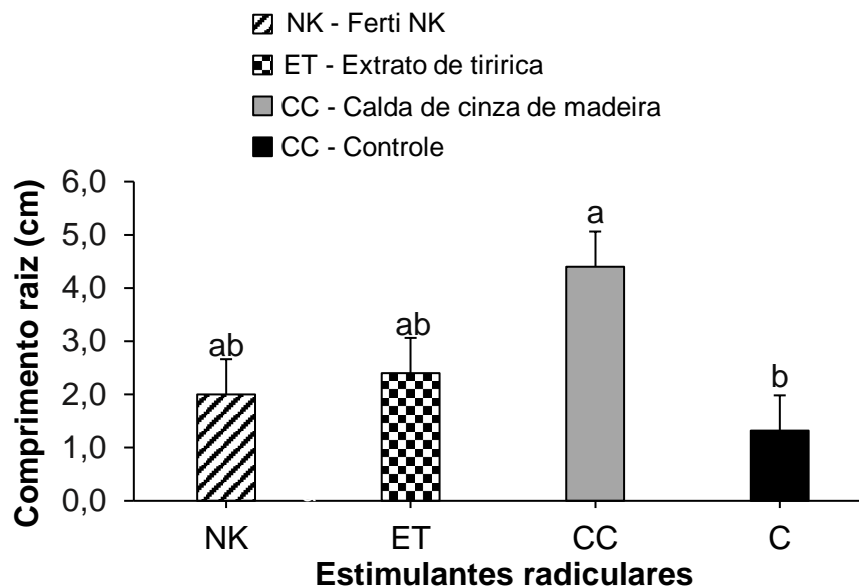


Figura 3. Comprimento médio das raízes em estacas de tomate *Sweet Grape* com diferentes estimulantes. Fonte: os autores.

Segundo Osaki e Darolt (1991), a cinza de madeira contém elementos essenciais para o desenvolvimento de mudas de tomate. Os resultados aqui obtidos permitem concluir que o uso deste estimulante natural é aconselhável ao agricultor nestas mesmas condições, uma vez que agrega na produção de mudas, mais especificamente no enraizamento, além do custo de obtenção do material que é baixo.

Verifica-se que a formação de mudas de tomate utilizando os ramos pela propagação por estaca é uma alternativa viável ao produtor e que por meio de manejos apropriados, como através do uso de enraizadores e outras práticas, podem tornar a reprodução assexuada mais explorada. Nadai et al. (2015) relatam que o tomateiro é principalmente propagado por meio de sementes e que ainda carecem estudos para a cultura em relação ao manejo pela propagação vegetativa.

A aluna responsável pela condução deste experimento, Jessica Dayane dos Santos Nogueira, enfatizou a importância desta pesquisa:

O cultivo de mini tomates ‘Sweet Grape’ é comum na região Centro-Oeste, principalmente por conta da atratividade do seu tamanho de fruto reduzido. A propagação da espécie pela semente tem um custo relativamente alto, no qual a estaquia poderia auxiliar em uma redução de custos na implantação da cultura, além de diminuir o período de juvenilidade. Estudar os diferentes enraizadores foi importante para verificar quais deles atendiam as necessidades para produção destas mudas. Além disso, a escolha

dos enarizadores baseou-se no fato de serem provenientes de materiais de fácil obtenção, uma vez que é de fundamental importância introduzir novas alternativas que supram as necessidades e ao mesmo tempo sejam acessíveis as condições econômicas dos produtores regionais.

A mesma estudante ainda relatou a surpresa pelo tratamento que obteve o melhor resultado na avaliação realizada: O enraizador comercial certamente teve os maiores investimentos em sua produção, no entanto para a variável em análise, crescimento de raiz, o enraizador com menores custos de produção obteve o resultado mais promissor, sendo ele o proveniente de caldas de cinzas de madeiras. Acredito que este resultado pode estimular o produtor rural na busca de alternativas de baixo custo e sustentáveis para outras propostas de estudo.

A professora, Jéssica Aline Linné, finalizou com a importância da experimentação agrícola na prática para os acadêmicos desta disciplina no curso Agronomia:

É importante a implantação de experimentos como os que fizemos para que os alunos vivenciam na prática noções básicas da experimentação agrícola, tais como a coleta, organização, análise e interpretação de dados. O pesquisador deve compreender a relevância do seu estudo, determinando os tratamentos, caracterizando as unidades experimentais e definindo, por exemplo, o delineamento mais compatível com o seu ensaio. Experimentos relativamente simples, como os que fizemos, podem informar resultados surpreendentes de modo a facilitar a adoção de práticas e manejos mais compatíveis com os já estabelecidos pelo produtor rural.

Experimento II

O número de folhas e a altura das mudas foi influenciado significativamente pelos tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância referente ao número de folhas e altura de plântulas (cm). Fonte: os autores.

| FV | GL | Número de Folhas | | Altura de plântulas | |
|-------------|----|------------------|-------|---------------------|-------|
| | | Qm | Fc | Qm | Fc |
| Tratamentos | 3 | 1,66 | 5,12* | 3,37 | 6,49* |
| Resíduo | 16 | 0,32 | | 0,50 | |
| Total | 19 | | | | |

* significativo a 5% de probabilidade pela análise de variância (ANOVA).

Para o número de folhas, foi constatado que a alface Elba apresentou o menor valor, enquanto a alface Black apresentou o maior número de folhas aos 30 dias após a emergência, no entanto as alfaves crespa repolhuda e mimosa não se diferiram entre elas e entre os demais tratamentos (Figura 4a).

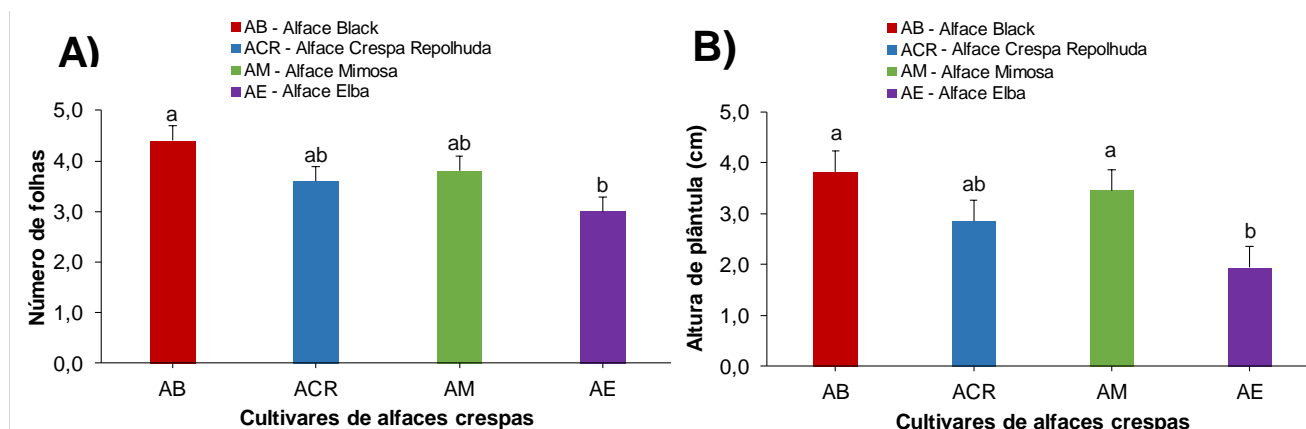


Figura 4. Avaliação de crescimento de 4 cultivares de alface. **a)** Número de folhas das diferentes cultivares de alfaces crespas aos 30 dias após a emergência; **b)** Altura das diferentes cultivares de alfaces crespas aos 30 dias após a emergência. Fonte: os autores.

A diferença na quantidade de folhas pode determinar a qualidade e escolha de uma cultivar, uma vez que o maior número se apresenta favorável à produção (Blat et al. 2011). No entanto, o número de folhas é determinado quanto à duração do período vegetativo, logo avaliações com dias superiores aos 30 após a emergência poderiam ocasionar em resultados diferentes para os tratamentos aqui trabalhados. Por outro lado, análises de desenvolvimento devem ser utilizadas, mesmo inicialmente para acompanhar o padrão de crescimento da planta ou de partes dela, permitindo inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos para o crescimento vegetal (Aguilera et al., 2004; Bragança et al., 2010; Zuffo et al., 2016).

Quanto à altura de plântulas aos 30 dias após a emergência, observou-se que as alfaces Black e Mimosa apresentaram os maiores valores para esta característica, enquanto a alface Elba apresentou a menor altura, já a alface Crespa Repolhuda apresentou resultados semelhantes aos demais tratamentos (Figura 4b). Segundo Kikuti e Marcos Filho (2012), o conhecimento do potencial fisiológico permite a produção de mudas com tamanho e qualidade uniformes, garantindo vantagens a produção em larga escala. Portanto, entende-se que as plantas uniformes em crescimento apresentam boas qualidades agronômicas.

Para as duas características analisadas o tratamento da alface cresa Black apresentou elevado potencial de crescimento, apesar de alguns tratamentos não diferirem estatisticamente deste para as variáveis em estudo. Em geral, a cultivar Elba apresentou os resultados mais baixos referente as análises de crescimento, dados que diferiram dos obtidos por Santos et al. (2009), os quais apontaram esta cultivar como uma das mais promissoras para características de crescimento em condições de elevadas temperaturas, fator que também difere deste trabalho, uma vez que as temperaturas médias durante o período experimental se apresentaram amenas.

Ao finalizar as avaliações deste experimento, a estudante em Agronomia, Janete de Oliveira, fez questão de considerar o estudo relevante na prática da experimentação, além de relatar a importância do seu amadurecimento na vivência desta pesquisa:

Para o sucesso da implantação da cultura da alface no campo é necessário que mudas de qualidades sejam produzidas, sendo, portanto, esta etapa de produção em viveiro muito relevante para o sistema produtivo com a escolha ideal da cultivar. O problema de mudas mal formadas é que elas darão origem a plantas com produção abaixo de seu potencial genético. Assim, a experiência foi bastante proveitosa para a formação profissional de todos os envolvidos, além disso, este experimento II ainda pode apresentar uma futura continuação de estudo, uma vez que seria interessante avaliar as mesmas características com dias superiores aos 30 dias após a emergência para verificar diferenças entre os mesmos tratamentos.

CONCLUSÃO

No experimento I, todos os estimulantes testados apresentam potencial de enraizamento, com destaque ao tratamento com calda de cinza de madeira que se diferiu do tratamento controle. Portanto, verifica-se que a utilização de enraizadores naturais para a produção de mudas obtidas por estacas de tomates *Sweet Grape* é viável, contudo mais estudos sobre estes estimulantes radiculares alternativos devem ser realizados, uma vez que diferentes períodos de enraizamento, bem como outras fontes de produto, além de variações ambientais podem ser relevantes à futuros estudos.

No experimento II, verifica-se que a cultivar Black apresentou maior número de folhas, diferindo-se da Elba que apresentou o menor valor para esta característica aos 30 dias após a emergência. Além disso, as cultivares Black e Mimosa apresentaram maiores alturas de plântulas aos 30 dias após a emergência, enquanto a Elba apresentou menores resultados. Logo, conclui-se que a cultivar Black apresenta bom desempenho inicial de crescimento de muda, enquanto a cultivar Elba apresenta um desenvolvimento inicial mais lento em relação as características mensuradas. No entanto, é importante sugerir o estudo em dias superiores aos 30 dias após a emergência, uma vez que os resultados para os mesmos tratamentos podem diferir-se com a evolução do tempo.

Estes ensaios consistiram em relatos de experiências que demonstraram o amadurecimento na condução de experimentos básicos de acadêmicas de agronomia. Além disso, por meio dos experimentos, foi possível obter a vivência de atividades agrícolas no cenário da olericultura com propostas promissoras para o manejo sustentável da produção de mudas destas espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, D. B., Ferreira, F. A., & Cecon, P. R. (2004). Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. *Planta Daninha*, 22, 43-51. DOI: 10.1590/S0100-83582004000100006


- Blat S. F., Sanchez, S. V., Araújo, J. A. C., & Bolonhezi, D. (2011). Desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico. *Horticultura Brasileira*, 29, 135-138. DOI: 10.1590/S0102-05362011000100024
- Bragança, S. M., Martinez, H. E. P., Leite, H. G., Santos, L. P., Lani, J. A., Sedyama, C. S., & Alvarez, V. V. H. (2010). Acumulação de matéria seca pelo cafeeiro conilon. *Revista Ceres*, 57, 48-52.
- Costa, C. D., & Sala, F. C. (2005). A evolução da alfacultura brasileira. *Horticultura Brasileira*, 23, 158-159.
- Cunha, A. H., Sandri, D., Vieira, J. A., Cortez, T. B., & Oliveira, T. H. D. (2014). *Sweet grape* mini tomato grown in culture substrates and effluent with nutrient complementation. *Engenharia Agrícola*, 34, 707-715. DOI: 10.1590/S0100-69162014000400010
- Fanti, F. P. (2008). *Aplicação de extratos de folhas e de tubérculos de Cyperus rotundus L. (Cyperaceae) e de auxinas sintéticas na estaquia caulinar de Duranta repens L. (Verbenaceae)*. Dissertação de Mestrado em Botânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 85p.
- Ferreira, D. F. (2010). *Sistema de análises estatísticas-Sisvar 5.6*. Lavras: Universidade Federal de Lavras.
- Ferreira, E. D., Viol, M. A., Carvalho, J. A., Gontijo, M. L., Rezende, F. C., & Lima, E. M. C. (2019). Tomate *Sweet Grape* cultivado com diferentes lâminas e frequências de irrigação em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 13, 3402. DOI: 10.7127/rbai.v13n301009
- Kikuti, A. L. P., & Marcos Filho, J. (2012). Testes de vigor em sementes de alface. *Horticultura Brasileira*, 30, 44-50. DOI: 10.1590/S0102-05362012000100008
- Maciél, G. M., Fernandes, M. A., Melo, O. D., & Oliveira, C. S. (2016). Potencial agrônômico de híbridos de minitomate com hábito de crescimento determinado e indeterminado. *Horticultura Brasileira*, 34, 144-148. DOI: 10.1590/S0102-053620160000100022
- Nadai, F. B., Menezes, J. B. C., Catão, H. C. R. M., Advíncula, T., & Costa, C. A. (2015). Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de propagação e substratos. *Revista Agro@ambiente On-line*, 9, 261-267. DOI: 10.18227/1982-8470ragro.v9i3.2348
- Osaki F., & Darolt M. R (1991). Estudo da qualidade de cinzas vegetais para uso como adubos na região metropolitana de Curitiba. *Revista Setor Ciências Agrárias*, 11, 197-215.
- Resende, G. M. D, Yuri, J. E., Mota, J. H., Souza, R. J. D., Freitas, S. A., & Rodrigues Junior, J. C. (2003). Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplântio de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade da alface americana. *Horticultura Brasileira*, 21, 558-563. DOI: 10.1590/S0102-05362003000300029
- Sala, F. C., & Costa, C. P. D. (2012). Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. *Horticultura Brasileira*, 30, 187-194. DOI: 10.1590/S0102-05362012000200002
- Santos, C. L., Junior, S. S., Lalla, J. G., Theodoro, A. V. C., & Nespoli, A. (2009). Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas em Cáceres-MT. *Agrarian*, 2, 87-98.


- Sarno, A. R. R., Costa, D. A. T., & Pasin, L. A. A. P. (2014). Atividade hormonal do extrato de tiririca na rizogênese de ora-pro-nobis. In: XI Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. Poços de Caldas.
- Silva, E. C., Marques, A. N. S., & Leonel, L. V. (2017). Avaliação de mudas da alface cv. elba (*Lactuca sativa* L.) em diferentes substratos. *Cultura Agronômica: Revista de Ciências Agronômicas*, 26, 520-529. DOI: 10.32929/2446-8355.2017v26n4p520-529
- Souza, A. A. L., Moreira, F. J. C., Araújo, B. A., Lopes, F. G. N., Silva, M. Ê. S., & Carvalho, B. S. (2016). Desenvolvimento inicial de duas variedades de alface em função de dois tipos de substratos e cobertura do solo. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, 10, 316-326. DOI: 10.18011/bioeng2016v10n3p316-326
- Trani, P. E., Novo, M. D. C. S., Cavallaro Júnior, M. L., & Telles L. M. (2004). Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. *Horticultura Brasileira*, 22, 290-294. DOI: 10.1590/S0102-05362004000200025
- Zuffo, A. M., Zuffo Júnior, J. M., Silva, L. M. A. D., Silva, R. L. D., Menezes, K. O. D. (2016). Análise de crescimento em cultivares de alface nas condições do sul do Piauí. *Revista Ceres*, 63, 145-153. DOI: 10.1590/0034-737X201663020005


Fontes alternativas de auxinas para enraizamento de estacas frutíferas

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 08/11/2022

 10.46420/9786581460679cap6

Isabella Raulino Pereira¹ 

Elissandra Pacito Torales^{2*} 

Rafael Lima de Carvalho² 

Cleberton Correia Santos² 

Silvia Correa Santos² 

INTRODUÇÃO

Estima-se que em 2050 a população mundial irá atingir mais de 9 bilhões de pessoas. Dessa forma, para que se possa atender essa crescente e mais exigente demanda, é preciso aumentar a produção de alimentos em 70%. Os desafios a serem enfrentados em inovação tecnológica são enormes, envolvendo a atuação de diversos setores da agronomia, considerando que a população cresce em um ritmo que as áreas agricultáveis não acompanham. O agronegócio é um dos setores mais importantes da economia brasileira, responsável, em 2020, por 26,6% do Produto Interno Bruto (PIB), 48% das exportações e 20% dos empregos formais do Brasil (Cepea, 2021).

Pode-se afirmar que o setor da fruticultura contribui de inúmeras formas para o crescimento da economia brasileira. Uma delas é que serve de fonte de alimentação, trazendo benefícios para a população, outra seria que o setor consegue gerar uma grande quantidade de empregos diretos, além dos empregos indiretos que também são gerados. De acordo com o ABRAFRUTAS (2019), no ano de 2018 as exportações brasileiras de frutas frescas e processadas geraram no primeiro bimestre do ano uma receita no montante de US\$ 98,1 milhões, com alta de 18,3% comparativamente com o mesmo período de 2017. Em termos quantitativos, foram embarcadas 124,3 mil toneladas, representando um aumento de 14,4% em relação ao período janeiro/fevereiro do ano passado.

Para se obter melhores produtividades, é necessário alguns cuidados e conhecimentos assertivos no cultivo de plantas. Um dos fatores essenciais a ser observado é a forma de propagação de cada espécie. No caso das frutíferas, a propagação vegetativa é muito utilizada, principalmente por estaquia, pois permite a produção de mudas em espécies que possuem uma baixa taxa de germinação e viabilidade das sementes, além de permitir homogeneidade no plantio. Para espécies que podem ser propagadas por

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Juara, MT, Brasil.

² Universidade Federal da Grande Dourados.

* Autora correspondente: ninapacito@hotmail.com

facilidade por este método, ele apresenta uma série de vantagens, pois é possível, com poucas matrizes produzir um maior número de mudas. Além disso, é econômico, rápido, simples e não requer a enxertia, que exige mão de obra especializada (Franzon et al., 2010).

Para facilitar e obter melhores índices de pegamento das estacas a utilização produtos à base de hormônios sintéticos, que por sua vez são utilizados em pequenas quantidades, mas que produzem respostas fisiológicas específicas, exemplificado pela floração, crescimento, amadurecimento de frutos e senescência de folhas (Petri et al., 2016). Dentre os produtos recomendados pela literatura destaca-se o ácido 3-indolbutírico (AIB), que é do grupo das auxinas, sendo utilizado para induzir a formação de raízes em estacas herbáceas e lenhosas e em cultura de tecidos, sendo utilizado na formulação de diversos compostos visando ao enraizamento de estacas.

Considerando a fisiologia da planta, intensificaram-se estudos sobre os efeitos de substâncias orgânicas modificadoras do desenvolvimento vegetal, capazes de aumentar significativamente a produtividade vegetal. Esse emprego, na agricultura, vem se tornando prática viável com o objetivo de explorar o potencial produtivo das culturas (Silva, 2012). A aplicação exógena do AIB vem sendo bem aproveitada para estimular o enraizamento de toletes em diversas espécies (Alves Neto; Cruz-Silva, 2008), além daquelas oriundas de espécies vegetais, como (AIB) presentes em suas folhas e tubérculos atuam como promotores de enraizamento.

Diante do exposto, foi realizada uma revisão de literatura com o objetivo de disponibilizar informações quanto ao potencial uso do extrato de tiririca e outras fontes de auxinas no enraizamento de estacas na produção de mudas de espécies frutíferas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi baseado em pesquisa de revisão de literatura. Para a seleção dos artigos que comportaram a amostra, foram utilizadas as bases de dados Periódicos de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes), biblioteca digital Scielo, Google Acadêmico e PubMed. Também compões essa pesquisa Trabalhos de Conclusão de Curso, Teses de Mestrado e capítulos de livros e revistas da área agronômica.

A seleção dos descritores que foram integrados na busca foram realizadas sendo considerando a variedade de termos empregados como sinônimos no contexto da língua portuguesa, então desta forma foram usados como descritores, os termos: fruticultura, produção de mudas, propagação vegetativa, estaquia, enraizamento, auxinas, Ácido Indol Butírico-AIB, tiririca, *Cyperus rotundus*, em associação simples com o termo propagação de frutíferas por estaquia, bem como esses mesmos termos em inglês, além de estudos publicados entre os anos de 2003 até 2022, em virtude da comparação e evolução das publicações nesses períodos, foram os critérios de inclusão.

Como critérios de exclusão foram retirados os artigos duplicados e os que não estavam disponíveis na íntegra. A seleção por título e objetivos, considerando os critérios de inclusão, resultou em 33 artigos que foram utilizados para complementar o artigo, dos quais após a leitura na íntegra e remoção dos artigos duplicados, foram selecionados 15 artigos completos, para discussão.

Os resultados e discussão foram apresentados de forma descritiva, por meio da exposição dos dados relativos às publicações e das análises dos conteúdos desses materiais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a busca através da metodologia relatada acima, foram selecionados 33 textos, entre artigos científicos e outros trabalhos, para a realização das coletas dos dados inseridas no presente estudo. Dentre os artigos selecionados, 15 artigos foram utilizados para complementar os resultados e discussão. A seleção foi através dos títulos e objetivos relacionados ao tema do trabalho, considerando os critérios de inclusão, os quais foram selecionados após a leitura na íntegra e remoção dos artigos que fugiam do tema proposto. Estes artigos estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Apresentação dos artigos selecionados para composição do trabalho.

| AUTORES /ANO | OBJETIVOS | METODOLOGIA | CONCLUSÃO |
|---|--|--|---|
| SANTOS FILHO, E. J. D. / 2021. | Avaliar o uso do Ácido Indolbutírico (AIB) e diferentes extratos vegetais para a promoção do enraizamento de estacas de Pitaia Vermelha. | Os tratamentos foram definidos como: TC – Tratamento controle, com as estacas imersas em água destilada durante 1 minuto; TAIB: Ácido Indolbutírico (AIB), utilizando-se o produto comercial de formulação C ₁₂ H ₁₃ NO ₂ preparado na concentração de 3000 mg L ⁻¹ . TAM: Tratamento com extrato de algas marinhas, utilizando-se o produto comercial Vitaplan (Extratos de algas marinhas: 15%, N solúvel: 2%, P solúvel: 8%, K solúvel: 6%, Ca: 1%, Mg: 1%, Cu: 0,2%), sendo feita a imersão da base das estacas por 10 minutos. TCR: Extrato de <i>Cyperus rotundus</i> , produzido a partir de tubérculos da planta; TP: Tratamento com extrato pirolenhoso, utilizando-se a dosagem de 10 ml/l, seguindo a imersão por dois minutos. | Todos os tratamentos apresentaram resultados satisfatórios em termos de desenvolvimento do sistema radicular e brotações laterais e, por este motivo, poderiam ser usados como alternativas para produção de estacas de Pitaia. Contudo, pode-se destacar, levando em consideração custo, disponibilidades, praticidade, o extrato de Algas Marinhas seria ideal para fazer parte da técnica de propagação vegetativa da Pitaia. |
| DA COSTA, E. G., BARRETO, C. F., FARIAS, R. M., & MARTINS, C. R. / 2020 | Avaliar a propagação de estacas de raízes da amoreira-preta 'BRS Xingu' em diferentes substratos. | Os tratamentos foram compostos pela propagação de estacas de raízes da amoreira-preta utilizando substrato comercial, húmus líquido, extrato aquoso de tiririca (<i>Cyperus rotundus</i>) e esterco bovino curtido. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, composto por quatro repetições de doze plantas. | Constatou-se um maior crescimento inicial das mudas de amoreira-preta no substrato com extrato de tiririca. Aos 60 dias após brotação (DAB) houve um maior percentual de brotação nas mudas, bem como maior crescimento da parte aérea e do sistema radicular quando com extrato de tiririca, substrato comercial e esterco bovino. A aplicação de extrato de tiririca e esterco bovino pode ser uma alternativa para auxiliar na propagação. |
| MÜHLBEIER, D. T., KOYAMA, R., CHAVES JUNIOR, O. J., HUSSAIN, I., | Avaliar o enraizamento de estacas herbáceas das seleções de acerolas CAMB-06 e APU-04 associadas ao uso de | As estacas foram tratadas por imersão com diferentes concentrações de AIB (0; 1.000; 2.000; 3.000 e 4.000 mg L ⁻¹) e uma aplicação de extrato aquoso de tiririca, na concentração | Aplicação de AIB na concentração 4.000 mg L ⁻¹ apresentou melhor desenvolvimento radicial, resultando em maior porcentagem de estacas enraizadas e |

| AUTORES /ANO | OBJETIVOS | METODOLOGIA | CONCLUSÃO |
|---|---|--|--|
| STENZEL, N. M. C., ROBERTO, S. R. / 2020. | ácido indolbutírico (AIB) e uma concentração de extrato aquoso de tiririca. | 100%, e dispostas para enraizar em caixas plásticas contendo vermiculita, no DIC, em arranjo fatorial 2×6 (duas seleções e seis soluções para enraizamento), com quatro repetições de dez estacas. Após 90 dias da estaquia, foram avaliadas: sobrevivência das estacas (%); retenção foliar (%); estacas enraizadas (%); brotação (%); número de raízes por estaca (%); comprimento de raízes (cm) e massa seca de raízes por estaca (g). | maior número e massa seca de raízes em relação à concentração 0 mg L ⁻¹ de AIB para a seleção CAMB-06, enquanto a seleção APU-04 pode ser propagada por estaquia herbácea com eficiência, sem o uso de AIB. Nas condições em que o experimento foi conduzido, a aplicação de 100% de extrato aquoso de tiririca não foi efetiva na promoção do enraizamento de estacas das seleções de acerola CAMB-06 e APU-04. |
| BASTOS, L. G., CALDEIRA, D. S. A., DE FREITAS, J. J., VILARINHO, M. K. C., DE OLIVEIRA, D. D. S., DE OLIVEIRA, A. J., & VIEIRA, C. L. / 2020. | Avaliar a influência de diferentes concentrações de extrato de tiririca no enraizamento de estacas de figueira em diferentes telas de sombreamento. | O delineamento adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x5 em 4 repetições, sendo 2 ambientes: tela chromatinet vermelha e tela termorefletora e 5 concentrações de extrato de tiririca (0, 2,5, 5,0, 7,5 e 10 %). Os parâmetros avaliados foram número de brotações por estacas, porcentagem de estacas enraizadas; número de raízes por estaca; comprimento da maior raiz, massa fresca e massa seca das raízes. | A tela de sombreamento chromatinet vermelha proporcionou maior número de brotações em estacas de figueira até os 45 dias após o plantio, e promoveu maior número de raízes. As concentrações de extrato de tiririca estudadas não influenciaram na produção de mudas de figueira. |
| RODRIGUES, D. H. S., DA SILVA ABES, S., FERNANDES, G. H., DOS SANTOS, J. P. G., COSTA, A. C., & BARDIVIESSO, D. M. / 2020. | Avaliar os efeitos de uma técnica alternativa de propagação de mudas de estacas de limão-Tahiti por meio de enraizamento, com o uso de extrato de tiririca. | O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por testemunha (estacas tratadas com água destilada) e tratamento de estacas com quatro extratos de tiririca, nas concentrações de: 75 g/L ⁻¹ (25%), 150 g/L ⁻¹ (50%), 225 g/L ⁻¹ (75%) e 300 g/L ⁻¹ (100%). Cada unidade experimental foi constituída por seis estacas. As avaliações foram realizadas 90 dias após o plantio, sendo mensurados os seguintes parâmetros: porcentagem de estacas enraizadas; número de raízes por estaca; comprimento das três maiores raízes por estaca; porcentagem de estacas com | O extrato de tiririca não influenciou o enraizamento das estacas de limão-Tahiti. Percentuais de estacas vivas foram significativamente maiores na concentração de 225 g/L ⁻¹ (75%), indicando que o extrato não exerceu efeito alelopático sobre o desenvolvimento e sobrevivência das estacas. Contudo, faz-se necessário estudos, para verificar a concentração ideal do extrato para o enraizamento de estacas de limão-Tahiti. |

| AUTORES /ANO | OBJETIVOS | METODOLOGIA | CONCLUSÃO |
|---|--|---|---|
| | | calos; porcentagem de estacas vivas; porcentagem de estacas não viáveis; quantidade de folhas por estacas; massa verde (%) e massa seca (%). | |
| THIESEN, L. A., SCHMIDT, D., HOLZ, E., ALTISSIMO, B. S., PINHEIRO, M. V. M., & HOLZ, E. / 2019. | Avaliar o efeito do extrato aquoso de tubérculos de tiririca (<i>Cyperus rotundus</i>), comparando-o com a ação dos hormônios vegetais ácido indolbutírico e ácido naftalenoacético, em estacas de videira (<i>Vitisvinifera</i> L.[var. Bordô e Niágara]). | O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente 95 casualizados, em esquema fatorial 2x4, sendo duas variedades (Bordô e Niágara) e quatro indutores de enraizamento (ácido indolbutírico, ácido naftalenoacético a 2.000 ppm, extrato aquoso de tiririca em 23,36 gramas e água destilada – controle). Após 125 dias de condução do experimento, foram avaliados: número de folhas, número de raízes, número de brotos, comprimento da raiz comprimento da parte aérea e massa seca da raiz e das folhas. | O extrato aquoso de tiririca promoveu resultados satisfatórios sobre o número de brotos e o comprimento de raízes, não diferindo estatisticamente dos hormônios vegetais sintéticos. Entretanto a resposta foi diferente entre as variedades, não ocasionando incremento significativo de massa seca de raiz e de folhas. O número de folhas das variedades de videira é dependente do genótipo, assim como a matéria seca de raiz e de folhas. O extrato aquoso de tiririca pode ser uma alternativa sustentável para promover o enraizamento de estacas, em função da presença de substâncias que estimulam o enraizamento. |
| ALVES, A. A. / 2019. | Avaliar o uso de extrato aquoso de tiririca sobre a capacidade de enraizamento da figueira “Roxo de Valinhos”. | O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), em Mossoró-RN. N. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente 95 casualizados, os tratamentos constituíram-se de cinco concentrações de extrato aquoso de tiririca (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), com dez repetições por tratamento. Aos 38 dias após a instalação do ensaio foram analisadas as seguintes características: Comprimento da brotação, número de brotações, diâmetro das brotações, número de folhas, porcentagem de estacas brotadas, porcentagem de estacas enraizadas, | O uso de extrato aquoso de tiririca influenciou positivamente o comprimento da raiz, o diâmetro das brotações, a porcentagem de estacas vivas e o volume de raízes, evidenciando o potencial hormonal da tiririca, sendo o tempo de imersão das estacas fator limitante para melhores resultados nas variáveis estudadas. |

| AUTORES /ANO | OBJETIVOS | METODOLOGIA | CONCLUSÃO |
|--|--|--|---|
| | | <p>percentagem de estacas vivas, comprimento da maior raiz, número de raízes por estaca e volume médio de raiz.</p> | |
| <p>MORAIS, R. R. / 2018.</p> | <p>Avaliar o efeito do tratamento de planta matriz com zinco e ethephon, sobre o enraizamento de estacas de aceroleira, sob doses de AIB.</p> | <p>Conduziu-se dois experimentos, um com a cultivar BRS 235 Apodi e outro de linhagem Elite em fase final de programa de melhoramento. Em ambos, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizados, e tratamentos distribuídos em esquema fatorial completo 3x2x4, cujo fatores foram tratamento de planta matriz (sem tratamento, zinco, e ethephon), tipos de estaca (herbácea e semilenhosas) e doses de AIB (0; 1000; 1500; 2000 mg L⁻¹), com 4 repetições. Aos 90 dias após o preparo das estacas, foram realizadas avaliações de variáveis de sobrevivência e de crescimento.</p> | <p>O uso de estacas do tipo herbácea proporciona maior percentual de enraizamento das estacas e maior massa seca de brotações e raízes; O tratamento de plantas matrizes com ethephon, dose de 100 mg L⁻¹, proporciona maior percentual sobrevivência, brotação e enraizamento das estacas; As doses de AIB utilizadas não influenciam significativamente o enraizamento de aceroleira linhagem Elite.</p> |
| <p>SCARIOT, E.; BONOME, L. T. da S.; BITTENCOURT, H. V. H.; LIMA, C. S. M. / 2017.</p> | <p>Avaliar a capacidade de enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro cv. 'Chimarrita' com a aplicação de diferentes concentrações do extrato aquoso de <i>Cyperus rotundus</i> L. em comparação com a aplicação do regulador de crescimento ácido indol-3-acético.</p> | <p>Os tratamentos consistiram em diferentes concentrações de extratos aquosos do sistema radicular e de parte aérea de <i>C. rotundus</i> L. e do regulador de crescimento ácido indol-3-acético (água destilada 100% ; extrato aquoso da parte aérea de <i>C. rotundus</i> 25%; 50% e 75% ; extrato aquoso de sistema radicular de <i>C. rotundus</i> 25%; 50% e 75%; solução de AIA 500 mg L⁻¹; solução de AIA 1000 mg L⁻¹; solução de AIA 1500 mg L⁻¹) Avaliou-se a percentagem de estacas vivas, de estacas enraizadas, de calos, o comprimento da raiz primária e a matéria seca do sistema radicular.</p> | <p>O extrato aquoso de parte aérea e sistema radicular de <i>C. rotundus</i> L. não promove o enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro cv. 'Chimarrita' no período de 90 dias. A concentração de ácido indol-3-acético 500 mg L⁻¹ é a que promove maior enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro.</p> |
| <p>CÂMARA, F. M.; CARVALHO, A.; MENDONÇA, V.; PAULINO, R.;</p> | <p>Avaliar os efeitos do extrato de tiririca na sobrevivência, enraizamento e</p> | <p>O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, esquema fatorial 5x2, (cinco extratos aquosos de tiririca, nas proporções de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%,</p> | <p>O extrato de <i>Cyperus rotundus</i> foi eficiente na percentagem de sobrevivência e percentagem de brotação de miniestacas aceroleira, entretanto não influenciou a</p> |

| AUTORES /ANO | OBJETIVOS | METODOLOGIA | CONCLUSÃO |
|---|--|---|--|
| DIÓGENES, F. / 2016. | biomassa de miniestacas de aceroleira. | dois tipos de miniestacas, sendo um par de folhas inteiras e um par de folhas reduzidas a metade), totalizando 10 tratamentos, 5 repetições e 8 miniestacas por repetição. | biomassa das miniestacas, a variação ocorreu quando o corte foi realizado ou não nas folhas da miniestaca. |
| FRANCO, D., OLIVEIRA, I. V. D. M., CAVALCANTE, Í. H. L., CERRI, P. E., & MARTINS, A. B. G. / 2007. | Avaliar a clonagem do bacuripari (<i>Redhia gardneriana</i> Miers ex Planch e Triana), pelo processo da estaquia, mediante uso de ácido indolil-3-butírico (AIB), em condições de nebulização intermitente. | O delineamento experimental foi o inteiramente 97asualizados, com 5 tratamentos, caracterizados pelas concentrações de AIB (0; 1.000; 3.000; 5.000 e 7.000 mgL ⁻¹), com 4 repetições e 10 estacas por parcela. | Sob as condições em que o trabalho foi realizado, permitese concluir que: Não há influência da concentração de auxina (AIB) na porcentagem de estacas enraizadas. |
| BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; ALMEIDA, L. F. P.; ENTELMANN, F. A.; ALVES, A. S. R. / 2006. | Estudar o potencial de enraizamento de estacas de lichieira cultivar Bengal, tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico. | Estacas semilenhosas e lenhosas de lichieira foram coletadas de ramos de plantas matrizes da cultivar Bengal, submetidas à aplicação de quatro concentrações de AIB (0, 2000, 4000 e 6000 mg L ⁻¹), em imersão por quinze segundos. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados em arranjo fatorial 2 x 4, com 4 repetições e 10 estacas/parcela. | O AIB aumentou a porcentagem de estacas enraizadas de lichieira; Estacas semilenhosas apresentam maior potencial de enraizamento em comparação às estacas lenhosas. A utilização da estaquia em lichieira é um método promissor na produção de mudas dessa frutífera. |
| PEREIRA, M.; OLIVEIRA, A. L.; GONÇALVES, A. N.; ALMEIDA, M. / 2005. | Avaliar os efeitos de diferentes substratos, valores de pH e concentrações de AIB (Ácido Indolbutírico) no enraizamento de estacas apicais de jaboticabeiras [<i>Myrciaria jaboticaba</i> (Vell.) O. Berg]. | Foi utilizada estacas apicais de jaboticabeiras da espécie <i>Myrciaria jaboticaba</i> (Vell.) O. Berg, e submetidas às condições de enraizamento, usando o delineamento parcelas divididas em subparcelas, subdivididas 2x4x5, onde os substratos areia grossa e vermiculita constituíram as subparcelas ou unidades inteiras, os valores de pH (3.5; 4.5; 5.5 e 6,5) constituíram as sub parcelas, e os valores de AIB (0; 1000; 2000; 4000 e 6000 mg.L ⁻¹) as sub subparcelas. | A utilização de ácido indolbutírico (AIB), nas concentrações testadas, não influenciou no enraizamento das estacas. |
| LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S.; | Avaliar os efeitos do ácido indol butírico (AIB) e do substrato no enraizamento de | As estacas foram tratadas com ácidoindol-3-butírico (AIB) diluído em etanol 30% nas concentrações de 500, 1000, 1500 e | A aplicação de AIB nas concentrações e 1500 e 2000 mg L ⁻¹ , após 60 dias do plantio apresentaram maior porcentagem de |

| AUTORES /ANO | OBJETIVOS | METODOLOGIA | CONCLUSÃO |
|--|---|--|---|
| SILVA, A. E. C.; RIVA, E. M. / 2003. | estacas de acerola (<i>Malpighia emarginata</i> L.). | 2000 mg L ⁻¹ e água destilada com etanol a 30% como controle, plantadas em bandejas de isopor com células de 15 cm de profundidade, contendo 4 tipos de substratos: areia esterilizada, pó de xaxim, terra+areia+esterco e vermiculita, no DIC, com quatro repetições de 12 estacas por tratamento, no esquema fatorial 4 x 5. | enraizamento. Todos os substratos utilizados foram eficientes no enraizamento das estacas, entretanto areia e vermiculita apresentaram resultados ligeiramente superiores. |
| BASTOS, D. C.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; PIO, R. / 2002. | Avaliar o efeito do estiolamento, da incisão na base da estaca e do tratamento com ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas lenhosas de caramboleira. | O experimento foi conduzido em delineamento estatístico inteiramente casualizados, em arranjo fatorial 3x4, onde os fatores estudados foram técnicas aplicadas nas estacas (estiolamento, ferimento na base e controle) e diferentes concentrações de AIB (0; 3.000; 6.000 e 9.000 mg L ⁻¹). As estacas lenhosas foram utilizadas como tratamento-controle. O estiolamento foi realizado 45 dias antes da retirada da estaca no ramo, envolvendo-se a base da futura estaca com fita plástica preta. | <p>Não houve efeito significativo da utilização do regulador de crescimento, no enraizamento de estacas lenhosas de caramboleira;</p> <p>A utilização das técnicas de estiolamento e ferimento, na base das estacas lenhosas de caramboleira, prejudicou o enraizamento das mesmas.</p> |

O uso do extrato de tiririca no enraizamento de espécies frutíferas aumenta a produção de raízes em determinadas espécies. De acordo (Alves, 2019) afirma que o uso de extrato aquoso de tiririca na figueira “Roxo de Valinhos” nas concentrações 0%, 25%, 50%, 75% e 100% influenciou positivamente o comprimento da raiz, o diâmetro das brotações, a porcentagem de estacas vivas e o volume de raízes, evidenciando o potencial hormonal da tiririca, sendo o tempo de imersão das estacas fator limitante para melhores resultados nas variáveis estudadas. Quando utilizada no enraizamento de videiras (variedade Bordô e Niágara) e quatro indutores de enraizamento (ácido indolbutírico, ácido naftalenoacético, extrato aquoso de tiririca e água destilada – controle), o extrato aquoso de tiririca também promoveu resultados satisfatórios sobre o número de brotos e o comprimento de raízes (Thiesen et al., 2019).

Rodrigues et al. (2020) avaliou os efeitos de uma técnica alternativa de propagação de mudas de estacas de limão-Tahiti por meio de enraizamento, com o uso de extrato de tiririca. Os percentuais de estacas vivas foram significativamente maiores na concentração de 225 g^L (75%), indicando que o extrato não exerceu efeito alelopático sobre o desenvolvimento e sobrevivência das estacas. O extrato de tiririca não influenciou o enraizamento das estacas de limão-Tahiti. Vindo de encontro com essa afirmativa, Scariot et al. 2017 afirma que, no pessegueiro vr. Chimarrita, a aplicação de diferentes concentrações do extrato aquoso de *Cyperus rotundus* L. em comparação com a aplicação do regulador de crescimento ácido indol-3-acético, não promove o enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro cv. ‘Chimarrita’ no período de 90 dias. A concentração de ácido indol-3-acético 500 mg L⁻¹ é a que promove maior enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro.

As concentrações de extrato de tiririca (0, 2,5, 5,0, 7,5 e 10%) estudadas por Bastos et al. (2020) não influenciaram na produção de mudas de figueira, corroborando com (Santos Filho, 2021), que comparando o tratamento com o extrato de *C. rotundus* a outros enraizadores – extrato de algas marinhas (Vitaplan), AIB sintético, extrato piralenhoso, foi o que proporcionou um desenvolvimento de raiz inferior aos demais tratamentos.

Quando se trata de aceroleiras, (Câmara et al., 2016) avaliou os efeitos do extrato de tiririca na sobrevivência, enraizamento e biomassa de miniestacas nas proporções de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, utilizando dois tipos de miniestacas, sendo um par de folhas inteiras e um par de folhas reduzidas a metade. O extrato de *Cyperus rotundus* foi eficiente na porcentagem de sobrevivência e porcentagem de brotação de miniestacas aceroleira, entretanto não influenciou a biomassa das miniestacas. A variação ocorreu quando o corte foi realizado ou não nas folhas da miniestaca.

Lopes et al. (2003) avaliaram os efeitos do ácido indol butírico (AIB) e do substrato no enraizamento de estacas de acerola (*Malpighia emarginata* L.), utilizando estacas tratadas com ácido indol-3-butírico (AIB) diluído em etanol 30% nas concentrações de 500, 1000, 1500 e 2000 mg L⁻¹ e água destilada com etanol a 30% como controle, plantadas em bandejas de isopor com células de 15 cm de profundidade, contendo 4 tipos de substratos: areia esterilizada, pó de xaxim, terra+areia+esterco e vermiculita. A aplicação de AIB nas concentrações e 1500 e 2000 mg L⁻¹, após 60 dias do plantio

apresentaram maior porcentagem de enraizamento. Todos os substratos utilizados foram eficientes no enraizamento das estacas, entretanto areia e vermiculita apresentaram resultados ligeiramente superiores.

Mühlbeier et al. (2020) avaliou o enraizamento de estacas herbáceas das seleções de acerolas CAMB-06 e APU-04 associadas ao uso de ácido indolbutírico (AIB) e uma concentração de extrato aquoso de tiririca. As estacas foram tratadas por imersão com diferentes concentrações de AIB (0; 1.000; 2.000; 3.000 e 4.000 mg L⁻¹) e uma aplicação de extrato aquoso de tiririca, na proporção 100%, e dispostas para enraizar em caixas plásticas contendo vermiculita. Após 90 dias da estaquia, foram avaliadas: sobrevivência das estacas (%); retenção foliar (%); estacas enraizadas (%); brotação (%); número de raízes por estaca (%); comprimento de raízes (cm) e massa seca de raízes por estaca (g). Aplicação de AIB na concentração 4.000 mg L⁻¹ apresentou melhor desenvolvimento radicial, resultando em maior porcentagem de estacas enraizadas e maior número e massa seca de raízes em relação à concentração 0 mg L⁻¹ de AIB para a seleção CAMB-06, enquanto a seleção APU-04 pode ser propagada por estaquia herbácea com eficiência, sem o uso de AIB. Nas condições em que o experimento foi conduzido, a aplicação de 100% de extrato aquoso de tiririca não foi efetiva na promoção do enraizamento de estacas das seleções de acerola CAMB-06 e APU-04.

A utilização do AIB como enraizador é uma alternativa crescente nas últimas décadas, mas alguns trabalhos não obtiveram resultados positivos com o uso deste hormônio. (Pereira, 2005) avaliaram os efeitos de diferentes substratos, valores de pH e concentrações de AIB (Ácido Indolbutírico) no enraizamento de estacas apicais de jaboticabeiras [*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg]. Utilizou-se estacas apicais de jaboticabeiras da espécie *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg, e submetidas às condições de enraizamento, usando o delineamento parcelas divididas em subparcelas, subdivididas 2 x 4 x 5, onde os substratos areia grossa e vermiculita constituíram as subparcelas ou unidades inteiras, os valores de pH (3,5; 4,5; 5,5 e 6,5) constituíram as sub parcelas, e os valores de AIB (0; 1000; 2000; 4000 e 6000 mg L⁻¹) as sub subparcelas. Apesar dos tratamentos e metodologias aplicadas neste trabalho, a utilização de ácido indolbutírico (AIB), nas concentrações testadas, não influenciou no enraizamento das estacas.

Vindo de encontro com os resultados deste trabalho, Bastos et al. (2002) avaliou o efeito do estiolamento, da incisão na base da estaca e do tratamento com ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas lenhosas de caramboleira. O experimento onde os fatores estudados foram técnicas aplicadas nas estacas (estiolamento, ferimento na base e controle) e diferentes concentrações de AIB (0; 3.000; 6.000 e 9.000 mg L⁻¹), não obteve efeito significativo da utilização do regulador de crescimento, no enraizamento de estacas lenhosas de caramboleira.

Franco et al. (2007) também não obteve resultados positivos utilizando AIB: avaliou a clonagem do bacuripari (*Redhia gardneriana* Miers ex Planch e Triana), pelo processo da estaquia, mediante uso de ácido indolil-3-butírico (AIB), em condições de nebulização intermitente. Foram estudadas concentrações de AIB (0; 1.000; 3.000; 5.000 e 7.000 mgL⁻¹), com 4 repetições e 10 estacas por parcela.

Sob as condições em que o trabalho foi realizado, permitiu-se concluir que: não houve influência da concentração de auxina (AIB) na porcentagem de estacas enraizadas.

Bastos et al. (2006) estudaram o potencial de enraizamento de estacas de lichieira (nome científico) (semilenhosas e lenhosas) cultivar Bengal, tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico, submetidas à aplicação de quatro concentrações de AIB (0, 2000, 4000 e 6000 mg L⁻¹), em imersão por quinze segundos. O AIB aumentou a porcentagem de estacas enraizadas de lichieira; Estacas semilenhosas apresentam maior potencial de enraizamento em comparação às estacas lenhosas. A utilização da estaquia em lichieira é um método promissor na produção de mudas dessa frutífera.

A aplicação de extrato de tiririca e esterco bovino pode ser uma alternativa para auxiliar na propagação da amoreira-preta. Da Costa et al. (2020) avaliaram a propagação de estacas de raízes da amoreira-preta 'BRS Xingu' em diferentes substratos. Os tratamentos foram compostos pela propagação de estacas de raízes da amoreira-preta utilizando substrato comercial, húmus líquido, extrato aquoso de tiririca (*Cyperus rotundus*) e esterco bovino curtido. Constatou-se um maior crescimento inicial das mudas de amoreira-preta no substrato com extrato de tiririca. Aos 60 dias após brotação (DAB) houve um maior percentual de brotação nas mudas, bem como maior crescimento da parte aérea e do sistema radicular quando com extrato de tiririca, substrato comercial e esterco bovino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do extrato de tiririca como enraizador de estacas frutíferas, associado a outros tratamentos, é uma alternativa viável, natural e promissora na propagação de plantas.

O êxito na utilização do extrato de tiririca e outras auxinas sintéticas depende da dose e da associação de outros fatores, variando de uma espécie frutífera para outra.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FUNDECT, pela concessão das bolsas e pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAFRUTAS. Estatísticas de exportações de frutas no primeiro semestre de 2019. Disponível em:

<<https://abrafrutas.org/2019/07/estatistica-de-exportacoes-de-frutas-no-primeiro-semester-de-2019/>>. Acesso em: 13 maio de 2022.

Alves Neto, A. J., & Cruz-Silva, C. T. A. (2008). Efeito de diferentes concentrações de extratos aquosos de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) sobre o enraizamento de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp). *Monografia (Graduação em Agronomia)-Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel. Recuperado de* <http://www.fag.edu.br/tcc/2008/Agronomia/efeito_de_diferentes_concentracoes_de_extratos_aquosos_de_tiririca_sobre_o_enraizamento_de_cana_de_acucar.pdf>.

- Alves, A. A. (2019). Enraizamento de estacas de figueira “Roxo-de-Valinhos” imersas em concentrações de extrato aquoso de tiririca (*Cyperus rotundus*). Trabalho de Conclusão de Curso, UFERSA, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.
- Azevedo, C. P. M. F. D., Ferreira, P. C., Santos, J. S. D., & Pasin, L. A. A. P. (2009). Enraizamento de estacas de cana-do-brejo. *Bragantia*, 68, 909-912.
- Bastos, D. C., Pio, R., Scarpate Filho, J. A., Almeida, L. F. P. D., Entelmann, F. A., & Alves, A. S. R. (2006). Tipo de estaca e concentração de ácido indobutírico na propagação da Lichieira. *Ciência e Agrotecnologia*, 30, 97-102.
- Bastos, D. C. (2002). Efeito da época de coleta, estágio do ramo e do tratamento com IBA no enraizamento de estacas de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.). *Bib. Bvs-vet, Jaboticabal*, 75.
- Bastos, L. G., Caldeira, D. S. A., de Freitas, J. J., Vilarinho, M. K. C., de Oliveira, D. D. S., de Oliveira, A. J., & Vieira, C. L. (2020). Environments and concentrations of tiririca extract in the rooting of fig cuttings. *Research, Society and Development*, 9(11) 2525-3409.
- Buainain, A. M. (Ed.). (2007). *Cadeia produtiva de frutas* (Vol. 7). *Bib. Orton IICA/CATIE*.
- Câmara, F. M. M., de Carvalho, A. S., Mendonça, V., da Cruz Paulino, R., & Diógenes, F. É. P. (2016). Sobrevivência, enraizamento e biomassa de miniestacas de aceroleira utilizando extrato de tiririca. *Comunicata Scientiae*, 7, 133-138.
- CEPEA (2021). O PIB do agronegócio brasileiro. 2021. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 30/05/22.
- Da Costa, E. G., Barreto, C. F., Farias, R. M., & Martins, C. R. (2020). Propagação de amoreira-preta em diferentes substratos e estimuladores de enraizamento. *Brazilian Journal of Development*, 6, 36654-36662.
- Duffles, R. (2021). Agronegócio: Brasil bate recorde na exportação de frutas com receita de US\$ 1 bi em 2021. Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/agronegocio-brasil-bate-recorde-na-exportacao-de-frutas-com-receita-de-us-1-bi-em-2021/>> Acesso em: 16 maio de 2022.
- Dutra, L. F., Kersten, E., & Fachinello, J. C. (2002). Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. *Scientia agrícola*, 59, 327-333.
- Fachinello, J. C., Hoffmann, A. & Nachtigal, J. (2005). Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. (Eds.). Brasília: Embrapa informação tecnológica. 69- 109.
- Fanti, F. P. (2008). Aplicação de extratos de folhas e de tubérculos de *Cyperus rotundus* L. (*Cyperaceae*) e de auxinas sintéticas na estaquia caulinar de *Duranta repens* L. (*Verbenaceae*). Dissertação (Pós-Graduação em Botânica) –Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 69.
- Floriano, E. P. (2004). *Produção de mudas florestais por via assexuada*. Santa Rosa: ANORGS.


- Franco, D., Oliveira, I. V. D. M., Cavalcante, Í. H. L., Cerri, P. E., & Martins, A. B. G. (2007). Estaquia como processo de clonagem do bacuripari (*Redbia gardneriana* Miers ex Planch e Triana). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29, 176-178.
- Franzon, R. C., Carpenedo, S., & Silva, J. C. S. (2010). *Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras*. Brasília: EMBRAPA Cerrados. Doc.283, 54, 1517-5111
- Gasques, J. G. O., Vieira Filho, J. E. R. O., & Navarro, Z. O. *A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas*. Brasília: Ipea (2010).
- Gazzoni, D. L. (2017). Como alimentar 10 bilhões de cidadãos na década de 2050?. *Ciência e Cultura*, 69, 33-38.
- Hartmann, HT, & Kester, DE (1963). Propagação de plantas: princípios e prática. *Ciência do Solo*, 95, 89.
- Lopes, J. C., Alexandre, R., Silva, A., & Riva, E. (2003). Influência do ácido indol-3-butírico e do substrato no enraizamento de estacas de acerola. *Current Agricultural Science and Technology*, 9, 79- 83.
- Lorenzi, H. (2008). Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Editora plantarum, volume 3, 425.
- Morais, R. R. D. (2018). *Uso de reguladores de crescimento em plantas e estacas de aceroleira (Malpighia emarginata D.C.)*. Dissertação, UFPB, Areia, Paraíba, Brasil.
- Mühlbeier, D. T., Koyama, R., Chaves Junior, O. J., Hussain, I., Stenzel, N. M. C., & Roberto, S. R. (2020). Enraizamento de estacas de *Malpighia emarginata* DC (seleções CAMB-06 e APU-04) associadas ao uso do ácido indolbutírico e extrato aquoso de *Cyperus rotundus* L. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 42.
- Ono, E. O., & Rodrigues, J. D. (1996). Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares. Jaboticabal: Funep, 83.
- Pereira, M., Oliveira, A. D., Gonçalves, A. N., & Almeida, M. D. (2005). Efeitos de substratos, valores de pH, concentrações de AIB no enraizamento de estacas apicais de jaboticabeira [*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg.]. *Scientia Forestalis*, 69, 84-92.
- Petri, J. L., Hawerth, F. J., Leite, G. B., Sezerino, A. A., & Couto, M. (2016). *Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado*. Epagri, Florianópolis, Santa Catarina, 141
- Rodrigues, D. H. S., da Silva Abes, S., Fernandes, G. H., dos Santos, J. P. G., Costa, A. C., & Bardivieso, D. M. (2020). Efeito do extrato de tiririca no enraizamento de estacas de limão-Tahiti. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 15, 215-220.
- Rodrigues, R. (2021). Desafios e oportunidades da fruticultura. Forbes. Disponível em: <https://forbes.com.br/colunas/2021/06/roberto-rodrigues-desafios-e-oportunidades-da-fruticultura/>. Acesso em: 20 maio de 2022.
- Rufino, D. C. (2015). *Propagação por estaquia em umbugeueira*. Dissertação, UFPB, Areia, Paraíba, Brasil. 64 <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/3903>. Acesso em: 20 maio de 2022.


- Santos Filho, E. J. dos (2021). Efeito do Ácido Indolbutírico e extratos naturais no enraizamento de estacas de Pitaia vermelha (*Hylocereus undatus* (Ham) Britton & Rose) no município de Macaíba-RN. 2021. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agroômica) - Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba.
- Scariot, E., da Silva Bonome, L. T., Bittencourt, H. V. H., & Lima, C. S. M. (2017). Extrato aquoso de *Cyperus rotundus* no enraizamento de estacas lenhosas de *Prunus persica* cv. 'Chimarrita'. Revista de Ciências Agroveterinárias, 16(2), 195-200.
- Thiesen, L. A., Schmidt, D., Holz, E., Altissimo, B. S., Pinheiro, M. V. M., & Holz, E. (2019). Viabilidade do extrato aquoso de *Cyperus rotundus* como indutor de enraizamento em estacas de videira em comparação com hormônios sintéticos. Acta Biológica Catarinense, 6, 14-22.

Produção de mudas de hortaliças propagadas em bandejas de isopor e polietileno


Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 08/11/2022

 10.46420/9786581460679cap7


Jean Alisson da Silva¹ 

Elissandra Pacito Torales² 

Diego Menani Heid^{3*} 

Cleberton Correia Santos² 

Silvia Correa Santos² 

Renan Marré Biazatti² 

INTRODUÇÃO

O crescente aumento da população mundial bem como a maior exigência por alimentos de qualidade faz a demanda e procura por alimentos se elevarem tornando-se necessário à busca de técnicas que visam aumento de produção e produtividade dos sistemas produtivos. Outro fator e num contexto recente, devido à pandemia de COVID-19, que propiciou o fechamento de inúmeros setores da sociedade, consequentemente modificando comportamentos e dentre eles o da alimentação (Mehmet; Özlem, 2020), pode ser evidenciado um aumento na busca por parte das pessoas em consumirem alimentos mais saudáveis, destacando-se alimentos de consumo in natura, como as hortaliças (Fernandes, Fernandes, Oliveira, Rodrigues, Fiates; Proença, 2015).

Entre os sistemas produtivos destaca-se o de espécies olerícolas, que é característico pela necessidade de produção de mudas de algumas espécies, visando garantir qualidade, precocidade, regularidade e produtividade (Furlani; Purquerio, 2010). Santos, Bezerra, Nascimento e Pradela (2019) ressaltam o cuidado na escolha do tipo da semente, substrato e tipos de bandejas que será ideal para a cultura pois uma escolha inapropriada pode causar grandes perdas na produção inicial e na fase final da colheita.

Costa, Durante, Nagel, Ferreira e Santos (2011) relatam que a qualidade das mudas de maneira geral, assim como no sistema de produção de hortaliças, pode ser melhorada quando produzida em cultivo protegido, principalmente ao levar em consideração a maior padronização das plantas.

Na produção de mudas e/ou plantas propagadas via sementes, um dos aspectos necessários a se analisar durante a germinação é o desempenho da semente no decorrer do processo, sendo que as

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Juara, MT, Brasil.

² Universidade Federal da Grande Dourados.

³ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

* Autor correspondente: diegoheid@hotmail.com

que resultam em plântulas vigorosas são as sementes com alta germinação e bem desenvolvidas, mesmo estando em diferentes condições edafoclimáticas (Krzyzanowski et al., 2018).

Considerando que cada plântula tem características morfológicas distintas, independente das condições ambientais e de produção, além do uso adequado de materiais e metodologias é necessário escolher as melhores mudas para o transplante em local definitivo. Essa escolha, geralmente é visual, baseada em características morfológicas como altura e diâmetro (Lima et al., 2019).

Atualmente existem inúmeras variações de modelos disponíveis de recipientes no mercado para a produção de hortaliças, dentre eles as bandejas, método que vem sendo muito utilizado as quais possuem diferentes tamanhos e número de células bem como diferentes materiais de confecção (Tiago, 2019).

No processo de propagação de plantas a escolha correta do recipiente faz-se necessária, pois alguns recipientes não promovem condições ideais ao desenvolvimento de mudas podendo influenciar negativamente o potencial de crescimento das raízes e conseqüentemente da parte aérea das plantas (Vargas et al., 2011), ocasionando ainda maior ou menor tempo de permanência das mudas no viveiro, em função do grau de interferência que o recipiente pode causar.

Inúmeras são as espécies de hortaliças que são produzidas e consumidas no Brasil, dentre as quais, destacam-se a rúcula, a couve-de-folhas e o almeirão. A rúcula (*Eruca sativa* Garsault) é uma hortaliça da família Brassicaceae, originária do Mediterrâneo e da Ásia Ocidental, tendo como parte comercializável e comestível as folhas (que se destaca por ser rica em ferro, vitaminas A e C, minerais e cálcio) sendo sua forma de propagação por semente. A couve-de-folhas (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), também da família Brassicaceae, é uma hortaliça com que apresenta caule ereto e emite novas folhas continuamente ao redor do caule. É muito rica em nutrientes, especialmente cálcio, ferro e vitaminas A, C, K e B5, sendo sua forma de propagação por semente ou por plantio do broto lateral. O almeirão (*Cichorium intybus* L.) é uma hortaliça de origem Europeia mediterrânea, pertencente à família Asteraceae. Planta herbácea com ciclo anual, folhosa, sua principal forma de ser consumida é in natura e apresenta sabor amargo e característico tendo como principal forma de propagação o uso de sementes (Filgueira, 2013).

Em função do exposto acima se objetivou com o estudo avaliar as características das plântulas/mudas de diferentes espécies de hortaliças cultivadas em função de diferentes materiais das bandejas (isopor e polietileno) de propagação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em bancadas entre 17/04/2022 e 29/05/2022 em condições de sombreamento de 50 % de luminosidade e variações de temperatura de ambiente de 15 °C a 35 °C durante o experimento, na Cidade de Juara no Estado de Mato Grosso nas seguintes coordenadas: 11°14'37.1"S57°30'51.6"W. A classificação climática segundo Köppen é Am (clima tropical úmido ou

subúmido) devido sua localização geográfica (Alvares et al., 2013).

Fotos ilustrativas da localização bem como das bancadas podem ser observadas na Figura 1.



Figura 1. (A) Imagem de satélite do local onde foi realizado o experimento em Juara Mato Grosso. Fonte: Google Maps 2022. (B) Foto local do experimento. Fonte: Os autores.

Estudou-se dois tipos de bandejas (isopor com 128 cédulas e polietileno com 162 cédulas) e três espécies de hortaliças (rúcula, couve – de- folhas e almeirão) totalizando seis tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, arranjados em esquema fatorial 2 (bandejas) x 3 (espécies). A unidade experimental foi composta por 40 cédulas, com uma muda em cada cédula.

Antes do preenchimento das bandejas as mesmas foram desinfetadas com solução de hipoclorito, secas e novamente molhadas com água para retenção do substrato durante o preenchimento. Utilizou-se o substrato comercial VIVATO SLIM PLUS, que foi distribuído de forma uniforme. As características do substrato contidas na embalagem são: 48 % de umidade; densidade de 260 kg/m³ (base seca); p.H 6,0; capacidade de retenção 200 %; condutividade elétrica (mS/cm) 1,2.

Após o preenchimento das bandejas realizou-se a semeadura das diferentes espécies em suas respectivas parcelas, sendo semeada uma semente por cédula empregando-se a profundidade referente a três vezes o tamanho da semente propagada. Após o processo de semadurra realizou-se a rega para retirada do bolsão de ar e contato da semente com o substrato.

Fotos ilustrativas das bandejas bem como das embalagens das sementes das espécies utilizadas no experimento podem ser observadas na Figura 2.



Figura 2. (A) Bandejas similares às utilizadas no estudo. (B) Embalagens das sementes das espécies utilizadas no experimento. Fonte: Os autores.

Após a semeadura foi efetuado regas diárias visando manter a capacidade recipiente de cada bandeja.

Aos 42 dias após a semeadura (DAS) realizou-se a colheita das plântulas, momento em que foi avaliado: o comprimento da raiz e da parte aérea das plântulas (com o auxílio de régua graduada em milímetro - mm), diâmetro do coleto (com auxílio de um paquímetro digital - mm), peso da massa fresca e seca (obtenção de peso constante em circulação de ar forçada à temperatura de $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até atingir massa constante) da parte aérea e das raízes com auxílio de balança analítica eletrônica de alta precisão (g) e quantificou-se o número de folhas.

Fotos das etapas do processo de colheita e avaliação podem ser observados na Figura 3.



Figura 3. (A) Coleta das plântulas nas bandejas. (B) Lavagem das raízes para retirada do substrato. (C) Medição de altura de plântulas e comprimento de raízes. (D) Divisão de parte aérea e raízes para pesagem. (E) Pesagem para massa fresca. (F) Aferição do diâmetro do coleto. (G) Secagem em estufa com circulação de ar forçada para obtenção de massa seca. (H) Pesagem massa seca. Fonte: Os autores.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativos pelo teste F aplicou-se o teste t para tipos de bandejas e para as espécies as médias dos dados foram comparadas pelo teste de Tukey, sendo todos os testes aplicados ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado influências significativas da interação dos fatores estudados para o comprimento de raiz e a altura de plântulas ($p > 0,05$). O comprimento de raiz apresentou influência significativa do fator isolado tipo de bandeja (Tabela 1).

Tabela 1. Comprimento de raiz e altura de plântulas de diferentes espécies de hortaliças cultivadas em bandejas de isopor e polietileno. UNEMAT, Juara – MT, 2022.

| Fatores em estudo | Comprimento de raiz (cm) | Altura de plântulas (cm) |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Bandejas | | |
| Isopor | 6,50 b | 6,65 a |
| Polietileno | 8,82 a | 6,69 a |
| Espécies de hortaliças | | |
| Almeirão | 7,37 a | 5,99 a |
| Couve- de – folhas | 7,77 a | 7,44 a |
| Rúcula | 7,83 a | 6,59 a |
| C.V. (%) | 31,64 | 23,83 |

*Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para espécies de hortaliças e pelo teste t de Student, para bandejas, a 5% de probabilidade.

As raízes das plântulas produzidas em bandeja de polietileno foram maiores em 2,32 cm as plântulas cultivadas em bandejas de isopor, porém na parte aérea não houve diferença. O maior comprimento pode estar atribuído à questão de temperatura do substrato uma vez que as bandejas de polietileno devido sua coloração escura tende a elevar a temperatura propiciando melhor condição para o desenvolvimento das raízes uma vez que o experimento foi realizado em sombreamento e em época com temperaturas mínimas mais baixas. Segundo Filgueira (2013) a temperatura média de maneira geral para um bom desenvolvimento das espécies hortícolas em estudo de maneira geral é de 12° a 24° C, com média no presente estudo de 23,9 °C.

Com relação à altura de plantas em função do sombreamento, as plântulas podem ter apresentado certo estiolamento inicial, não havendo assim diferenças significativas entre as espécies e tipos de bandejas. Associado às temperaturas, a ausência de luminosidade promove o estiolamento das plantas, baixo desenvolvimento dos cloroplastos e redução na atividade de algumas enzimas (Mozambani; Bicudo, 2009), podendo assim afetar o seu crescimento.

O número de folhas foi influenciado significativamente pelas diferentes espécies de hortaliças, enquanto que o diâmetro do coleto não foi influenciado por nenhuma das características avaliadas (Tabela 2).

Tabela 2. Número de folhas e diâmetro do coleto de plântulas de diferentes espécies de hortaliças cultivadas em bandejas de isopor e polietileno. UNEMAT, Juara – MT, 2022.

| Fatores em estudo | Número de Folhas | Diâmetro Coleto (mm) |
|-------------------------------|------------------|----------------------|
| Bandejas | | |
| Isopor | 3,44 a | 1,10 a |
| Polietileno | 3,37 a | 0,89 a |
| Espécies de hortaliças | | |
| Almeirão | 3,63 ab | 0,93 a |
| Couve- de - folhas | 2,67 b | 1,02 a |
| Rúcula | 3,93 a | 1,04 a |
| C.V. (%) | 21,19 | 20,24 |

*Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para espécies de hortaliças e pelo teste t de Student, para bandejas, a 5% de probabilidade.

A rúcula e o almeirão apresentaram a maior quantidade de folhas, superando em 1,26 e 0,96 folhas, respectivamente a couve - de - folhas, mostrando ser esta uma característica genética dessas espécies em seu desenvolvimento inicial. O número de folhas é fator relevante pois está diretamente atrelado a capacidade fotossintética, bem como o fluxo da produção de fotoassimilados da folha e desenvolvimento vegetativo das melhorando a produção verde e conseqüentemente a matéria seca (Zhang; Hu-Ang, 2015).

A não diferença significativa e média geral de cerca de 1,00 mm de diâmetro de coleto pode estar relacionado ao período de avaliação bem como ao provável estiolamento em função da luminosidade aplicada a todas as espécies. Temperaturas mais amenas associadas a menores taxas de radiação promovem um maior comprimento do coleótilo (Parfitt, 2000), favorecendo a redução na taxa fotossintética, diminuindo a taxa de crescimento (Mozambani; Bicudo, 2009).

Não foi observado diferenças significativas dos fatores estudados para massa fresca e seca da parte aérea e raízes (Tabela 3). Embora tenha havido diferenças numéricas em relação as espécies para a massa fresca da parte aérea não houve influência significativa, sendo as plântulas de rúcula as que apresentaram os maiores valores ($0,32 \text{ g planta}^{-1}$), sendo maior em valor em $0,08$ e $0,019 \text{ g planta}^{-1}$) as plântulas de couve – de - folhas e almeirão, respectivamente. Esse pode estar relacionado as características da própria espécie em reter inicialmente maior quantidade de água. Plantas mais velha, ou seja, com maior massa fresca e seca da parte aérea e raiz são mais propensas a se adaptarem às condições de campo no transplântio Andriolo (2017).

Tabela 3. Massas frescas (MF) e secas (MS) de plântulas de diferentes espécies de hortaliças cultivadas em bandejas de isopor e polietileno. UNEMAT, Juara – MT, 2022.

| Fatores em estudo | Parte aérea (g planta ⁻¹) | | Raiz (g planta ⁻¹) | |
|-------------------------------|---------------------------------------|--------|--------------------------------|--------|
| | MF | MS | MF | MS |
| Bandejas | | | | |
| Isopor | 0,24 a | 0,05 a | 0,03 a | 0,01 a |
| Polietileno | 0,22 a | 0,03 a | 0,03 a | 0,02 a |
| Espécies de hortaliças | | | | |
| Almeirão | 0,13 a | 0,03 a | 0,03 a | 0,01 a |
| Couve- de - folhas | 0,24 a | 0,05 a | 0,04 a | 0,02 a |
| Rúcula | 0,32 a | 0,04 a | 0,03 a | 0,02 a |
| C.V. (%) | 62,56 | 63,27 | 49,49 | 40,81 |

*Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para espécies de hortaliças e pelo teste t de Student, para bandejas, a 5% de probabilidade.

Nota-se então que no desenvolvimento inicial das mudas das diferentes espécies de hortaliças estudadas, a bandeja de polietileno foi a que proporcionou um maior comprimento de raízes, e que apesar das espécies serem diferentes, se comportaram de forma semelhante nas características estudadas, exceto para número de folhas. Recomenda-se mais estudos com diferentes espécies de hortaliças e recipientes para essa região, visto que são escassos os mesmos, como forma de contribuir ao pequeno produtor rural na produção de mudas de melhor qualidade.

CONCLUSÕES

Nas condições do estudo foi possível concluir que a bandeja de polietileno foi a melhor alternativa para o desenvolvimento inicial das raízes e que o número de folhas teve comportamento diferente entre as espécies de hortaliças estudadas.

Há a necessidade de estudo por maior período de tempo para afirmação dos resultados na região de Juara – MT.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FUNDECT, pela concessão das bolsas e pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andriolo, J. L. (2017). *Olericultura geral*. Santa Maria. Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciência, Editora UFSM.


- Alvares, C. A., Stape, J. L.; Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711-728. DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507
- Costa, E., Durante, L. G. Y., Nagel, P. L., Ferreira, C. R., & Santos, A. (2011). Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. *Revista Ciência Agronômica*, 42, 1017-1025. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000400026>
- Fernandes, A.C., Oliveira, R. C., Rodrigues, V. M., Fiates, G. M. R., & Proença, R. P. C. (2015). Perceptions of university students regarding calories, food healthiness, and the importance of calorie information in menu labelling. *Appetite*, 91, 173-178. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.04.042>
- Filgueira, F.A.R. (2013). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças* (3a ed). Editora UFV.
- Furlani, P. R., & Purquerio, L. F. V. (2010). *Avanços e desafios na nutrição de hortaliças*. In: Prado, R. M. Cecílio Filho, A. B., Correa, M. A. R., Puga, A.P. Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças. Jaboticabal, Editora Funep.
- Krzyzanowski, F. C., França-Neto, J. DE B., & Henning, A. A. (2018). A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. *Circular Técnica 136*, 1- 24.
- Lima, S. L., Couto, C. A., Souza, E. R. B., & Marimon Junior, B. H. (2019). Qualidade de mudas de olerícolas baseada em parâmetros de crescimento e influência de biochar. *Ipê Agronomic Journal*, 3, 80-90.
- Mehmet N., & Özlem A. (2020). Eating habits changes during covid-19 pandemic lockdown. *Estüdam Halk Sağlığı Dergisi*, 5, 169-177. <https://doi.org/10.35232/estudamhsd.796735>
- Mozambani, A. E., & Bicudo, S. J. (2009). Efeito da temperatura e da luz no desenvolvimento de plântulas de milho. *Nucleus*, 6, 211-222. <https://doi.org/10.3738/nucleus.v6i1.138>
- Parfitt, J. M. B. *Produção de milho e sorgo em várzea*. (2000). Embrapa Clima Temperado. Documentos, 74. Pelotas: Embrapa Clima Temperado.
- Santos, I. P., Bezerra, E. M. A., Nascimento, L. F. D., & Pradela, V. A. (2019). Diferentes volumes de células de bandejas podem influenciar no desenvolvimento de plantas. *Revista Saber Acadêmico*, 28, 104-110.
- Tiago, V. J. H (2019). *Diferentes idades de transplantio interferem no crescimento de mudas e produção na alface tipo crespa*. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Urutaí, Goiás, Brasil.
- Vargas, F. S., Rebechi, R. J., Schorn, L. A., & Fenilli, T. A. B. (2011). Efeitos da mudança de recipiente em viveiro na qualidade de mudas de *Cassia leptophylla* Vogel, *Eugenia involucrata* DC. E de *Cedrela fissilis* Vell. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, 9, 169-177.


Zhang, J., & Huang, W. (2015). Effects of source reduction on photosynthetic rate, dry mass and distribution in pumpkin. *Acta Ecologica Sinica*, 35, 23-28.
<https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2014.12.006>

Enraizador e substratos na propagação por estaquia de amora-preta cv. Tupy

Recebido em: 15/10/2022


Aceito em: 08/11/2022

 10.46420/9786581460679cap8


Bruna Caroline de Moraes¹ 

Douglas Geovanni Cruz de Souza¹ 

Elaine Alves Miguel Bittencourt¹ 

Elissandra Pacito Torales^{2*} 

Cleberton Correia Santos^{2*} 

Nardelio Teixeira dos Santos² 

INTRODUÇÃO

A constante procura por alternativas agrícolas por parte dos produtores e o consumo de alimentos saudáveis pelos consumidores, tem elevado a perspectiva de comercialização de frutas exóticas, dentre elas, destaca-se a amora-preta (*Rubus* spp.) (Andrade et al., 2007). Essa fruta de clima temperado possui pouca necessidade de uso de agroquímicos e representa uma boa perspectiva de produzir em sistemas de baixo impacto ambiental, como o caso de sistemas orgânicos ou outros sistemas de base ecológicos (Costa et al., 2020).

No Brasil, essa cultura está passando por mudanças relacionadas à adoção de novas técnicas de produção, expansão das áreas de cultivo para regiões não tradicionais, busca de novas cultivares com melhores características do que as atuais, e uma melhor organização da produção, logística e mercado, visando a maximização da rentabilidade da cultura (Amaral et al., 2020). Nessa cultura, a propagação pode ser feita vegetativamente, através do uso de estacas, sendo elas as herbáceas, semilenhosas, lenhosas, estacas de raízes e cultura de tecidos (Latoh et al., 2016). A propagação vegetativa consiste na multiplicação assexuada de partes da planta, a fim de gerar um indivíduo geneticamente idêntico à planta mãe, não ocorrendo recombinação gênica, visto que se utilizam segmentos vegetativos como caules, folhas ou raízes (Hartmann et al., 2011). Assim, a constituição genética é mantida inalterada nos descendentes (Xavier et al., 2009).

De acordo com Dias et al. (2012), as técnicas de propagação vegetativa constituem uma alternativa de superação das dificuldades na propagação de espécies, podendo ser utilizadas para fins comerciais, assim como auxiliar no resgate e conservação de recursos genéticos vegetais. Outras vantagens proporcionadas pelo uso da propagação vegetativa são a fixação de genótipos selecionados, uniformidade

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, Juara, MT, Brasil.

² Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, Brasil.

* Autor correspondente: ninapacito@hotmail.com

de populações, facilidade de propagação, antecipação do período de florescimento e maior controle nas fases de desenvolvimento (Hartmann et al., 2011).

Um fator relevante para obtenção de mudas de boa qualidade é o substrato utilizado. Os efeitos benéficos do uso de resíduos orgânicos para formação de mudas resultam na melhoria das condições físicas, no aumento da atividade biológica, no fornecimento de macro e micronutrientes, na redução do alumínio trocável do solo, na fixação do fósforo e, também, na intervenção da solubilidade dos compostos fosfatados presentes no solo (Kiehl, 2010). O uso adequado de resíduos orgânicos disponíveis na região pode minimizar o risco de contaminação ambiental e contribuir para a produção de substratos alternativos em substituição ao substrato comercial.

Outro fator importante para a produção de mudas, é o uso de enraizadores. A formação de raízes está influenciada pelo acúmulo de reservas de carboidratos, visto que existe a necessidade de equilíbrio entre auxinas e carboidratos para uma boa produção de raízes, pois durante o enraizamento ocorre a translocação contínua de amido e açúcares solúveis para a parte basal da estaca (Bhattacharya et al., 1985). De acordo com Souza (2017), quando se fala em enraizadores, enraizantes, ou líquidos enraizantes, trata-se de nomes dados a compostos líquidos que estimulam o surgimento e o crescimento das raízes principais e um maior número de raízes secundárias. São também conhecidos como bioestimulantes, hormônios enraizantes ou hormônios de crescimento, embora a principal função destes sejam obviamente auxiliar no enraizamento das estacas no crescimento e desenvolvimento da planta ou muda, onde as raízes ficam mais numerosas e fortes.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito de diferentes substratos e o uso de enraizador na propagação da amoreira preta por estaquia.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no viveiro da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), no período de março a maio de 2020, no município de Juara MT, região Centro-oeste, a 696 km da capital Cuiabá, com Latitude 11° 15' 18" S, longitude 57° 31' 11" W, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo.

A estrutura do viveiro é coberta com sombrite 50% de interceptação da luminosidade, tanto a parte superior quanto as laterais externas. Foram utilizadas estacas de plantas de amoreira preta, cultivar Tupy, ambas desprovidas de folhas, propagadas com ou sem o uso de fertilizante enraizador Forth® (fertilizante organomineral, com extrato de algas e nutrientes) e diferentes substratos (S1= Solo 100%; S2= Solo 50% + esterco bovino 50%; S3= Solo 75% + esterco de galinha 25%). O solo foi coletado na área experimental, classificado como Latossolo vermelho-amarelo de textura argilosa, coletado de 0 a 20 cm de profundidade. Os tratamentos foram arranjos no esquema fatorial 2 x 3, no delineamento experimental blocos casualizados, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por quatro recipientes, com uma estaca cada.

Tanto os esterços bovinos quanto de galinha foram adquiridos de produtores da região. A composição química do enraizador comercial Forth[®] se encontra no quadro 1.

Quadro 1. Composição química do fertilizante comercial Forth[®] Enraizador. Fonte: Fabricante.

| NÍVEIS DE GARANTIA: | g/litro | |
|---|---------|-------|
| Nitrogênio total (N) sol.água | 2,08 % | 27,0 |
| Fósforo (P ₂ O ₅) sol.água | 5 % | 65,0 |
| Potássio (K ₂ O) sol.água | 5 % | 65,0 |
| Boro (B) sol.água | 0,25 % | 3,2 |
| Carbono orgânico (C) sol.água | 6,42 % | 83,4 |
| Enxofre (S) sol.água | 3,43 % | 44,5 |
| Extrato de Algas Marinhas - sol.água | 15 % | 195,0 |
| Molibdênio (Mo) sol.água | 3 % | 39,0 |
| Zinco (Zn) sol.água | 3 % | 39,0 |

As estacas foram coletadas nas primeiras horas da manhã em área do Cerrado, localizada na coordenada geográfica latitude 11°15'18" sul e longitude 57°31'11" oeste, utilizando-se tesoura de poda, em 2 plantas matrizes de aproximadamente 6 anos. Logo após as estacas foram padronizadas no comprimento de 15 cm, efetuando-se um corte em bisel na extremidade basal da estaca.

As estacas foram imersas em recipiente contendo o enraizador, num período de 60 segundos. Já as testemunhas, foram imersas em água destilada. Em seguida, as estacas foram enterradas a 5 cm de profundidade nos recipientes preenchidos com os diferentes substratos (Figura 1).



Figura 1. Recipientes preenchidos com diferentes tipos de substratos. Unemat, Juara-MT, 2020. Fonte: Os autores.

Os tratos culturais durante o período experimental se constituíram de irrigações diárias visando manter a capacidade de campo do substrato base em 70%, e arranquio das plantas espontâneas quando necessário.

Foram avaliadas a altura das mudas com auxílio de régua graduada, o diâmetro do caule com o paquímetro digital, o comprimento das raízes com régua graduada e as massas frescas das folhas, caule e raízes das mudas, com auxílio de uma balança de precisão. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando houve significância pelo teste F, as médias foram submetidas ao teste de Tukey, até 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso do enraizador comercial não influenciou significativamente a altura das mudas, o diâmetro de caule e o comprimento de raiz (Tabela 1). Já o substrato, influenciou apenas o diâmetro de caule. O maior diâmetro de caule foi obtido com o uso do substrato solo 100 %, com aumento de 0,17 e 1,04 mm, em relação ao S2 e S3, respectivamente. Esse resultado provavelmente se deve pelo fato de o solo proporcionar maior firmeza, além de existirem fatores internos, como o equilíbrio hormonal e o potencial genético, condições externas que também influenciam. De acordo com Fachinello et al. (2005), o efeito do substrato, tanto sobre o percentual de enraizamento, como sobre a qualidade das raízes formadas relaciona-se com a porosidade, que afeta o teor de água retida no substrato e, conseqüentemente, a aeração.

Tabela 1. Altura, diâmetro de caule e comprimento de raiz de mudas de amora propagadas por estaquia, cultivadas com diferentes substratos, com e sem o uso de enraizador. Juara – MT, 2020. Fonte: Os autores.

| Fatores em estudo | Altura de plantas (cm) | Diâmetro de caule (mm) | Comprimento de raiz (cm) |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Uso de enraizador comercial | | | |
| Com | 22,83 a | 8,87 a | 10,62 a |
| Sem | 23,87 a | 8,49 a | 8,91 a |
| Substratos | | | |
| S1= Solo 100 % | 27,87 a | 9,08 a | 8,69 a |
| S2= Solo 50 % + esterco vaca 50 % | 19,12 a | 8,91 b | 9,19 a |
| S3= Solo 75 % + esterco galinha 25 % | 23,06 a | 8,04 b | 11,44 a |
| C.V. (%) | 32,51 | 9,59 | 27,83 |

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste F, para enraizador e pelo teste de Tukey, para tipos de substratos, todos a 5 % de probabilidade.

Kämpf et al. (2006), relataram que os valores mais elevados de densidade podem representar maior resistência à expansão das raízes no substrato, porém não foi observado esse resultado nesse

trabalho, onde os substratos não apresentaram diferenças entre si para o comprimento de raiz; já o diâmetro de caule foi maior no solo mais denso (100 % solo).

O resultado da altura de plantas é contrário ao obtido por Costa et al. (2020), que avaliando a produção de mudas de amoreira-preta 'BRS Xingu' em diferentes substratos (substrato comercial da marca Mecplant[®], substrato comercial da marca Mecplant[®] e húmus líquido a 10%, substrato comercial da marca Mecplant[®] e extrato dos tubérculos de tiririca e esterco bovino curtido), observaram influência significativa na altura de plantas. Verificou-se aos 10 e 60 dias após a brotação uma maior altura das plantas quando cultivadas no substrato comercial + extrato de tiririca em relação ao substrato comercial + húmus líquidos.

As massas frescas de folhas e caule não foram influenciadas pela interação dos fatores estudados e nem pelos fatores isolados (Tabela 2). Isso mostra que o enraizador e os substratos se comportaram como fator neutro para essas características. No caso, as reservas contidas nas estacas foram o suficiente para seu desenvolvimento, não necessitando de fatores externos para maiores ganhos.

Tabela 2. Massa fresca de folhas, caule e raízes de mudas de amora propagadas por estaquia, cultivadas com diferentes substratos, com e sem o uso de enraizador. Juara – MT, 2020. Fonte: Os autores.

| Fatores em estudo | Massa fresca (g planta) | |
|--------------------------------------|-------------------------|---------|
| | Folhas | Caule |
| Uso de enraizador comercial | | |
| Com | 12,50 a | 18,41 a |
| Sem | 9,75 a | 17,91 a |
| Substratos | | |
| S1= Solo 100 % | 15,25 a | 18,50 a |
| S2= Solo 50 % + esterco vaca 50 % | 7,00 a | 19,75 a |
| S3= Solo 75 % + esterco galinha 25 % | 11,12 a | 16,25 a |
| C.V. (%) | 53,97 | 17,30 |

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste F, para enraizador e pelo teste de Tukey, para tipos de substratos, todos a 5 % de probabilidade.

A massa fresca de raiz foi influenciada significativamente pela interação do enraizador e substratos (Tabela 3). O maior valor obtido com o uso do enraizador, foi com o substrato solo, proporcionando um aumento de 3,0 g em relação ao substrato S2, que foi o menor valor obtido. Já sem o uso do enraizador, o maior valor observado foi com o S2 (inversamente proporcional ao uso do enraizador), com aumento de 3,0 g em relação ao S3, que teve o menor valor. Observa-se que esses maiores valores obtidos (6,50 g planta) foram tanto do uso do enraizador junto ao solo 100 % (S1), quanto ao não uso do enraizador junto ao solo 50 % + esterco bovino 50 % (S2). Sendo assim, supõe-se que o enraizador adicionado ao solo 100 %, que por sua vez tem menor quantidade de nutrientes, contribuiu no aumento da biomassa da raiz, pelos nutrientes presentes no enraizador (quadro 1), o que reforça a hipótese da relação nutrientes com a formação das raízes. Em contrapartida, quando se faz a

mistura de solo com esterco de vaca (S2), pelo fato de o esterco ser rico em nutrientes, ele já supre a necessidade de nutrientes para a formação das raízes nas estacas, não sendo necessária a adição do enraizador.

Tabela 3. Massa fresca de raízes de mudas de amora propagadas por estaquia, cultivadas com diferentes substratos, com e sem o uso de enraizador. Juara – MT, 2020. Fonte: Os autores.

| Enraizador | Massa fresca de raiz (g planta) | |
|------------------------------------|---------------------------------|----------|
| | Com | Sem |
| Substratos | | |
| S1= Solo 100 % | 6,50 Aa | 5,25 ABa |
| S2= Solo 50 % + esterco vaca 50 % | 3,50 Bb | 6,50 Aa |
| S3= Solo 75 %+esterco galinha 25 % | 4,25 Ba | 3,50 Ba |
| C. V. (%) | 23,87 | |

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, para substratos, e minúsculas na linha, pelo teste F, para enraizador, a 5% de probabilidade.

Yamamoto et al. (2013), avaliando o uso de diferentes substratos e do AIB no enraizamento de estacas de amora-preta Xavante, em relação à porcentagem de estacas enraizadas, não encontraram diferença entre os diferentes substratos e a aplicação de AIB, verificando-se alta eficiência no enraizamento das estacas herbáceas (86,2%), independentemente dos tratamentos utilizados.

Observou-se que a amora preta pode ser propagada por estaquia, onde obteve o enraizamento de 100 % das estacas, em todos os substratos testados, sem o uso do enraizador comercial, o que permite a redução do custo de produção.

CONCLUSÕES

Os melhores resultados de biomassa de raiz foram tanto do uso do enraizador junto ao solo 100%, quanto ao não uso do enraizador junto ao solo 50 % + esterco bovino 50 %, que proporcionaram a mesma produção de massa fresca de raiz (6,50 g planta).

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FUNDECT, pela concessão das bolsas e pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Amaral, L. O.; De Rossi, A.; Ribeiro, A. M. A. S.; Serafim, H.; Marchioretto, L. (2020). Produção e qualidade de frutos de genótipos de amoreira-preta. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, 6, 126-131.
- Andrade, R. A., Martins, A. B. G., Silva, M. T. H., & Turolla, I. G. (2007). Propagação da amora-preta por estaquia utilizando ácido indolbutírico. *Revista Caatinga*, 20, 79-83.

- Bhattacharya, S., Bhattacharya, N. C., & Strain, B. R. (1985). Rooting of sweet potato stem cuttings under CO₂ enriched environment and with IAA treatment. *Hortsciense*, 20, 1109-1110.
- Costa, E. G., Barreto, C. F., Farias, R. M., & Martins, C. R. (2020). *Brazilian Journal of Development*, 6, 36654-36662.
- Dias, P. C., Oliveira, L. S., Xavier, A., & Wendling, I. (2012). Estaquia e miniestaquia de espécies florestas lenhosas do Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 32, 453-4.
- Fachinello, J. C.; Hoffmann, A.; Nachtgal, J. C. & Kersten, E. (2005). Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 221p.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Junior Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011). *Plant propagation: principles and practices*. 8th. ed. New Jersey: Englewood Clippis, 900 p.
- Kämpf, A. N. (2005). Substrato. In: *Produção comercial de plantas ornamentais*. Guaíba: Agropecuária. 254 p.
- Kiehl, E. J. (2010). *Novo Fertilizantes Orgânicos*. Piracicaba, Agronômica Ceres. 248p.
- Latoh, L. P., Coelho, J. F. P., & Biasi, L. A. (2016). Propagação vegetativa de amoreira-preta cv. Xavante por estaquia caulinar e radicial. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC, 2016.
- Souza, R. (2017). *Enraizantes – Como Fazer Hormônios de Crescimento para estacas e Mudas*. Disponível em: <https://hortadoricardo.blogspot.com/2017/10/veja-9-tiposdeenraizadores-naturais.html>. Acesso em: 04 set 2022.
- Xavier, A., Wendling, I., & Silva, R. L. (2009). *Silvicultura clonal: princípios e técnicas*. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, UFV, 272p.
- Yamamoto, L. Y., Koyama, R., Borges, W. F. S, Antunes, L. E. C., Assis, A. M., & Roberto, S. R. (2013). Substratos no enraizamento de estacas herbáceas de amora-preta Xavante. *Ciência Rural*, 43, 15-20.

Calagem em solo com diferentes teores de argila: um estudo de caso na região de Campo Novo do Parecis – MT


Recebido em: 15/10/2022


Aceito em: 08/11/2022


 10.46420/9786581460679cap9

Leonam Balan Azoia^{1*} 

Elissandra Pacito Torales² 

Cleberton Correia Santos^{2*} 

Silvia Correa Santos² 

Renan Marré Biazatti² 

Rafael Lima de Carvalho² 

INTRODUÇÃO

O processo de adição de calcário no solo, também denominado calagem, é geralmente realizado para corrigir a acidez (via aumento de pH), fornecer cálcio e magnésio e também melhorar a disponibilidade e a eficiência da utilização de vários nutrientes (EMBRAPA, 2021). A calagem também fornece íons importantes para aumentar a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo. O aumento da produtividade agrícola e o consequente aumento da rentabilidade financeira da produção pós calagem representam importantes aspectos a serem ponderados no planejamento do manejo do solo (Dalchiavon et al., 2015).

A disponibilidade de cálcio e magnésio é um importante marcador a ser considerado antes do plantio. Isso porque, tais minerais possuem um papel essencial para o crescimento das raízes, melhorando a absorção de água e de nutrientes do solo e reduzindo os efeitos adversos do alumínio no enraizamento. Além disso, o calcário possibilita condições favoráveis para a manutenção e proliferação de microrganismos benéficos ao solo (Matias et al., 2019).

A adequação do pH do solo é importante por permitir que raízes de diferentes cultivares possam absorver adequadamente os macros e micronutrientes que necessitam para um crescimento ótimo. Também para que os processos biológicos naturais presentes no solo possam ser ativados e propagados por meio da ação da microbiota envolvida, uma vez que grande parte dos microrganismos possuem faixas de trabalho ótimas atreladas ao pH do meio. O metabolismo dos microrganismos representa importantes fontes de decomposição da matéria orgânica. Portanto, a aplicação de calcário é um dos pilares para obter maior e melhor produção agrícola. Em condições de alta acidez, solos com altos níveis de Al^{3+} , podem

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Juara – MT, Brasil.

² Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados – MS, Brasil.

* Autor(a) correspondente: leonambazoia@hotmail.com; cleber_frs@yahoo.com.br

limitar o crescimento das raízes e, conseqüentemente, crescimento e o desenvolvimento da parte aérea das plantas. Efeitos tóxicos de altas concentrações de Al^{3+} podem ser observados no espessamento radicular e redução da ramificação devido à não absorção de nutrientes e água (Carneiro et al., 2017).

Diante da importância de se conhecer os parâmetros físico-químicos do solo, análises químicas do solo têm sido empregadas por produtores como uma forma de se obter dados importantes para a otimização da produção. Assim, técnicos e pesquisadores podem avaliar a fertilidade do solo e, dependendo das exigências nutricionais da cultura, recomendar a correção com calcário e, posteriormente, realizar a adubação correta de acordo com as necessidades do solo e exigência nutricional das plantas.

Para que a análise química do solo possa atingir uma maior correspondência com o terreno avaliado para o plantio, técnicas de amostragem devem ser empregadas para garantir uma alta confiabilidade nos resultados obtidos. Além disso, mais de 90% dos erros nos resultados de análise são devidos à coleta insuficiente ou ineficaz das amostras do solo avaliado. Com base nos resultados do laboratório, os produtores conseguem fazer um planejamento da aplicação de calcário para poder corrigir a acidez do solo e efetuar a fertilização necessária. A importância da análise química do solo é avaliar a fertilidade do solo informando parâmetros relacionados à acidez, teor de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes, pois a análise afeta a qualidade de todo planejamento agrícola (Arruda et al., 2014).

No Cerrado predominam os latossolos, tanto nas áreas sedimentares quanto nos terrenos cristalinos. Geralmente, estes solos apresentam pH ácido, elevado teor de alumínio e baixa disponibilidade de nutrientes, tendo relação com a rocha de origem e com as vegetações que nele se estabelecem. Os solos do Cerrado são pouco profundos, drenados e antigos, datados do Período Terciário. Sua coloração é avermelhada e, por serem excessivamente porosos e permeáveis, são suscetíveis a intensos processos de erosivos.

As texturas são variadas, predominando, porém, solos arenosos ou argilosos, como areia, argila e silte. Em relação às características químicas, o solo do Cerrado possui em sua composição bastante alumínio, o que faz com que seu pH se estabeleça entre 4 e 5, caracterizando-o como solo ácido. Esse grau de pH tende a dificultar o desenvolvimento da agricultura no cerrado. Porém, o avanço tecnológico agrícola permitiu a utilização de técnicas corretivas, como a calagem, melhorando a performance do solo para diversas cultivares (Carneiro et al., 2017). Desta forma, objetivou-se com este estudo foi avaliar a dinâmica dos teores de cálcio e magnésio em três diferentes talhões de terra presentes na região de Campo Novo do Parecis – MT com histórico de calagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de caso foi realizado no município de Campo Novo do Parecis – MT, cujas coordenadas geográficas são latitude $13^{\circ}40'31''S$, longitude $57^{\circ}53'31''O$ e altitude média de 574 m. O clima da região,

segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, que significa clima tropical com seca no inverno e chuva no verão (Meneckelli et al., 2016). O solo da área utilizada é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, com relevo suave, ondulado e com boa drenagem (Dalchiavon et al., 2015). A calagem foi feita utilizando calcário dolomítico, distribuído com auxílio de uma calcareadeira (Jan® Implementos Agrícolas). O calcário foi distribuído após a colheita do milho safrinha, entre os meses de julho e agosto.

Os dados da análise química do solo foram obtidos do banco de dados da empresa Grespan Agro localizada no município de Campo Novo do Parecis, após permissão do proprietário para acessar os dados necessários para realização do estudo de caso. As análises englobaram os dados armazenados no período de 2017 a 2022. A propriedade foi escolhida por apresentar talhões com diferentes teores de argila e por conter um histórico de vários anos de calagem monitorados por análises químicas. Segundo o histórico das áreas analisadas o sistema de cultivo utilizado ao longo dos anos analisados (2017 a 2022) foi o de sucessão de culturas, sendo soja e milho as espécies cultivadas.

As amostras foram coletadas anualmente durante o intervalo estudado (2017 e 2022), sempre entre os meses de janeiro e março conforme esquema da figura 1.

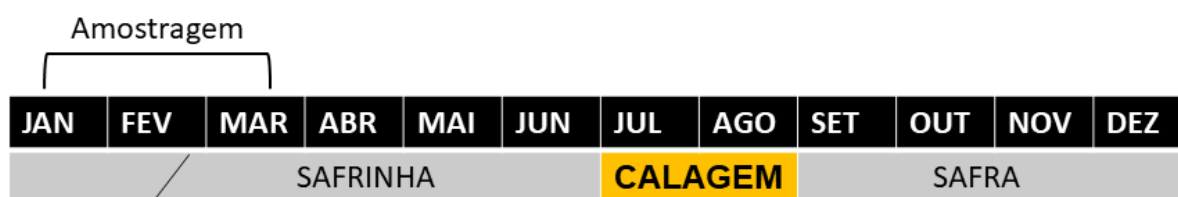


Figura 1. Periodização das intervenções adotadas nos solos estudados. Fonte: elaboração dos autores.

A escolha do período de coleta foi orientada pela ocorrência de maiores índices pluviométricos na região de Campo Novo do Parecis – MT, uma vez que a umidade do solo facilita a retirada das amostras. Foi usado para a coleta o método de pá e enxada, o qual, segundo experiência da empresa, é a técnica que apresenta menor possibilidade de contaminação das amostras e maior fidelidade dos resultados da análise. Assim, foi necessário a utilização das seguintes ferramentas: enxada (necessária para abrir uma pequena trincheira no solo); pá de corte (para corrigir a parede da trincheira e faz a coleta do solo); faca (usada para cortar o solo da amostra); equipamento de proteção individual – EPI (luvas).

O terreno da propriedade foi segmentado em parcelas uniformes, denominadas coloquialmente como talhões. Após a devida identificação de cada parcela, procedeu-se a retirada das amostras. Os talhões foram classificados de acordo com a predominância de solo (Figura 2). Os solos apresentaram 15,56%, 28,28% e 55,48% de teor de argila para os solos de textura arenosa, média e argilosa, respectivamente.

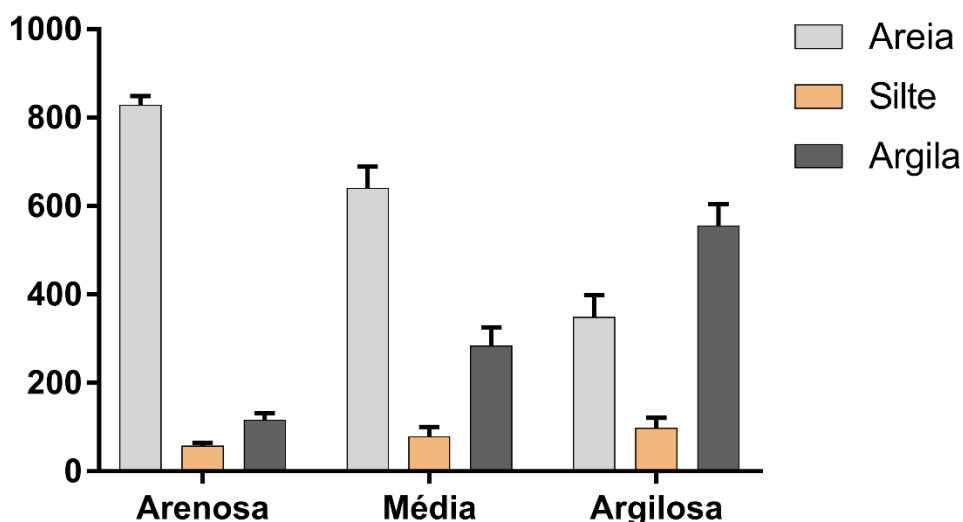


Figura 2. Distribuição média de areia, silte e argila nos solos investigados durante os anos 2017-2022. Fonte: elaboração dos autores

As coletas foram adotando-se uma movimentação (caminhada) em ziguezague, conforme sugerido pela Esalq-USP (2016). A travessia do terreno em ziguezague permite uma maior cobertura de regiões para coleta de amostras, quando comparado a coleta de amostras na forma de caminhada linear. Acredita-se que o estabelecimento do ziguezague reduza o enviesamento da coleta, pressupondo um grau satisfatório de aleatoriedade, embora não se possa considerar um processo totalmente aleatório. As amostras foram coletadas do solo adotando-se de 12 a 20 diferentes pontos de coleta, nas profundidades de 00 - 20 cm.

O solo coletado nos diferentes pontos da área (subamostras) foram agrupados, homogeneizados e então transferidos para recipientes limpos. As amostras finais, após a mistura das subamostras, era composta com aproximadamente 0,5 kg de terra. Posteriormente, procedeu-se o acondicionamento em sacos plásticos devidamente identificados com o nome da propriedade, profundidade da amostragem, data da coleta e nome do talhão. Posteriormente as amostras foram enviadas ao laboratório Plante Certo, localizado em Várzea Grande – MT, para ser realizada a análise química e física das amostras coletadas. Manter as análises em laboratórios de confiança e idôneos é essencial, pois assegura-se a manutenção da qualidade e proporciona maior fidelidade aos resultados, além de permitir a comparação com o histórico, quando necessárias análises ou comparações retrogradadas (Fontes, 2015).

Para observar o possível efeito da dinâmica do calcário sobre cada textura de solo, construiu-se uma apresentação gráfica temporal de forma isolada para cada classificação de solo, contemplando os teores de Ca e Mg e Ca + Mg dentro do período 2017- 2022. O cálculo de calagem utilizado foi o de elevação da porcentagem de saturação de bases, sendo calculado utilizando a seguinte fórmula: $t \text{ ha}^{-1} \text{ de calcário} = (V2 - V1) * T/PRNT$; onde $V2 = 70\%$, $V1 = \text{saturação por bases atual}$; $T = \text{capacidade de}$

troca catiônica e $PRINT =$ poder relativo de neutralização do calcário aplicado. A quantidade de calcário em cada área encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade de calcário adicionado em cada textura de solo ($t\ ha^{-1}$).

| Calcário aplicado por textura de solo | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--|------------------|------|------------------|------------------|------|------|
| Solo textura Arenosa | 2,0 $t\ ha^{-1}$ | | | 2,5 $t\ ha^{-1}$ | | |
| Solo textura Média | 2,0 $t\ ha^{-1}$ | | 2,5 $t\ ha^{-1}$ | | | |
| Solo textura Argilosa | | | 2,5 $t\ ha^{-1}$ | | | |

Fonte: elaboração dos autores

Para validação dos dados, foi realizada uma análise descritiva dos resultados obtidos das análises químicas do solo. Posteriormente, foram elaboradas ilustrações gráficas para demonstrar a evolução dos teores de cálcio e magnésio durante os seis anos (2017-2022) avaliados, para os solos com textura arenosa, média e argilosa, conciliando-se essa variação com o processo de calagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar das diferentes textura de solo e doses de calcário, e com a possível variação de resultados das análises de solo, observou-se que com a prática da calagem os teores de Ca e Mg puderam evoluir significativamente, corroborando com os resultados obtidos por Moreira et al. (2001) e Caires et al. (2000), que constataram os aumentos dos teores de Ca e Mg no solo com o uso de calcário, além de diminuir os teores de Al^{3+} (tóxico as plantas e limitante na formação de raízes) no solo, criando assim condições para o pleno desenvolvimento das plantas, permitindo que alcancem seu máximo potencial produtivo (Bambolim et al., 2015).

Observamos que os teores de Ca e Mg aumentaram de forma significativa do ano de 2017 para 2022, o Ca evoluiu de 1,93 para 2,71 $cmol_c/dm^3$ e o Mg de 0,67 para 0,92 $cmol_c/dm^3$ (Figura 3a). Esses aumentos foram sempre mais acentuados quando precederam de adição de calcário. As amostras do ano de 2018 e 2019 no solo de textura arenosa, tiveram uma discrepância muito grande de seus resultados comparados com os demais, tal observação induz a percepção de possibilidade de erro em ambas as amostras. Essa situação demonstra a importância de se realizar amostras anualmente, obtendo assim um histórico mais amplo de acompanhamento da fertilidade, podendo notar possíveis falhas quando estas acontecem (Fontes, 2015).

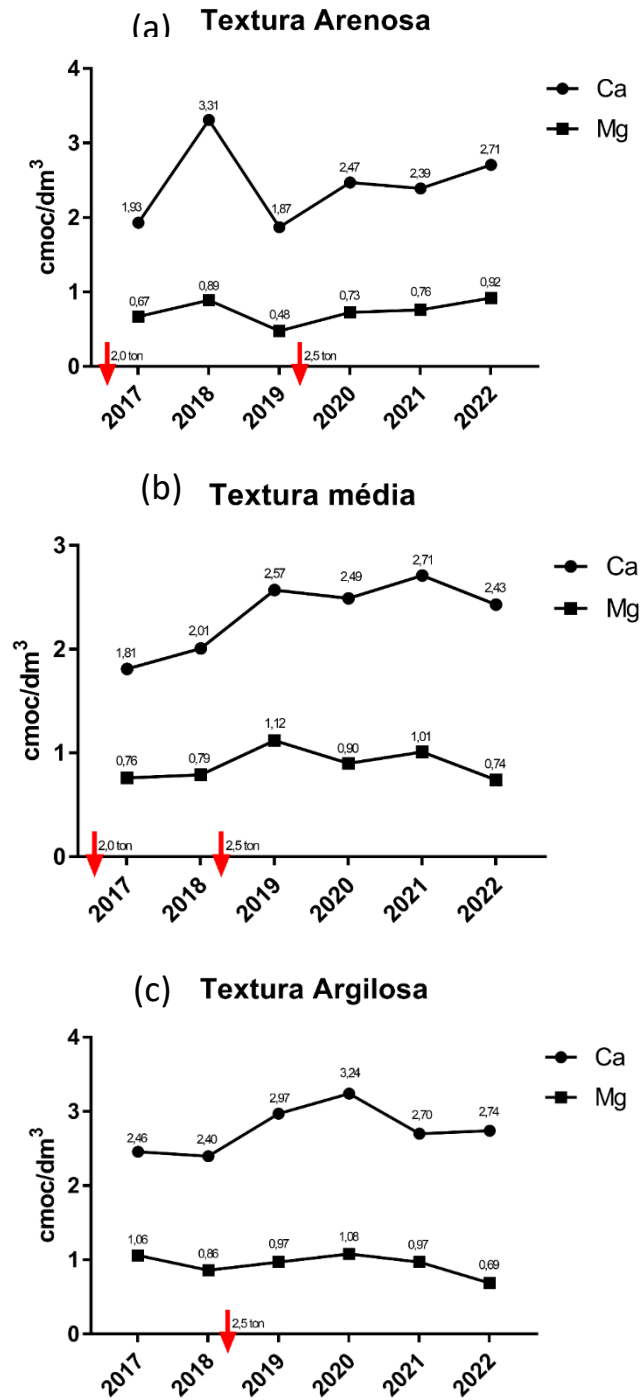


Figura 3. Variação dos Teores de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) entre os anos de 2017 até 2022 em solo com textura arenosa 15,56% (a), textura média 28,28% (b) e textura argilosa 55,48% (c). Fonte: elaboração dos autores.

Os resultados de Ca e Mg nas texturas médias e argilosa, mostrando evolução dos teores dos nutrientes após a realização de calagem, contudo, é possível observar que acontece um decréscimo dos teores de Ca e Mg de forma leve, porém notável, no ano de 2022 em ambas as texturas (Figura 3b e 3c). Este fato pode estar associado a exportação de nutrientes oriunda da produção agrícola e da não adição de calcário para manutenção do solo nesse período. Esper Neto et al. (2019), em seu estudo de extração

de nutrientes pela soja, observaram que os resultados que demonstram a quantidade de nutrientes extraídos e exportados pelas produções agrícolas, concluindo que a manutenção corretiva dos nutrientes deve levar em consideração a extração e exportação pelas culturas, no qual a reposição é fundamental para se obter resultados de produtividade satisfatórios, cabendo destacar as atuais variedades cultivadas, que possuem elevado potencial produtivo, e associado a ele maior exigência nutricional.

O efeito geral observado é uma sustentação com ligeiro aumento dos teores de Ca e Mg no solo (Figura 4). Exceto na calagem efetuada no período 2018-2019 as outras calagens apresentam um efeito agudo na elevação dos teores de Ca e Mg e uma posterior sustentação, efeito possível de observar no comportamento combinado de Ca-Mg na análise subsequente à calagem. Na análise individual as diferenças possivelmente podem ser explicadas pelas diferentes composições de solos e suas respectivas respostas a calagem e as cultivares implementadas.

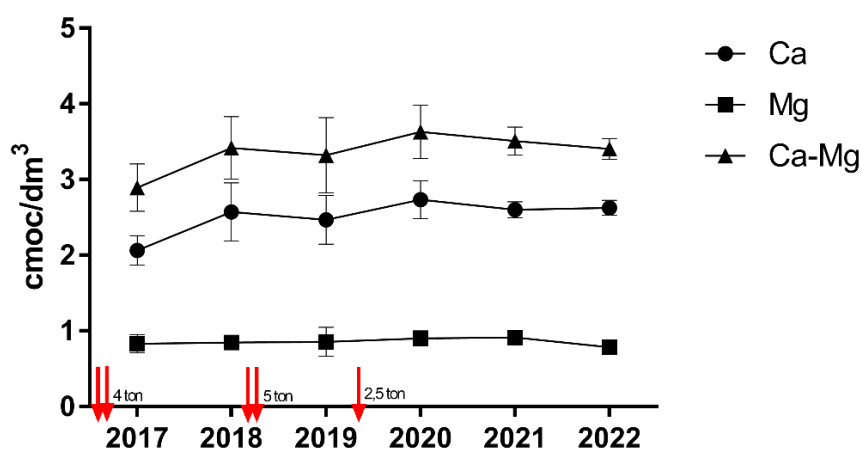


Figura 4. Efeito geral da calagem somando as alterações nas três texturas analisadas (arenosa, média e argilosa) durante o período 2017-2022. Fonte: elaboração dos autores.

Na tabela 2 apresenta a razão entre a diferença dos teores de Ca e Mg das análises obtidas no ano de 2017 e no ano de 2022, e a soma da quantidade total de calcário adicionado ao solo, permitindo a análise da quantidade de $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de Ca e Mg que cada tonelada de calcário adicionou ao solo. Além disso, pode-se observar pelos resultados obtidos que a reação do calcário apresenta diferença entre as texturas de solo, com os seguintes resultados: 0,1733 e 0,0556 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de Ca e Mg para a textura arenosa; 0,1378 e - 0,0044 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de Ca e Mg para a textura média e 0,1120 e - 0,1480 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de Ca e Mg para textura argilosa, respectivamente. A explicação para o resultado do cálculo do teor de Mg ser negativo nas texturas média e argilosa, é de que a exportação pela produção das culturas cultivadas (Soja e Milho) somadas ao efeito de lixiviação desse nutriente.

Tabela 2. Cálculo dos teores de cálcio e magnésio adicionado por tonelada de calcário em cada textura de solo.

| Textura do Solo | 2017-2022 | Δ Ca | Δ Ca / t ha⁻¹ |
|------------------------|------------------------|-------------------------------|---|
| Solo textura Arenosa | 4,5 t ha ⁻¹ | 0,78 | 0,1733 |
| Solo textura Média | 4,5 t ha ⁻¹ | 0,62 | 0,1378 |
| Solo textura Argilosa | 2,5 t ha ⁻¹ | 0,28 | 0,1120 |
| Textura do Solo | 2017-2022 | Δ Mg | Δ Mg / t ha⁻¹ |
| Solo textura Arenosa | 4,5 t ha ⁻¹ | 0,25 | 0,0556 |
| Solo textura Média | 4,5 t ha ⁻¹ | -0,02 | -0,0044 |
| Solo textura Argilosa | 2,5 t ha ⁻¹ | -0,37 | -0,1480 |

Fonte: elaboração dos autores.

Rios et al. (2008) também observaram que ocorreu lixiviação do magnésio em Latossolo Amarelo Distrófico. Solos ácidos, por exemplo os Latossolos Vermelhos Distróficos da região de Campus de Juara-MT, são assim denominados por geralmente apresentarem concentrações baixas de bases, em especial cálcio e magnésio, embora esses minerais estejam presentes em diversos materiais presentes no solo. Assim, embora presente nos materiais contidos no solo e por consequência sejam liberados no meio, o Ca e o Magnésio em latossolos vermelhos distróficos acabam sendo lixiviados, através da água de percolação, que substitui as bases liberadas e contidas no solo por hidrogênio e alumínio, processo que culmina na intensificação do processo de acidificação (Rios et al., 2008).

Essas variáveis foram determinantes para que o resultado da adição de magnésio pelo calcário nessas duas situações, não superassem a perda desse nutriente por esses fatores citados. Esse fato é corroborado por Caires et. al. (2004), que constataram que a realização da calagem anualmente com objetivo de manter ou alcançar os níveis desejados no solo, evita os efeitos de perda desses nutrientes, seja por exportação, lixiviação ou adsorção.

Esse fato é importante para as espécies cultivadas, pois o Ca e o Mg são macronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas. O cálcio, segundo a Sfredo e Borket (2004), é ativador de enzimas e atua na integridade das membranas da parede celular, além de estarem relacionados ao metabolismo do fósforo. Já o Magnésio, é o nutriente central da molécula da clorofila, fazendo parte da sua composição química. Por isso, quando ambos os nutrientes apresentam deficiência ou menor disponibilidade, a produtividade fica limitada. O déficit de cálcio torna os pontos de crescimento da planta limitados, prejudicando o crescimento das raízes que são fundamentais para absorção dos demais nutrientes e água, enquanto a deficiência de magnésio limitará o processo de fotossíntese. Além de resultar em sintomas foliares e de fome oculta, a deficiência de Mg afetar o crescimento radicular e a relação raiz/parte aérea, em decorrência do acúmulo de fotoassimilados na parte aérea, em detrimento das raízes (Castro, 2020; Sfredo; Borket, 2004).

Comparando as diferentes texturas de solo com a reação de nutrientes por tonelada de calcário, observou-se que a calagem tem efeito diferentes sobre cada textura de solo, sendo a arenosa que apresentou reação indiferente dos nutrientes em relação as demais, sendo assim a ordem de reação do Ca

ficou da seguinte maneira: Textura Arenosa > Textura Média > Textura Argilosa, mesma sequência para o Mg: Textura Arenosa > Textura Média > Textura Argilosa. Esse resultado sugere que o calcário tem reação diferente conforme seu poder de neutralização e reatividade (Vitti et al., 2005), e, por consequência atenção deve ser dispensada ao seu poder relativo de neutralização (PRNT). Conhecer o PRNT é importante para assegurar um cálculo correto da quantidade de calcário a ser utilizada.

O PRNT é calculado levando-se em consideração os valores de capacidade de neutralização (PN) e de reatividade (RE) do calcário. Dessa forma, o PRNT aponta o quanto do calcário avaliado reagira em três meses, sendo comparado aos valores de reação do CaCO_3 moído. Por exemplo, se o calcário apresenta um baixo PRNT, então torna-se necessária a aplicação de uma maior quantidade do produto na tarefa correção do pH do solo. No Brasil, as principais faixas de PRNT comercializados são: Faixas A (PRNT entre 45 a 60%); Faixa B (60,01 a 75%); Faixa C (75,01 a 90%) e Faixa D (superior a 90%). (). Assim, o PRNT deve estar alinhado as necessidades da região (caraterística inata do solo) e as características composicionais do solo (Santos, 2018).

Diante do exposto, assume-se que o PRNT é um índice muito importante para a tomada de decisão na escolha do calcário para aplicação. Esses fatores aliados com a incorporação ou não do calcário tornam-se as circunstâncias determinantes para maior ou menor reação e adição de Ca e Mg no solo. Por esses detalhes o método utilizado para a determinação da quantidade de calcário cada vez mais utilizado para altas produtividades e pelo de elevação de Ca e Mg, onde é realizado uma equação estequiométrica (Teor de Ca desejado – Teor de Ca do solo / Teor que cada Tonelada de Calcário Adiciona).

CONCLUSÃO

A calagem produziu diferentes resultados nas diferentes texturas de solo avaliadas, em especial a textura mais arenosa, onde se observou a reação indiferente dos nutrientes em relação as demais. Tanto para o Cálcio quanto para o Magnésio a ordem de efetividade da calagem foi, em ordem crescente, textura arenosa, textura média e textura argilosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arruda, M. R., Moreira, A., & Pereira, J. (2014). *Amostragem e cuidados na coleta de solo para fins de fertilidade*. Embrapa Amazônia Ocidental-Documentos, 18 p.
- Bambolim, A., Caione, G., Souza, N. F., Seben Júnior, G. F., & Ferbonink, G. F. (2015). Calcário líquido e calcário convencional na correção da acidez do solo. *Revista de Agricultura Neotropical*, 2, 34-38.
- Caires, E. F., Banzatto, D. A., & Fonseca, A. F. (2000). Calagem na superfície em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24, 161-169.

- Caires, E. F., Kusman, M. T., Barth, G., Garbuió, F. J. & Padilha, J. M. (2004). Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28, 125-136.
- Carneiro, J. S. S., Faria, A. J. G., Fidelis, R. R., Silva Neto, S. P., Santos, A. C., & Silva, R. R. (2017). Diagnóstico da variabilidade espacial e manejo da fertilidade do solo no Cerrado. *Scientia Agraria*, 17, 38-49.
- Castro, C. (2020). Magnésio: manejo para o equilíbrio nutricional da soja: EMBRAPA SOJA. *Magnésio: Manejo para o equilíbrio nutricional da soja*, Londrina, v. Embrapa Soja. Documentos, 430, p. 1-54.
- Dalchiavon, F. C., Montanari, R., Andreotti, M., Dallacort, R., & Souza, M. F. P. (2015). Relationship between sunflower productivity and soil's chemical properties by geo-statistical techniques. *African Journal of Agricultural Research*, 10, 3525-3532.
- EMBRAPA (BRASIL) (ed.). (2021). Embrapa Hortaliças. In: *Sistema de Produção de Batata-Doce*. 9. ed. [S. l.]: Embrapa Hortaliças. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355126/8971369/Sistema+de+Produ%C3%A7%C3%A3o+de+Batata-Doce.pdf/4632fe60-0c35-71af-79cc-7c15a01680c9>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- ESALQ-USP Departamento de Ciência do Solo (2016) *Instruções para Coleta e Remessa de Amostras (Serviço não oferecido pelo Departamento) – Amostragem de solos*. Esalq-USP. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lso/coleta.htm>. Acesso em: 21 mar. 2022.
- Esper Neto, M. E., Lara, L. M., Inoue, T. T., Braccini, A. De L., & Batista, M. A. (2019). *Novos parâmetros de exportação de nutrientes pela soja na mesorregião do norte central paranaense*. In: VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo – RPCS Ponta Grossa-PR. VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo – RPCS.
- Fontes, G. (2015). *A importância da amostragem e análise do solo*. Informativo de Desenvolvimento Tecnológico, ano 4, 11, 104 p.
- Matias, S. S. R., Matos, A. P., Landim, J. S. P., Feitosa, S. F., Alves, M. A. B., & Silva, R. L. (2019). Recomendação de calagem com base na variabilidade espacial de atributos químicos do solo no Cerrado brasileiro. *Revista de Ciências Agrárias*, 42, 896-907.
- Meneckelli, D., Yamashita, O. M., Carvalho, M. A. C.; Campos, O. R., & Koga, P. S. et al. (2016). Desenvolvimento inicial de biótipos de fedegoso em função da acidez e cobertura vegetal do solo. *Ambiência Guarapuava*, 12, 683 – 697.
- Moreira, S. G., Kiehl, J. C., Prochnow, L. I., & Pauletti, V. (2001). Calagem em sistema de semeadura direta e efeitos sobre a acidez, do solo, disponibilidade de nutrientes e produtividade de milho e soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25, 71-81.
- Prezotti, L. C.; & Martins, A. G. (2013). *Guia de interpretação de análise de solo e foliar*. Vitória, ES: Incaper, 44 p.
- Rios, L. C., Matos, T. S., Gianerini, Y. X., Donagemma, G. K., Balieiro, F. De C., Polidoro, J. C., Freitas, P. L., & Andrade, C. C. (2008). Lixiviação de cálcio, magnésio e potássio em colunas de um

Latossolo Amarelo Distrófico textura média, de Luis Eduardo Magalhães - Ba, em resposta as doses de óxido de magnésio combinadas com gesso. *Anais ... Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais*, Rio de Janeiro, 1, 1-6.

Santos, H. P., Tomm, G. O., & Lhamby, J. C. B. (1995). Plantio direto versus convencional: efeito na fertilidade do solo e no rendimento de grãos de culturas em rotação com cevada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 19, 449-454.

Santos, K. C. (2018). *Análise da qualidade do calcário na região sudoeste do Mato Grosso do Sul*. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologias. Universidade Federal da Grande Dourados., Dourados.


Sfredo, G. J., & Borket, C. M. (2004). *Deficiências e toxicidades de nutrientes em plantas de soja*. Londrina: Embrapa Soja, 42 p.


Vitti, G. C., Queiroz, F. E. C., Otto, R., & Quintino, T. A. (2005). *Nutrição e adubação da cana-de-açúcar*. Piracicaba. 78 p.


O silício no manejo de estresses bióticos e abióticos

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 08/11/2022

 10.46420/9786581460679cap10


Jéssica Aline Linné^{1*} 


Edvânia Aparecida dos Santos Cardoso¹ 

Vanda Maria de Aquino Figueiredo¹ 

Juliana Milene Silverio¹ 

Thainá Caroline Casavechia de Oliveira¹ 

Vânia Tomazelli de Lima² 

Maílson Vieira Jesus¹ 

Silvana de Paula Quintão Scalon¹ 

INTRODUÇÃO

O silício (Si) encontra-se de forma abundante na crosta terrestre e está presente em consideráveis quantidades na maioria dos solos, encontrando-se na forma de óxido de silício. Apesar de não se enquadrar como nutriente, é considerado um elemento mineral benéfico ou útil as plantas, uma vez que não é totalmente necessário no sistema para que seja completado o ciclo vegetal, no entanto é notório a melhoria de aspectos relacionados à morfologia e estruturação quando utilizado (Marschner, 1995; Malavolta, 2006).

Atualmente a garantia de altas produtividades é papel-chave quando se trata de desejo do produtor rural. É importante a realização de estudos que contribuam para a minimização dos efeitos que possam causar a diminuição do rendimento e a depreciação da qualidade das espécies cultivadas, como a ocorrência de pragas e doenças, problemas com a fertilidade do solo e nutrição mineral das plantas (Barbosa et al., 2008). O uso do silício pode ser uma alternativa sustentável para esses parâmetros mencionados devido aos seus efeitos positivos. Esse elemento influencia na resistência das plantas ao ataque de insetos e fitopatógenos, na melhoria do estado nutricional, na redução da transpiração e na melhoria da eficiência fotossintética (Balakhnina; Borkowska, 2013; Marques, 2017). Além disso, é capaz de condicionar as plantas as mais variadas adversidades climáticas, como estresse salino, toxicidade a metais, déficit hídrico (Balakhnina; Borkowska, 2013; Alves, 2017).

Apesar do uso do silício demonstrar-se interessante na agricultura, os resultados de trabalhos em campo ainda são instáveis e sua aplicação ainda é limitada por falta de conhecimento a respeito da sua

¹ Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, Brasil.

² Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil.

* Autor(a) correspondente: jessica.aline.linne@gmail.com

dinâmica e funções. A maioria dos agricultores e técnicos ainda desconhece os efeitos e as vantagens do uso de fontes silicatadas em suas lavouras (Lima Filho, 2008). A falta de oferta de fertilizantes silicatados em todas as regiões do Brasil onera as despesas com transporte dos poucos centros distribuidores, fato que também influencia para sua menor utilização (Montes et al., 2015).

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo estudar e agrupar informações a respeito do comportamento do silício na planta e no solo, enfatizando a importância do elemento contra estresses abióticos e no controle de pragas e doenças em plantas, de modo a promover o incentivo ao seu uso na agricultura, especialmente em plantas cultivadas em viveiro.

O SILÍCIO NAS PLANTAS

Segundo Menegale et al. (2015), o silício é absorvido pela planta comumente como ácido monossilícico (H_4SiO_4) e é translocado pelo xilema em uma distribuição que depende das taxas de transpiração dos órgãos vegetais, portanto a deposição desse elemento ocorre na parede celular dessas estruturas de transudação, formando uma dupla camada de sílica cutícula e sílica-celulosa, que contribuirão para regulação das trocas gasosas e servirão de resistência à invasão de patógenos. Os mesmos autores verificam que esse elemento é encontrado em maiores quantidades nos tecidos de suporte do caule e das folhas, e em menores concentrações nos grãos. Oliveira (2017) relata que o transporte desse elemento pode ser ativo ou passivo.

Dentre os benefícios trazidos pela absorção de Si, destacam-se: folhas mais eretas devido ao aumento de rigidez dos tecidos; aumento da taxa fotossintética por conta de uma maior concentração e atividade da enzima Rubisco Carboxilase e diminuição na taxa de transpiração, representando uma estratégia na economia de água (Mendes et al., 2011).

São consideradas plantas acumuladoras de Si aquelas que possuem teor foliar acima de 1%, e não acumuladoras plantas com teor de silício menor que 0,5% (Ma et al., 2001). Castro (2009) definiu principalmente as espécies gramíneas, como acumuladoras desse elemento, enquanto Menegale et al. (2015) consideraram as leguminosas como não-acumuladoras por serem exclusoras na absorção desse elemento e ainda relatam que não são bem definidos os efeitos benéficos do Si nesse tipo de planta por conta dos vários resultados heterogêneos encontrados na literatura.

O SILÍCIO NO SOLO

No solo, o Si é geralmente agrupado em três frações diferentes: a fase sólida, a fase adsorvida e a fase líquida (Matichenkov; Bocharnikova, 2001; Sauer et al., 2006) (Figura 1).

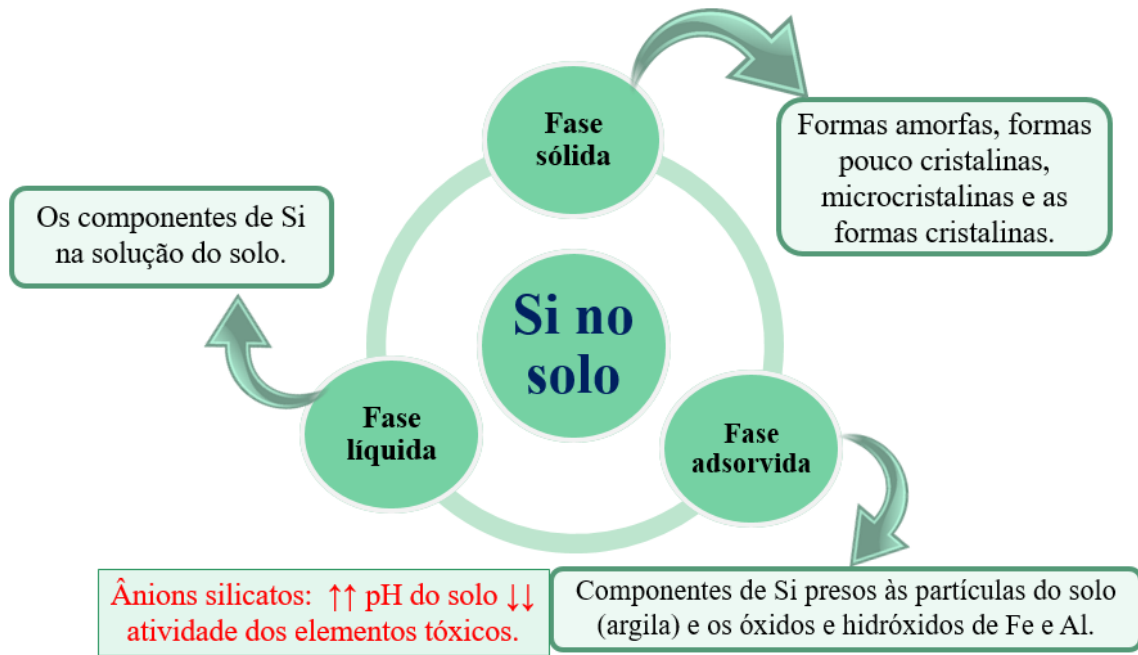


Figura 1. Silício nas fases sólida, líquida e adsorvida do solo. Fonte: os autores.

A fase sólida é dividida em três grupos principais: formas amorfas, formas pouco cristalinas e microcristalinas e as formas cristalinas. A maior fração de Si na fase sólida é composta pelas formas cristalinas, as quais ocorrem principalmente como silicatos primários e secundários e são abundantes em solos minerais que se desenvolveram a partir de rochas e sedimentos (Iler, 1979; Conley et al., 2006). A importância dessa fase de Si no solo está no fato de que a solubilidade das diferentes formas do elemento na fase sólida afeta de forma significativa a concentração de Si na solução do solo (Tubana; Heckman, 2015).

Os componentes de Si nas fases adsorvida e líquida são semelhantes, com a exceção de que aqueles em fase líquida estão dissolvidos na solução do solo, enquanto os adsorvidos estão presos às partículas do solo e óxidos e hidróxidos de Fe e Al (Tubana; Heckman, 2015). A adsorção do ácido silícico presente na solução do solo ocorre também em uma variedade de partículas do solo, como minerais de argila secundários que, ao adsorverem Si, causam redução mínima na concentração do elemento na solução. Já os hidróxidos de Fe e Al têm capacidade de adsorção forte, capaz de remover, a partir da solução do solo, quantidades significativas de Si dissolvido (Santos, 2017). Essa adsorção do Si por óxidos é influenciada por fatores como o pH, o potencial redox e o tipo de metal (Al ou Fe) presente no solo.

O Si disponível para as plantas é encontrado no solo na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4) e, uma vez absorvido, ele é acumulado principalmente na parede das células da epiderme das folhas (Ferreira, 2017). O ácido monossilícico, de forma passiva, juntamente com a água, é absorvido, sendo que sua posterior movimentação, na forma monomérica H_4SiO_4 , até as raízes depende de sua

concentração na solução do solo e da espécie da planta. Mendes et al. (2011) reafirmam que o Si é transportado como H_4SiO_4 no xilema e relatam que sua distribuição na planta também está relacionada com a taxa transpiratória das partes da planta.

A quantidade de H_4SiO_4 na solução do solo e a solubilidade de minerais contendo silício é afetada por fatores como pH, temperatura, tamanho das partículas, teor de água e matéria orgânica, e potencial redox do solo (Savant et al., 1997).

A presença de Si pode também reduzir a disponibilidade de determinados elementos presentes no solo, o que no caso de metais pesados ou nutrientes tóxicos mostra-se como mais um importante ponto a ser considerado em relação a este elemento. Estudos conduzidos com aplicação de materiais ricos em silício mostraram aumento no pH do solo e redução na disponibilidade de Cd, Cu, Pb e Zn em 60%, bem como na diminuição da absorção desses metais pesados pela cultura do arroz (Chen et al., 2000; Gu et al., 2011; Tripathi et al., 2014). Tubana et al. (2012) observaram resultados semelhantes com os elementos Fe e Ni.

O efeito do silício em diminuir a toxidez de metais pode ocorrer dentro da planta por: estímulo do sistema de antioxidantes, complexação dos íons metais; imobilização destes metais durante o crescimento vegetal; ou compartimentação em vacúolos, citoplasma ou na parede celular (Liang et al., 2007). Pela aplicação de fontes silicatadas nos solos também é possível verificar o seu efeito em elementos potencialmente tóxicos, os quais são convertidos de uma fração solúvel para uma fração insolúvel, estabilizando-se nessa forma, assim a sua biodisponibilidade é reduzida. No solo, isto pode ocorrer por processos de precipitação, humidificação, reações de redução e adsorção (Dietzel, 2000; Neumann; Nieden, 2001; Matichenkov; Bocharnikova, 2001; Sommer et al., 2006) e retenção dos metais em alocação nas frações de matéria orgânica e óxidos de ferro (Cunha et al., 2008). Os ânions silicatos aumentam o pH do solo e atuam diretamente na atividade dos elementos tóxicos seja reduzida, precipitando-os em compostos insolúveis, levando a polimerização de compostos silicatados ligados aos elementos tóxicos (Dietzel, 2000; Sommer et al., 2006; Tripathi et al., 2014).

ADUBAÇÃO SILICATADA

Apesar do silício (Si) estar presente em quantidades consideráveis na maioria dos solos, várias classes de solos, principalmente os arenosos, são pobres em Si solúvel nos horizontes superiores (Carvalho et al., 2009). Em um sistema de cultivo intensivo visando alta produtividade, faz-se necessária uma adubação adequada e, neste sentido, o uso de fertilizantes silicatados, pois além de fornecer nutrientes, também traz outros benefícios como o aumento da resistência das plantas a estresses bióticos (pragas e doenças) e abióticos (salinidade, seca, etc). Em função destes benefícios, o Ministério da Agricultura, pelo Decreto Lei número 4954, aprovado em 14 de janeiro de 2004, que dispõe sobre a legislação de fertilizantes, considerou o silício (Si) como um elemento benéfico (Marafon; Endres, 2011).

O silício ainda é pouco utilizado pela falta de oferta de fertilizantes silicatados em todas as regiões do Brasil, o que onera as despesas com transporte (frete), e também pelo fato de existir ainda uma falta de informação, tanto por parte dos técnicos quanto dos agricultores sobre a importância do elemento na agricultura (Marafon; Endres, 2011).

Os fertilizantes silicatos possuem interação com a adubação NPK, Lima Filho et al. (1999) afirmaram que o uso de deles auxilia na eficiência da adubação NPK. Os silicatos apresentam boas propriedades de adsorção e promovem menor lixiviação de K^+ e de outros nutrientes móveis no solo.

De acordo com Ferreira (2017) para o fornecimento de Si, podem ser utilizados resíduos vegetais (casca de arroz e bagaço de cana) ou as cinzas obtidas da queima dos mesmos para geração de vapor. Entretanto, estas fontes são de liberação lenta no solo e insuficientes para atender à demanda por Si na agricultura. Por outro lado, subprodutos da indústria do ferro gusa e do aço, que são as escórias de siderurgia ricas em Si, podem atender essa demanda de forma mais rápida.

Como fontes de silício, Raj (2011) relata principalmente as escórias de alto forno, constituídas de silicato de cálcio e outros metais, o silicato de sódio e o termofosfato sílico-magnésiano. Malavolta (2006) relata que os silicatos mais utilizados possuem Ca e Mg em que suas equações resultam na função semelhante ao calcário de corrigir a acidez, neutralizando H^+ e Al^{+3} que são tóxicos na solução do solo, logo também apresentam poder de neutralização.

O SILÍCIO NO MANEJO DE ESTRESSES

O acúmulo de silício pode aumentar a resistência ao estresse hídrico e diminuir os danos provocados pelos ataques de pragas e doenças (Balakhnina; Borkowska, 2013). Resultados benéficos da adubação silicatada têm sido observados em espécies vegetais, especialmente quando submetidas a estresse de natureza biótica ou abiótica. Tais efeitos são observados, principalmente, em espécies gramíneas, denominadas plantas “acumuladoras” de Si (Ma et al., 2001).

Segundo Raven (2003), este elemento é depositado na forma de sílica gel na parede celular da epiderme das folhas, colmos e casca, formando uma dupla camada de sílica-cutícula e sílica-celulose (Figura 2). A deposição do Si aumenta o fortalecimento e a rigidez da parede celular, aumentando, portanto, a resistência das plantas ao ataque de pragas, doenças, acamamento, melhora a interceptação de luz e diminui a transpiração (Barbosa Filho et al., 2001). Marschner (1995) explica que o Si acumulado junto aos estômatos reduz a taxa de transpiração, diminuindo, dessa forma, o consumo de água pela planta.

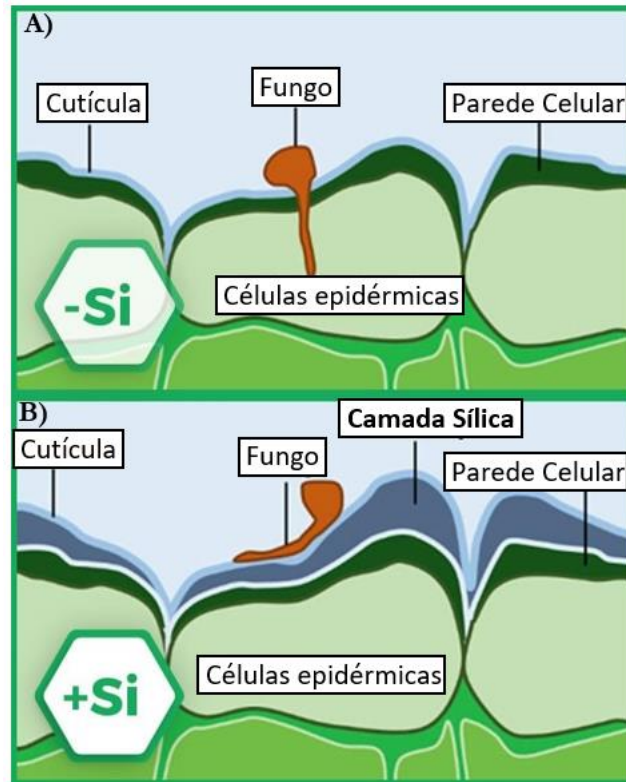


Figura 2. a) Presença e **b)** ausência da camada de sílica na parede celular de plantas tratadas com e sem silício, respectivamente. Fonte: adaptado de Hadrami (2019).

Faria (2000) afirma que quanto maior o teor de Si na planta, maior sua capacidade em tolerar falta de água no solo. O elemento também pode ativar genes relacionados com a produção de fenóis e enzimas envolvidos com o mecanismo de defesa da planta (Rodrigues et al., 2004). Nas plantas, podemos relacionar a presença do elemento à maior resistência ao acamamento, diminuição do ataque por pragas e doenças (por conta de alterações na anatomia da planta, como a formação de células epidérmicas mais grossas e maior grau de lignificação e/ou silicificação), maior resistência a condições adversas, causadas por situações de estresse biótico e abiótico, como menor efeito deletério provocado pela geada, menor taxa de evapotranspiração (em situações de déficit hídrico), favorecimento de nodulação em leguminosas, ativação da atividade de enzimas, efeitos na composição mineral (Epstein e Bloom, 2005; Malavolta, 2006).

O SILÍCIO NO MANEJO DO DÉFICIT HÍDRICO

Nas folhas, o silício acumula-se abaixo da cutícula formando uma camada de sílica que contribui para fortalecer a estrutura da planta reduzindo perda de água (Takahashi, 1995; Balakhnina e Borkowska, 2013) além de manter as folhas mais eretas, o que propicia melhor aproveitamento de luz solar e consequentemente maior aproveitamento fotossintético (Deren et al., 1994; Takahashi, 1995). Com relação à deficiência hídrica, o efeito benéfico deste elemento tem sido associado ao aumento da capacidade de defesa antioxidante (Zhu et al., 2004; Gong et al., 2005; Tripathi et al., 2014) e à

manutenção da taxa fotossintética, da condutância estomática da planta, mesmo em solo seco (Hattori et al., 2005), devido à redução da transpiração através da cutícula (Ma; Yamaji, 2006).

Gao et al. (2006), estudando os efeitos do silício sobre a taxa transpiratória e condutância estomática de plantas de trigo em condições de déficit hídrico, observaram significativa redução das mesmas tanto na superfície abaxial quanto na adaxial das folhas, porém tais efeitos não foram observados sobre a cutícula. Tais resultados apontam o papel deste elemento na diminuição da taxa transpiratória das plantas, a qual pode ser amplamente atribuída à atividade dos estômatos. O acúmulo de sílica na parede celular reduz a perda de água por transpiração, tornando-se um fator de adaptação ao estresse hídrico.

Gao et al. (2004) observaram que plantas de milho sob condições de estresse hídrico induzido por PEG 6000 (polietileno glicol) e adubadas com silício apresentavam maior eficiência do uso de água, menor transpiração e maior resistência estomática. Segundo os autores, a hipótese que explicaria esse fato seria a redução da transpiração, devido ao aumento da sensibilidade estomática e da resistência cuticular, porém o mecanismo que regula a resposta estomatal permanece não entendido e pouco estudado.

Segundo Guerra et al. (2014), plantas de algodoeiro supridas com silício, tanto as infectadas por ramulose como as sadias, passaram a usar de maneira mais eficiente a água, fixando uma maior quantidade de CO₂ por molécula de água transpirada. Esse fato é possível devido ao acúmulo de Si, que proporciona uma proteção mecânica à epiderme e ao mesmo tempo aumenta a resistência à seca, uma vez que o Si acumulado as lâminas foliares forma uma dupla camada de sílica-celulose que confere diminuição da permeabilidade ao vapor de água, o que limita a perda de água através da cutícula, reduzindo a transpiração cuticular (Ma et al., 2001).

O SILÍCIO NO MANEJO DE ESTRESSE SALINO

A salinidade é um dos principais fatores abióticos que contribuem para a diminuição da produtividade das plantas. Este fator é mais expressivo nas regiões áridas e semiáridas, as quais apresentam grandes contrastes ambientais (Parida; Das, 2004). As principais causas dos processos de salinização das áreas agricultáveis nestas regiões são decorrentes da baixa precipitação pluviométrica, alta evaporação, material de origem dos solos, irrigação mal conduzida, além de drenagem inadequada (Dantas et al., 2006).

Dentre os manejos agrônômicos realizados para atenuar o efeito do estresse salino em plantas, encontra-se a utilização do silício. Segundo Epstein (1999), o silício não é um elemento essencial para as plantas, mas traz benefícios para as mesmas, como por exemplo, aumenta a rigidez dos tecidos, o teor de clorofila, a resistência das células ao dano mecânico, as taxas fotossintéticas, além disso, melhora o aproveitamento da água conferido tolerância a estresses abióticos, como o estresse salino.

Conforme pesquisas realizadas por Lima et al. (2011), a aplicação de silício na solução nutritiva no cultivo de milho sob estresse salino, atenuou o efeito negativo causado pelo sal sobre o crescimento das plantas. Tuna et al. (2008) observaram que o silício aplicado a plantas de trigo submetidas a estresse

salino diminuiu a permeabilidade da membrana plasmática ao sódio, mantendo-a para o potássio e o cálcio, aliviando o estresse causado pelo sal. Além disso, observaram que o transporte de sódio dentro das raízes das plantas foi reduzido moderadamente pela adição de silício nas condições de salinidade. Zuccarini (2008) avaliando os efeitos da aplicação de silício em *Phaseolus vulgaris* L. sob dois níveis de salinidade, observou redução significativa no crescimento das plantas e trocas gasosas como condutância estomática e taxa fotossintética líquida, e aumento no conteúdo de Na⁺ e Cl⁻ principalmente nas raízes. Em condição de excesso de sal, a integridade da parede celular é garantida pela capacidade do silício em estimular o sistema antioxidante. Em culturas de cevada e algodão, cultivadas em solos com alta salinidade e baixa umidade, a aplicação de Si diminuiu as concentrações de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), bem como estimulou a atividade das enzimas superóxido dismutase, catalase e ascorbato peroxidase que garantiram a preservação da parede celular (Rodrigues et al., 2011; Balakhnina; Borkowska, 2013).

No entanto, ainda não foram descobertos nem completamente elucidados todos os mecanismos pelos quais o silício contribui com a tolerância ao estresse salino. Prova disto é que vários autores têm proposto várias hipóteses tentando explicar o efeito do silício sobre o estresse salino, porém nenhuma tem uma evidência clara. Dentro destas proposições são três as hipóteses que têm ganhado mais aceitabilidade na comunidade científica. A primeira é que o silício diminui a concentração de sais na planta devido à diminuição da transpiração pelo acúmulo do elemento nas folhas, a segunda é que o silício diminui o transporte de sódio nas raízes e a terceira é que o elemento tem funções fisiológicas que aumentam o metabolismo antioxidante (Shi et al., 2013).

O SILÍCIO NO CONTROLE DE PRAGAS

O aumento da resistência das plantas aos herbívoros pode ser causado pela redução da digestibilidade e/ou aumento da dureza dos tecidos das plantas, devido à deposição da sílica amorfa nas células da epiderme. Recentes estudos têm demonstrado também que o Si solúvel está envolvido na defesa química induzida por meio do aumento da produção de enzimas de defesa ou da possível melhoria na liberação de voláteis responsáveis pela atração de inimigos naturais, melhorando assim o controle biológico dos herbívoros (Reynolds et al., 2009).

A ação do silício sobre os insetos herbívoros pode ocorrer de duas formas: ação direta e ação indireta. Os efeitos diretos incluem a redução no crescimento da planta e na reprodução do inseto, com simultânea redução do dano na planta. Estudos demonstraram o aumento da resistência em plantas com Si a insetos herbívoros e outros artrópodes (Moraes et al., 2004; Kvedaras; Keeping, 2007). Os efeitos indiretos podem ser considerados como a diminuição ou atraso da penetração do inseto na planta, reduzindo o tempo de exposição da planta às pragas, condições climáticas adversas e às medidas de controle químico (Kvedaras; Keeping, 2007; Tripathi et al., 2014).

Trabalhos conduzidos por Keeping e Meyer (2000) com cana-de-açúcar mostraram os efeitos da aplicação de silicato de cálcio conferindo resistência à broca-da-cana, *Eldana saccharina*. Segundo esses

autores, foram observados aumentos significativos no teor de silício nas plantas tratadas com silicato de cálcio. Os tratamentos com silício reduziram significativamente os danos produzidos pela broca e o número de internódios broqueados. Os mesmos autores constataram que o silicato de cálcio aplicado conferiu resistência comparado com o tratamento controle, reduzindo o tamanho da broca em 24,4%. Variedades suscetíveis tiveram maior benefício do tratamento com silício do que as resistentes. Variedades resistentes não apresentaram efeitos significativos com o Si.

Por outro lado, na cultura da batata a aplicação de silício para a diminuição do grau de infestação por pulgões e vaquinhas não apresentou resultados significativos quando comparado à testemunha absoluta, bem como o desenvolvimento e produtividade da cultura (Silva et al., 2010). Tais resultados condizem com os de Gomes et al. (2008), onde a avaliação de apenas um ciclo da cultura da batata não foi suficiente para expressar resultados significativos mediante a aplicação de Si para o controle de pulgão.

Korndörfer (2006) verificou que o acúmulo de Si em plantas de *Davilla elliptica* (Dilleniaceae) St. Hil resultou em folhas mais duras e com maior número de tricomas (apêndices epidérmicos altamente variados em estrutura e função) formando uma barreira física, refletindo na redução da herbivoria por parte de insetos.

O SILÍCIO NO CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS

O silício pode atuar na constituição de barreira física de maneira a impedir a penetração de fungos e afetar os sinais entre o hospedeiro e o patógeno, resultando na ativação mais rápida e extensiva dos mecanismos de defesa pré e pós-formados da planta (Pozza et al. 2004; Tripathi et al., 2014). Além da barreira física nas células epidérmicas, o elemento age no tecido hospedeiro afetando os sinais, resultando em uma ativação mais rápida e extensiva dos mecanismos de defesa da planta. Durante muito tempo acreditou-se que o papel do Si estava restrito a uma defesa física, entretanto, a barreira física proporcionada por este elemento nas células epidérmicas não é o único mecanismo de combate à penetração das hifas de fungos. A resistência mediada pelo Si contra patógenos está associada também com o acúmulo de compostos fenólicos e fitoalexinas, mas também com a ativação de alguns genes (Rodrigues et al., 2001).

Domiciano et al. (2010) relatam que a utilização de silício promoveu uma redução significativa da doença provocada pelo fungo *Bipolaris sorokiniana* na cultura do trigo. Os autores verificaram que houve um aumento na atividade de algumas enzimas, como quitinase, peroxidase e polifenoloxidase nos tratamentos que foram suplementados com o elemento e inoculados com o fungo. Este resultado é mais uma evidência da atuação do Si como um elemento capaz de ativar o sistema de defesa das plantas. Ainda na cultura do trigo, o míldio pulverulento (*Blumeria graminis* f.sp. tritici) tem sido controlado com a aplicação de silicato no solo (Rodgers-Gray; Shaw, 2000).

Em outras culturas, o silício também tem apresentado efeito promissor no controle de doenças. Estudos conduzidos por Seebold et al. (2004) revelaram que a dose de 100 kg ha⁻¹ de Si foi tão efetiva

quanto as doses cheias dos fungicidas edifenfós e tricyclazole no controle da brusone na folha e na panícula de arroz. Além disso, a aplicação do Si associado com 10% a 25% da dose cheia dos fungicidas foi tão eficiente no controle da doença quanto as doses cheias dos fungicidas. Observou-se, ainda, que o efeito residual do Si no solo foi eficiente no controle da brusone na folha e no “pescoço” da panícula na safra seguinte de arroz.

Resende et al. (2009) estudaram o efeito do Si no comportamento de alguns componentes de resistência de linhagens de sorgo suscetível e resistente à antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum sublineolum*. Cinco doses do elemento foram aplicadas ao solo, utilizando-se a wollastonita como fonte. Observou-se que o teor de Si aumentou nas folhas, com incremento de 55% e 58% em relação ao controle nas linhagens suscetível e resistente, respectivamente. Para a linhagem suscetível houve efeito positivo do Si sobre a severidade da doença.

Pozza et al. (2004), estudando o efeito do Si na intensidade da cercosporiose em três cultivares de cafeeiro em tubetes, observaram redução de 63,2% no número de lesões e de 43% de folhas doentes por plantas. Além disso, verificaram o aumento significativo nos teores de Si foliar nas plantas adubadas com este elemento quando comparadas ao tratamento testemunha.

CONCLUSÃO

A utilização do silício na agricultura, especialmente em plantas cultivadas em viveiros, pode ser uma grande estratégia de manejo de pragas, doenças e estresses abióticos como o déficit hídrico e a salinidade.

Os silicatos podem atuar como corretivos e fertilizantes, por substituir o calcário no processo de correção da acidez do solo e fornecer nutrientes (silício, cálcio e magnésio).

Para algumas culturas os resultados ainda são incipientes e mostram-se heterogêneos, mas vários estudos têm comprovado os benefícios do uso do silício no manejo de plantas cultivadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, P. E. P. N. (2017). *Potencial do silício à tolerância aos estresses abióticos em plantas cultivadas*. Trabalho de conclusão de curso (Título em Ciências Biológicas), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande. 18p.
- Balakhnina, T., & Borkowska, A. (2013). Effects of silicon on plant resistance to environmental stresses. *International Agrophysics*, 27, 225-232.
- Barbosa Filho, M. P., Snyder, G. H., Fageria, N. K., Datnoff, L. E., Silva, & O. F. (2001). Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25, 325-330. DOI: 10.1590/S0100-06832001000200009

- Barbosa, N. C., Venâncio, R., Assis, M. H. S., Paiva, J. B., Carneiro, M. A. C., & Pereira, H. S. (2008). Formas de aplicação de silicato de cálcio e magnésio na cultura do sorgo em neossolo quartzarênico de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 38, 290-296.
- Castro, G. S. A. (2009). *Alterações físicas e químicas do solo em função do sistema de produção e da aplicação superficial de silicato e calcário*. Dissertação Mestrado, UNESP Botucatu, 160p.
- Carvalho, M. P., Zanão Júnior, L. A., Grossi, J. A. S., & Barbosa, J. G. (2009). Silício melhora produção e qualidade do girassol ornamental em vaso. *Ciência Rural*, 39, 2394-2399. DOI: 10.1590/S0103-84782009005000194
- Chen, H. M., Zheng, C. R., Tu, C., & Shen, Z. G. (2000). Chemical methods and phytoremediation of soil contaminated with heavy metals. *Chemosphere*, 41, 229-234. DOI: 10.1016/S0045-6535(99)00415-4
- Conley, D. J., Sommer, M., Meunier, J. D., Kaczorek, D., & Saccone, L. (2006). Silicon in the terrestrial biogeosphere. In: Ittekkot, V., Humborg, C., & Garnier, J. (Orgs.). *Land-ocean nutrient fluxes: silica cycle*. Washington DC: SCOPE Series/Island Press.
- Cunha, K. P. V., Nascimento, C. W. A., & Silva, A. J. (2008). Silicon alleviates the toxicity of cadmium and zinc for maize (*Zea mays* L.) grown on a contaminated soil. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 171, 849-853. DOI: 10.1002/jpln.200800147
- Dantas, J. A., Neto, E. B., Barreto, L. P., & Santos, M. V. F. (2006). Efeito da salinidade sobre o crescimento e composição mineral de seis clones de *Pennisetum*. *Revista Ciência Agronômica*, 37, 97-101.
- Deren, C. W., Datnoff, L. F., Snyder, G. H., & Martin, F. G. (1994). Silicon concentration, disease response, and yield components of rice genotypes grown in flooded organic histosols. *Crop Science*, 34, 733-737. DOI: 10.2135/cropsci1994.0011183X003400030024x
- Dietzel, M. (2000). Dissolution of silicates and the stability of polysilicic acid. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 64, 3275-3281. DOI: 10.1016/S0016-7037(00)00426-9
- Domiciano, G. P., Rodrigues, F. A., Vale, F. X. R., Xavier Filha, M. S., Moreira, W. R., Andrade, C. C. L., & Pereira, S. C. (2010). Wheat resistance to spot blotch potentiated by silicon. *Journal of Phytopathology*, 158, 334-343. DOI: 10.1111/j.1439-0434.2009.01623.x
- Epstein, E. (1999). Silicon annual review of plant. *Physiology and Plant Molecular Biology*, 50, 641-664.
- Epstein, E., & Bloom, A. J. (2005). *Mineral nutrition of plants: principles and perspectives*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Faria, R. J. (2000). *Influência do silicato de cálcio na tolerância do arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo*. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras. 47p.
- Ferreira, B. C. (2017). *Reatividade de fontes de silício no solo e sua acumulação nas plantas de arroz e de sorgo*. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 53p.

- Gao, X., Zou, C., Wang, L., & Zhang, F. (2004). Silicon improves water use efficiency in maize plants. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 1457-1470. DOI: 10.1081/PLN-200025865
- Gao, X., Zou, C., Wang, L., & Zhang, F. (2006). Silicon decreases transpiration rate and conductance from stomata of maize plants. *Journal of Plant Nutrition*, 29, 1637-1647. DOI: 10.1080/01904160600851494
- Gomes, F. B., Moraes, J. C., Santos, C. D. D., & Antunes, C. S. (2008). Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, 37, 185-190. DOI: 10.1590/S1519-566X2008000200013
- Gong, H., Zhu, X., Chen, K., Wang, S., & Zhang, C. (2005). Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science*, 169, 313-321. DOI: 10.1016/j.plantsci.2005.02.023
- Gu, H., Qui, H., Tian, T., Zhan, S. S., Deng, T. H. B., Chaney, R. L., Wang, S. Z., Tang, Y. T., Morel, J. L., & Qiu, R. L. (2011). Mitigation effects of silicon rich amendments on heavy metal accumulation in rice (*Oryza sativa* L.) planted on multi-metal contaminated acidic soil. *Chemosphere*, 83, 1234-1240. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2011.03.014
- Guerra, A. M. N., Rodrigues, F. Á., Lima, T. C., Berger, P. G., Barros, A. F., & Silva, Y. C. R. D. (2014). Capacidade fotossintética de plantas de algodoeiro infectadas por ramulose e supridas com silício. *Bragantia*, 73, 50-64. DOI: 10.1590/brag.2014.010
- Hadrami, A. (2019). The role of silica in field crops. Disponível em: <<https://omexcanada.com/plant-nutrition/know-your-nutrients/the-role-of-silica-in-field-crops>>. Acesso em: 16/07/2022.
- Hattori, T., Inanaga, S., Araki, H., Ping, A., Morita, S., Luxova, M., & Lux, A. (2005). Application of silicon enhanced drought tolerance in Sorghum bicolor. *Physiologia Plantarum*, 123, 459-466. DOI: 10.1111/j.1399-3054.2005.00481.x
- Iler, R. K. (1979). *The chemistry of silica*. New York: Wiley.
- Keeping, M. G., & Meyer, J. H. (2000). Increased resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) with calcium silicate application. *Proceedings of the Annual Congress South African Sugar Technologists Association*, 74, 221-222.
- Korndörfer, A. P. A. (2006). *Importância do silício nas relações entre herbívoros e Davilla elliptica (Dilleniaceae) St. Hill no Cerrado*. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 31p.
- Kvedaras, O. L., & Keeping, M. G. (2007). Silicon impedes stalk penetration by the borer *Eldana saccharinain* sugarcane. *Entomology Experimentalis et Applicata*, 125, 103-110. DOI: 10.1111/j.1570-7458.2007.00604.x
- Liang, Y. C., Sun, W., Zhu, Y. G., & Christie, P. (2007). Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. *Environmental Pollution*, 147, 422-428. DOI: 10.1016/j.envpol.2006.06.008

- Lima Filho, O. F. (2008). Silício: produtividade com qualidade na lavoura. Embrapa Agropecuária. 2p. Disponível em: <<http://www.cpa0.embrapa.br/Noticias/artigos/artigo1.html>>. Acesso em: 17/06/2022.
- Lima Filho, O. F., Lima, M. T. G., & Tsai, S. M. (1999). O silício na agricultura. *Informações Agronômicas*, 87, 1-7.
- Lima, M. A., Castro, V. F., Vidal, J. B., & Filho, J. E. (2011). Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. *Revista Ciência Agronômica*, 42, 398- 403. DOI: 10.1590/S1806-66902011000200019
- Ma, J. F., Miyake, Y., & Takahashi, E. (2001). Silicon as a beneficial element for crop plants. *Studies in Plant Science*, 8, 17-39. DOI: 10.1016/S0928-3420(01)80006-9
- Ma, J. F., & Yamaji, N. (2006). Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science*, 11, 392-397. DOI: 10.1016/j.tplants.2006.06.007
- Malavolta, E. (2006). *Manual de nutrição mineral de plantas*. Piracicaba: Editora Ceres.
- Marques, M. G. (2017). *Teor foliar de silício em Brassica napus e Brassica juncea fertilizadas com silicato de cálcio*. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 20p.
- Marafon, A. C., & Endres, L. (2011). *Adubação silicatada em cana-de-açúcar*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press.
- Matichenkov, V. V., & Bocharnikova, E. A. (2001). The relation between silicon and soil physical and chemical properties. In: Datnoff LE, Snyder GH, Korndörfer GH (Orgs.). *Silicon in agriculture - Studies in Plant Science*. Amsterdam: Elsevier.
- Mendes, L. S., Souza, C. H. E., & Machado, V. N. (2011). Adubação com silício: influência sobre o solo, planta, pragas e patógenos. *Cerrado Agrociências*, 2, 51-63.
- Menegale, M. L. C., Castro, G. S. A., & Mancuso, M. A. (2015). Silício: Interação Com o Sistema Solo-Planta. *Journal of Agronomic Sciences*, 4, 435-454.
- Montes, R. M., Montes, S. M. N. M., & Raga, A. (2015). *Uso de silício no manejo de pragas*. São Paulo: Instituto Biológico, Boletim técnico 17. 13p.
- Moraes, J. C., Goussain, M. M., Basagli, M. A., Carvalho, G. A., Ecole, C. C., & Sampaio, M. V. (2004). Influência do silício na interação tritrófica: plantas de trigo, pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) e seus inimigos naturais *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). *Neotropical Entomology*, 33, 619-624. DOI: 10.1590/S1519-566X2004000500012
- Neumann, D., & Nieden, U. (2001). Silicon and heavy metal tolerance of higher plants. *Phytochemistry*, 56, 685-692. DOI: 10.1016/S0031-9422(00)00472-6


- Oliveira, R. L. L. (2017). *Aplicação de silício na fisiologia, na produção e na mitigação de estresse causado pela deficiência de manganês em plantas de sorgo granífero*. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 43p.
- Parida, A. K., & Das A. B. (2004). Effects of NaCl stress on nitrogen and phosphorous metabolism in a true mangrove *Bruguiera parviflora* grown under hydroponic culture. *Journal of Plant Physiology*, 161, 921-928. DOI: 10.1016/j.jplph.2003.11.006
- Pozza, A. A. A., Alves, E., Pozza, E. A., Carvalho, J. G., Montanari, M., Guimarães, P. T. G., & Santos, D. M. (2004). Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 29, 185-188. DOI: 10.1590/S0100-41582004000200010
- Raij, B. V. (2011). *Fertilidade do solo e manejo de nutrientes*. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute.
- Raven, J. A. (2003). Cycling silicon-the role of accumulation in plant. *The New Phytologist*, 158, 419-421.
- Resende, R. S., Rodrigues, F. A., Soares, J. M., & Casela, C. R. (2009). The influence of silicon on components of resistance to anthracnose in susceptible and resistant sorghum lines. *European Journal of Plant Pathology*, 124, 533-541. DOI: 10.1007/s10658-009-9430-6
- Reynolds, O. L., Keeping, M. G., & Meyer, J. H. (2009). Silicon augmented resistance of plants to herbivorous insects: a review. *Annals of Applied Biology*, 155, 171-186. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2009.00348.x
- Rodgers-Gray, B. S., & Shaw, M. W. (2000). Substantial reductions in winter wheat diseases caused by addition of rice straw but not manure to soil. *Plant Pathology*, 49, 590-599. DOI: 10.1046/j.1365-3059.2000.00497.x
- Rodrigues, F. A., Datnoff, L. E., Korndorfer, G. H., Seebold, K. W., & Rush, M. C. (2001). Effect of silicon and host resistance on sheath blight development in rice. *Plant Disease*, 85, 827-832. DOI: 10.1094/PDIS.2001.85.8.827
- Rodrigues, F. A., McNally, D. J., Datnoff, L. E., Jones, J. B., Labbé, C., Benhamou, N., Menzies, J. G., & Bélanger, R. R. (2004). Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. *Phytopathology*, 94, 177-183. DOI: 10.1094/PHYTO.2004.94.2.177
- Rodrigues, F. A., Oliveira, L. A., Korndörfer, A. P., & Korndörfer, G. H. (2011). Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. *Informações Agronômicas*, 134, 14-20.
- Sauer, D., Saccone, L., Conley, D. J., Herrmann, L., & Sommer, M. (2006). Review of methodologies for extracting plant-available and amorphous Si from soils and aquatic sediments. *Biogeochemistry*, 80, 89-108. DOI: 10.1007/s10533-005-5879-3
- Santos, G. A. (2017). *Eficiência da fluorita com óxido de silício na produção de cana-de-açúcar*. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 111p.


- Savant, N. K., Snyder, G. H., & Datnoff, L. E. (1997). Silicon management and sustainable rice production. *Advances in Agronomy*, 58, 151-199. DOI: 10.1016/S0065-2113(08)60255-2
- Seebold, K. W., Datnoff, L. E., Correa-Victoria, F. J., Kucharek, T. A., & Snyder, G. H. (2004). Effects of silicon and fungicides on the control of leaf and neck blast in upland rice. *Plant Disease*, 88, 253-258. DOI: 10.1094/PDIS.2004.88.3.253
- Shi, Y., Wang, Y., Flowers, T. J., & Gong, H. (2013). Silicon decreases chloride transport in rice (*Oryza sativa* L.) in saline conditions. *Journal of Plant Physiology*, 170, 847-853. DOI: 10.1016/j.jplph.2013.01.018
- Silva, V. F., Moraes, J. C., & Melo, B. A. (2010). Influence of silicone on the development, productivity and infestation by insect pests in potato crops. *Ciência e Agrotecnologia*, 34, 1465-1469. DOI: 10.1590/S1413-70542010000600016
- Sommer, M., Kaczorek, D., Kuzyakov, Y., & Breuer, J. (2006). Silicon pools and fluxes in soils and landscapes: a review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 169, 310-329. DOI: 10.1002/jpln.200521981
- Takahashi, E. (1995). Uptake mode and physiological functions of silica. *Science of Rice Plant*, 2, 58-71.
- Tripathi, D. K., Singh, V. P., Gangwar, S., Prasad, S. M., Maurya, J. N., & Chauhan, D. K. (2014). Role of silicon in enrichment of plant nutrients and protection from biotic and abiotic stresses. In: Ahmad, P., Wani, M. R., Azooz, M. M., & Tran, L. S. P. (Orgs.). *Improvement of crops in the era of climatic changes*. New York: Springer.
- Tubana B. S., & Heckman, J. R. (2015). Silicon in Soils and Plants. In: Rodrigues, F. A., & Datnoff, L. E. (Orgs.). *Silicon and Plant Diseases*. Cham: Springer International Publishin.
- Tubana B. S., Narayanaswamy, C., & Datnoff, L. E. (2012). Changes in pH and extractable nutrients of selected soils from the Midwest and South USA as influenced by different rates of iron calcium silicate slag. *ASA-CSSA-SSSA International Annual Meetings*, 21-24
- Tuna, A. L., Kayab, C., Higgs, D., Amador, B. M., Aydemir, S., & Girgin, A. R. (2008). Silicon improves salinity tolerance in wheat plants. *Environmental and Experimental Botany*, 62, 10-16. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2007.06.006
- Zhu, Z., Wei, G., Li, J., Qian, Q., & Yu, Z. (2004). Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science*, 167, 527-533. DOI: 10.1016/j.plantsci.2004.04.020
- Zuccarini, P. (2008). Effects of silicon on photosynthesis, water relations and nutrient uptake of *Phaseolus vulgaris* under NaCl stress. *Biologia Plantarum*, 52, 157-160. DOI: 10.1007/s10535-008-0034-3

A problemática da água no distrito de ideal município de Aracoiaba – CE

Recebido em: 15/10/2022

Aceito em: 08/11/2022

 10.46420/9786581460679cap11

Denise Maria Santos¹² 

Jean Carlos de Araújo Brilhante¹ 

Maria José de Holanda Leite^{2*} 

INTRODUÇÃO

Água é vida, vida essa que temos que cuidar valorizar e à cima de tudo zelar por esse bem tão precioso e escasso. Ela contém todos os componentes necessário e essencial para uma vida saudável. Sem ela é impossível ter vida na terra. Água tem muitos significados. Para o ambientalista, significa vida para flora e fauna aquáticas. Para religião, tem o poder de purificar a alma. Para empreendedores de diferentes setores usuários, é um recurso de grande utilidade que pode servir como meio de transporte e diluição de efluentes, produzir alimento, gerar energia, abastecer populações e indústria. Certamente, cada cidadão comum tem sua visão particular acerca desse importante recurso natural (Rebouças et al., 2006).

A ação antrópica vem a cada dia destruindo os recursos naturais, de tal forma onde o próprio ser humano é prejudicado e desta forma acabam afetando as futuras gerações. Os mesmos não estão atentos que a água é uma das substancias mais importantes para todas as formas de vida na terra, está presente em todos os organismos vivos fazendo parte fazendo parte de uma infinidade de substancias. A escassez de água no planeta é uma preocupação mundial e já existem previsões de que a água doce será o recurso natural mais disputado neste século.

O problema da água é não se renova ao ritmo a que os seres humanos a poluem, a par dos desperdícios de água que se verificam em quase todo o mundo, é preciso que todos nós tenhamos uma consciência ecológica de preservação dos recursos naturais. Uma fome zero mundial, prevista pelas metas do milênio, deve incluir a sede zero, pois não há alimento que possa existir e ser consumido sem a água. A falta de água ocasionará a maior fome zero que o planeta passará. E isso proporcionará destruição, mortes. Planeta sem água, planeta sem vida. Uma das maiores fomes que o ser humano pode passar é a falta de água potável. Pois não existe alimento que possa ser preparado sem a utilização desse bem tão

¹² Instituto Dom José de Educação e Cultura, Brasil.

² Universidade Federal de Alagoas (UFAL), BR 104, Km 85, CEP: 57100-000, S/N - Mata do Rolo - Rio Largo, Alagoas, Brasil.

* Autora correspondente: maryholanda@gmail.com

precioso. “A água é vida, geradora de vida é um dos símbolos mais poderosos da natureza da última realidade sem a água não viveríamos” (Boff, 2010)

Sem a nossa maior geradora de vida, a vida na terra tornará impossível. Dependemos diretamente desse bem precioso, então devemos ser o maior responsável por sua qualidade e quantidade. Como ser humanos devemos preservar o meio ambiente o que ainda nos resta, não desperdiçar. E assim valorizar o que ainda temos.

A ausência de água potável em nosso planeta se agrava a cada dia, como podemos ver existe pouca água potável no mundo e sua distribuição se apresenta de forma desigual. Em meio a toda crise que o país está passando com a escassez de água potável, o município de Aracoiaba conta com reservatório de água que abastece 13 cidades que compõe o maciço de Baturité. Todas as localidades do distrito de ideal município de Aracoiaba-CE foram beneficiadas com cisternas de placas onde armazenam água para suprir necessidades básicas da população.

Várias cidades têm suas origens ligadas à presença de um rio, lago, mar ou fonte natural de água. Razões como a necessidade vital de água potável, a beleza de uma paisagem natural, pontos estratégicos de defesa, terras férteis para agricultura ou a exigência de ouro num curso d'água foram e continuam sendo suficiente para a formação de uma comunidade (Zinato, 2000).

Atualmente, a humanidade vem se preocupando sempre mais com a necessidade de preservação do meio ambiente. Podemos afirmar que a qualidade da água hoje em dia é decorrente da atuação do homem com a natureza. O homem por si próprio está se destruindo e destruindo o meio em que vive. A humanidade hoje precisa ter mais clareza e buscar de todas as maneiras possíveis poluírem menos, buscar soluções reais para melhor viver em cumplicidade com a natureza. A qualidade da água, no sentido mais amplo de seu conceito, pode ser entendida como o conjunto das características físicas, químicas e biológicas que esse recurso natural deve possuir para atender aos diferentes usos a que se destina (CONAMA, 2005).

A qualidade da água é resultante dos fenômenos naturais e da atuação do homem. Pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso, e da ocupação do solo na bacia hidrográfica (Von Sperling, 2007).

Água tem muitos significados. Para o ambientalista, significa vida para flora e fauna aquáticas. Para religião, tem o poder de purificar a alma. Para empreendedores de diferentes setores usuários, é um recurso de grande utilidade que pode servir como meio de transporte e diluição de efluentes, produzir alimento, gerar energia, abastecer populações e indústria. Certamente, cada cidadão comum tem sua visão particular acerca desse importante recurso natural (Rebouças et al., 2006).

Uma fome zero mundial, prevista pelas metas do milênio, deve incluir a sede zero, pois não há alimento que possa existir e ser consumido sem a água. A falta de água ocasionará a maior fome zero que o planeta passará. E isso proporcionará destruição, mortes. Planeta sem água, planeta sem vida. Uma das maiores fomes que o ser humano pode passar é a falta de água potável. Pois não existe alimento que

possa ser preparado sem a utilização desse bem tão precioso. “A água é vida, geradora de vida é um dos símbolos mais poderosos da natureza da última realidade sem a água não viveríamos” (Boff, 2010). Sem a nossa maior geradora de vida, a vida na terra tornará impossível. Dependemos diretamente desse bem precioso, então devemos ser o maior responsável por sua qualidade e quantidade. Como ser humanos devemos preservar o meio ambiente o que ainda nos resta, não desperdiçar. E assim valorizar o que ainda temos.

A ciência tem nos demonstrado que a vida originou-se da água, e ela predomina em todos os corpos vivos. Não conseguimos imaginar a sociedade sem água, ela serve para beber, cozinhar, faz parte de todo o processo de higiene do indivíduo e também é indispensável nos setores das indústrias e outros. Conforme afirma Branco (2003).

A água é um bem natural por representar um elemento da natureza indispensável à vida de todos os seres aquáticos ou terrestres. Além de constituir o ambiente natural dos organismos marinhos e de água doce, a água compõe parte significativa das células de todos os seres vivos e participa de todos os processos de transportes de alimentos no interior dos organismos, bem como da formação do sangue, das seivas e de outros componentes líquidos dos animais e vegetais. Em relação às aves e aos mamíferos, desempenha, ainda, papel importante na manutenção de sua temperatura. Finalmente constitui regulador essencial do clima de toda a terra. Hoje sabemos que a água é um termo muito discutido, pois apesar de ser um recurso renovável, não é infinita, e que apenas uma pequena proporção da água existente no mundo pode ser consumida. Devido este agravante, a sociedade deve adquirir novos valores, uma nova postura que permitam fazer um uso racional da água evitando desperdício. Didonet afirma que: “Quando em nossas casas abrimos a torneira e a água aparece, jorrando, costumamos cometer o erro de pensar que ela sempre estará ali e que é um recurso natural renovável, mas finito, e a cada dia que passa vem se tornando mais e mais escassa” (Didonet, 1997).

A atual situação da grave escassez de água potável vem se agravando e trazendo sérios problemas para humildade e para todos os seres que dependem desse recurso. Nenhuma questão hoje é mais importante do que a da água. Dela depende a sobrevivência de toda a cadeia da vida e, conseqüentemente, de nosso próprio futuro. Ela pode ser motivo de guerra como de solidariedade e cooperação entre os povos. No distrito de Ideal as fontes de água potável vêm sendo escasso, causando dessa forma impactos de forma negativa causando sérios problemas para a sociedade. Mesmo em meio a tantas dificuldades a maioria dos moradores da região do distrito de Ideal conta com reservatórios de água na qual supri suas necessidades básicas.

O presente trabalho teve como objetivo fazer uma revisão de literatura sobre as causas da escassez de água potável deste município, gerando as seguintes hipóteses: Como é realizado o uso da água pelos moradores deste distrito, a forma de conservação e reuso realizado por essa população. Tendo por finalidade conscientizar os moradores do distrito de Ideal, a importância desse bem e os prejuízos acarretados pelo consumo de água poluída. Além disso, servirá como referencial acadêmico para trabalhar

os dados encontrados e buscar soluções educacionais concretas para a preservação e o uso racional desse bem tão precioso.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido em duas partes: a primeira teórica, em que foi realizada a pesquisa bibliográfica sobre a questão dos reservatórios locais de coleta de água da chuva e armazenamento, bem como as maneiras de reutilização (Figura 1). Esta pesquisa foi realizada utilizando material didático e de entretenimento, bem como pesquisas em sites relacionados com o assunto.



Figura 1. Reservatórios de água. Fonte: os autores

A segunda etapa foi realizada com pesquisa de campo, para investigar qual o destino que é dado à água que é utilizada na qual faz parte do desperdício desse distrito (Figura 2), verificar o consumo de água, localizar os pontos com maior desperdício de água potável, e entrando em contato com as entidades responsáveis pelo abastecimento de água. Para realizar esta etapa conversamos com a população do distrito, diretores, coordenadores pedagógicos, comerciantes, lideranças comunitárias e população em geral, onde conseguiram informações referentes ao consumo, o destino e os locais de maior desperdício de água.



Figura 2. Desperdício de água no Distrito de Ideal. Fonte: os autores

Os estudos de casos foram realizados da seguinte forma: visita aos reservatórios de água entrevista com as comunidades, pesquisas mostrando a importância desse recurso natural, elaboração de proposta para mostrar como podemos preservar essas bem, palestras voltada para o assunto, formação contínua sobre o assunto, folhetos demonstrativos mostrando os riscos e consequências do mau uso da água, suporte teórico e prático para um melhor desempenho, debates explicando os fenômenos que ocasionaria a escassez, parcerias com entidades responsáveis pelo abastecimento de água, apresentação do artigo em forma de socialização com as unidades escolares locais (Figura 3).



Figura 3. Local da pesquisa de campo. Fonte: os autores

Para a coleta de dados referente a problemática da água, foi elaborado um questionário contendo cinco perguntas, que foram respondidas por 10 pessoas da comunidade de Ideal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Importância do papel da educação em relação a problemática da água

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) citam a importância de um projeto educacional para a preservação dos recursos naturais. Segundo suas diretrizes são essenciais falar sobre a economia

de água, abordando hábitos na escola e em casa. Exemplo: uma torneira aberta enquanto se escova os dentes leva ao desperdício de até 50 litros de água tratada.

Mesmo com a orientação, na maioria das escolas não se desenvolvem programas de uso racional desse recurso. "Os professores têm dificuldade de perceber as relações da teoria com o uso da água no cotidiano", afirma a consultora Sonia Muhringer, uma das autoras dos Parâmetros em Ação na área de Meio Ambiente. Para ela, outra falha no ensino do tema é tratá-lo sob um só aspecto. "Devia-se falar sobre esse assunto de forma interdisciplinar, não apenas em Ciências, mas também em Matemática, História e sob o enfoque da ética."

O engenheiro Flávio Augusto Scherer concluiu em agosto do ano passado uma tese na Universidade de São Paulo (USP) e comprovou a falta de programas de conscientização do uso da água nas escolas brasileiras. "Dá para contar nos dedos as que adotaram algum projeto", afirma o especialista. O estudo contém orientações para as escolas obterem bons resultados com atividades nesse sentido. Tão importante quanto a mudança nas instalações hidráulicas, na opinião de Scherer, é o investimento na capacitação de professores, diretores e funcionários. Somente se estiverem bem preparados os educadores podem agir de modo eficiente na formação de uma cultura contra o desperdício. Um dos projetos que Scherer considera exemplar é o do Centro Educacional São Camilo, em Cachoeiro do Itapemirim (ES).

A escola contou com a consultoria da organização não governamental Água e Cidade, de Curitiba. A ONG fornece aos alunos revistas em quadrinhos contra o desperdício de água enquanto os professores recebem um manual e passam por um curso de 20 horas para saber como transformar conhecimentos teóricos em exemplos práticos a serem apresentados na sala de aula. "A idéia do projeto é orientar o professor a aplicar o tema da água no cotidiano", diz Noemia Frison, gerente nacional da Água e Cidade.

No São Camilo, o programa batizado de Gota d'Água começou em 2002. A coordenação do projeto fez uma parceria com empresas privadas para a troca de torneiras manuais por automáticas nas pias e nos mictórios e a colocação de caixa acoplada nos vasos sanitários. "Em cinco meses, o consumo de água tinha baixado em 60%", diz a diretora Eliane Bettecher. A marca, contudo, é resultado muito mais do trabalho de mobilização feito pelos funcionários e alunos do que da troca de equipamentos.

Os professores basearam o projeto nas dúvidas e necessidades apresentadas pelas turmas, que orientaram o programa para todas as classes, da Educação Infantil ao Ensino Médio. As atividades envolveram várias disciplinas, entre elas Matemática, Ciências e História.

INFORMAÇÃO E CRIATIVIDADE

Na prática, a garotada passou primeiro por uma familiarização com a questão da água. Crianças e jovens acompanharam a medição do consumo nos hidrômetros e fizeram cartazes com avisos contra o desperdício. Em seguida, a criatividade entrou em campo. As classes de Educação Infantil participaram

de um espetáculo de dança. As da 6ª e 7ª série e do Ensino Médio montaram uma peça de teatro. Estas últimas ficaram responsáveis ainda pela criação de um mural com poesias e pela composição do samba-enredo do bloco da escola, o Acadêmicos do São Camilo, apresentado no desfile carnavalesco da cidade do ano passado.

A coordenadora do programa, Adriana Penedo, diz que alguns jovens tiveram como desafio enfrentar a cultura do desperdício trazida de casa. Hoje o programa ganhou adesão de praticamente toda a garotada e expandiu-se para as famílias. Anualmente, o colégio promove a Gincana SOS Água, durante a qual se acompanha a conta de água da casa dos alunos por seis meses. As 6ª e 7ª séries analisam os boletos residenciais e da escola, com gráficos.

O programa do São Camilo atingiu a comunidade também com panfletagem nas ruas. O projeto se estendeu para outros 34 colégios públicos e particulares de Cachoeiro do Itapemirim, sob coordenação da escola. Os moradores de cidades próximas presenciaram palestras sobre economia de água, ministradas pelas turmas do Ensino Médio.

CONSCIENTIZAÇÃO PRECEDE REFORMAS

Em São Paulo, a Escola Estadual Oscar Thompson criou um programa educacional integrado para a economia de água. Em Ciências, as classes de 5ª a 8ª séries selecionaram fotos sobre o tema e analisaram a música Planeta Água, de Guilherme Arantes. A interpretação de gráficos e cálculos de porcentagem do consumo de água da casa dos alunos foram assunto das aulas de Matemática. Em Artes, a garotada elaborou o logotipo do programa. Na aula de Língua Portuguesa, a turma leu reportagem sobre o tema e escreveu uma redação. Em Geografia e História, os professores vão abordar fluxos migratórios, já que muitos brasileiros saem de suas regiões por causa de fenômenos ligados à água, como a seca nordestina.

A conscientização dos alunos da Oscar Thompson aconteceu antes da avaliação do sistema predial ou da instalação geral de equipamentos economizadores, que ainda serão providenciados pela secretaria de educação. A única alteração foi feita nos bebedouros, cujas torneiras, agora, têm fecho automático. Para a diretora Estela Pivoto, realizar o trabalho educacional antes da atualização tecnológica é uma vantagem. "Não adianta dizer aos alunos que é preciso reduzir o consumo, apenas, é preciso que compreendam o motivo", explica.

RESULTADOS DOS QUESTIONAMENTOS

De acordo com os questionamentos, 35% das pessoas entrevistadas, afirmaram que cometem esses desperdícios, argumentando ser uma necessidade básica do dia-a-dia, em alguns casos foi observado pela equipe entrevistadora que muitos desperdiçam o bem mais precioso por falta de conhecimento.

Enquanto, 3% dos entrevistados afirmaram que tem medo de ficar sem água onde 97% afirmaram não ter medo argumentando que temos os maiores reservatórios de água e acreditando na hipótese que

ela se renova. É incrível como o conhecimento sobre um tema tão persistente em nosso meio ainda existem pessoas que não acreditam que corremos um grande risco perdemos esse grande bem natural.

As atividades desenvolvidas neste trabalho tiveram enfoque sobre a questão da água, a importância de sua preservação e as consequências que teremos com o desperdício e com a destruição das riquezas naturais. Diante da escassez de água potável em que nos encontramos, faz se necessário encontrar novas formas de captar, armazenar e aproveitar a água. Com a elaboração desse trabalho, verificou-se o quanto é simples à população contribuir para a utilização correta desse bem e buscar economizar. É através de projeto como este e com mudanças de alguns hábitos podem ajudar. Como: O uso racional da água, criação de cisternas, uma boa educação ambiental para a sociedade e mostrar de forma clara à real situação em que nosso planeta se encontra e em forma especial nosso distrito de Ideal para que a própria sociedade se conscientize e passe também a ser mais um nessa busca constante pela sustentabilidade do nosso planeta.

As atividades desenvolvidas neste trabalho tiveram enfoque sobre a questão da água, a importância de sua preservação e as consequências que teremos com o desperdício e com a destruição das riquezas naturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por todos os aspectos vistos, é possível afirmar que diante da escassez de água potável em que nos encontramos, faz se necessário encontrar novas formas de captar, armazenar e aproveitar a água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Branco, S. M. (2003). *Água: origem, uso e preservação*. 2 ed. São Paulo: Moderna.
- Corrêa, B. S. (2007). O reuso da água já é uma realidade. *Revista Plenitude*. Ano 26 n. 146., Editora Unipro.
- Didonet, M. (1997). *Águas: goles de pura informação*. Livro 3. Rio de Janeiro: Cima.
- Petrella, R. (2002). *O manifesto da água: argumentos para um contrato mundial*: Petrópolis, RJ: Vozes.
- Triviños, A. N. S. (1987). *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas.
- Rebouças, A. C. (2006). *Água doce no mundo e no Brasil: capital ecológica, uso e conservação*. Aldo da Cunha Rebouças, Benedito, Braga, José, Galizia Tundise (orgs). 3. Ed. São Paulo: Escrituras.
- Zinato, M. C. (2000). A construção da cidadania propulsionada pela água. In. *Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais*.

Índice Remissivo

| | | | |
|--|----------|-----------------------------------|----------|
| | A | | L |
| Almeirão, 109, 110, 111 | | <i>Lactuca sativa</i> L, 80 | |
| | C | | M |
| Cálcio, 125, 128 | | Magnésio, 125, 127, 128 | |
| | E | Meio de cultura, 40 | |
| Estacas, 12, 23 | | | P |
| | F | PRNT, 123, 128 | |
| frutíferas, 65, 66, 67, 69, 70, 74, 76 | | | S |
| | | <i>Solanum lycopersicum</i> L, 79 | |
| | | Substratos, 116, 117, 118 | |

Sobre o organizador



  **Cleberton Correia Santos**

Graduado em Agroecologia pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Mestre, Doutor e Pós-Doutor em Agronomia – Produção Vegetal pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Atualmente é Professor Visitante junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal da UFGD. Tem experiência em Tecnologias para Produção de Mudas, Ecofisiologia, Nutrição e Metabolismo de Plantas e Manejo de Recursos Naturais Renováveis. É integrante do Grupo de Estudos em Ecofisiologia de Plantas – GEEP e dos de Pesquisa do CNPq: i) Olericultura e Plantas Medicinais, e ii) Cultivo e Propagação de Plantas do Cerrado. Contato: cleber_frs@yahoo.com.br



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br