

CLEBERTON CORREIA SANTOS

ORGANIZADOR

AGROBIODIVERSIDADE
Manejo e Produção
Sustentável

Volume I



Pantanal Editora

2020

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

AGROBIODIVERSIDADE
Manejo e Produção Sustentável
Volume I



Pantanal Editora

2020

Copyright® Pantanal Editora
Copyright do Texto® 2020 Os Autores
Copyright da Edição® 2020 Pantanal Editora
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo
Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera
Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora

Edição de Arte: A editora e Canva.com

Revisão: Os autor(es), organizador(es) e a editora

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – OAB/PB
- Profa. Msc. Adriana Flávia Neu – Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
- Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – IF SUDESTE MG
- Profa. Msc. Aris Verdecia Peña – Facultad de Medicina (Cuba)
- Profa. Arisleidis Chapman Verdecia – ISCM (Cuba)
- Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo - UEA
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Dr. Carlos Nick – UFV
- Prof. Dr. Claudio Silveira Maia – AJES
- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – UFGD
- Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva – UEMS
- Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos – IFPA
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Dr. Denis Silva Nogueira – IFMT
- Profa. Dra. Denise Silva Nogueira – UFMG
- Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão – URCA
- Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves – ISEPAM-FAETEC
- Prof. Dr. Fábio Steiner – UEMS
- Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles – UNAM (Peru)
- Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira – IFRR
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG (México)
- Prof. Msc. João Camilo Sevilla – Mun. Rio de Janeiro
- Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales – UNMSM (Peru)
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Lucas R. Oliveira – Mun. de Chap. do Sul
- Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez – Tec-NM (México)
- Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan – Consultório em Santa Maria
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla – UNAM (Peru)
- Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira – SEDUC/PA
- Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira – IFPA
- Profa. Msc. Queila Pahim da Silva – IFB
- Prof. Dr. Rafael Chapman Auty – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Raphael Reis da Silva – UFPI
- Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo – UEMA
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFPI

- Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira – FURG
- Profa. Dra. Yilan Fung Boix – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Esp. Camila Alves Pereira
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A281	Agrobiodiversidade [recurso eletrônico] : manejo e produção sustentável - volume I / Organizador Cleberton Correia Santos. – Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2020. 146p. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-88319-14-7 DOI https://doi.org/10.46420/9786588319147 1. Agrobiodiversidade. 2. Ecologia agrícola. 3. Sustentabilidade. I. Santos, Cleberton Correia. CDD 333.953
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo dos e-books e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es) e não representam necessariamente a opinião da Pantanal Editora. Os e-books e/ou capítulos foram previamente submetidos à avaliação pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação. O download e o compartilhamento das obras são permitidos desde que sejam citadas devidamente, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais, exceto se houver autorização por escrito dos autores de cada capítulo ou e-book com a anuência dos editores 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** de publicação da Pantanal Editora, apresenta, em seus 12 capítulos, estudos no âmbito agrônomo 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 a conservação *in situ* e *ex situ* de espécies nativas, manejo e controle de insetos-pragas e doenças e suas relações ecológicas, e dos aspectos fitotécnicos na produção de hortaliças convencionais e não convencionais, plantas ornamentais e medicinais.

Aos autores pela dedicação para o desenvolvimento dos trabalhos aqui apresentados, realizados junto a Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e à Universidade Estadual de Mato Grosso (UNEMAT/Campus de Juara), que serão bases norteadoras para outras pesquisas que fortaleçam a agricultura sustentável e promovam o desenvolvimento rural, os agradecimentos do Organizador e da Pantanal Editora.

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

Ótima leitura!

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

Apresentação	4
Capítulo I	6
Trabalho voluntário: Implantação e condução de horta educativa em escola estadual de Juara MT ..	6
Capítulo II	14
Consortiação em horticultura: uma alternativa em sistemas produtivos	14
Capítulo III	32
Contribuição do uso de adubos verdes na classificação de bulbos de cultivares de cebola	32
Capítulo IV	43
Micropropagação para a conservação de espécies e melhoramento genético	43
Capítulo V	62
Intensidade luminosa na suscetibilidade de plantas a viroses.....	62
Capítulo VI	71
Atributos químicos dos substratos para aclimatização de Orchidaceae	71
Capítulo VII	79
Biofertilizante influenciando a emergência e acúmulo de biomassa em plântulas de <i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	79
Capítulo VIII	86
Multiplicidade de usos de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos	86
Capítulo IX	104
Efeito de extratos vegetais de <i>Styrax camporum</i> Pohl. sobre a oviposição de <i>Plutella xylostella</i> (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae).....	104
Capítulo X	116
Extrato aquoso de <i>Simarouba versicolor</i> A. St-Hill (Simaroubaceae) afeta a oviposição de traça-das- crucíferas	116
Capítulo XI	126
Tamanho de mudas e solo coberto com cama de frango de diferentes bases influenciando o crescimento de plantas de mandioquinha-salsa.....	126
Capítulo XII	137
Tipos e tamanhos de propágulos influenciando o crescimento de plantas de <i>Maranta arundinacea</i> ..	137
Índice Remissivo	145

Trabalho voluntário: Implantação e condução de horta educativa em escola estadual de Juara MT

Recebido em: 21/07/2020

Aceito em: 30/07/2020

 10.46420/9786588319147cap1

Laira Rafaela dos Santos^{1*} 

Victor Gabriel Silva de Jesus¹ 

Amanda Alves Cidram¹ 

Elissandra Pacito Torales¹ 

INTRODUÇÃO

As hortaliças possuem um alto valor nutritivo, principalmente pelo conteúdo de sais minerais e vitaminas, portanto, é recomendado o seu consumo no cardápio como forma de suprir as necessidades diárias desses elementos. Além disso, o consumo de hortaliças facilita a digestão dos alimentos (Makishima, 1992) e seu consumo insuficiente aumenta o risco de doenças crônicas não transmissíveis, como as cardiovasculares e alguns tipos de câncer, estando entre os fatores de risco que mais causam mortes e doenças em todo o mundo (Jaime et al, 2007).

O cultivo de hortaliças representa uma parcela expressiva na agricultura. A produção anual brasileira de hortaliças é de 14 milhões de toneladas, movimentando no mercado acima de 5 bilhões de reais. Geralmente, o cultivo de hortaliças é conduzido próximo aos grandes centros consumidores, em pequenas áreas no entorno de grandes cidades, oferecendo oportunidade de emprego, por ser uma atividade que demanda muita mão-de-obra (Bezerra, 2003). O Estado de Mato Grosso importa mais hortifrutigranjeiros do que produz. Somente nas hortaliças apenas 42,7% do que é consumido no Estado é de produção local.

A capacitação e constantes cuidados são fatores que podem impulsionar a produção mato-grossense. A horta comunitária educativa é uma ferramenta básica de ação coletiva para a agricultura urbana, adotada por milhares pessoas em uma grande diversidade de arranjos e perfis sociais (Jaccoud, 2014). Apoiar as pessoas na preparação, implantação, avaliação e multiplicação de projetos comunitários de hortas e hortos é o que impulsiona essa abordagem metodológica.

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

* Autor de correspondência: lairarafacla24@gmail.com

O trabalho voluntário é caracterizado pela contribuição a uma causa oferecendo parte do seu tempo e aquilo que melhor se sabe fazer para colaborar com a realização de algo que se considera importante. Para a realização desse trabalho faz-se necessário a vontade de contribuir para o bem-estar social, independentemente da idade (Luqui et al., 2013). Sendo assim, para se obter sucesso no trabalho solidário em grupo faz-se necessário que cada um esteja ciente das suas responsabilidades mesmo que o grupo dependa da ação individual de cada um, pois só assim a ação solidária alcançara o sucesso (6º Ofício). A atividade voluntária além de atender as necessidades da sociedade resulta em diversos benefícios ao voluntariado, contribuindo para sua evolução pessoal e profissional, possibilitando o conhecimento de novas habilidades e adquirindo a satisfação de poder ajudar o próximo (Bareli; Lima, 2010).

Dentre os locais que se pode trabalhar voluntariamente, tem-se as escolas, que segundo o Ministério da Saúde (2000), é um dos melhores ambientes para se promover a saúde, pois trata-se de um local, onde os funcionários e alunos passam grande parte do seu tempo, trabalhando e realizando trocas de conhecimentos. Além disso realizar programas de educação e saúde nas escolas ocasiona uma grande repercussão podendo atingir positivamente os estudantes e também seus familiares.

O desenvolvimento de uma horta na escola é um dos principais projetos que promovem a educação e saúde, e tem como objetivo inserir a reeducação alimentar no ambiente escolar, através de ensinamentos de valores nutricionais de cada alimento cultivado no local (Oliveira et al., 2013). Manter uma horta na instituição escolar pode resultar em diversos benefícios para o estudante, os alunos poderão provar dos alimentos cultivados por eles mesmos, estimulando o hábito alimentar saudável através de verduras e legumes produzidos no ambiente escolar (Rosar, 2019).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho implantar e conduzir uma horta educativa na Escola Luiza Nunes Bezerra, no município de Juara MT, com o intuito de incentivar o trabalho voluntário e a produção de alimentos pelos alunos para o próprio consumo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado por alguns alunos do curso de Agronomia, da Universidade do Estado de Mato Grosso – Unemat, Campus de Juara, durante a disciplina de Olericultura, em 2019. Para a implantação da horta foi necessário a busca por uma instituição que permitisse a implantação da estrutura dela no local, e que além disso, tinha o interesse e a responsabilidade em dar continuidade ao projeto, assim como envolvê-lo em suas atividades pedagógicas.

Após buscas e diálogos nas mais variadas instituições públicas de ensino pelo município, a Escola Estadual Luiza Nunes Bezerra foi a selecionada, e após isto, o planejamento da execução do projeto foi apresentada para a coordenação da instituição.

Os primeiros passos para a execução do projeto foram realizados de acordo com relatos de Filgueira (2008) e Heredia Vieira et al. (2011), sendo eles:

- Verificação e limpeza da área: foi utilizado um espaço onde a incidência solar atuava de forma benéfica, não comprometendo o desenvolvimento das hortaliças. A estrutura do terreno foi adequada de forma que não houvesse risco de encharcamento em estações chuvosas (Figura 1).



Figura 1. Limpeza da área. Escola Estadual Luiza Nunes Bezerra, Juara-MT. Fonte: Os autores.

- Construção de canteiros: foram utilizadas tabuas que haviam sido descartadas pela escola, estas foram pintadas para melhorar o aspecto estético e atrair os olhares das crianças. Também foram utilizados pneus descartáveis, como forma de reciclagem de material, agregando mais valor ao projeto, pela importância da utilização desses materiais descartáveis, diminuindo a poluição ambiental (Figura 2);

- O solo utilizado para o preenchimento dos canteiros foi disponibilizado pela universidade, que foi peneirado e misturado com esterco bovino (Figura 2), que serve para disponibilização de nutrientes para as plantas, além de melhorar a parte física e microbiológica desse solo, sem a necessidade de posterior adubação, o que é considerada uma prática ecológica;



Figura 2. Canteiros construídos com materiais reciclados e preenchidos com o solo preparado com esterco bovino. Escola Estadual Luiza Nunes Bezerra, Juara-MT. Fonte: Os autores.

- A escolha das espécies cultivadas foi feita a partir da demanda da escola, de acordo com as hortaliças que são empregadas na alimentação das crianças, sendo elas a alface, rúcula, couve, pimentão e alguns condimentos como salsa, coentro e cebolinha. Além destas, foram plantadas algumas plantas medicinais, como gengibre, açafrão e alecrim.

- A forma de propagação dessas culturas foi realizada de acordo com a espécie, utilizando sementes e mudas para alface, rúcula, couve, pimentão, salsa e cebolinha; rizomas para gengibre e açafrão e estacas para alecrim (Figura 3).



Figura 3. Plantio das hortaliças nos canteiros. Escola Estadual Luiza Nunes Bezerra, Juara-MT. Fonte: Os autores. Fonte: Os autores.

- Para irrigação utilizou-se mangueira acoplada a uma torneira presente naquele espaço. Estas foram realizadas no início da manhã e no final da tarde, horários mais propícios a esta atividade em função da melhor absorção realizada pelas espécies cultivadas. Nota-se que os horários escolhidos se caracterizam por momentos do dia onde a intensidade do sol é menor, isso porque estes são momentos onde a planta fará melhor absorção. Ao contrário disto, as plantas estariam empenhadas na transpiração, que são os momentos mais quentes do dia, podendo causar danos.

- O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, com enxadas, enxadões e rastelos. Para o controle de pragas e doenças foram utilizadas metodologias de controle alternativo, como extratos vegetais, calda bordalesa, retirada de plantas doentes, entre outros.

- As colheitas foram realizadas respeitando o ciclo de cada uma, quando as espécies atingiram seu ponto de colheita (Figura 4), garantindo assim a qualidade das mesmas.



Figura 4. Colheita das hortaliças. Fonte: Os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da implantação da horta, os acadêmicos colocaram em prática os ensinamentos obtidos em sala de aula, como as tecnologias de produção de algumas hortaliças e plantas medicinais, além do mais importante que é a prática do trabalho social. Os resultados foram satisfatórios para todos os envolvidos e corroboram com Bareli e Lima (2010), onde citam que o trabalho voluntariado contribui para a formação da carreira profissional, apresentando possíveis novas aptidões contribuindo para a

vida pessoal, trazendo satisfação e mostrando sua eficiência em ajudar ao próximo. Além disso, os locais que se realizam esse tipo de trabalho também são favorecidos, mostrando sua credibilidade e relevância com que trata as causas sociais. A sociedade em si é a mais beneficiada deste tipo de atividade que acabam por resgatar a cidadania da população por ações que não são supridas pelo governo. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2016) e Torales et al. (2013), ao implantarem hortas caseiras e medicinais, em diferentes estratos sociais na região de Dourados-MS.

Para se ter sucesso e interesse contínuo no aprendizado da prestação de serviços nos campi universitários, é necessário que estes estejam diretamente relacionados às missões das instituições, à função assumida pelos membros do corpo docente, ao ensino e ao aprendizado eficazes, além das prioridades que as instituições estabeleceram (Pickeral, 1998). De acordo com Oliveira et al. (2016), quanto mais o aprendizado da prestação de serviços estiver alinhado com as prioridades institucionais, maior será a probabilidade de ele ser adotado com interesse pelos alunos, professores e funcionários.

Desta maneira, os objetivos foram cumpridos de forma eficiente durante a execução desse trabalho, visto que a Universidade do Estado de Mato Grosso tem programas de extensão para ajudar às diferentes camadas sociais, nas mais variadas áreas de conhecimento, sendo essas metas alcançadas através da parceria com a Escola Luiza Nunes Bezerra, durante a disciplina de Olericultura, aliando a teoria com a prática e sua interação com a sociedade.

Dentre os resultados obtidos com a manutenção da horta na escola, encontra-se a utilização das hortaliças para complementar o cardápio da instituição, incentivando os alunos a terem uma alimentação mais saudável, visto que estes alimentos são importantes componentes para uma dieta saudável (Melo; Vilela, 2007). Além disso, foi possível realizar práticas agroecológicas, como a adubação orgânica e controle alternativo de pragas e doenças, reciclagem de materiais que estavam poluindo o meio ambiente, propiciando assim, a preservação do meio ambiente.

CONCLUSÃO

O trabalho social com a implantação de horta educativa assume grande importância no contexto acadêmico e profissional, proporcionando as pessoas envolvidas uma participação efetiva e direta sobre o desenvolvimento pessoal e local, além de uma alimentação mais saudável e a reciclagem de materiais poluentes, promovendo a preservação ambiental.

AGRADECIMENTOS

A Unemat, pelo apoio concedido e a Escola Luiza Nunes Bezerra pela parceria em realizar esse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bareli P, Lima AJFS (2010). A importância social no desenvolvimento do trabalho voluntário. *Revista de Ciências Gerenciais*, 14 (20): 173-184.
- Bezerra FC. *Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 22 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 72).
- Filgueira FAR (2008). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa: UFV, 421p.
- Heredia Vieira DA, Heredia Zárate NA, Vieira MC (2011). Horta caseira. *Premissas*, 1: p.64 – 68.
- Jaccoud DB (2016). Hortas comunitárias: Abordagem educativa na agricultura urbana. Distrito Federal: 2ª revisão, 2016.
- Jaime PC, Machado FM, Westphal MF, Monteiro CA, (2007). Educação nutricional e consumo de frutas e hortaliças: ensaio comunitário controlado. *Revista de Saúde Pública*; 41:154-7.
- Luqui LL, Heredia Zárate NA, Vieira CM, Heid DM, Torales EP, (2013). *Trabalho Voluntário com Hortas e Hortos de Plantas Medicinais em Duas Creches de Dourados - MS – Porto Alegre, RS*. Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia.
- Makishima N (1992). *Cultivo de hortaliças*. 2.ed. Brasília: Embrapa-CNPq. 26p. (Embrapa-CNPq. Instruções Técnicas, 6).
- Melo PCT, Vilela NJ (2007). *Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças*. Palestra apresentada pelo 1º autor na 13ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Hortaliças / MAPA Brasília, DF - 2007.
- Ministério da saúde. Política nacional de alimentação e nutrição. Brasília, 2000
- Oliveira WR, Heredia Zárate NA, Vieira MC, Torales EP (2016). Trabalho social com implantação de hortas caseiras e plantas medicinais. *Cadernos de Agroecologia*. 11:1-9.
- Oliveira, MF, Salgado, NS, Knychala, RM, Oliveira, MD, Lima, JMSB (2013). Hortas nas escolas: Incentivando hábitos saudáveis de alimentação em uma escola de Uberlândia- MG. *Em extensão*, 12 (2): 75-83.
- Pickeral T (1998). Escolas, universidades e trabalho voluntário. *Revista Eletrônica da USIA*, 3 (2): 1-3.

Rosar C. *Horta escolar: A importância da confecção da horta no desenvolvimento e saúde do Escolar*. Disponível em: <https://static.fecam.net.br/uploads/452/arquivos/868247_Camila_H_Rosar.pdf >. Acesso em 21 jul de 2020.

Torales EP, Zárate Zárate NA, Vieira, MC, Moreno LB, Luqui LL (2013). *Trabalho voluntário com hortas caseiras e plantas medicinais em diferentes estratos sociais* – Porto Alegre, RS. Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia.

Consortiação em horticultura: uma alternativa em sistemas produtivos

Recebido em: 21/07/2020

Aceito em: 30/07/2020

 10.46420/9786588319147cap2

Diego Menani Heid^{1*} 

Néstor Antonio Heredia Zárate² 

Elissandra Pacito Torales³ 

Sidnei Azevedo de Souza⁴ 

INTRODUÇÃO

A agricultura atual enfrenta o desafio de aumentar a produção, melhorar a qualidade nutricional, recuperar e tornar produtivas áreas degradadas para não avançar as fronteiras agrícolas e desenvolver novas tecnologias que assegurem alimento em quantidade e qualidade (Altieri et al., 2003). Segundo o autor, o preparo do solo por métodos intensivos e a ausência de cobertura vegetal tem provocado grandes perdas de solo e água.

O consumo de hortaliças tem aumentado devido a maior conscientização da população em busca de uma dieta alimentar mais rica e saudável. Desse modo, o desenvolvimento de sistemas de cultivo com hortaliças, com vistas à otimização da produtividade, tem exigido dos agricultores esforços no sentido de reduzir ou até mesmo eliminar as deficiências do setor produtivo (Montezano; Peil, 2006). Hortaliças são plantas normalmente de consistência herbácea ou sublenhosas, geralmente de cultivo intensivo e de ciclo curto, cujas partes comestíveis podem ser consumidas ao natural ou semiprocessadas (Heredia Zárate; Vieira, 2018).

A produção de espécies hortícolas é uma atividade quase sempre presente em pequenas propriedades familiares, seja como atividade de subsistência ou com a finalidade da comercialização do excedente agrícola em pequena escala (Montezano; Peil, 2006).

O sistema de cultivo em consórcio é praticado há séculos, sendo realizado principalmente em regiões tropicais e por pequenos produtores, a fim de se obter o máximo de benefícios dos recursos disponíveis, mostrando-se um método muito importante na olericultura com vantagens ambientais, produtivas e econômicas (Fukushi, 2016). Segundo Tolentino Júnior et al. (2002), a maior utilização do

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

² Docente da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Rodovia Itahum, km 12, Cx. Postal 533, 79804-970, Dourados, MS, Brasil.

³ Universidade do Estado de Mato Grosso, Juara, MT, Brasil.

⁴ Docente da Faculdade de Ciências Exatas, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados, MS, Brasil.

* Autor de correspondência: diegoheid@hotmail.com

consórcio em pequenas propriedades deve-se a um nível tecnológico mais baixo, onde produtores procuram maximizar os lucros, buscando melhor aproveitamento dos insumos e da mão-de-obra, geralmente da própria família, em capinas, aplicações de defensivos e outros tratamentos culturais

Vieira (1998) definiu os sistemas de consórcio como duas ou mais culturas, com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas, que são exploradas concomitantemente na mesma área. Ressalte-se que as culturas não são necessariamente semeadas ou plantadas ao mesmo tempo, mas durante apreciável parte de seus períodos vegetativos, há uma simultaneidade, forçando uma interação entre elas. Segundo Rezende et al. (2006), consórcios podem ser entendidos como sistemas intermediários entre a monocultura e as condições de vegetação natural, na qual coexistem duas ou mais espécies numa mesma área por um determinado período de tempo.

A consorciação de culturas busca maior produção por área, através da combinação de plantas que irão utilizar melhor o espaço, nutrientes, área e luz solar, além dos benefícios que uma planta traz para outra no controle de ervas daninhas, pragas e doenças. Essas questões estão aliadas juntamente a uma maior estabilidade na oferta de produtos e segurança no processo produtivo (Souza; Rezende, 2006).

Na horticultura pesquisas têm sido realizadas buscando obter um maior conhecimento sobre os aspectos desse sistema no que se refere às espécies e cultivares mais adequadas, arranjo espacial e densidade de plantio, épocas de estabelecimento do consórcio, entre outros (Salvador et al., 2004).

As hortaliças apresentam uma dinâmica de mercado próprio, influenciada por fatores como: diversidade, estacionalidade e qualidade. Sofrem maior pressão de preços, já que apresentam um mercado competitivo e de produtos perecíveis. As atividades na produção de hortaliças exigem um planejamento da propriedade, uma aplicação de estratégias na condução do cultivo que minimizem perdas e melhorem a produtividade com diminuição de custos. Isso é possível a partir da organização de procedimentos no setor produtivo (Camargo et al., 2008). Pelo fato do cultivo consorciado caracterizar-se pela otimização no uso de insumos e a olericultura por uso intensivo do solo e de grande emprego de insumos agrícolas, será grande a contribuição deste sistema de cultivo para a atividade olerícola, não só pelas vantagens que proporciona mas, principalmente, pela possibilidade de situar a olericultura dentro do contexto de agricultura com menor impacto ambiental (Rezende et al., 2006).

O manejo de sistemas consorciados consiste basicamente no desenho de combinações espaciais e temporais de culturas em uma área. O arranjo das culturas no espaço pode ser feito na forma de sistemas tais como cultivo em faixas, cultivos mistos (sem arranjo definido em fileiras), cultivo linear e culturas de cobertura (Altieri et al., 2003). Segundo Vieira (1998), nos cultivos mistos, nenhuma das culturas é organizada em fileiras distintas, enquanto nos cultivos intercalares pelo menos uma delas é semeada ou plantada em fileiras. Nos cultivos em faixas, as culturas são semeadas ou plantadas em

faixas suficientemente amplas para permitir o manejo independente de cada cultura, mas bastante estreitas para possibilitar a interação entre elas. Nos cultivos de substituição, uma cultura é semeada ou plantada depois que a anterior alcançou a fase reprodutiva do crescimento, porém ainda não atingiu o ponto de colheita.

REVISÃO DE LITERATURA

VANTAGENS E DESVANTAGENS DA CONSORCIAÇÃO DE HORTALIÇAS

O sistema de cultivo consorciado tem sido apontado como fator fundamental na manutenção de pequenas propriedades agrícolas. É necessário buscar novas abordagens para solucionar os diversos problemas encontrados pela agricultura convencional, com abordagens menos intervencionistas e mais preventivas, que busquem a coexistência de diversas espécies no agroecossistema para otimizar os processos produtivos através dos ciclos biológicos (Altieri et al., 2003).

Em sistemas consorciados se estabelece um inter-relacionamento entre as culturas, do qual, poderá resultar uma inibição mútua (quando o rendimento das culturas for inferior à expectativa), cooperação mútua (quando o rendimento das culturas superar a expectativa) ou compensação (quando, diante da expectativa, uma cultura que produz menos é compensada por outra que produz mais do que a expectativa) (Willey, 1979).

Dentre as vantagens do sistema consorciado podemos destacar o melhor uso do solo, da água e da área cultivada; os problemas de pragas e doenças que são minimizados, o controle de plantas concorrentes torna-se mais eficiente; além do que algumas espécies se beneficiam mutuamente e a produtividade por unidade de área é na maioria das vezes superior ao monocultivo (Kolmans; Vásquez, 1999).

Cecílio Filho e May (2002), cita que entre as vantagens do cultivo consorciado em relação ao monocultivo, se destacam o aumento da produtividade por unidade de área; a possibilidade de produção diversificada de alimentos em uma mesma área, propiciando melhor distribuição temporal de renda; uso mais efetivo da mão de obra, aproveitamento mais adequado dos recursos disponíveis; aumento da produção vegetativa do solo contra a erosão; melhor controle de plantas invasoras que no cultivo solteiro, por apresentar alta densidade de plantas por unidade de área, gerando uma cobertura vegetal mais rápida do solo, além do sombreamento.

As espécies hortícolas como em outras culturas, são sensíveis as interferências impostas pelas plantas daninhas. As práticas de manejo de plantas espontâneas devem ser eficientes considerando-se o manejo mais adequado para a cultura e para o sistema em questão. No consórcio, a presença de uma ou mais culturas de suporte, podem auxiliar na supressão de espontâneas no sentido de fazer sombra

sobre elas sem interferir no desenvolvimento da cultura de interesse econômico (Fukushi, 2016). Segundo o mesmo autor, as plantas infestantes, podem proporcionar ao ambiente diversidade de vegetação, que é um serviço ecológico fundamental para assegurar a proteção de plantas contra insetos praga. Dessa forma, a introdução de espécies vegetais possui múltiplas funções como: cobertura de solo, incremento de matéria orgânica, manutenção de recursos vitais para populações de inimigos naturais e criação de barreiras químicas e físicas que dificultem a localização da planta hospedeira pelos insetos praga.

Fukushi (2016) cita que os estudos dos sistemas de consórcio frequentemente têm de enfrentar uma barreira operacional, em razão da grande gama de possibilidades de combinações possíveis, mesmo que se trabalhem apenas duas culturas. Souza e Macedo (2007) afirmam que é possível variar as culturas envolvidas, a população total, a densidade populacional de cada cultura e o arranjo das culturas dentro do consórcio. Outras desvantagens são, maior necessidade de mão-de-obra e dificuldade de aplicação de insumos, tornando-se difícil a adoção por parte dos grandes produtores. Para alguns agricultores é uma prática primitiva que deveria ser substituída pelo monocultivo, como consequência natural do desenvolvimento da agricultura moderna (Fukushi, 2016).

ESCOLHA DAS CULTURAS PARA CONSORCIAR

A escolha criteriosa das culturas componentes e da época das suas respectivas instalações é de fundamental importância para que se possa propiciar uma exploração máxima das vantagens do sistema consorciado (Trenbath, 1975 apud Montezano; Peil, 2006).

A escolha das culturas e do tipo de associação deverá levar em consideração, por exemplo, as peculiaridades de cada região e a preferência do mercado em comercializar os produtos (Oliveira et al., 2010). Algumas das características das culturas a serem consideradas para os sistemas consorciados incluem resposta a qualquer duração de fotoperíodo, maturação precoce e uniforme, baixa estatura, resistência a insetos e patógenos, resposta eficiente à fertilidade do solo e alto potencial produtivo (Altieri et al., 2003).

A produtividade das culturas em consórcio é afetada pelo período de convivência entre as espécies, determinado pela época de estabelecimento do consórcio. O melhor resultado observado em cultivo consorciado pode conferir às espécies avaliadas a condição de plantas companheiras onde ocorre a cooperação mútua, na qual tem-se um efeito benéfico entre as espécies e uma utilização máxima dos fatores de produção do meio (Montezano; Peil, 2006). De acordo com Altieri et al. (2003), associações entre espécies, cujos sistemas radiculares são capazes de explorar camadas diferentes do solo, permitem a extração de nutrientes que não estariam disponíveis para uma das espécies em monocultura.

Em uma comunidade vegetal, homogênea ou heterogênea, as plantas estão sujeitas a diversos tipos de interações. Normalmente os vários tipos de interação entre plantas vizinhas têm sido descritos como forma de competição. Contudo, podem distinguir-se dois tipos de interação: a competição e a alelopatia (Teixeira et al., 2005).

Em um sistema de consorciação, a competição entre plantas é maior pela luminosidade do que por água e nutrientes (Portes, 1984). À medida que se aumenta a densidade de plantas, ocorre redução da disponibilidade desses fatores para cada indivíduo. A redução da energia fotossinteticamente ativa (RAF) disponível para uma ou mais culturas limita a fotossíntese e a energia para a evapotranspiração. Por outro lado, plantas parcialmente sombreada podem ser menos sujeitas ao estresse por falta de umidade (Teixeira et al., 2005). Segundo o mesmo autor é de se esperar menos competição e melhor aproveitamento do solo quando o sistema é composto de culturas com raízes que exploram o solo a diferentes profundidades.

A alelopatia é definida como qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de uma planta ou de microrganismos sobre outra planta, mediante produção de compostos químicos que são liberados no ambiente (Rice, 1984 apud Teixeira et al., 2005). A alelopatia pode ocorrer causando tanto efeitos nocivos como efeitos benéficos aos vegetais sobre os espécies adjacentes (Taiz et al., 2017). Ressalta-se que o contato e a liberação dos aleloquímicos também podem ser facilitados por microrganismos de modo que os aleloquímicos promoveriam as atividades dos microrganismos do solo favorecendo as plantas cultivadas (Jabran et al., 2015). Para Rice (1979) apud Teixeira (2005), os efeitos benéficos de uma planta sobre outra não devem ser desvinculados do conceito de alelopatia, uma vez que um dado composto químico pode ter efeito inibitório ou estimulante, dependendo da concentração do mesmo no meio ambiente.

PLANEJAMENTO DA CONSORCIAÇÃO E SISTEMAS DE ARRANJOS DAS CULTURAS

Ao planejar a consorciação, deve-se lembrar dos seguintes aspectos: a) definir qual ou quais as culturas mais importantes; b) plantas que têm bastante folhas e que produzem sombra poderão ser associadas com plantas tolerantes a sombra; c) combinar plantas que têm raízes que se aprofundam no solo com plantas com raízes mais superficiais; d) associar plantas que têm bastante folhas com outras que têm poucas; e) combinar plantas de ciclo longo com as de ciclo curto; f) associar plantas com diferentes formas de crescimento; g) observar o sinergismo entre as espécies, ou seja, plantas que se desenvolvem melhor quando associadas a outras; h) combinar plantas com diferentes exigências de nutrientes e água (Teixeira et al., 2005).

Há diferentes sistemas de consórcio como: cultivos mistos onde nenhuma das culturas é organizada em fileiras distintas; cultivos intercalares onde pelo menos uma delas é semeada ou plantada em fileiras; cultivos em faixas onde as culturas são semeadas ou plantadas em faixas suficientemente amplas para permitir o manejo independente de cada cultura, mas bastante estreitas para possibilitar a interação entre elas; cultivos de substituição onde uma cultura é semeada ou plantada depois que a anterior alcançou a fase reprodutiva do crescimento, porém ainda não atingiu o ponto de colheita (Vieira, 1998).

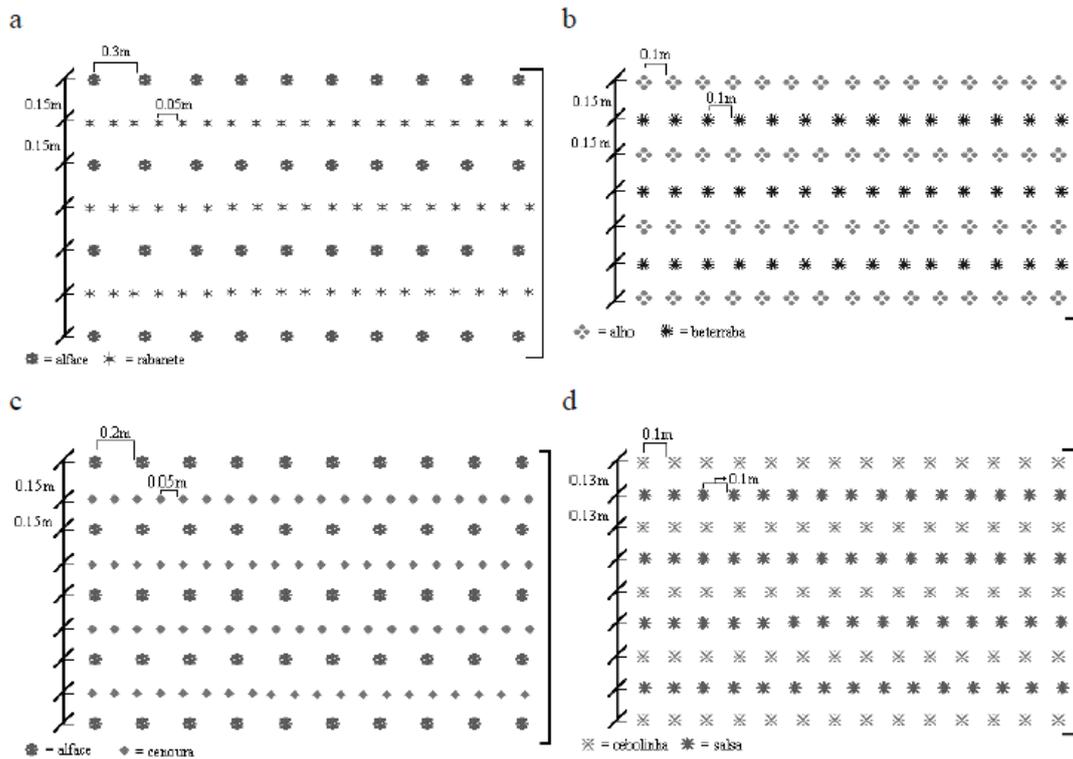


Figura 1. Exemplos dos arranjos de hortaliças em sistemas consorciados. Em que: a) consórcio alface x rabanete; b) consórcio alho x beterraba; c) consórcio alface x cenoura; d) consórcio cebolinha x salsa. Fonte: Teixeira et al. (2005).

Segundo Teixeira et al. (2005), os arranjos espaciais são importantes fatores de manejo que podem ser manipulados para melhorar o uso de recursos e a eficiência da prática do consórcio em hortaliças sendo muito variável como pode ser observado nos exemplos das Figuras 1, 2, 3 e 4, sendo que neste aspecto a definição do melhor arranjo a ser utilizado é de suma importância para o sucesso do sistema.

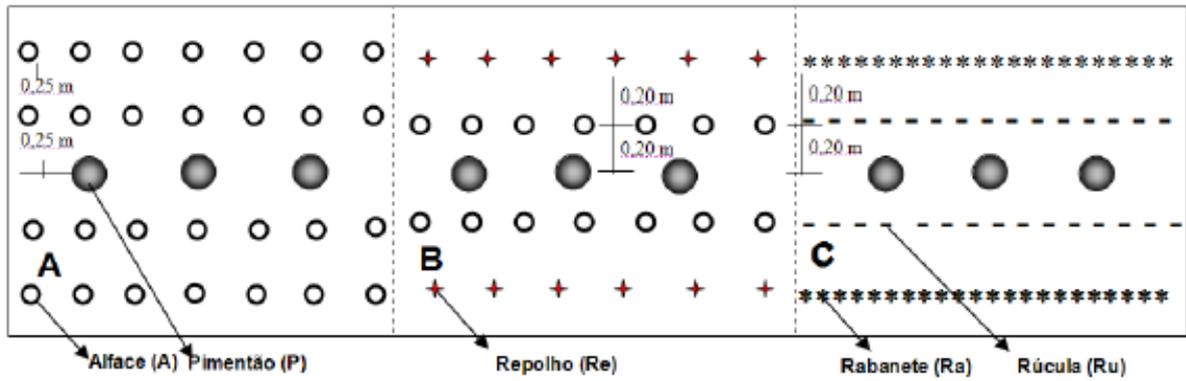


Figura 2. Representação gráfica e parcial de uma unidade experimental e disposição das culturas em consórcio: A) P+A; B) P+Re+A, e C) P+Ru+Ra. Jaboticabal, UNESP, 2004. Fonte: Rezende et al. (2006).

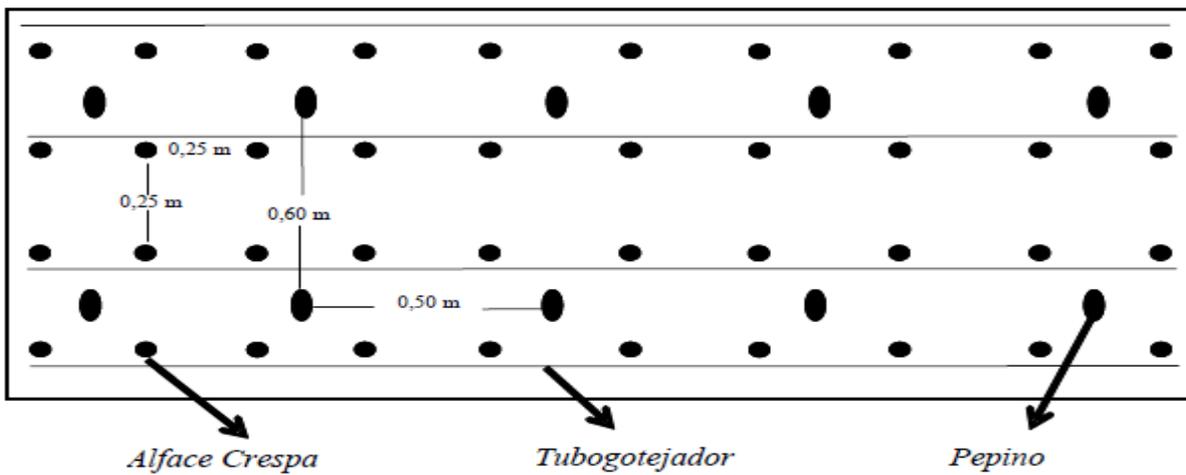


Figura 3. Representação gráfica de uma unidade experimental e disposição das culturas em consórcio, pepino (fileira dupla - 1,20 x 0,60 x 0,50 m) e alfaca crespa (0,25 x 0,25 m), Jaboticabal-SP, 2005. Fonte: Silva et al. (2008).

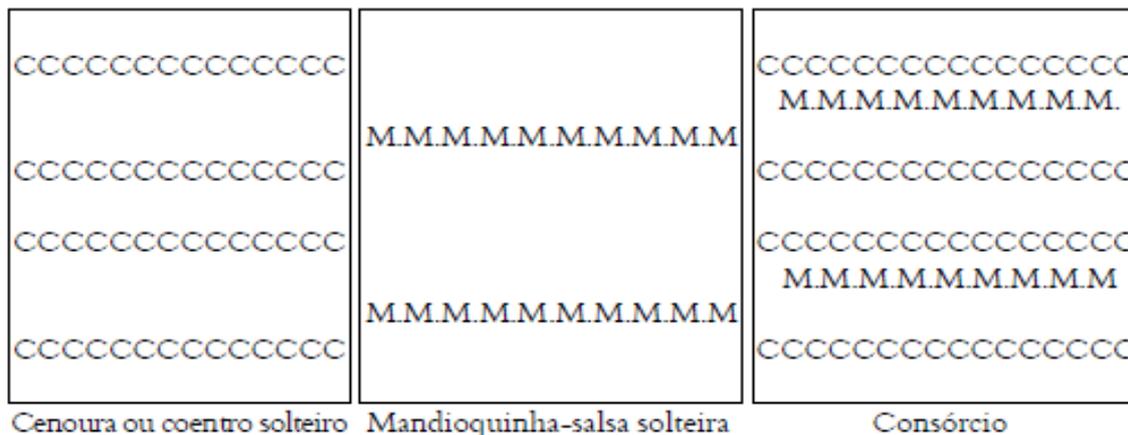


Figura 4. Arranjo de plantas de cenoura ‘Brasília’ ou de coentro ‘Tipo Português’ e de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’, como culturas solteiras e consorciadas. Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul, 2005. Fonte: Heredia Zárata et al. (2007).

AValiação DA EFICIÊNCIA DO CONSóRCIO PELO IEA E VIABILIDADE ECONôMICA

Altos rendimentos com baixos custos de produção têm sido, nos últimos tempos, a meta principal da pesquisa agropecuária. A utilização de consórcios empregando-se componentes não recomendados, população de plantas inferior à ideal, semeadura em épocas inadequadas, espaçamentos incorretos, entre outros constituem os fatores responsáveis pela baixa eficiência dos mesmos (Carvalho, 1989).

Há diferentes modos de se avaliar a eficiência dos consórcios culturais. Um deles, talvez o de maior interesse para os pequenos produtores – os principais usuários do sistema – é a quantidade de alimentos produzida por unidade de área. Outro método de avaliação é o lucro gerado pelo sistema, mediante análise econômica (Vieira, 1998).

Muitos pesquisadores utilizam para avaliar a eficiência dos consórcios em relação aos monocultivos, o índice de equivalência de área (IEA). O índice é um parâmetro criado por Willey (1979) e usado para se avaliar a eficiência do cultivo consorciado quando comparado à monocultura (Silva, 2013) e pode também ser denominado de índice de Uso Eficiente da Terra (UET). O IEA é definido como a área relativa de terra, em cultivo solteiro, necessária para ter os mesmos rendimentos que o cultivo consorciado (Flesch, 2002). O IEA é calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$IEA = \frac{A_c}{A_M} + \frac{B_c}{B_M}$$

Em que:

AC = rendimento da cultura A consorciada;

BC = Rendimento da cultura B consorciada;

AM = Rendimento da cultura A em cultivo solteiro;

BM = Rendimento da cultura B em cultivo solteiro.

O consórcio será eficiente quando o IEA for superior a 1,0 e, prejudicial à produção quando inferior a 1,0; qualquer valor maior do que 1,0 indica uma vantagem de rendimento para o cultivo consorciado, um resultado chamado super produtividade (Montezano; Peil, 2006). O mesmo autor ressalta que para que o IEA seja válido, é necessário observar as seguintes características: as produções dos monocultivos devem ser obtidas com as populações ótimas de plantas para esse sistema cultural; e o nível de manejo deve ser o mesmo para as monoculturas e para a associação cultural, além do que, os índices encontrados devem estar relacionados com os rendimentos culturais obtidos. Deve-se também ressaltar que, quando os ciclos das culturas associadas são muito díspares (tomate e rabanete, por exemplo), o índice não tem significado prático, sendo mais usado para comparar a eficiência relativa de modos de consorciamento (Vieira, 1998).

Há outras formas de se avaliar a viabilidade de sistemas consorciados, como aspectos nutricionais (valores de proteínas, energia e nutrientes), biomassa total e rentabilidade econômica. Cada medida necessita de indicadores específicos (Fukushi, 2016). Recomenda-se para produtores avaliar as relações entre consórcio e monocultivo por meio de indicadores agroeconômicos (Teixeira et al., 2005). De forma geral a produção de hortaliças é caracterizada pelo alto investimento por hectare explorado, são espécies de ciclo curto, com uso intensivo do solo, exigem tratos culturais bem particulares, alocam excessiva mão-de-obra, apresenta alto risco; enfim, é uma atividade que requer grande capacidade técnica e administrativa do produtor. Diante de tantas exigências, é importante para o produtor conhecer o custo de produção das culturas para orientar as futuras ações do olericultor empresário (Filgueira, 2008).

ESTUDOS CIENTÍFICOS AVALIANDO A VIABILIDADE E DO CONSÓRCIO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE HORTALIÇAS

Andreani Júnior et al. (2016) estudando a Viabilidade agrônômica das culturas de rúcula e de almeirão em sistema de cultivo solteiro e consorciado, observaram que o índice de equivalência da área (IEA) atingiu 1,17 atestando maior eficiência do uso da área. Dessa forma pode-se concluir que o cultivo consorciado da rúcula com o almeirão foi adequado do ponto de vista agrônômico, pois a presença do almeirão não prejudicou a produção da rúcula, apresentando uma possibilidade concreta de geração de renda extra para o agricultor em uma mesma área física.

Tabela 1. Produtividade e índices de uso eficiente da terra (UET) dos cultivos consorciados estabelecidos entre as culturas do pimentão, repolho, rúcula, rabanete e alface. Jaboticabal, UNESP, 2004. Fonte: Rezende et al. (2006).

Cultivos	Pimentão	Repolho	Alface	Rúcula	Rabanete	UET
	kg m ²					
Pimentão + Repolho	3,735	7,508	-	-	-	1,92
Pimentão + Rúcula	4,400	-	-	2,195	-	2,19
Pimentão + Alface	4,404	-	7,022	-	-	2,64
Pimentão + Rabanete	4,814	-	-	-	2,713	2,42
Pimentão + Repolho + Alface	4,133	7,717	2,462	-	-	2,55
Pimentão + Repolho + Rúcula	3,932	7,712	-	0,945	-	2,42
Pimentão + Repolho + Rabanete	3,271	7,393	-	-	0,938	2,15
Pimentão + Rúcula + Alface	3,574	-	2,634	1,181	-	2,04
Pimentão + Rúcula + Rabanete	4,392	-	-	1,079	1,158	2,16
Pimentão + Alface + Rabanete	4,456	-	2,780	-	1,085	2,23
Monocultivo de Pimentão	3,565	-	-	-	-	1,00
Monocultivo de Alface	-	-	5,012	-	-	1,00
Monocultivo de Repolho	-	8,556	-	-	-	1,00
Monocultivo de Rúcula	-	-	-	2,294	-	1,00
Monocultivo de Rabanete	-	-	-	-	2,533	1,00

Rezende et al. (2006) ao estudar a Viabilidade da consorciação de pimentão com repolho, rúcula, alface e rabanete, observaram que todas as hortaliças em cultivos consorciados apresentaram qualidade comercial, não sendo constatados distúrbios fisiológicos ou alterações morfológicas que comprometessem a comercialização das mesmas. Os autores ainda encontraram bons índices de uso eficiente da terra, sendo o maior obtido para o cultivo consorciado de pimentão e alface (Tabela 1), demonstrando que para a obtenção da mesma quantidade de alimento produzida em um hectare de consórcio é preciso 164% de incremento na área dos monocultivos. Todos os cultivos consorciados demonstraram ter aumento acentuado na eficiência de uso da terra, com incremento que variaram de 92 a 164%, (média do estudo de 127,5%), em relação aos monocultivos das hortaliças. Isto demonstra

melhor aproveitamento das culturas pelos fatores de produção como luz, solo, água e nutrientes neste sistema de cultivo.

Oliveira et al. (2010) estudando a produtividade de alface (A) e rúcula (R), em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral, observaram índices de uso eficiente da terra (UET) maiores que 1 (Tabela 2) em todos os sistemas de fileiras (de 1 a 4 fileiras alternadas), indicando valores positivos para o consórcio. Segundo o autor a rúcula tem sido utilizada com sucesso como cultura secundária em consórcios de hortaliças, pois suas características botânicas e seu ciclo curto têm propiciado interferência de pequena intensidade na cultura principal, resultando numa complementaridade espacial como também temporal.

Tabela 2. Índice de eficiência do uso da área (UET) proveniente de consórcios em cultivo orgânico e mineral e de rebrota de rúcula em cultivo orgânico. Lavras, UFLA, 2006. Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2010).

Sistemas de cultivo	Arranjos Espaciais	UET
Orgânico	1A:1R	1,55
	2A:2R	1,44
	3A:3R	1,63
	4A:4R	1,38
Mineral	1A:1R	1,53
	2A:2R	1,27
	3A:3R	1,53
	4A:4R	1,14
Rebrota de rúcula	1A:1R	1,62
	2A:2R	1,53
	3A:3R	1,70
	4A:4R	1,36

Alguns autores relatam a redução do custo de vários itens relacionados à produção de hortaliças como insumos e operações para a cultura consorciada quando comparada com sua monocultura (Silva et al., 2008).

Avaliando a viabilidade econômica do cultivo da alface crespa em monocultivo e em consórcio com pepino Silva et al. (2008) encontraram redução de 57,62% dos custos operacionais totais (COT)

da alface crespa em monocultura e consorciada com pepino japonês, os quais foram estimados em R\$ 696,37/614,4 m² e R\$ 295,06/614,4 m², respectivamente (Tabela 3). Esse fato ocorreu, pois o custo da alface, quando consorciada com pepino, apresentou redução em todos os itens: operações (56,06%), insumos (36,18%), materiais e depreciação (84,15%). Entre as operações, verifica-se que as relativas ao preparo do solo, adubações de plantio, capinas, aplicação de defensivos e irrigação não têm seus custos atribuídos à alface quando consorciada, por ser atribuído à cultura principal (pepino).

Fukushi (2016) avaliando a Consorciação de abobrinha italiana e repolho: plantas espontâneas, artrópodes associados e viabilidade econômica do sistema encontraram custos operacionais variando de R\$ 12.048,00 (abobrinha solteira sem capina) a R\$ 15.188,00 (abobrinha + repolho com capina) (Tabela 4) e atribuiu à diferença dos valores a colheita simplificada que apesar de ser feita duas vezes por semana é realizada em pouco espaço de tempo. Em relação ao tratamento abobrinha italiana solteira com capina, a única diferença foi na economia em mão de obra para capinar a lavoura. O maior COT foi observado no consórcio de abobrinha italiana e repolho com capina e essa diferença se deve principalmente à alta demanda de esterco (somatório da exigência das duas culturas) e mão de obra. De forma geral, os tratamentos sem capina apresentaram menores valores de COT.

Tabela 3. Coeficientes técnicos e custo operacional total para a produção de alface crespa Verônica em monocultura e consorciada com pepino japonês Hokushin, em casa de vegetação de 614,4 m², Jaboticabal-SP, 2005. Fonte: Silva et al. (2008).

Itens	Monocultura			Consórcio		
	MOC ¹	MOT ^r ²	M+I ³	MOC	MOT ^r	M+I
1-Operações						
Limpeza do terreno	1,00	-	1,00	0,00	-	-
Aração	-	0,70	0,70	0,00	-	-
Encanteiramento	-	0,85	0,85	0,00	-	-
Adubação de plantio	1,15	-	-	0,00	-	-
Aplicação de adubo orgânico	11,00	0,30	-	0,00	-	-
Montagem do sistema de irrigação	9,00	-	-	4,50	-	-
Marcação do local de transplante	3,07	-	-	3,07	-	-
Transplante	4,60	-	-	4,60	-	-
Capina manual	7,60	-	-	0,00	-	-

Adubação de cobertura	6,14	-	-	6,14	-	-
Aplicação de defensivos	4,05	-	4,05	0,00	-	-
Irrigação	5,00	-	20,00	0,00	-	-
Colheita e pós-colheita	20,75	-	20,32	20,75	-	20,32
Total de horas	73,36	1,85	46,92	39,06	-	20,32
A- Custo de operações	206,88	5,75	76,87	110,15	-	17,07
2 - Insumos e materiais	Quant.	Valor (R\$)	Quant.	Valor (R\$)		
Formulação 12-06-12 (kg)	10,00	8,70	-	-		
Nitrato de amônio (kg)	18,43	17,69	18,43	17,69		
Esterco bovino (t)	1,30	33,33	-	-		
Herbicida (l)	0,50	9,33	-	-		
Mudas (u)	4,61	119,81	4,61	119,81		
Espalhante adesivo (l)	0,18	1,11	-	-		
Defensivos	-	25,49	-	-		
B - Custo dos insumos e materiais		215,46		137,50		
Custo operacional efetivo (A+B)		504,96		264,72		
Custo da depreciação (outras)		78,61		30,34		
(Casa de vegetação)		112,8		-		
Custo operacional total (R\$/614,4 m ²)		696,37		295,06		

¹MOC – mão de obra comum; ²MOTr – mão de obra comum tratorista; ³M+I - gasto com máquinas e/ou implementos; ⁴No custo hora máquina foram considerados combustível, manutenção, reparos, garagem e seguro.

Ainda no mesmo trabalho Fukushi (2016) observou que o IEA foi positivo para ambos os consórcios (Tabela 5). O consórcio sem capina obteve IEA de 1,56, segunda maior renda líquida (R\$ 68.103,00) e terceiras maiores taxas de retorno e índice de lucratividade. Indicando vantagem principalmente para produtores que não possuem grandes extensões de terra. Esse tipo de atividade, entretanto, fornece o escalonamento das receitas, visto que a abobrinha italiana começa a produzir frutos muito antes da completa formação de cabeça do repolho, fornecendo um benefício considerável ao produtor com agregação de renda e capital de giro.

Tabela 4. Custos operacionais em R\$ ha⁻¹ para produção de um hectare. FAL-UnB, 2015. Fonte: Fukushi (2016).

Serviços e Insumos	Abo cc	Rep cc	Abo+Rep cc	Abo sc	Rep sc	Abo+Rep sc
Sementes (pct)						
Abobrinha	1.040,00	-	1.040,00	1.040,00	-	1.040,00
Repolho	-	480,00	160,00	-	480,00	160,00
Substrato para mudas (25 kg)	-	200,00	80,00	-	200,00	80,00
Esterco (t)	3.929,00	3.920,00	5.320,00	3.929,00	3.920,00	5.320,00
Calcário (t)	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
Termofosfato (t)	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
Aração (h/m)	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00
Gradagem (h/m)	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00	330,00
Calagem (h/m)	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00
Adubação (d/h)	500,00	500,00	300,00	500,00	500,00	300,00
Irrigação, montagem do sistema (d/h)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Irrigação, aspersão (d/h)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Irrigação, funcionamento da bomba (kwh)	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00
Plantio (d/h)	150,00	400,00	300,00	150,00	400,00	300,00
Capina (d/h)	1.500,00	1.500,00	1.800,00	750,00	750,00	900,00
Colheita e pós-colheita (d/h)	1.125,00	1.500,00	1.625,00	1.125,00	1.500,00	1.625,00
Total	12.807,00	13.063,00	15.188,00	12.057,00	12.313,00	14.288,00

Pct: pacote; t: tonelada; h/m: hora máquina; d/h: dias/homem; kwh: quilowatt-hora. Abobrinha italiana com espaçamento 120 x 60 cm, totalizando 13.889 plantas ha⁻¹; Repolho com espaçamento 80 x 40 cm, totalizando 31.250 cabeças ha⁻¹. Custos: sementes de abobrinha italiana, R\$ 80,00/pct; sementes de repolho, R\$ 40,00/pct; substrato, R\$ 20,00/saco com 25 kg; esterco, R\$ 140,00/t; calcário, R\$ 160,00/t; termofosfato, R\$ 60,00/saco 40 kg; h/m, R\$ 100,00; d/h, R\$ 50,00; kwh, R\$ 0,23. Fonte: EMATER-DF, com alterações.

Tabela 5. Receitas Brutas (RB), Custos Operacionais Totais (COT), Receita Líquida (RL), Índice de Equivalência de Área (IEA) da monocultura e dos consórcios duplos, obtidos em um hectare. FAL-UnB, 2015. Fonte: Adaptado de Fukushi (2016).

Tratamento	RB (R\$)	COT (R\$)	RL (R\$)	IEA
Abobrinha cc ¹	59.360,00	12.798,00	46.561,00	1,00
Repolho cc	80.802,00	13.063,00	67.739,00	1,00

Abo+Rep cc	80.134,00	15.188,00	64.005,00	1,52
Abobrinha sc ²	58.053,00	12.048,00	46.005,00	1,00
Repolho sc	93.362,00	12.313,00	81.049,00	1,00
Abo+Rep sc	82.392,00	14.288,00	68.103,00	1,56

¹cc: com capina; ²sc: sem capina.

Heredia Zárata et al. (2007), avaliando a Produção e renda bruta de mandioquinha-salsa, solteira e consorciada com cenoura e coentro, observaram que os dois consórcios não devem ser recomendados para o produtor de mandioquinha-salsa porque induziriam perdas de R\$ 8.650,00 e R\$ 7.011,25, respectivamente (Tabela 6), induzindo assim perdas monetárias. Esses resultados indicam que houve melhor adaptabilidade das plantas solteiras em relação às consorciadas.

Tabela 6. Renda bruta do produtor considerando a produção de massa fresca da mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’, em cultivo solteiro e consorciado com cenoura ‘Brasília’ e coentro ‘Tipo português’. Dourados, MS, 2005. Fonte: Heredia Zárata et al. (2007).

Cultivo	Espécie	Massa (t ha ⁻¹)	Maços * (mil ha ⁻¹)	RAE ¹	Renda bruta (R\$ 1.000 ha ⁻¹)**	
					Por cultivo	Total
Solteiro	Mandioquinha-salsa(M)	10,46	-	1,00	15.690,00	15.690,00
	Cenoura (Ce)	4,82	-	1,00	3.856,00	3.856,00
	Coentro (Co)	2,98	20.551	1,00	5.137,75	5.137,75
Consórcio M Ce	Mandioquinha-salsa	1,20	-	1,47	1.800,00	7.040,00
	Cenoura	6,55	-		5.240,00	
Consórcio M Co	Mandioquinha-salsa	4,74	-	0,76	7.110,00	8.678,75
	Coentro	0,91	6.276		1.568,75	

¹Razão de área equivalente; * Divisão da massa obtida no trabalho pela massa do maço de coentro = média de 145,00 gramas; ** Preço pago ao produtor de R\$ 0,25 maço⁻¹ de coentro; R\$ 0,80 kg⁻¹ de raízes comerciais de cenoura e R\$ 1,50 kg⁻¹ de raízes comerciais de mandioquinha-salsa. Fonte: Vendedores de hortaliças no varejo, em 4/2/2006.

Tabela 7. Produção, produtividade absoluta e relativa, da arruda, funcho, hortelã-pimenta e manjeriço, produtividade relativa dos tomateiros, e índice de uso eficiente da terra (UET). Umbaúba, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. Fonte: Carvalho et al. (2009).

Tratamentos	Aromáticas			Tomateiro Produtividade relativa (t ha ⁻¹)	UET
	Produção da parcela útil (Kg)	Produtividade (t ha ⁻¹)			
		Absoluta	Relativa		
Arruda (A)	0,33	1,09	-	-	-
Funcho (F)	0,29	0,97	-	-	-
Hortelã (H)	1,12	3,73	-	-	-
Manjeriço (M)	38,32	127,7	-	-	-
Tomate (T) + A	0,37	1,24	1,14	13,6	2,5
T + F	0,48	1,6	1,65	6,4	2,29
T + H	0,77	2,6	0,69	9,8	1,67
T + M	28,94	96,5	0,76	9,1	1,66

Carvalho et al. (2009) ao analisar a produtividade do tomateiro em cultivo solteiro e consorciado com espécies aromáticas e medicinais, observaram que a produção total de tomates foi menor nos tomateiros consorciados com funcho (6,4 t ha⁻¹), sugerindo que a menor produção ocorreu, ao menos em parte, devido aos efeitos do sombreamento e da competição das duas espécies por luz e nutrientes. As maiores produtividades relativas no consórcio foram com arruda (13,6 t ha⁻¹), seguida pelos consórcios com hortelã-pimenta (9,8 t ha⁻¹), com manjeriço (9,1 t ha⁻¹) (Tabela 7). Ainda segundo o autor, O UET, em todos os casos estudados, teve valor superior a um, indicando que o consorciamento permitiu maior aproveitamento da área de produção do que o monocultivo, sendo, portanto, mais vantajoso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As investigações e pesquisas sobre consórcios de hortaliças têm despertado a atenção de inúmeros pesquisadores. Com base no material apresentado podemos dizer que os sistemas de consórcio de hortaliças são práticas de manejo cada dia mais presente no cotidiano da pesquisa

agronômica e do olericultor, principalmente a níveis de pequenos e médios produtores tornando-se uma estratégia fitotécnica importante para o incremento da produtividade das culturas e aumento da diversidade de espécies cultivadas numa mesma área, favorecendo o melhor aproveitamento da área e alternativas de renda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri A M, Silva EM, Nicholls CI (2003). *O papel da Biodiversidade no Manejo de Pragas*. Editora: Holos, Ribeirão Preto. 226p.
- Andreani Junior R, Rocha AHS, Kozusny-Andreani DI (2016). Viabilidade agrônômica das culturas de rúcula e de almeirão em sistema de cultivo solteiro e consorciado. *Nucleus*, 13(1): 105-110.
- Camargo AMMP, Camargo FP, Camargo Filho WP (2008). Distribuição geográfica da produção de hortaliças no estado de São Paulo: participação no país, concentração regional e evolução no período 1996-2006. *Informações Econômicas*, 38(1): 28-35.
- Carvalho LM, Nunes MUC, Oliveira IR, Leal MLS (2009). Produtividade do tomateiro em cultivo solteiro e consorciado com espécies aromáticas e medicinais. *Horticultura Brasileira*, 27(4): 458-464.
- Carvalho EF (1989). Cultura associada de feijão com maracujá – efeitos de densidades populacionais do feijoeiro. *Ciência Agronômica*, 20(1): 185-190.
- Cecílio Filho AB, May A (2002). Produtividade das culturas de alface e rabanete em função da época de estabelecimento do consórcio, em relação a seus monocultivos. *Horticultura Brasileira*, 20(3): 501-504.
- Filgueira FAR (2008). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Editora: UFV, Viçosa. 421p.
- Fukushi YKM (2016). *Consortiação de abobrinha italiana e repolho: plantas espontâneas, artrópodes associados e viabilidade econômica do sistema* (Dissertação de Mestrado). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 100p.
- Flesch RD (2002). Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(1): 51-56.
- Heredia Zárate NA, Vieira MC (2018). *Hortas: conhecimento básicos*. Editora: Seriema, Dourados. 298 p.
- Heredia Zárate NA, Vieira MC, Pontim BCA, Figueiredo PG, Quevedo LF, Almeida AS (2007). Produção e renda bruta de mandioquinha-salsa, solteira e consorciada com cenoura e coentro. *Acta Scientiarum Agronomy*, 29(4): 549-553.
- Jabran K, Mahajan G, Sardana V, Chauhan BS (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*, 72(1): 57-65.

- Kolmans E, Vásquez D (1999). Manual de agricultura ecológica: una introducción a los principios básicos y su aplicación. Editora: Actaf, Cuba. 150p.
- Montezano EM, Peil RMN (2006). Sistemas de consorcio na produção de hortaliças. *Revista Brasileira Agrociência*, 12(2): 129-132.
- Oliveira EQ, Souza RJ, Cruz MCM, Marques VB, França AC (2010). Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, 28(1): 36-40.
- Portes TA (1984). Aspectos ecofisiológicos do consórcio milho x feijão. *Informe Agropecuário*, 10(118): 30-34.
- Rezende BL, Cecílio Filho AB, Feltrin AL, Costa CC, Barbosa JC (2006). Viabilidade da consorciação de pimentão com repolho, rúcula, alface e rabanete. *Horticultura Brasileira*, 24(1): 36-41.
- Salvador DJ, Heredia Zárate NA, Vieira MC (2004). Produção e renda bruta de cebolinha e de almeirão, em cultivo solteiro e consorciado. *Acta Scientiarum Agronomy*, 26(4): 491-496.
- Silva CAR (2013). Efeito do cultivo consorciado na produtividade do repolho, viabilidade econômica do sistema e manejo de pragas. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. 113p.
- Silva GS, Rezende BLA, Cecílio Filho AB, Junior APB, Martins MIEG, Porto DRQ (2008). Viabilidade econômica do cultivo da alface crespa em monocultivo e em consorcio com pepino. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(5): 1516-1523.
- Souza JL, Resende P (2006). *Cultivo orgânico de hortaliças*. Manual de horticultura orgânica. 2 ed. Atualizada e ampliada. Editora: Aprenda Fácil, Viçosa. 843 p.
- Souza JP, Macedo MAS (2007). Análise de viabilidade agroeconômica de sistemas orgânicos de produção consorciada. *ABCustos Associação Brasileira de Custos*, 2(1): 60-82.
- Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6 ed. Editora: Artmed, Porto Alegre. 888 p.
- Teixeira IR, Mota JH, Silva AG (2005). Consórcio de Hortaliças. *Semina: Ciências Agrárias*, 26(4): 507-514.
- Tolentino Júnior CF, Heredia Zárate NA, Vieira MC (2002). Produção da mandioquinha-salsa consorciada com alface e beterraba. *Acta Scientiarum Agronomy*, 24(5): 1447-1454.
- Vieira C (1998). Cultivos consorciados. In: Vieira C, Paula Júnior TJ, Borém A. Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV. 596p.
- Wiley RW (1979). Intercropping: its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crop Abstracts*, 32(1):1-10.

Contribuição do uso de adubos verdes na classificação de bulbos de cultivares de cebola

Recebido em: 21/07/2020

Aceito em: 30/07/2020

 10.46420/9786588319147cap3

Cristiane Ferrari Bezerra Santos^{1*} 

Guilherme Augusto Biscaro² 

Thamiris Barbizan³ 

Patricia dos Santos Zomerfeld⁴ 

Karoline Kovaleski Bertoldo Drehmer⁵ 

Evair da Silva Ferreira⁶ 

João Manoel Teixeira da Silva⁷ 

Douglas Coimbra da Silva⁸ 

INTRODUÇÃO

O uso da técnica da adubação verde no cultivo de hortaliças pode mostrar expressivas melhorias relacionadas tanto às características do solo quanto à nutrição e ao comportamento agrônômico dos cultivos comerciais. No entanto, a adoção dessa técnica ainda é pouco usada nas unidades agrícolas no cultivo de hortaliças (Guerra et al., 2014).

A adubação verde tem sido uma prática agrícola bastante eficaz para fornecimento de matéria orgânica ao solo em áreas extensas, em proporção relativamente grande e em curto período de tempo (Mascarenhas; Wutke, 2014).

De acordo com Altieri (2012) o uso de adubos verdes proporciona ao solo proteção contra erosão, atrai inimigos naturais das “espécies-praga”, eleva a quantidade de matéria orgânica do solo e promove a fixação biológica de nitrogênio.

^{1,2} Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rodovia Dourados – Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

^{3,4,5} Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rodovia Dourados – Itahum, Km 12 – Cidade Universitária, Cx. Postal 533, CEP: 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

⁶ Discente do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rodovia Dourados – Itahum, Km 12 – Cidade Universitária, Cx. Postal 533, CEP: 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

⁷ Engenheiro Agrícola, Solinftec, Rua Abrahão Vinhas, 242, CEP: 16013-337, Araçatuba, São Paulo, Brasil.

⁸ Engenheiro Agrônomo, Rua Ramom da Silva Pedroso, número 1170, Jardim São Cristóvão, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

* Autor de correspondência: cristiane.ferrari@yahoo.com.br

O manejo com adubos verdes tem grande valor econômico e ambiental, com a redução das despesas com adubos sintéticos e auxilia na melhoria dos atributos do solo, entre eles temperatura e humidade, favorecendo os microrganismos edáficos e adequando melhor a estrutura e textura do solo, deste modo proporcionando o aumento nos teores do material orgânico existente, elevando assim o pH e adição de carbono e nitrogênio, colaborando para a melhoria das propriedades químicas do solo (Ferreira et al., 2012).

A adubação verde, mesmo quando não proporciona ganhos imediatos em produtividade às hortaliças, acarreta benefícios importantes ligados ao manejo das lavouras, tais como: proteção do solo contra erosão hídrica; adição de matéria orgânica, a partir do carbono da biomassa vegetal e da ciclagem de nutrientes; atenuação de efeitos relacionados a variação climática; redução da infestação de populações de ervas de ocorrência espontânea; e manutenção da diversidade funcional nas unidades de produção (Guerra et al., 2014).

É importante considerar a fertilidade do solo como um dos fatores responsáveis pela qualidade dos bulbos, já que os nutrientes interferem diretamente na formação dos órgãos de reservas, onde disponibilidades inadequadas destes podem contribuir para o aparecimento de defeitos (Santos et al., 2018).

Quando a disponibilidade de nutrientes é limitada, o crescimento da planta é comprometido. Na cultura da cebola (*Allium cepa* L), deficiência nutricional reduz as raízes, crescimento foliar, tamanho e rendimento do bulbo, além de retardar a maturação. A cultura da cebola é mais suscetível a deficiências de nutrientes do que a maioria das plantas cultivadas, por causa do seu sistema radicular superficial e não ramificado, respondendo muito bem a adição de adubação ao solo (Abdissa et al., 2011).

A classificação de bulbos segue uma metodologia segundo o maior diâmetro transversal do bulbo (mm) e é feita de acordo com Brasil (1995) que divide a produção em classes de comercialização, sendo elas: classe 2 (>35 até 50 mm de diâmetro); classe 3 (>50 até 70 mm); classe 4 (>70 até 90 mm) e classe 5 (>90 mm).

Tendo em vista a importância de padronizar a produção de cebola e assegurar um produto de qualidade ao mercado consumidor, com a valorização econômica da produção, o uso da adubação verde no cultivo de cebola é justificável, e confirmando essa afirmação Kurtz et al. (2012) descrevem que bulbos com diâmetro menor a 50 mm possuem preço que variam de 50 a 70% em comparação às classes de diâmetros superiores.

De acordo com o exposto objetivou-se avaliar a classificação de bulbos de duas cultivares de cebola sob o manejo de diferentes tipos de adubos verdes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, desenvolvido entre março e setembro de 2017, foi conduzido na área experimental de Irrigação, na Universidade Federal da Grande Dourados, localizada no município de Dourados – MS, com latitude de 22°13'16", longitude de 54°17'01" e altitude de 430 m.

O clima da região é do tipo Aw, com inverno seco, precipitação média anual de 1500 mm e temperatura média de 22 °C (Alvares et al., 2013). A área de implantação do experimento possui solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 2013) e de textura muito argilosa (areia 208,2 g kg⁻¹, silte 149,8 g kg⁻¹, argila 641,8 g kg⁻¹) Embrapa (1997).

Foi utilizado o sistema de irrigação por gotejo, com mangueira gotejadora da marca Petrodrip®, modelo Manari, com espaçamento de 20 cm entre emissores e vazão de 1,5 L h⁻¹, utilizando pressão de serviço de 10 m.c.a, sendo instalada uma linha de irrigação para cada linha de cultivo.

O manejo da irrigação foi realizado utilizando o aparelho eletrônico “HidroFarm” (modelo HFM2010) que leva em consideração o estado hídrico do solo, permitindo a medição da umidade volumétrica do solo através de uma medida eletromagnética denominada de impedância do solo em alta frequência, que é proporcional à umidade. Assim, a leitura da umidade atual do solo utilizando o “HidroFarm” era feita em intervalos de um dia e a irrigação realizada no período matutino, conforme a média indicada pelos sensores.

Antes da implantação do experimento foi realizada a coleta de solo à profundidade de 0-20 cm para determinação de suas características químicas (Embrapa, 2017) (Tabela 1). Diante os resultados da análise do solo, constatou-se a necessidade de se realizar a calagem da área seguindo as recomendações de Filgueira (2007), onde elevou-se a saturação de bases a 70% utilizando calcário dolomítico com PRNT 80%, com aplicação de uma dose de 1,7 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, trinta dias antes da semeadura.

Tabela 1. Análise química dos macronutrientes e micronutrientes do solo na profundidade de 0-20 cm, realizada antes da semeadura. Dourados, 2017.

Macronutrientes										
pH	P	MO	Ca	K	Mg	Al	H+Al	SB	CTC _{efet (t)}	V
CaCl ₂	-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----						%
5,6	6,9	27100	4,7	0,36	2,3	0	4,7	7,36	12,06	61,03
Micronutrientes										
Fe		Cu	Zn	Mn	B			S-SO ²		
-----mg dm ⁻³ -----										
110,4		11,7	2,1	66,2	0,31			4		

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições, cinco sistemas de cultivo: Testemunha (vegetação espontânea); cultivo de cebola em sucessão ao Milheto (*Pennisetum glaucum*); cultivo de cebola em sucessão a Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); cultivo de cebola em sucessão a Mucuna-preta (*Mucuna aterrina*); cultivo de cebola em sucessão a Crotalária-júncea (*Crotalaria juncea*) e duas cultivares híbridas de cebola (Andromeda e Aquarius).

Cada unidade experimental foi constituída por um canteiro de 5,4 x 1,0 m, contendo três fileiras de plantas de cebola, com espaçamentos de 0,30 m entrelinhas e 0,10 m entre plantas na linha, perfazendo uma área total de 5,4 m². Utilizou-se, como área útil, a linha central, excluindo-se duas plantas de cada extremidade da subparcela, sendo utilizadas 23 plantas de cebola como subparcela útil.

Antes da semeadura das plantas de cobertura foi feito o preparo de solo constituído de gradagem para melhorar as características físicas do solo, gradagem niveladora e posteriormente realizado o preparo dos canteiros utilizando trator com encanteirador acoplado.

A semeadura das plantas de cobertura (adubos verdes) foi realizada manualmente em março de 2017 utilizando espaçamento de 0,3 m nas entrelinhas e densidade de semeadura de 5 sementes por metro linear para a Mucuna-preta e Feijão-de-porco; 20 sementes para a Crotalária -juncea e 50 sementes para o Milheto, sendo todas as espécies semeadas sem a utilização de adubação de semeadura ou de cobertura.

Ao entorno da área experimental foi instalada, em dezembro de 2016, uma barreira vegetal com a cultura do Feijão Guandu, servindo de proteção contra a abrasão do vento, migração de possíveis insetos pragas e até deriva de produtos fitossanitários utilizado nas áreas vizinhas ao experimento.

Em maio de 2017, 60 dias após a semeadura, foi efetuado o corte dos adubos verdes e da vegetação espontânea distribuindo-os de maneira uniforme sobre suas respectivas parcelas, e após 15 dias, realizou-se o transplante das mudas de cebola.

As mudas de cebola foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, utilizando o substrato comercial Carolina®. Foram utilizadas sementes de cebola híbrida F1 dos cultivares Andromeda e Aquarius. Ambos cultivares tem como características a formação de bulbos uniformes, com boa formação de escamas e ótimo rendimento de bulbos classe 3. De maneira geral o cultivar Andromeda possui bulbos de coloração amarelo-escuro e peso médio entre 160-190g, enquanto no cultivar Aquarius os bulbos são de coloração amarelo e peso médio de 150 a 180g.

Após a semeadura as bandejas foram mantidas em estufa com proteção de sombrite de 70% e com turno de rega diário no período matutino. Aos 30 dias após a semeadura, as mudas apresentavam 2 folhas definidas e o transplante foi feito de forma manual em covas de 3 x 3 cm nos canteiros.

A colheita foi realizada de forma manual 114 dias após transplante, quando mais de 60 % das plantas se encontravam estaladas. Após a colheita, as plantas foram mantidas ao sol por 3 dias e em seguida mantidas por 12 dias à sombra em galpão ventilado, para o período de cura à sombra. Após o período total de cura (15 dias), foi realizado o toailete das plantas, eliminando a parte aérea e as raízes.

Foram avaliadas 20 plantas escolhidas de forma aleatória para determinar a classificação de bulbos. A classificação de cebola foi feita em função da classe de acordo com maior diâmetro transversal do bulbo, segundo as normas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1995) em: Classe 1: menor que 35 mm de diâmetro (bulbos considerados não comerciais); Classe 2: maior que 35 até 50 mm; Classe 3: maior que 50 até 70 mm; Classe 4: maior que 70 até 90 mm e Classe 5: maior que 90mm.

Os resultados foram submetidos à análise de variância de acordo com o teste F, no nível de 5% de probabilidade, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando-se o programa computacional Sisvar, versão 5.3 (Ferreira, 2010). Os dados foram expressos em porcentagem e foram transformados em arco-seno $P / 100$ para efeitos de análise, sendo apresentados nos resultados as médias originais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Os dados meteorológicos foram coletados da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação Dourados - A721, localizada no município de Dourados, MS. Na

Figura 1, estão apresentados os valores de temperaturas mínimas e máximas, a umidade relativa do ar, bem como a precipitação pluviométrica no período de condução do experimento.

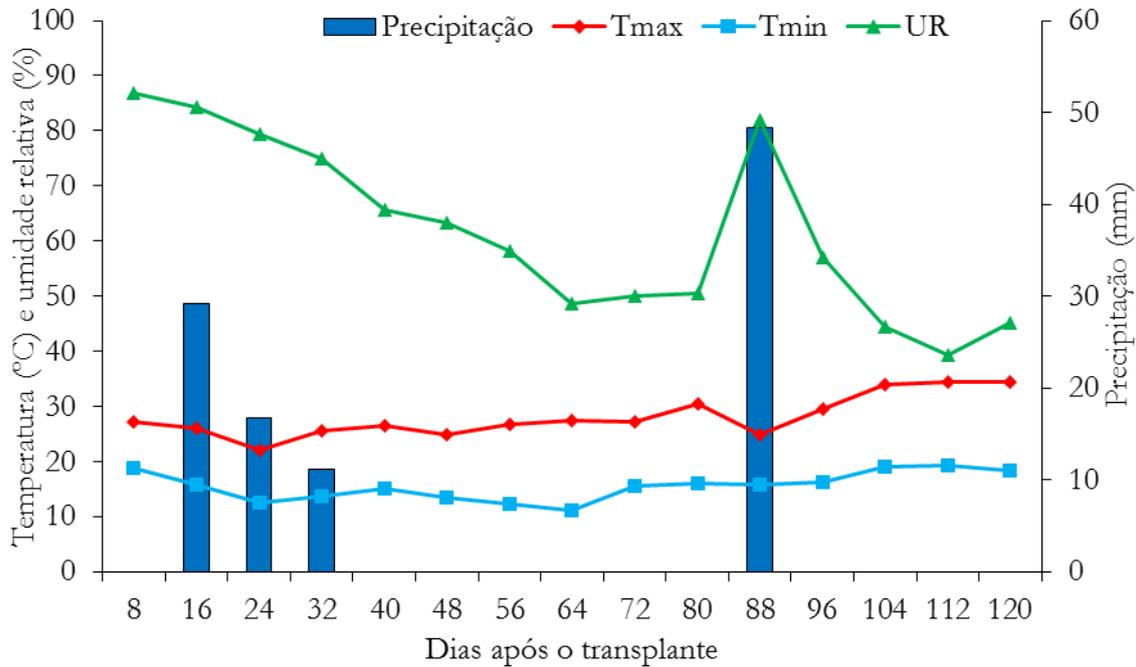


Figura 1. Dados climáticos na área experimental entre o período de 24/05/2017 a 20/09/2017.

As temperaturas máximas atingidas ficaram entre 22,1 e 34,5 °C e, as mínimas entre 11 e 19,2 °C, com temperatura média do ar em 21,8 °C. A umidade relativa do ar oscilou entre 39,3 e 86,8%, com valor médio de 62%.

Souza e Resende (2002) afirmam que temperaturas acima de 32 °C na fase inicial de desenvolvimento das plantas podem provocar a bulbificação precoce com consequente produção de bulbos pequenos. Ao contrário, a exposição das plantas a períodos muito prolongados de temperaturas abaixo de 10 °C podem induzir o florescimento prematuro, que é altamente indesejável, quando se visa à produção comercial de bulbos. E ainda, a temperatura ótima de bulbificação oscila de 25 a 30 °C.

Identifica-se que a área em estudo é propícia ao crescimento e desenvolvimento da cultura da cebola, visto que os valores médios de temperatura do ar registrados estão próximos aos descritos por Souza e Resende (2002), para a produção de bulbos de cebola. Averiguou-se, que apesar da ocorrência em alguns dias de temperaturas acima do ótimo para bulbificação, estes valores não depreciaram o desenvolvimento da cultura durante a realização do experimento.

AVALIAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE BULBOS DE CEBOLA

De acordo com a análise de variância houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) do fator cultivar e classe na classificação de bulbos das duas cultivares de cebola. Na interação dupla entre adubo verde e classe, e, cultivar versus classe, verificou-se efeito significativo dessas interações na classificação de bulbos da cultivar Andromeda e Aquarius, a 5% de probabilidade (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância referente à classificação de bulbos de cebola (%), avaliada em função de diferentes tipos de adubos verdes. Dourados, MS, 2017.

FV	GL	Quadrado médio
Bloco	3	0,00 ^{ns}
Adubo Verde	4	0,00 ^{ns}
Resíduo (1)	12	0,000
Cultivar	1	0,04*
Adubo Verde x Cultivar	4	0,00 ^{ns}
Resíduo (2)	15	0,000
Classe	3	4,29*
Adubo Verde x Classe	12	0,12*
Cultivar x Classe	3	0,50*
Adubo Verde x Cultivar x Classe	12	0,05 ^{ns}
Resíduo (3)	90	0,050
Total	159	
CV (%) 1		12,8
CV (%) 2		15,68
CV (%) 3		53,35

*significativo a 5% pelo teste F; ns: não significativo.

A classificação de cebola é feita de acordo com o maior diâmetro transversal do bulbo (Brasil, 1995). A produção de bulbos por classe foi de: 3,50%; 30,00%; 56,25%; e 10,25% para as classes 1, 2,

3 e 4, respectivamente. De acordo com Weingartner et al. (2018), bulbos muito pequenos, com diâmetro transversal inferior a 35 mm (Classe 1) são descartados, enquanto os de calibre entre 35 a 50 mm possuem mercado restrito. O mercado tem maior aceitação por bulbos de tamanho médio a grande, sendo a preferência do consumidor e o maior valor atribuído por bulbos classe 3 (>50 a 70 mm).

O manejo de adubo verde não influenciou a produção de bulbos classe 3 e 4 (Figura 2). No entanto, a utilização de Milheto e Feijão-de-porco reduziu a produção de bulbos classe 1, que é um efeito desejável, pois cebolas de calibre inferiores a 35 mm não conferem retorno econômico ao produtor por não serem comercializadas.

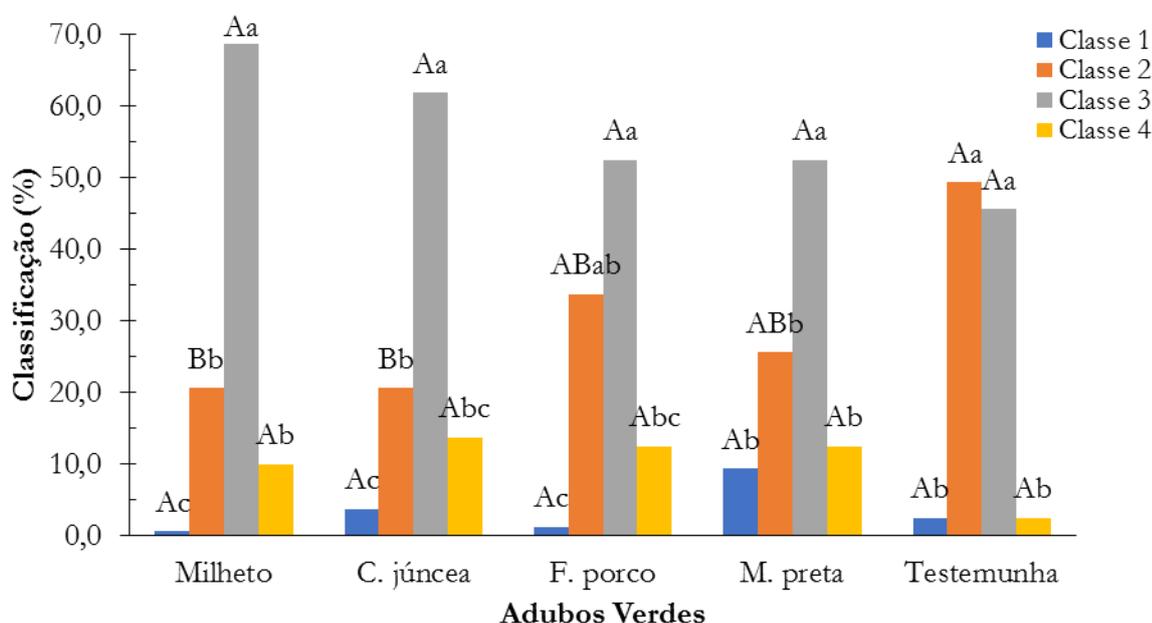


Figura 2. Classificação de bulbos de cebola (%) em função do manejo com diferentes espécies de adubos verdes. Dourados, MS, 2017. *Médias seguidas pela mesma letra minúscula (entre classe em cada espécie de adubo verde) e maiúscula (entre adubos verdes) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

A adubação verde promove diversos benefícios para as culturas, relacionados ao controle de pragas e plantas daninhas, melhoria na qualidade química, física e biológica, acúmulo de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (Salgado, 2017; Ambrosano et al., 2014).

Considerando que a disponibilidade de nutrientes é um dos principais fatores para a produção de bulbos de qualidade, pois estão diretamente relacionados a formação de órgãos de reserva, o incremento de nutrientes provenientes do manejo de espécies de adubos verdes pode ter contribuído para a redução de bulbos classe 1. O mesmo comportamento foi observado por Resende et al. (2008), Cecílio Filho et al. (2010); Rodrigues et al. (2015) e Santos (2019), em que o incremento de nutrientes,

como nitrogênio, fósforo e potássio, incrementaram a produtividade e reduziram a produção de refugos e bulbos classe 1.

A produção de bulbos classe 3 e 4, com maiores aceitação no mercado, do cultivar Andromeda foi de 78,0% e de 55% no cultivar Aquarius (Figura 3). Além disso, o cultivar Andromeda produziu menos de 1% de cebola classe 1, ou seja, quase a totalidade com bulbos comercializáveis.

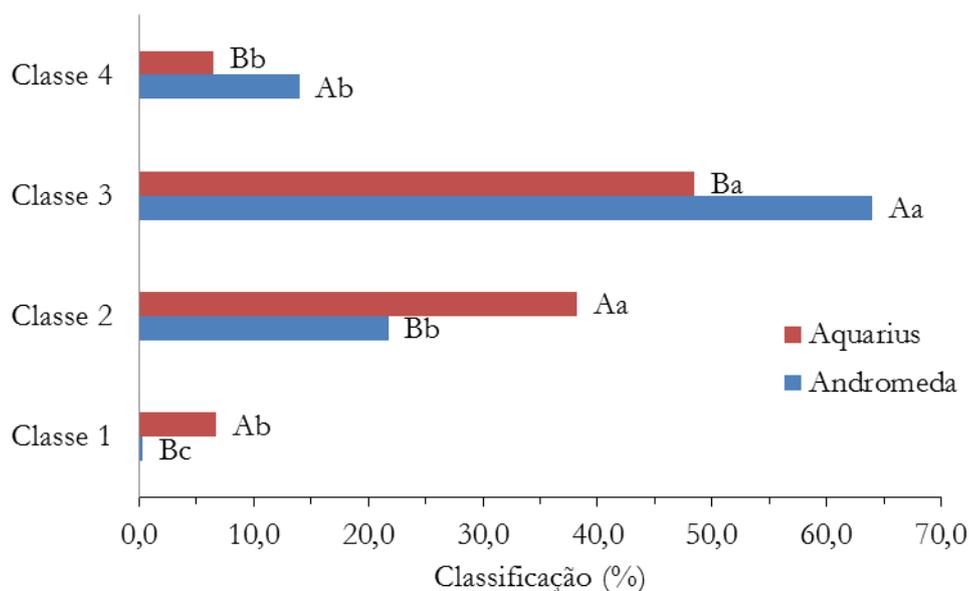


Figura 3. Classificação de bulbos (%) de cultivares de cebola (Andromeda e Aquarius) sob diferentes espécies de adubos verdes. UFGD, Dourados, MS, 2017. *Médias seguidas pela mesma letra minúscula (entre classes) e maiúscula (entre cultivares) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Segundo Cecílio Filho et al. (2015), a quantidade demandada de nutrientes pela cultura da cebola pode variar de acordo com diversos fatores, incluindo a interação do genótipo (cultivar) e o ambiente de cultivo. Em condições ideais de disponibilidade de nutrientes os cultivares podem melhor expressar o potencial genético. Ambos os cultivares apresentam características genéticas com ótima produção de bulbos classe 3, sendo que o cultivar Andromeda os bulbos tendem a ser um pouco maiores e mais pesados quando comparado aos bulbos do cultivar Aquarius. A resposta dos cultivares a adubação pode variar de acordo com a eficiência do cultivar na absorção e utilização dos nutrientes (Macedo et al., 2011), o que pode explicar o melhor desempenho do cultivar Andromeda, nas condições de cultivo.

CONCLUSÕES

O manejo de adubação verde com Milheto e Feijão-de-porco promoveram a diminuição na produção de bulbos não comercializáveis (Classe 1).

O cultivar Andromeda apresentou melhor desempenho nas condições de cultivo, com maior produção de bulbos de maior aceitação e valor de mercado (Classe 3 e 4), além da menor produção de bulbos sem valor econômico (Classe 1).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdissa Y, Tekalign T, Pant LM (2011). Growth, bulb yield and quality of onion (*Allium cepa* L.) as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization on vertisol I. growth attributes, biomass production and bulb yield. *African Journal of Agricultural Research*, 6(14): 3253-3258.
- Altieri MA (2012). Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Rio de Janeiro: Expressão Popular. 400p.
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. Köppen's (2013). Climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift Stuttgart*, 22(6): 711-728.
- Ambrosano EJ, Rossi F, Guirado N, Schammas EA, Muraoka T, Trivelin PCO, Ambrosano GMB (2014). Adubação verde na agricultura orgânica. In: Filho OFL, Ambrosano E J, Rossi F, Carlos JAD (Eds.). *Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática*. Brasília, DF: Embrapa, 2: 45-80.
- Brasil (1995). Ministério da Agricultura, Abastecimento e da Reforma Agrária. *Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento e Embalagem da Cebola, para fins de Comercialização*. Brasília: Seção 1, 8p.
- Cecílio filho AB, Marcolini MW, May A, Barbosa JC (2010). Produtividade e classificação de bulbos de cebola em função da fertilização nitrogenada e potássica, em semeadura direta. *Científica*, 38 (1/2): 14-22.
- Cecílio Filho AB, May A, Grangeiro LC, Resende GM de, Resende BLA, Vidigal SM (2015). Nutrição mineral, calagem e adubação em cebola. In: Souza RJ de, Assis RP de, Araújo JC de (Eds.). *Cultura da cebola: tecnologias de produção e comercialização*. Lavras: Editora UFLA, 148-183.
- Embrapa (1997). *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: 2 ed. 212p.
- Embrapa (2013). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 3 ed. 353p.
- Embrapa (2017). *Manual de métodos de análise de solo*. Brasília: Embrapa Solos. 3 ed. 577p.
- Ferreira DF (2010). *SISVAR Versão 5.3*. Lavras: Departamento de Ciências Exatas, UFLA.
- Ferreira LE, Souza EP, Chaves AF (2012). Adubação verde e seu efeito sobre os atributos do solo. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 7(1): 33-38.
- Filgueira FA (2007). Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna para a produção de hortaliças. 3. ed. Editora: UFV, Viçosa. 421p.

- Guerra JGM, Espindola JAA, Araújo ES, Leal MAA, Abboud ACS, Alneida DLde, Depolli H, Neves MCP, Ribeiro RLD (2014). Adubação verde no cultivo de hortaliças. In: Filho OFL, Ambrosano EJ, Rossi F, Carlos JAD (Eds.). *Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e Prática*. Brasília, DF: Embrapa, 2: 241-267.
- Kurtz C, Ernani PR, Coimbra JL M, Petry E (2012). Rendimento e conservação de cebola alterados pela dose e parcelamento de nitrogênio em cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36(3): 865-875.
- Macedo FS, Sedoguchi ET, Souza, R J de, Carvalho JG (2011). Produtividade de alho vernalizado em função de fontes e doses de fósforo. *Ciência Rural*, 41(3): 379-383.
- Mascarenhas HAA, Wutke E (2014). Adubação, nutrição e fatores climáticos limitantes ao desenvolvimento dos adubos verdes. In: Filho OFL, Ambrosano EJ, Rossi F, Carlos JAD (Eds.). *Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e Prática*. Brasília, DF: Embrapa, 1: 189-224.
- Resende GM de, Costa ND, Pinto, JM (2008). Características produtivas e classificação de bulbos de cebola (*Allium cepa* L.) em função de doses de nitrogênio e potássio no Vale do São Francisco. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, 26(2): 1206-1267.
- Rodrigues GSO, Grangeiro LC, Negreiros MZ de, Silva AC da, Novo Júnior J (2015). Qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio. *Revista Caatinga*, 28(3): 239-247.
- Salgado GC (2017). Efeito do cultivo intercalar de adubo verde com minitomateiro orgânico em ambiente protegido na produtividade, qualidade e transferência de nitrogênio. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Santos CFB (2019). Fertirrigação fosfatada e viabilidade econômica na produção, qualidade e conservação pós-colheita de cultivares de cebola. Dourados, Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados. 109p.
- Santos CFB, Biscaro GA, Barbizan T, Silva DC da, Ferreira, E (2018). Influência da adubação verde na qualidade de bulbos de cultivares de cebola. *Cadernos de Agroecologia*, 13(2): 1-10.
- Souza RJ, Resende GM (2002). *Cultura da cebola*. Lavras: UFLA. 115p.
- Weingartner S, Gatiboni LC, Dall'orsoletta D J, Kurtz C, Mussi M (2018). Rendimento de cebola em função da dose e do modo de aplicação de fósforo. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 17(1): 23-29.

Micropropagação para a conservação de espécies e melhoramento genético

Recebido em: 21/07/2020

Aceito em: 30/07/2020

 10.46420/9786588319147cap4

Luan Marlon Ribeiro^{1*} 

José Carlos Sorgato¹ 

Jackeline Schultz Soares¹ 

Sílvia Correa Santos¹ 

INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade vegetal é uma questão importante para a população em todo o mundo. Uma vez que, fatores como a pressão antropogênica, a introdução de espécies exóticas, bem como as espécies domesticadas e a infestação crônica de ervas daninhas refletem em um aumento no número de espécies ameaçadas (Pandey et al., 2015; Brahmi; Tyagi, 2019).

Essa biodiversidade é uma fonte natural de produtos para as indústrias alimentícia e medicinal. Esses recursos genéticos representam uma fonte de variabilidade genética para a produção de novas variedades que atendem as necessidades de produtores e de consumidores, também são importantes por promoverem segurança ao meio ambiente, evitando que condições bióticas e abióticas possam causar danos irreparáveis aos ecossistemas (Cruz-Cruz et al., 2013).

Nesse contexto de conservação, duas organizações se mostram fundamentais. A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), que desde sua criação, em 1964, é responsável pelo estabelecimento de categorias de conservação de espécies da fauna e flora, com o propósito de preservar as espécies tidas como ameaçadas, auxiliando na identificação das que necessitam de maior atenção conservacionista (Costa; Martins, 2008). E a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), que foi fundada no final da década de 1940, consolidando um tratado entre 146 países, inclusive o Brasil, sobre a forma como esses países devem lidar com a conservação de seus recursos genéticos, sendo suas maiores preocupações relacionadas à fome mundial e à conservação dos recursos genéticos vegetais (Santonieri; Bustamante, 2016).

Em decorrência da importância da conservação das espécies vegetais, as técnicas utilizadas podem ser realizadas tanto *in situ* quanto *ex situ*. A conservação *in situ* constitui estratégias de

¹ Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rodovia Dourados/Itahum, Km 12 – Unidade II, CEP 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

* Autor de correspondência: luanmarlon@hotmail.com; josesorgato@ufgd.edu.br

conservação de ecossistemas e habitats naturais, além da manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus ambientes naturais ou nos meios onde tenham desenvolvido suas propriedades características. Já a conservação *ex situ* constitui em estratégias de preservação e recuperação de espécies vegetais como plantas cultivadas em estufas e sementeiras, ou seja, com o material biológico fora de seu habitat natural (Silva et al., 2018).

As estratégias de conservação *in situ* e *ex situ* são complementares e não exclusivos. Esses métodos oferecem alternativas diferentes para a conservação, mas a seleção da estratégia apropriada deve ser baseada em vários critérios, incluindo a natureza biológica das espécies e a viabilidade de aplicar os métodos escolhidos (Engelmann, 2012; Reed, 2017).

Somente os métodos *in situ* são insuficientes para conservar a biodiversidade vegetal, uma vez que, devido à destruição de habitats e às transformações de ambientes naturais houve a diminuição de espécies e populações de certos ecossistemas, levando a uma perda significativa da biodiversidade. Assim, estratégias *ex situ*, tais como armazenamento em bancos de sementes, coleções de genes de campo, coleções *in vitro* e jardins botânicos, complementam os programas de preservação da diversidade genética vegetal. A conservação *ex situ* é uma maneira viável de preservar espécies vulneráveis ou em vias de extinção sendo, em alguns casos, a única estratégia possível para conservar essas espécies (Pandey et al., 2015; Silva et al., 2018; Oseni et al., 2018).

Atualmente, a biotecnologia tem sido utilizada para conservar *ex situ* espécies ameaçadas, raras, ornamentais, medicinais e florestais, permitindo a conservação de material livre de patógenos, plantas de elite e diversidade genética a curto, médio e longo prazo (Reed, 2017). A conservação *in vitro* é especialmente importante para espécies propagadas vegetativamente e para plantas com sementes não ortodoxas (Engelmann, 2011).

Além disso, as técnicas *in vitro* oferecem um meio seguro para a troca internacional de material vegetal, possibilitam o estabelecimento de coleções extensivas usando o espaço mínimo, permitem o fornecimento de material valioso para a recuperação da população nativa e facilitam as investigações moleculares e estudos ecológicos (Pandey et al., 2015). Dessa forma, as técnicas de micropropagação, merecem destaque, pois são ferramentas biotecnológicas importantes na conservação de espécies nativas ou obtenção de plantas tanto para a pesquisa, quanto para a produção em escala comercial (Cardoso, 2014).

Desse modo, o objetivo deste trabalho é relatar as técnicas utilizadas na micropropagação para a conservação de espécies e melhoramento genético.

BANCO DE GERMOPLASMA

As tecnologias destinadas à conservação têm como princípio básico manter o máximo da diversidade genética de determinados vegetais, visando o seu uso atual e futuro como fonte de variabilidade genética (Scherwinski-Pereira; Costa, 2010; Gulati, 2018). A preservação dessa variabilidade nas plantas é uma necessidade e um grande desafio para a pesquisa, considerando a complexidade e o grande potencial principalmente das plantas para o uso na alimentação, medicina, ornamentação entre outras utilidades, muitas das quais subestimadas (Souza, 2018).

As ações antrópicas, como a fragmentação dos ecossistemas, os estresses ambientais pela poluição e as mudanças climáticas, são apontadas, de maneira global como as principais causas da perda da diversidade genética. Além desses fatores, a exploração dos recursos naturais de forma excessiva e não planejada por meio da expansão agrícola, das queimadas, exploração madeireira, construção de estradas e hidroelétricas, além do extrativismo, tem levado a perda de recursos vegetais (Pandey et al., 2015; Brahmi; Tyagi, 2019).

Uma das formas de conter o acelerado ritmo de extinção de espécies vegetais potencialmente úteis ou de interesse econômico imediato é a conservação em bancos de germoplasma. Os bancos de germoplasma são classificados como coleções vivas de todo o patrimônio genético de uma espécie ou gênero, a qual deve conter uma variabilidade genética mínima, oriunda de acessos silvestres, nativos, cultivares obsoletas ou desenvolvidas pelo melhoramento genético, para conservação e utilização a longo ou curto prazo (Gulati, 2018; Souza, 2018).

Para atender a esse conceito, foram criados modelos de coleções de diferentes tipos, como por exemplo os bancos de germoplasma *ex situ*, que podem envolver o armazenamento de sementes, as plantas propagadas *in vitro* e também o cultivo no campo (Offord, 2017).

No Brasil, existem vários bancos de germoplasma ativos. As atividades de coleta e conservação da biodiversidade dessas coleções começaram a partir do ano de 1970 com a criação do Centro Nacional de Recursos Genéticos – CENARGEN, que desde sua fundação vem com a missão original focada na conservação dos recursos genéticos para alimentação e agricultura, inicialmente com diferentes iniciativas de coleta e conservação de germoplasma realizadas junto a diversas instituições de pesquisa e universidades brasileiras, e dentro do contexto, hoje é o órgão reconhecido como um dos maiores centros de conservação do mundo (Santonieri; Bustamante, 2016).

BANCO DE GERMOPLASMA *EX VITRO*

PRESERVAÇÃO DE SEMENTES

O armazenamento de sementes é um dos métodos de preservação *ex situ* que tem como principal objetivo a conservação seminífera, preservando a qualidade física, fisiológica e sanitária. Contudo, o êxito desse armazenamento depende do conhecimento sobre o comportamento destas durante o processo (Freitas et al., 2019).

As sementes podem ser classificadas como ortodoxas, recalcitrantes, ou intermediárias (Taiz et al., 2017). As ortodoxas permanecem viáveis posteriormente à dessecação até um grau de umidade em torno de 5% e podem ser armazenadas em baixas temperaturas por um longo período (Garcia et al., 2011). Já as recalcitrantes, ou sementes sensíveis à dessecação, não sobrevivem aos baixos níveis de umidade, o que impede o seu armazenamento por um longo período (Barros et al., 2019).

Além dessas, existem sementes com um comportamento intermediário entre ortodoxas e recalcitrantes, as quais toleram a desidratação de 7% a 10% de umidade, porém não sobrevivem a baixas temperaturas durante período de tempo prolongado (Garcia et al., 2011), tais como cafeeiro (*Coffea arabica* L.), mamoeiro (*Carica papaya* L.), e dendezeiro (*Elaeis guineenses* Jacq.) (Scherwinski-Pereira; Costa, 2010; Costa et al., 2011).

Ainda, a conservação de sementes também pode ser um método inviável para algumas espécies vegetais, tais como aquelas que não produzem sementes ou as produzem de modo insatisfatório, fazendo-se necessária a propagação vegetativa como exemplo bananeiras (*Musa* spp.), coqueiro (*Cocos nucifera* L.), abacateiro (*Persea americana* Mill.), mangueira (*Mangifera indica* L.) e cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.) (Scherwinski-Pereira; Costa, 2010; Costa et al., 2011).

Mesmo assim, diversas espécies vegetais, principalmente as nativas dos diferentes biomas brasileiros e as de importância agrônômica, industrial e medicinal, vêm sendo conservadas através dos bancos de sementes, sendo algumas delas listadas na Tabela 1.

O banco de sementes é um tipo de conservação *ex situ* que desempenha papel fundamental para a conservação *in vitro* do material vegetal, pois pode possibilitar o armazenamento seminífero por longos períodos, evitando a perda de recursos genéticos e preservando as fontes e genes para o uso futuro, além de colecionar, identificar e caracterizar genótipos para o uso no melhoramento (Koopowitz; Hawkins, 2012; Hosomi, 2016).

Tabela 1. Lista de espécies armazenadas em bancos de sementes.

Autor	Espécie	Condição de armazenamento	Família	Local*
Macedo et al., 2014	<i>Brassavola tuberculata</i> Hook	4°C e 6% UR	Orchidaceae	UFGD
Hengling, 2015	<i>Cattleya tigrina</i> A.Rich	5°C e 6% UR	Orchidaceae	UNOESTE
Hengling, 2015	<i>Cattleya amethystoglossa</i> Lindley	5°C e 6,4% UR	Orchidaceae	UNOESTE
Caldeira et al., 2016	Tabaco spp.	10°C e 50% UR	Solanaceae	UFLA
Alves et al., 2017	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	26°C e 7% UR	Poaceae	IFG
Dantas et al., 2018	<i>Sapindus saponaria</i> Linnaeus	9°C e 65% UR	Sapindaceae	UFS
Oliveira et al., 2018a	<i>Vochysia divergens</i> Pohl	2°C e 10% UR	Vochysiaceae	INPP
Oliveira et al., 2018b	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	10°C e 9% UR	Anacardiaceae	INCAPER
Silva et al., 2019	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	8°C e 49% UR	Myrtaceae	UFLA

*UFGD: Universidade Federal da Grande Dourados; UNOESTE: Universidade do Oeste Paulista; UFLA: Universidade Federal de Lavras; IFG: Instituto Federal de Goiás; UFS: Universidade Federal de Sergipe; INPP: Instituto Nacional de Pesquisas do Pantanal; INCAPER: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Fonte: Os autores.

BANCO DE GERMOPLASMA *IN VITRO*

Convencionalmente, o germoplasma vegetal pode ser mantido na forma de sementes ou propágulos vegetativos. Estes últimos podem ser conservados *in vitro*, em nitrogênio líquido, em câmaras frias ou salas de crescimento com baixas temperaturas (Reed, 2017).

Os bancos de germoplasma *in vitro* são coleções de germoplasma mantidos em salas de crescimento, em condições que reduzem o crescimento dos propágulos (Reed, 2017). A conservação é feita por meio de meristemas ou outros tecidos das plantas. Essa técnica baseia-se em modificações nas

condições físicas ou químicas do meio de cultura, porém sem afetar a viabilidade genética e biológica das plantas (Carvalho et al., 2014).

Alguns métodos, como crescimento lento são comumente utilizados no cultivo *in vitro*. Essa técnica permite que o material vegetal seja mantido por alguns anos em condições de subcultivos periódicos (Gulati, 2018). Em outras palavras, o material vegetal permanece sob crescimento lento em condições estéreis e fatores ambientais controlados, como por exemplo, meios de cultura modificados. Os explantes mais utilizados nesse caso são brotos, folhas, pedaços de flores, embriões imaturos, fragmentos de hipocótilos ou cotilédones (Gulati, 2018).

A maior dificuldade da manutenção de bancos de germoplasma *in vitro* são os altos custos para manter o estoque, espaço disponível na sala de crescimento, riscos de contaminação e também de variação somática dos clones ao longo do tempo (Reed, 2017).

Comumente, as culturas de maior interesse comercial ainda são mantidas em bancos de germoplasma a campo, tanto por instituições de pesquisas como em jardins botânicos (Reed, 2017; Silveira; Sibov, 2019). Nesse sentido, a biotecnologia pode ser utilizada por essas mesmas instituições, oferecendo possibilidades de grande interesse como complemento à conservação tradicional a campo, tais como a conservação *in vitro* por meio dos bancos de germoplasma (Machado et al., 2011; Carvalho et al., 2014).

PROPAGAÇÃO *IN VITRO* DE PLANTAS COMO FERRAMENTA PARA A CONSERVAÇÃO

MICROPROPAGAÇÃO

Dentre as diferentes formas de conservar a biodiversidade, a micropropagação, com suas diversas técnicas, surge como ferramenta importante, que facilita a manipulação das plantas para obtenção de processos ou produtos de interesse, com aplicação em diferentes áreas, tais como o melhoramento genético e o aumento ou a produção de metabólitos de interesse econômico (Morales et al., 2015).

A micropropagação tem sido a técnica de propagação *in vitro* mais aplicada na cultura de tecidos de plantas, e tornou-se um termo utilizado para referir-se à propagação vegetal *in vitro*, a partir de alguma parte específica da planta, baseada na capacidade morfo genética e totipotencial das células (Correia et al., 2011).

Qualquer parte da planta destinada à utilização *in vitro* é um explante. Este pode ser uma célula, tecido ou órgão, o qual sob condições assépticas, em meio nutritivo, visa a micropropagação no

melhoramento, armazenamento e/ou limpeza clonal, além da conservação de espécies ameaçadas de extinção (Cruz-Cruz et al., 2013).

A micropropagação pode utilizar-se dos métodos da embriogênese de células somáticas ou organogênese adventícia, sendo realizada em explantes recém obtidos ou em calos subcultivados (Benelli et al., 2012). Na organogênese ocorre a diferenciação de novas gemas e brotações (cauligênese) e raízes (rizogênese) durante o desenvolvimento vegetal (Zimmerman, 2010). A embriogênese somática envolve o desenvolvimento de embriões a partir de células somáticas, constituindo-se de estruturas que contam com seus meristemas caulinares e radiculares e, por sua vez, manifestam um sistema vascular fechado sem conexão com os tecidos do explante inicial. Esta característica difere os embriões somáticos dos propágulos resultantes do processo de organogênese (Reed, 2017).

Esta técnica é aplicada na produção comercial de plantas em todo o mundo, apresentando diversas vantagens em relação aos métodos convencionais, como a multiplicação de clones em qualquer época do ano e rápida multiplicação clonal de espécies que dificilmente seriam propagadas por métodos convencionais, eliminação de patógenos em materiais infectados e de agentes causadores de doenças (Bonilla; Caetano, 2013; Tavazza et al., 2013).

A micropropagação permite que mudas sejam mantidas em bancos de germoplasma *in vitro*, livre de patógenos, em um espaço relativamente curto, baixo custo de manutenção e condições controladas que facilitam o manuseio a curto ou longo tempo desse material. Além disso, os bancos de germoplasma *in vitro* também possibilitam a introdução de espécies, troca de material entre instituições e pesquisadores, garantindo assim, a conservação e a disponibilidade desse recurso genético (Morales et al., 2015).

USO DE SEMENTES SINTÉTICAS

Sementes artificiais ou sintéticas têm sido definidas como estruturas análogas às sementes botânicas, obtidas a partir do encapsulamento de micropropágulos (unidades encapsuláveis) em endosperma artificial, passíveis de serem utilizadas para semeadura sob condições *in vitro* ou *ex vitro* e, sobretudo, capazes de se converterem em plantas normais (Silva et al., 2015).

O potencial do uso de sementes sintéticas é amplo, incluindo a facilidade no transporte, armazenamento e plantio de germoplasmas elite e conservação de características clonais, além de proporcionar melhor controle na produção de mudas, tempo de produção, subcultivos reduzidos e baixo custo de produção por planta no cultivo *in vitro* (Silva et al., 2014).

Esse tipo de semente foi utilizado pela primeira vez pelo pesquisador Toshio Murashige na década de 70, e desde então foram desenvolvidos vários trabalhos que permitiram a aplicação dessa

técnica não apenas em embriões somáticos, mas também para ápices caulinares, agregados de células (calos), gemas axilares, entre outros propágulos vegetativos (Silva et al., 2015).

Atualmente as sementes sintéticas podem ser usadas em conjunto com a criopreservação para a conservação dos recursos genéticos vegetais *in vitro*, sendo mais utilizadas para as culturas como cereais, frutíferas, hortaliças, ornamentais e florestais, com a técnica de encapsulamento (Silveira; Sibov, 2019).

Várias espécies já possuem protocolos específicos para a formação de sementes sintéticas, sendo algumas delas listadas na Tabela 2.

Tabela 2. Lista de espécies com formação sintética de semente.

Autor	Espécie	Formação	Local*
Pereira et al., 2008	<i>Piper hispidinervium</i> C. DC.	Sementes pré-germinadas + MS ½ + carvão ativado + NaC ₆ H ₇ O ₆ (2,5%)	Embrapa Acre
Hung; Trueman, 2012	Híbrido (<i>Corymbia torelliana</i> F. Muell x <i>C. citriodora</i> Hill & Johnson)	Brotos axilares + MS ½ + NaC ₆ H ₇ O ₆ (3%) + CaCl ₂ .2H ₂ O (0,1 M)	UCS
Hung; Trueman, 2012	<i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss.	Brotos axilares + MS ½ + NaC ₆ H ₇ O ₆ (3%) + CaCl ₂ .2H ₂ O (0,1 M)	UCS
Silva et al., 2015	<i>Passiflora cincinnata</i> Mast	Embriões somáticos + NaC ₆ H ₇ O ₆ (2,5%) + CaCl ₂ .2H ₂ O (0,1 M)	UNEMAT
Braga, 2017	<i>Campomanesia adamantium</i> Camb.	Sementes + NaC ₆ H ₇ O ₆ (2,5%) + CaCl ₂ .2H ₂ O (0,1 M)	UFG
Duarte et al., 2018	<i>Glycine max</i> L. Merrill	Sementes + (Ca(NO ₃) ₂) (5%) + NaC ₆ H ₇ O ₆ (2%)	UFV
Silveira; Sibov, 2019	<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.)	Ápices caulinares + MS + NaC ₆ H ₇ O ₆ (3%) + 4,4µM BAP	IFG

*UCS: Universidade de Caxias do Sul; UNEMAT: Universidade do Estado de Mato Grosso; UFG: Universidade de Goiás; UFV: Universidade Federal de Viçosa; IFG: Instituto Federal de Goiás. Fonte: Os autores.

Basicamente, em laboratórios de cultivo *in vitro*, o encapsulamento de camada simples (ou beads) é mais usual por sua facilidade. Esse método baseia-se em misturar os explantes de determinada espécie em alginato de sódio ($\text{NaC}_6\text{H}_7\text{O}_6$), que é um produto de baixo custo e não apresenta toxicidade para a planta. Posteriormente, os micropropágulos são misturados, individualmente, a uma alíquota de endosperma sintético e, em seguida, essa mistura de propágulo e endosperma é colocada em solução de cloreto de cálcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) para a formação da cápsula. Após o tempo determinado para cada espécie, as unidades encapsuladas são submetidas à tríplex lavagem com água destilada estéril, para a remoção do excesso de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, e em seguida são conservadas em baixas temperaturas (Silva et al., 2014; Silveira; Sibov, 2019).

CRIOPRESERVAÇÃO

A criopreservação é um método de conservação *in vitro* em longo prazo, em que o material biológico é submetido a temperaturas extremamente baixas utilizando nitrogênio líquido ($-196\text{ }^\circ\text{C}$) ou em sua fase de vapor ($-150\text{ }^\circ\text{C}$). Para a criopreservação, diferentes órgãos vegetais podem ser utilizados, tais como suspensão de células e sementes e até mesmo protocormos de orquídeas (Stulzer et al., 2018; Vendrame, 2018).

Esse método induz a planta a entrar em um estado de paralização celular, mas mantém a estrutura celular e o material genético perfeito. Assim, após o descongelamento, o vegetal tem suas atividades metabólicas restabelecidas, sendo possível produzir novas plantas saudáveis e viáveis (Hughes; Kane, 2018).

O sucesso na criopreservação depende dos diferentes níveis de tolerância da espécie utilizada e, mesmo entre diferentes tecidos de uma mesma espécie, geralmente estruturas menores são mais apropriadas, pois desidratam e congelam mais rápido e uniformemente. A desidratação, congelamento, descongelamento e regeneração são etapas críticas para o sucesso da criopreservação (Villalobos et al., 2019).

O ponto crucial neste processo é o teor de água do material a ser criopreservado, pois a desidratação excessiva da célula pode levar à morte e o acúmulo de água à formação de cristais de gelo no interior celular, podendo causar o rompimento das membranas celulares (Stulzer et al., 2018).

A utilização de soluções crioprotetoras é fundamental para que os propágulos tolerem temperaturas ultrabaixas ao serem armazenados em nitrogênio líquido. A vitrificação é uma das técnicas crioprotetoras. O método consiste em tratar o material vegetal com uma solução concentrada de lavagem inicial (glicerol 2,0 M e/ou sacarose 0,4 M) e, em seguida, desidratar o material vegetal por intermédio de uma solução altamente concentrada, sendo a solução vitrificante utilizada PVS2 (Plant Vitrification Solution 2) com base em glicerol e com molaridade igual a 7,8 M e congelamento rápido.

Para resgatar o material, o processo baseia-se no aquecimento rápido a 40 °C, remoção dos crioprotetores e inoculação em meio de cultivo (Moraes et al., 2019; Villalobos et al., 2019).

Para algumas plantas, como as arbóreas, cujas sementes não são produzidas em número suficiente ou são viáveis por curto período, os brotos apicais e axilares são o material preferido para a criopreservação, pois contém o meristema preexistente que pode se transformar diretamente em broto após o reaquecimento (Vendrame, 2018).

Outros tecidos vegetais *in vitro* podem ser usados para criopreservação, tais como suspensão celular, calo embriogênico, pólen e embrião somático. Algumas plantas criopreservadas pelo método de vitrificação são *Artocarpus heterophyllus* Lam. (eixo embrionário), *Citrus* spp. (eixo embrionário, ponta de broto, embrião somático e calo), *Populus nigra* L. (ponta de broto), *Prunus* spp. (miniastacas) e *Hevea brasiliensis* L. (cultura da antera) (Stulzer et al., 2018; Vendrame, 2018).

As coleções de germoplasma criopreservado são armazenadas em vários criobancos como Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento (IRD) na França (dendê); o Departamento Nacional de Recursos Genéticos Vegetais (NBPGR) na Índia (cítricos, jacas, *Prunus amygdalus* L., mangas, bananas, nim, amoreiras, etc.); e o National Citrus Repositor na China (citros), para conservação e propagação futura (Hong et al., 2016; Rosa, 2018; Vendrame, 2018).

CLONAGEM

A clonagem é um método de propagação utilizado na multiplicação das mais variadas espécies de plantas, podendo ocorrer naturalmente ou por meio de métodos de enxertia ou estaquia, e desde a década de 1950 também por meios laboratoriais pela micropropagação (Sarmah et al., 2017).

O cultivo *in vitro* se destaca em vários setores agrícolas, tais como: fruticultura, floricultura, horticultura, como também na área florestal, por promover o incremento da produção de mudas vigorosas e livres de patógenos, contribuindo consequentemente, para o aumento da produtividade do setor agrícola (Morales et al., 2015). Dentre essas técnicas, a clonagem é uma das aplicações mais rotineiras e de maior impacto para agricultura, pois permite uma rápida multiplicação de plantas em larga escala, com características agronômicas superiores (Sarmah et al., 2017). Os explantes, segmentos de tecidos ou órgãos retirados da planta matriz, utilizados para iniciar o cultivo *in vitro*. Os mais frequentemente utilizados são os ápices caulinares, meristemas ou gemas (Balilashaki et al., 2014).

Essa técnica consiste, basicamente, em cultivar em ambiente asséptico segmentos de plantas (gemas, ápices caulinares, meristemas, fragmentos de folhas e raízes, entre outros), em frascos específicos contendo meio nutritivo com balanço hormonal adequado, proporcionando a produção de milhares de plantas idênticas à planta mãe, livres de doenças em curto espaço de tempo (Benelli et al., 2012).

Ulisses et al. (2010) divide a clonagem vegetal nos seguintes estágios:

- Estágio I - Seleção da planta mãe ou matriz: geralmente as plantas matrizes possuem características agronômicas superiores e recebem tratamento fitossanitário, nutricional e hídrico, para aumentar a probabilidade de sucesso nos estágios seguintes da micropropagação;
- Estágio II - Seleção e tratamento do explante: nesse estágio retira-se um segmento de tecido (explante) da planta matriz, é realizada a desinfestação e inoculação em meio nutritivo;
- Estágio III - Multiplicação: para a propagação *in vitro* utiliza-se principalmente gemas apicais e axilares, além de brotações laterais do explante para realizar os sucessivos subcultivos;
- Estágio IV - Enraizamento: transferência para meio de enraizamento e posteriormente transplântio e aclimatização das plantas em substrato.

A técnica de clonagem é usada em diversas culturas de interesse comercial para seleção de plantas mais produtivas, resistentes a doenças ou para conservação daquelas que estejam vulneráveis e até mesmo ameaçadas de extinção (Castro et al., 2016; Sarmah et al., 2017).

No Brasil, na década de 40, aconteceram os primeiros estudos de seleção de híbridos oriundos de clones de *Eucalyptus* sp., com intuito de selecionar plantas com maiores produtividades em matéria prima (Castro et al., 2016).

Já na década de 80, foi criado pela Embrapa Hortaliças um projeto de seleção de clones de batata (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) que apresentassem certa resistência à murcha bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896), doença bacteriana que pode causar até 50% de perda na produção (Lopes et al., 2018).

Atualmente, com a aplicação da biotecnologia, foi desenvolvido um número maior de clones de culturas de interesse comercial, que são analisados quanto ao seu potencial em termos de produtividade, tolerâncias aos fatores ecológicos e a incidência de determinadas doenças (Moreira et al., 2019).

Atualmente as plantas mais produzidas, são de modo geral, clones de *Eucalyptus* sp. (Moreira et al., 2019), de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) (Morais et al., 2017), de café (*Coffea* sp.) (Oliveira, 2017) e alguns tubérculos como batata inglesa (*Solanum tuberosum*) (Batistel, 2018) e batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck) (Sousa, 2018).

BIORREATORES

Os métodos atuais de micropropagação baseiam-se na utilização de meios de cultura semissólidos/geleificados, que podem ser de alto custo por conta do agente geleificante utilizado. Além disso, em diversas culturas, o uso desses meios implica em subcultivos periódicos do material vegetal para outros meios frescos, devido à exaustão dos nutrientes pelo rápido crescimento das plantas (Murthy et al., 2018). Assim, métodos de cultura baseados em meios líquidos foram desenvolvidos para

reduzir o custo de produção das plântulas e de tais culturas, permitindo a automação dos procedimentos (Faria et al., 2012).

Uma das opções para os laboratórios de micropropagação é a utilização de biorreatores. Os primeiros surgiram na década de 80 com intuito inicial de propagação de begônias (Valdiani et al., 2018). Atualmente são equipamentos destinados à produção massal e clonal de plantas por meio da imersão permanente ou temporária em meio de cultura líquido, geralmente contendo meio Murashige e Skoog (1962), suplementado com sacarose (Puga, 2019).

Esse sistema de biorreatores facilitam o controle de parâmetros físicos, como pH, temperatura e ambiente gasoso, o que promove o crescimento de plântulas saudáveis (Murthy et al., 2018). O sistema consiste em frascos de cultivo interligados por tubos que fornecem ar, água e nutrientes, via aspersão ou borbulhamento. Em biorreatores de imersão permanente, as plântulas ficam em contato com o meio de cultura durante todo o período de cultivo. Por outro lado, no sistema de imersão temporária, o material vegetal entra em contato com o meio líquido por período determinado, com intervalos programados de imersão seguido da drenagem do meio líquido (Georgiev; Weber, 2014).

De acordo com alguns pesquisadores, esse sistema apresenta inúmeras vantagens em relação aos métodos tradicionais de produção, tais como a aceleração do processo de multiplicação com menor manipulação das plântulas, monitoramento e controle das condições de cultivo, além da redução do custo total por unidade produzida (Valdiani et al., 2018).

Além disso, os biorreatores também podem auxiliar na produção da biomassa vegetal útil para a extração de metabólitos secundários valiosos de importância farmacêutica (Murthy et al., 2018).

No Brasil, o sistema de produção vegetal por meio de biorreatores está sendo implantado e aperfeiçoado para atender as necessidades específicas de cada cultura (Valdiani et al., 2018). Os biorreatores podem ser de vidro ou aço inoxidável e são classificados como: agitados mecanicamente (por exemplo, biorreatores com aeração agitada, biorreatores de tambor rotativo e biorreatores de filtro de rotação), acionados pneumáticamente (biorreatores de bolhas sem agitação, biorreatores de coluna de bolhas, biorreatores de elevação de ar) e os com sistemas não agitados (por exemplo, biorreatores de fase gasosa, biorreatores de aerador de membrana permeável a oxigênio, aeração por sobreposição) (Valdiani et al., 2018) (Tabela 3).

Tabela 3. Lista de espécies cultivadas por biorreatores.

Autor	Espécie	Biorreator	Local*
Caproni, 2016	<i>Pfaffia glomerata</i> Spreng. <i>Zingiber spectabile</i> Griff.	Imersão temporária em meio MS	UFV
Fogaça et al., 2016	<i>Agapanthus umbellatus</i> var. <i>minor</i>	Imersão temporária em meio MS	UFSC
Ribeiro et al., 2016	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad ex Wendl.	Imersão temporária em meio MS	UFMT
Masiero, 2017	<i>Ipomoea batatas</i> (L.)	Imersão temporária em meio MS	UFP
Calaes, 2018	<i>Musa</i> spp.	Imersão temporária em meio MS ½	UFMG
Puga, 2019	<i>Solanum betaceum</i> Cav.	Imersão temporária em meio MS	UC

*UFV: Universidade Federal de Viçosa; UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina; UFMT: Universidade Federal de Mato Grosso; UFP: Universidade Fernando Pessoa; UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais; UC: Universidade de Coimbra. Fonte: Os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Cultivo *in vitro* é uma das maneiras mais eficazes de conservação dos recursos genéticos, tendo como intuito proteger, recuperar e promover o uso futuro desses recursos de forma sustentável e com medidas significativas para deter a degradação e a perda da biodiversidade. Além disso, para comprimento do objetivo 15 da lista dos objetivos sustentáveis da ONU, essas medidas para conservação devem ser tomadas de forma urgente e significativa para reduzir a degradação de habitats naturais e, até 2020, proteger e evitar a extinção de espécies ameaçadas (ONU, 2019).

Dentro desse contexto, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas, buscando aperfeiçoar as metodologias e especificando-as, pois o mercado consumidor está cada vez mais exigente. Nesse caso, é imprescindível estar atento às normas vigentes, para a produção de plantas de qualidade, além de proteger os recursos genéticos para uso futuro como na proteção de espécies ameaçadas de extinção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves BA, Medeiros LT, Sales JF, Branquinho AC, Silva JW, Souza RG (2017). Germinação de sementes de forrageiras do gênero *Brachiaria* em função dos ambientes e tempos de armazenamento. *Global Science and Technology*, 10(1): 11-19.
- Balilashaki K, Naderi R, Kalantari S, Soorni A (2014). Micropropagation of *Phalaenopsis amabilis* cv. 'Cool Breeze' with using of flower stalk nodes and leaves of sterile obtained from node cultures. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3(7): 823-829.
- Barros HSD, Cruz ED, Pereira AG, Silva EAA (2019). Classificação fisiológica de sementes de maçaranduba quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. *Revista de Ciências Agrárias*, 62(1): 01-05.
- Batistel SC (2018). *Produção de miniestacas, brotação de tubérculos e desempenho agrônomo de clones de batata*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia) – Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.
- Benelli C, Carlo A, Engelman F (2012). Recent advances in the cryopreservation of shoot-derived germplasm of economically important fruit trees of *Actinidia*, *Diospyros*, *Malus*, *Olea*, *Prunus*, *Pyrus* and *Vitis*. *Biotechnology Advances*, 31(2): 175-185.
- Bonilla M, Caetano C (2013). Inventario y valoración de la flora utilizada por la vereda Santa Teresa, Palmira (Valle del Cauca). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 4(1): 89-99.
- Braga VP (2017). *Avaliação do Encapsulamento de Sementes Recalcitrantes de Campomanesia Adamantium (Cambess) O. Berg*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade De Goiás.
- Brahmi P, Tyagi V (2019). Intellectual Property Rights (IPR) issues related to access and use of genetic resources. *Indian Journal Genetic*, 79(1): 315-319.
- Calaes JG (2018). *Floroglucinol no cultivo in vitro da bananeira*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Caldeira CM, Carvalho MLM, Guimarães RM, Coelho SVB (2016). Qualidade de sementes de tabaco durante o processo de pelotização e armazenamento. *Ciência Rural*, 46(2): 216-220.
- Caproni DTR (2016). Criopreservação de acessos de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) pedersen e propagação in vitro de *Zingiber spectabile* Griff. em biorreatores de imersão temporária. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa.
- Cardoso JC (2014). Publicação em cultivo *in vitro* de plantas: qualidade para o avanço científico e tecnológico. *Horticultura Brasileira*, 32(4): 383-384.

- Carvalho MJS, Santos EB, Souza AS, Ledo CAS, Soares Filho WS, Mendes MIS (2014). Fatores que afetam a conservação *in vitro* de plantas do limoeiro 'Rugoso da Flórida'. *Magistra*, 26(2): 186-197.
- Castro CAO, Resende RT, Bhering LL, Cruz CD (2016). Brief history of *Eucalyptus* breeding in Brazil under perspective of biometric advances. *Ciência Rural*, 46(9): 1585-1593.
- Correia D, Borges N, Ribeiro E, Morais J (2011). *Produção de mudas in vitro e indução floral de abacaxizeiro ornamental*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 24p. (Documentos, 134).
- Costa PM, Martins CF (2008). Conservação de recursos genéticos animais através de biotécnicas de reprodução. *Universitas: Ciências da Saúde*, 6(1): 39-55.
- Costa TS, Silva AVC, Léo AS, Santos ARF, Silva Júnior JF (2011). Diversidade genética de acessos do banco de germoplasma de mangaba em Sergipe. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(5): 499-508.
- Cruz-Cruz CA, Gonzáles-Arno MT, Engelmann F (2013). Biotechnology and conservation of plant biodiversity. *Resources*, 2(1): 73-95.
- Dantas SJ, Torres MFO, Ferreira RA, Miranda LCP, Graça GA (2018). Viabilidade e vigor de sementes armazenadas de *Sapindus saponaria* Linnaeus. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, 3(1): e6570, 2018.
- Duarte VGO, Nobre DAC, Leite VSA, Jesus BGL, Tronto J, Macedo WR, Pinto FG (2018). Qualidade de sementes de soja encapsuladas com alginato de sódio. *The Journal of Engineering and Exact Science*, 4(3):01-06.
- Engelmann F (2012). Germplasm collection, storage and conservation. In: Altman A, Hasegawa PM (Eds.). *Plant biotechnology and agriculture*. Montpellier: Academic Press, 1 ed. 255-268.
- Engelmann F (2011). Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity. *In Vitro Cellular Developmental Biology Plant*, 47(1): 05-16.
- Faria RT, Assis AM, Unemoto LK, Carvalho JFRP (2012). *Produção de orquídeas em laboratório*. 1 ed. Editora: Mecenaz, Londrina. 124p.
- Fogaça LA, Pedrotti EL, Alves AC (2016). Micropropagation of *Agapanthus umbellatus* var. minor by using two systems of multiplication. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(5): 2923-2932.
- Freitas DA, Durães AF, Firmo DHT, Pinho NB, Carvalho LR (2019). Levantamento de dados de espécies florestais nativas do Cerrado: um meio para bancos de sementes implantados que permitem restauração e conservação de ecossistemas florestais. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 2(5): 1569-1583.
- Garcia LC, Sousa SGA, Lima RBM (2011). *Coleta e manejo de sementes florestais da Amazônia*. Brasília: Embrapa Amazônia Ocidental, 33p. (ABC da agricultura familiar, 39).
- Georgiev MI, Weber J (2014). Bioreactors for plant cells: hardware configuration and internal environment optimization as tools for wider commercialization. *Biotechnology Letters*, 36(7): 1359-1367.

- Gulati R (2018). Strategies for sustaining plant germplasm evaluation and conservation – A review. *Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Sciences*, 4(5): 01-08.
- Hengling MM (2015). *Armazenamento de sementes de orquídeas em diferentes condições de temperatura e umidade*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista.
- Hong Y, Bhatnagar S, Chandrasekharan S (2016). Biotechnology of tropical tree crops. In: Anis M, Ahmad N. (Eds.). *Plant tissue culture: Propagation, conservation and crop improvement*. Singapore: Springer, 1 ed. 245-298.
- Hosomi ST (2016). *Sementes de orquídeas: conservação e avaliação de viabilidade*. Tese de Doutorado (Doutorado em Produção Vegetal) – Programa de pós-graduação em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista.
- Hughes BA, Kane ME (2018). Seed cryopreservation of selected Florida native orchid species. *Seed Science and Technology*, 46(3): 431-446.
- Hung CD, Trueman SJ (2012). Preservation of encapsulated shoot tips and nodes of the tropical hardwoods *Corymbia torelliana* x *C. citriodora* and *Khaya senegalensis*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 109(2): 341-352.
- Koopowitz H, Hawkins BA (2012). Global climate change is confounding species conservation strategies. *Integrative Zoology*, 7(2): 158-164.
- Lopes CA, Melo PE, Rossato M, Pereira AS (2018). Breeding potatoes for resistance to bacterial blight in Brazil: a quick review in face of a more effective screening protocol. *Horticultura brasileira*, 36(1): 01-07.
- Macedo MC, Rosa DBCJ, Soares JS, Tatara MB, Hofmann NTK, Rosa YBCJ (2014). Armazenamento de sementes e aclimatização de *Brassavola tuberculata* Hook. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(6): 2883-2894.
- Machado MA, Cristofani-Yaly M, Bastianel M (2011). Breeding, genetic and genomic of citrus for disease resistance. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(spe): 158-178.
- Masiero DS (2017). *Cultivo in vitro de batata-doce*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas.
- Moraes RM, Nery FC, Pinto MCC, Paiva R, Silva DPC, Paiva PDO, Barbosa S (2019). Conservation of *Hibiscus acetosella* germplasm by seed cryopreservation. *Australian Journal of Crop Science*, 13(3): 372-379.
- Morais KP, Medeiros SLP, Silva SDA, Biondo JC, Boelter JH, Dias FS (2017). Produtividade de colmos em clones de cana-de-açúcar. *Revista Ceres*, 64(3): 291-297.

- Morales MMB, Murillo CM, Morales ACA (2015). Conservación *in vitro*: una perspectiva para el manejo de los recursos fitogenéticos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1): 01-16.
- Moreira FTA, Silva JAA, Ferreira RLC, Castro MRC (2019). Adubos orgânicos e biocarvão utilizados para reflorestamento com espécies nativas e clones de *Eucalyptus* no semiárido brasileiro. *Anais da Academia Pernambucana de Ciências Agronômicas*, 16(1): 91-102.
- Murashige T, Skoog F (1962). A revised medium for rapid growth and biossays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3): 473-497.
- Murthy HN, Paek KY, Park SY (2018). Micropropagation of orchids by using bioreactor technology. In: Lee YI, Yeung ECT. (Eds.). *Orchid propagation: from laboratories to greenhouses-methods and protocols*. New York: Springer, 1 ed. 195-208.
- Offord CA (2017). Germplasm Conservation. In: Thomas B, Murphy DJ, Murray BG. (Eds.). *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*. United Kingdom: Elsevier, 2 ed. 281-288.
- Oliveira AKM, Alves FF, Fernandes V (2018). Germinação de sementes de *Vochysia divergens* após armazenamento em três ambientes. *Ciência Rural*, 28(2): 525-531.
- Oliveira FTG, Vitória RZ, Posse SCP, Arantes SD, Schmildt O, Viana A, Malikouski RG, Barros BLA (2018). Qualidade fisiológica de sementes de aroeira em função das condições de armazenamento. *Nucleus*, 15(2): 567-574.
- Oliveira LNL (2017). *Divergência genética em clones superiores de Coffea canephora pierre ex froenber em Rondônia*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, Universidade Federal do Amazonas.
- ONU (2019). Organização das Nações Unidas. *17 objetivos para transformar nosso mundo*. Brasil: ONU. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods15/>>. Acesso em: 02 Dez. 2019.
- Oseni OM, Pande V, Nailwal TK (2018). A review on plant tissue culture, a technique for propagation and conservation of endangered plant species. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(7): 3778-3786.
- Pandey R, Sharma N, Agrawal A, Gupta S, Hussain Z, Jain A, Tyagi RK (2015). *In vitro* and cryopreservation of vegetatively propagated crops. In: Jacob SR, Sinhg N, Srinivasan K, Gupta V, Radhamani J, Kak A, Pandey C, Pandey S, Aravind J, Bisht IS, Tyagi RK. (Eds.). *Management of plant genetic resources*. Singapore: ICAR-National Bureau of Plant Genetic Resources, 1 ed. 197-204.
- Pereira JES, Guedes RS, Costa FHS, Schmitz GCB (2008). Composição da matriz de encapsulamento na formação e conversão de sementes sintéticas de pimenta-longa. *Horticultura Brasileira*, 26(1): 093-096.

- Puga APN (2019). *Desenvolvimento de biorreatores para a propagação de Solanum betaceum Cav.* Dissertação de Mestrado (Mestrado em Biodiversidade e Biotecnologia Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Reed BM (2017). Plant cryopreservation: a continuing requirement for food and ecosystem security. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 53(1): 285-288.
- Ribeiro AS, Brondani GE, Tormen GCR, Figueiredo AJR (2016). Cultivo *in vitro* de bambu em diferentes sistemas de propagação. *Nativa*, 4(1): 15-18.
- Rosa GG (2018). *Propagação vegetativa de porta-enchertos de Prunus spp. e criopreservação de Prunus avium.* Tese de Doutorado (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas.
- Santonieri L, Bustamante PG (2016). Conservação *ex situ* e on farm de recursos genéticos: desafios para promover sinergias e complementaridades. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 11(3): 677-690.
- Sarmah D, Kolukunde S, Sutradhar M, Singh BK, Mandal T, Mandal N (2017). A review on: *In vitro* cloning of orchids. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(8): 1909-1927.
- Scherwinski-Pereira JE, Costa FHS (2010). Conservação *in vitro* de recursos genéticos de plantas: estratégias, princípios e aplicações. In: Cid LPB. (Eds.). *Cultivo in vitro de plantas*. Rio de Janeiro: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1 ed. 177-234.
- Silva HW, Vale LSR, Silva CF, Velasco MF, Monfort LHF (2019). Qualidade de sementes de *Eugenia dysenterica* DC. durante o armazenamento. *Revista Engenharia na Agricultura*, 27(1): 12-21.
- Silva JÁ, Zeng S, Galdiano Junior RF, Dobránszki J, Cardoso JC, Vendrame WA (2014). *In vitro* conservation of *Dendrobium* germplasm. *Plant Cell Reports*, 33(9): 1413-1423.
- Silva LFL, Souza DC, Resende LV, Gonçalves WM (2018). Manejo de recursos genéticos vegetais. *Anais da Academia Pernambucana de Ciências Agronômicas*, 15(1): 109-126.
- Silva ML, Pinto DLP, Guerra MP, Lanii ERG, Carvalho IF, Rossi AAB, Otoni WC (2015). Produção de sementes sintéticas de maracujazeiro silvestre com potencial ornamental. *Ornamental Horticulture*, 21(3): 331-338.
- Silveira AAC, Sibov ST (2019). Encapsulamento-desidratação de ápices caulinares de *Eugenia dysenterica*. *Multi-Science Journal*, 2(2): 39-41.
- Sousa RMD (2018). Diversidade genética, caracterização morfoagronômica, potencial de uso e qualidade pós-colheita de clones de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck). Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia) – Programa de pós-graduação em Agronomia, Universidade de Brasília.

- Souza CS (2018). *Caracterização da diversidade genética de acessos do banco de germoplasma de seringueira*. Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Ciências e Inovação Tecnológica) – Programa de Pós-graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Universidade Federal do Acre.
- Stulzer GCG, Wanderley CS, Suzuki ABP, Faria RT, Hoshino RT (2018). Criopreservação de sementes de orquídeas epífitas brasileiras em nitrogênio líquido. *Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa*, 34(esp.): 01-12.
- Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A (2017). *Fisiologia Vegetal*. 6 ed. Editora: Artmed, Porto Alegre. 918p.
- Tavazza R, Luciola A, Benelli C, Giorgi D, D'aloisio E, Papacchioli V (2013). Cryopreservation in artichoke: towards a phytosanitary qualified germplasm collection. *The Annals of Applied Biology*, 163(2): 231-241.
- Ulisses C, Willadino L, Albuquerque CC, Camara TR (2010). Clonagem vegetal. *Anais da Academia Pernambucana de Ciências Agrônomicas*, 7(1): 86-91, 2010.
- Valdiani A, Hansen OK, Nielsen UB, Johannsen VK, Shariat M, Georgiev ML, Omidvar V, Ebrahimi M, Dinanai ET, Abiri R (2018). Bioreactor-based advances in plant tissue and cell culture: challenges and prospects. *Critical Reviews in Biotechnology*, 39(1): 01-16.
- Vendrame WA (2018). Cryopreservation. In: Lee Y, Yeung EC. (Eds.). *Orchid propagation: From laboratories to greenhouses – Methods and protocols*. Singapore: Humana Press, 1 ed. 283-302.
- Villalobos A, Arguedas M, Escalante D, Martínez J, Zevallos BE, Cejas I, Yabor L, Martínez-Montero ME, Sershen, Lorenzo JC (2019). Cryopreservation of sorghum seeds modifies germination and seedling growth but not field performance of adult plants. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 92(2019): 94-99.
- Zimmermann MJ (2010). Embriogênese somática. In: Cid LPB. (Org.). (Eds.). *Cultivo in vitro de plantas*. Brasília: Embrapa Recursos e Biotecnologia, 1 ed. 67-101.

Intensidade luminosa na suscetibilidade de plantas a viroses

Recebido em: 21/07/2020

Aceito em: 30/07/2020

 10.46420/9786588319147cap5

Luan Marlon Ribeiro^{1*} 

José Carlos Sorgato¹ 

Jackeline Schultz Soares¹ 

Lilian Maria Arruda Bacchi¹ 

INTRODUÇÃO

Para que uma planta seja considerada saudável, deve desempenhar perfeitamente suas funções fisiológicas (divisão, diferenciação e desenvolvimento celular, absorção de água e nutrientes, fotossíntese, respiração e reprodução), atingindo o máximo do seu potencial genético (Costa, 2014). Entretanto, quando infectadas por patógenos suas atividades são prejudicadas, estas passam a ser denominadas plantas doentes (Agris, 1988).

Os agentes patogênicos virais são considerados parasitas intracelulares obrigatórios que se replicam em associação íntima com uma célula hospedeira e precisam explorar os mecanismos desta para sintetizar proteínas virais. Essa relação entre vírus e hospedeiro apresenta certos desafios, que são diferentes quando comparados a outros patógenos celulares, tais como fungos e bactérias, que podem viver de forma independente do hospedeiro (Islam et al., 2017; Montes; Pagán, 2019).

Nesse sentido, as plantas possuem duas principais defesas contra a infecção por vírus, sendo elas a resistência, ou seja, a capacidade do hospedeiro de limitar a multiplicação do parasita, e a tolerância, isto é, a capacidade do hospedeiro de reduzir o efeito da infecção em sua aptidão a uma dada carga parasitária (Montes; Pagán, 2019).

É estimado que doenças em plantas cultivadas podem causar perdas de cerca de 15% de toda produção global em diversas culturas, sendo que os vírus fitopatogênicos são responsáveis por mais de um terço dessas perdas (Boualem et al., 2016). Embora as doenças causadas por vírus sejam de alguma forma suprimidas por meio do manejo de insetos vetores, utilizando produtos químicos, ainda assim, esses métodos não são tão eficazes (Islam et al., 2017).

¹ Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rodovia Dourados/Itahum, Km 12 – Unidade II, CEP 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

* Autor de correspondência: luanmarlon@hotmail.com; josesorgato@ufgd.edu.br

A utilização de material de plantio livre de agentes fitopatogênicos é imprescindível para o sucesso de qualquer sistema de cultivo agrícola, uma vez que a propagação vegetativa constitui uma forma eficaz de perpetuação e disseminação de viroses, já que os vírus apresentam-se como sistêmicos nos vegetais (Bedendo, 1995; Montes; Pagán, 2019).

A propagação *indoor* é uma das tecnologias disponíveis que, por meio do ambiente controlado, em conjunto com cuidados adicionais na seleção do material vegetal a ser propagado, possibilita a produção de materiais propagativos saudáveis. Assim, esse tipo de propagação pode fornecer ao produtor mudas certificadas e de alto padrão fitossanitário e genético, em quantidade suficiente para atender à demanda e em curto período de tempo. Por esse motivo, é vista como uma importante ferramenta na erradicação de patógenos em plantas, especialmente os vírus (George; Debergh, 2008; Cid; Teixeira, 2010).

A luz é um recurso fundamental para o ciclo de vida das plantas, determinando a disponibilidade de energia e controlando as funções fisiológicas dos vegetais, sendo muitos desses processos diretamente ligados à tolerância da planta aos vírus. Poucos são os estudos para hipótese sobre o efeito da intensidade da luz resultar em maior ou menor tolerância ou resistência dos vegetais aos vírus. O mecanismo como a intensidade luminosa modula a tolerância das plantas a vírus permanece amplamente inexplorado (Montes; Pagán, 2019).

Assim, objetivou-se com essa revisão abordar a influência da intensidade luminosa na suscetibilidade e tolerância de plantas a viroses.

VÍRUS

Os vírus estão entre os patógenos mais prejudiciais às plantas, devido principalmente à redução na produção e na dificuldade de controle em uma cultura propagada vegetativamente (Islam et al., 2017). Esses agentes fitopatogênicos precisam obrigatoriamente de um hospedeiro para sua reprodução, pois são baseados em ácido nucléico, envoltos por uma proteína chamada capsídeo (Islam et al., 2017). Contêm genoma de RNA ou DNA de cadeia simples ou de cadeia dupla e o tamanho do seu genoma é muito pequeno em comparação com outros organismos, como os fitopatógenos não virais (Roossinck; Garcia-Arenal, 2015).

Alguns pesquisadores não consideram os vírus como seres vivos, principalmente por serem acelulares e não apresentarem todo o potencial bioquímico com enzimas necessárias à produção de sua própria energia metabólica, sendo parasitas obrigatórios. Por outro lado, outros pesquisadores consideram os vírus como seres vivos por apresentarem DNA e/ou RNA e por possuírem a capacidade de evoluir, levando em consideração a teoria de Charles Darwin (Meneguetti; Facundo, 2014).

De acordo com Scholthof et al. (2011) entre os vírus de maior importância na agricultura estão os vírus do mosaico do tabaco (*Tobacco mosaic virus* - TMV), vírus do mosaico do pepino (*Cucumber mosaic virus* - CMV), vírus do mosaico da couve-flor (*Cauliflower mosaic virus* - CaMV), vírus do mosaico de brome (*Brome mosaic virus* - BMV) e potato vírus X (*Potexvirus genus* - PVX). Dentre esses destacam-se o TMV e o CMV, uma vez que no banco de dados da *Web of Science*, em 2011, foram constatadas 3.636 pesquisas para o TMV e 1.258 para o CMV. Em nova pesquisa nessa base de dados, até fevereiro de 2020 havia 5.549 títulos de trabalhos com TMV e 8.075 para o CMV.

Os vírus possuem mecanismos que facilitam sua multiplicação entre as plantas, como é o caso do tobamovírus (*Odontoglossum ringspot virus* - ORSV) que é resistente à degradação por longos períodos quando está presente no solo, liberado pelos tecidos das culturas (Cánovas et al., 2016). Outro exemplo que podemos citar é o carmo vírus (*Carnation mottle virus* - CarMV) que é facilmente transmissível pela seiva das plantas durante o manuseio das mesmas (Smitamana; McGovern, 2018). Ainda, por último, os vírus transmitidos por insetos-pragas como pulgões (*Myzus persicae* Sulzer) e tripes (*Frankliniella occidentalis* Pergande) como é o caso do vírus calante do mosaico leve (*Calanthe mild mosaic virus* - CalMMV) e o vírus do vira-cabeça do tomateiro (*Tomato spotted wilt virus* - TSWV) (Smitamana; McGovern, 2018).

O conceito de que os vírus patogênicos em plantas, na maioria das vezes, possuem genoma de RNA, com cadeia positiva simples, é amplamente aceito e deriva principalmente de estudos que definiram interações planta-vírus (Anderson et al., 2004). Estudos relacionados com interações em ecossistemas nativos ainda são limitados (Roossinck; Garcia-Arenal, 2015), embora existam exemplos de vírus causadores de doenças em plantas nativas, que podem afetar o tamanho da população das plantas e a composição do ecossistema (Roossinck, 2012; Prendeville et al., 2014). Pagán et al. (2010) analisaram populações selvagens do gênero *Arabidopsis* na Espanha Central e constataram que o vírus do mosaico do pepino (CMV) tinha prevalência de até 70% de acordo com a população e o ano. Os autores ainda salientam que a interação *Arabidopsis*-CMV é significativa na natureza.

Sendo assim, nas últimas duas décadas, a frequência de doenças de plantas causadas por vírus tem aumentado em todo o mundo e a produção de plantas livres de vírus específicos adquiriu grande importância. Com a crescente demanda por sementes e mudas de qualidade, livre de patógenos, enfatiza-se a importância do controle das doenças causadas por vírus (Milošević et al., 2012).

INTENSIDADE DE LUZ (IRRADIÂNCIA)

A luz pode ser estudada considerando-se a quantidade (irradiância), qualidade (composição espectral), e duração, aspectos que são detectados pelas plantas no decorrer de seu desenvolvimento (Rier et al., 2006; Tonetto, 2010). A irradiância é claramente imprescindível para a realização dos

processos fotossintéticos das plantas e, dessa forma, tem sido amplamente descrita como um dos principais fatores determinantes da estrutura vegetal, além disso, o conceito de irradiância é a potência radiante, que pode ser forte ou fraca, ou seja, a quantidade de energia por unidade de tempo, que atravessa uma superfície (Tonetto, 2010).

Quando é realizada a produção de plantas em cultivo protegido, as instalações podem ser divididas em duas categorias principais, de acordo com a utilização da fonte de luz: estufas e casas de vegetação, estas utilizam a luz solar como fonte principal de energia, e os ambientes indoor totalmente fechados, que utilizam luz artificial, como fonte luminosa (Samuolienė et al., 2012). O uso de iluminação artificial e controlada, pode reduzir os efeitos negativos do excesso da luz e fornecer a quantidade de luz necessária para o crescimento da planta, melhorando assim as condições para a otimização das concentrações de fitoquímicos em vegetais produzidos em ambientes controlados (Gupta, 2017).

A fonte de luz utilizada em ambientes indoor geralmente é a lâmpada fluorescente branca de amplo espectro (350 - 750 nm) e irradiância em torno de $20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Kitsinelis, 2011). Porém, esta fonte de energia proporciona baixa irradiância e picos de comprimentos de onda pouco efetivos, que pode promover alterações morfofisiológicas que comprometem a sobrevivência das plantas quando são transferidas para o ambiente externo, que apresenta elevada demanda evaporativa, ocasionando a desidratação das plantas produzidas, com conseqüente morte ou atraso no processo de crescimento e desenvolvimento (Kitsinelis, 2011; Gupta, 2017).

Atualmente, as pesquisas utilizando o diodo emissor de luz (light-emitting diode - LED) vêm fazendo com que este seja utilizado cada vez mais como fonte de energia luminosa em ambientes indoor. O LED é um dispositivo semicondutor composto basicamente por silício, que emite luz de estreito espectro quando energizado (Agarwal; Gupta, 2016). Destaca-se, ainda, por possuir longo período de vida útil (50.000h), comprimento de onda específico, massa e volume pequenos, além da alta eficiência no processo de geração de luz (60%), com baixa emissão de calor radiante, contribuindo para a aquisição de um sistema de resfriamento menos potente e conseqüentemente, consumindo menos energia (Rocha et al., 2013).

REAÇÃO DA PLANTA AO VÍRUS X INTENSIDADE DE LUZ

A luz pode influenciar mecanismos de defesa nas plantas, porém há exceções (Costa, 2014). Chandra-Shekara et al. (2006) observaram que infecções por meio do vírus do enrolamento do nabo (*Turnip crinkle virus* - TCV) ocorreram na ausência de luz em plantas do gênero *Arabidopsis*. Os autores ainda salientam que esse tipo de resposta pode estar associada a um certo agente patogênico específico.

Em condições naturais, algumas doenças específicas podem ocorrer em diferentes intensidades, dependendo do ambiente luminoso em que se encontra o hospedeiro (Ballaré, 2014). De acordo com

Ballaré (2014), em plantas sob alta luminosidade, ocorrem variações na alocação de recursos para defesa decorrente de metabolitos secundários ricos em compostos fenólicos e terpenos, que são sintetizados em função do excedente de carboidratos resultante da alta fixação fotossintética de CO₂, sendo assim, alguns recursos destinados para o crescimento acabam sendo desviados para a defesa da planta, podendo assim reduzir seu crescimento.

Outro exemplo, é a expressão de vários genes de defesa que favorecem a síntese de hormônios vegetais, como o ácido jasmônico, responsável pelos sinais da planta em resposta aos ferimentos causados por algum patógeno (Deuner et al., 2015). Além disso, o acúmulo desse regulador pode favorecer a hipersensibilidade da planta que, ao detectar alguma infecção, faz com que ocorra a morte celular no local da infecção (Roden; Ingle, 2009).

Alguns estudos, tal como os de He et al. (2004) que, trabalhando com orquídeas da espécie *Oncidium gower ramsey* submetidas a 30% (600 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), 60% (1.000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e 100% (1.700 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de irradiância, verificaram que plantas infectadas com vírus e submetidas a qualquer uma dessas intensidades luminosas, apresentaram menor taxa fotossintética, menor crescimento de folha e menor produção floral em relação àquelas não infectadas e cultivadas sob a mesma luminosidade. De acordo com os autores, esses resultados implicam na redução da produtividade das flores e na capacidade fotossintética das plantas infectadas, pode ser resultado da interação entre estresse biótico (vírus) e abiótico (irradiância elevada). Outros autores como Funayama et al. (2001) explicam que o estresse biótico é frequentemente influenciado pelo estresse abiótico, por exemplo, a irradiância alta ou baixa pode servir como estresse abiótico dependendo da espécie, dessa forma influenciando a planta a sintetizar mais metabolitos secundários como fitohormônios e assim conter o estresse biótico como a multiplicação dos vírus.

Patil e Fauquet (2014) avaliaram a influência da intensidade da luz (150, 300, 450 e 600 $\mu\text{Em}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a temperatura (25 e 30 °C) sobre o possível silenciamento do RNA (degradação de uma sequência-específica do RNA mensageiro, um processo conhecido como silenciamento gênico pós-transcricional, envolvendo uma série de enzimas) sobre uma série de espécies distintas de geminivírus de mosaico de mandioca (*Cassava mosaic geminiviruses* - CMGs). Os autores concluíram que, de modo geral, a intensidade de luz mais elevada ($\geq 450 \mu\text{Em}^{-2} \text{s}^{-1}$), fez com o que o silenciamento genético estivesse localizado apenas no tecido foliar, sem propagação sistêmica, resultando em recuperação dos sintomas virais em plantas de *Nicotiana benthamiana* Domin. No entanto, quando as plantas foram submetidas a intensidades de luz mais baixas ($< 300 \mu\text{Em}^{-2} \text{s}^{-1}$), houve movimento sistêmico do sinal de silenciamento e redução da recuperação dos sintomas das infecções por vírus em *N. benthamiana*.

Hily et al. (2016) trabalharam com quatro genótipos do gênero *Arabidopsis* infectados com vírus do mosaico do pepino (CMV) sob três temperaturas (17, 22 e 27 °C) e duas intensidades de luz, uma

denominada alta ($220 - 250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a outra baixa ($45 - 60 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Os autores observaram que em condições de 17 e 22 °C sob alta intensidade de luz ($220 - 250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), as plantas apresentaram maior tolerância ao CMV, aumentando seu crescimento vegetativo e produção de sementes. Este resultado pode ter sido devido à relação de mutualismo entre a planta e o vírus, o que levou à supercompensação, quando o vegetal, por ser tolerante, direciona seus recursos para o crescimento e reprodução, ao invés da defesa.

Montes e Pagán (2019), trabalharam com a possível transmissão do vírus do mosaico do nabo (*Turnip mosaic virus* - TuMV) em sementes de *Arabidopsis thaliana* L., de plantas já infectadas naturalmente a campo, e posteriormente submetidas para desenvolvimento inicial em luminosidade entre baixa ($120 - 150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ou alta ($250 - 300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Os autores perceberam que a maior intensidade da luz diminui a eficiência de transmissão do vírus nas plantas. Além disso, foi identificado que o vírus esteve presente na planta, mas inativo.

Como citado anteriormente, a intensidade da luz é um recurso importante para a planta, principalmente na interação com vírus, porém são pouco conhecidos os efeitos dos fatores ambientais como o aumento da intensidade de luz devido às mudanças climáticas (Montes; Pagán, 2019).

De acordo com Montes e Pagán (2019), nas últimas décadas, as mudanças climáticas aceleraram consideravelmente. É previsto que até o ano de 2100, o CO_2 atmosférico aumente de 730 para 1.000 ppm e, junto ao aquecimento global, possam reduzir a cobertura de nuvens, aumentando assim a intensidade de luz. Sendo assim, as mudanças climáticas, terão influência na maioria (se não todas) as interações biológicas e no sucesso reprodutivo dos organismos vivos e relações que eles estabelecem, já que a temperatura e a luminosidade elevadas podem aumentar ou reduzir a carga viral em função do grupo de vírus e genótipos do hospedeiro envolvidos (Jones, 2016; Jennings; Harris, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desta forma, vale ressaltar que a luz é um recurso fundamental para os vegetais, porém há poucos estudos acerca dos efeitos da intensidade luminosa sobre a resistência e a tolerância de plantas aos vírus. Ainda, há muito a ser explorado sobre esse mecanismo, uma vez que, nas últimas décadas as mudanças climáticas vêm aumentando a intensidade de luz no planeta, e isso terá influência nas interações biológicas entre os seres vivos, podendo influenciar na susceptibilidade de plantas a viroses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal A, Gupta SD (2016). Impact of light-emitting diodes (Leds) and its potencial on plant growth and development in controlled-environment plant production system. *Current Biotechnology*, 5(1): 28-43.
- Agrios GN (1988). *Plant Pathology*. 3 ed. Editora: Academic Press, USA. 803p.
- Anderson PK, Cunningham AA, Patel NG, Morales FJ, Epstein PR, Daszak P (2004). Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 19(10): 535-544.
- Bae KH, Oh KH, Kim SY (2014). Sodium hypochlorite treatment and light-emitting diode (LED) irradiation effect on *in vitro* germination of *Oreorchis patens* (Lindl.) Lindl. *Journal of Plant Biotechnology*, 41(1): 44-49.
- Ballaré CL (2014). Light regulation of plant defense. *Annual Review of Plant Biology*, 65(1): 335-363.
- Ballaré CL, Mazza CA, Austin AT, Pierick R (2012). Canopy light and plant health. *Plant Physiology*, 160(1): 145-155.
- Bedendo IP (1995). Vírus. In: Bergamin Filho A, Kimati H, Amorim L (Eds.). *Manual de Fitopatologia*. São Paulo: Ceres, 1 ed. 132-158.
- Boualem A, Dogimont C, Bendahmane A (2016). The battle for survival between viruses and their host plants. *Current Opinion in Virology*, 17(1): 32-38.
- Cánovas SE, Ballari MC, Nome CF (2016). First report of *Cymbidium* mosaic virus and *Odontoglossum* ring spot virus in Argentina. *Australas Plant Dis Notes*, 11(2): 01-03.
- Chandra-Shekara AC, Gupte M, Navarre D, Raina S, Raina R, Klessig D, Kachroo P (2006). Light-dependent hypersensitive response and resistance signaling against turnip crinkle virus in *Arabidopsis*. *Plant Journal*, 45(3): 320-334.
- Cid LPB, Teixeira JB (2010). Explante, meio nutritivo, luz e temperatura. In: Cid LPB (Eds.). *Cultivo in vitro de plantas*. Campinas: Embrapa Informação Tecnológica, 1 ed. 15-43.
- Costa AR (2014). *Nutrição mineral em plantas vasculares*. 1 ed. Editora: Universidade de Évora, Évora. 147p.
- Deuner C, Borges CT, Almeida AS, Meneghello GE, Tunes LVM (2015). Ácido jasmônico como promotor de resistência em plantas. *Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal*, 38(3): 275-281.
- Funayama S, Terashima I, Yahara T (2001). Effects of virus infection and light environment on population dynamics of *Eupatorium makinoi* (Asteraceae). *American Journal of Botany*, 88(4): 616-622.
- George EF, Debergh PC (2008). Micropropagation: Uses and Methods. In: George EF, Hall MA, Klerk GJ (Eds.). *Plant propagation by tissue culture*. Guéldria: Springer, 1 ed. 501p.
- Gupta SD (2017). *Light emitting diodes for agriculture*. 1 ed. Editora: Springer, Singapore. 334p.

- He J, Ang WO, Chia TF (2004). Growth and photosynthesis of virus-infected and virus-eradicated orchid plants exposed to different growth irradiances under natural tropical conditions. *Physiologia Plantarum*, 121(4): 612-619.
- Hily JM, Poulicard N, Mora MA, Pagán I, Arenal FG (2016). Environment and host genotype determine the outcome of a plant–virus interaction: from antagonism to mutualism. *New Phytologist*, 209(2): 812-822.
- Islam W, Zaynab M, Qasim M, Wu Z (2017). Plant-virus interactions: Disease resistance in focus. *Hosts and Viruses*, 4(1): 05-17.
- Johkan M, Shoji K, Goto F, Hahida S, Yoshihara T (2012). Effect of green light wavelength and intensity on photomorphogenesis and photosynthesis in *Lactuca sativa*. *Environmental and Experimental Botany*, 75(1): 128-133.
- Jones RA (2016). Future scenarios for plant virus pathogens as climate change progresses. *Advances in Virus Research*, 95(1): 87-147.
- Jennings MD, Harris GM (2017). Climate change and ecosystem composition across large landscapes. *Landscape Ecology*, 32(1): 195-207.
- Kitsinelis S (2011). *Light sources: technologies and applications*. 2 ed. Editora: CRC Press, Sheffield. 226p.
- Meneguetti DUO, Facundo VA (2014). Vírus ser vivo ou não? Eis a questão!. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*, 4(1): 01-02.
- Milošević S, Cingel A, Jevremović S, Stanković I, Bulajić A, Krstić B, Subotić A (2012). Virus elimination from ornamental plants using *in vitro* culture techniques. *Pesticidi i fitomedicina*, 27(3): 203-211.
- Montes N, Pagán I (2019). Light intensity modulates the efficiency of virus seed transmission through modifications of plant tolerance. *Plants*, 8(9): 02-15.
- Patil BL, Fauquet CM (2014). Light intensity and temperature affect systemic spread of silencing signal in transient agroinfiltration studies. *Molecular Plant Pathology*, 16(5): 484-494.
- Prendeville HR, Tenhumberg B, Pilson D (2014). Effects of virus on plant fecundity and population dynamics. *New Phytologist*, 202(4): 1346-1356.
- Rier ST, Stevenson J, Laliberte GD (2006). Photo-acclimation response of benthic stream algae across experimentally manipulated light gradients: a comparison of growth rates and net primary productivity. *Journal of Phycology*, 42(3): 560-567.
- Rocha PSG, Oliveira RP, Scivittarol WB, Santos UL (2013). Diodos emissores de luz e concentrações (LEDs) na micropropagação de amoreira-preta cv. Tupy. *Horticultura Argentina*, 32(79): 14-19.
- Roden LC, Ingle RA (2009). Lights, rhythms, infection: the role of light and the circadian clock in determining the outcome of plant–pathogen interactions. *The Plant Cell*, 21(1): 2546-2552.

- Roossinck MJ (2012). Plant virus metagenomics: biodiversity and ecology. *Annual Review of Genetics*, 46(1): 359-369.
- Roossinck MJ, García-Arenal F (2015). Ecosystem simplification, biodiversity loss and plant virus emergence. *Current Opinion in Virology*, 10(1): 56-62.
- Samuolienė G, Sirtautas R, Brazaitytė A, Duchovskis P (2012). LED lighting and seasonality effects antioxidant properties of baby leaf lettuce. *Food Chemistry*, 134(3): 1494-1499.
- Scholthof KB, Adkins S, Czosnek H, Palukaitis P, Jacquot E, Hohn B, Saunders K, Candresse T, Ahlquist P, Hemenway C, Foster GD (2011). Top 10 plant viruses in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 12(9): 938-954.
- Smitamana P, Mcgovern RJ (2018). Diseases of orchid. In: Mcgovern RJ, Elmer WH (Eds.). *Handbook of florists' crops diseases*. Michigan: Springer, 1 ed. 634-638.
- Tonetto AF (2010). Efeitos da irradiância e da composição espectral da luz sobre o estabelecimento e desenvolvimento de comunidades de macroalgas lólicas em substratos artificiais. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Biologia) – Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista.
- Zerbini FM, Alfenas PF, Andrade EC (2005). O silenciamento de RNA como um mecanismo de defesa de plantas a vírus. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, 13(1): 191-244.

Atributos químicos dos substratos para aclimatização de Orchidaceae

Recebido em: 21/07/2020

Aceito em: 30/07/2020

 10.46420/9786588319147cap6

Luan Marlon Ribeiro^{1*} 

José Carlos Sorgato¹ 

Jackeline Schultz Soares¹ 

Elisângela Dupas¹ 

Elaine Reis Pinheiro Lourente¹ 

INTRODUÇÃO

Orchidaceae tem sido apontada como uma das maiores e mais representativa família dentre as Angiospermas, podendo ser encontrada em quase todos os habitats do mundo, exceto nos pólos, devido ao frio extremo, sendo consideradas as plantas mais evoluídas do mundo (The Plant List, 2020). Ao todo são identificadas 27.801 espécies de orquídeas, distribuídas em 899 gêneros (The Plant List, 2020). Na Flora do Brasil em construção (2020), são listadas 2.760 espécies distribuídas em 250 gêneros, ocorrendo em todos os domínios fitogeográficos do território brasileiro. Em relação ao estado de Mato Grosso do Sul, são encontradas 91 espécies distribuídas em 41 gêneros.

Na natureza as orquídeas dependem da interação entre fatores bióticos e abióticos, que atuam em seu crescimento, desenvolvimento e sucesso reprodutivo, determinando sua sobrevivência. Nessas condições, ações antropogênicas, tais como o desmatamento, as queimadas, a introdução de espécies exóticas, entre outros, limitam e reduzem a distribuição e a abundância dessas espécies, resultando na vulnerabilidade dessa família botânica (Fajardo et al., 2017; Gale et al., 2018). Sendo assim, a busca por alternativas que visem integrar atividades, focadas tanto na conservação de espécies nativas dentro de áreas preservadas quanto na produção comercial de mudas, é um dos principais desafios para prevenir a diminuição de populações naturais (Teixeira da Silva et al., 2015).

A técnica de cultivo *in vitro* é uma alternativa para a propagação tanto comercial quanto para a conservação de espécies ameaçadas de extinção (Teixeira da Silva et al., 2017), porém vários fatores podem influenciar na germinação, no crescimento e no desenvolvimento do material vegetal cultivado

¹ Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rodovia Dourados/Itahum, Km 12 – Unidade II, CEP 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

* Autor de correspondência: luanmarlon@hotmail.com; josesorgato@ufgd.edu.br

in vitro, como o meio de cultura, sistema de micropropagação e condição de luz utilizada para o cultivo (Ribeiro et al., 2019; Sorgato et al., 2020).

Além disso, um dos maiores obstáculos para a aplicação prática consiste na dificuldade de transferir com sucesso mudas da condição *in vitro* para *ex vitro*, devido à grande diferença entre as duas condições ambientais (Teixeira da Silva et al., 2017) configurando condição de estresse. Dessa forma, o emprego do substrato adequado é fundamental para minimizar o estresse decorrente da fase de aclimatização. Essa fase é definida como a adaptação climática de um organismo, especialmente uma planta, que é transferido para novo ambiente, sendo este processo realizado de forma artificial (Faria et al., 2010), assim, podendo melhorar as condições de ajuste das plantas ao mecanismo autotrófico, influenciando diretamente no sucesso dessa etapa (Junghans; Souza, 2013; Faria et al., 2018).

Durante a aclimatização, a perda de plantas pode ser muita alta, constituindo um fator limitante no processo de multiplicação *in vitro*. Em particular, para mudas de orquídeas germinadas *in vitro*, de maneira assimbiótica, torna-se necessário encontrar substratos adequados que permitem o estabelecimento vegetativo dessas mudas (Mengarda et al., 2017).

Terra et al. (2011) e Faria et al. (2018) salientam que a produção de mudas de qualidade depende do material utilizado como substrato, pois este será o meio físico em que a muda irá crescer e desenvolver, devendo assim, permitir a sustentação das mudas, apresentar boa aeração, nutrientes balanceados e adequados ao crescimento vegetal e boa drenagem de água, além de apresentar, boa textura e estrutura, ausência de agentes patogênicos e sementes infestantes, podendo ser de fácil aquisição e transporte (Almeida et al., 2014).

Desse modo, o objetivou-se com este trabalho relatar a importância dos atributos químicos dos substratos utilizados na fase de aclimatização de orquídeas.

SUBSTRATOS UTILIZADOS NA ACLIMATIZAÇÃO DE ORQUÍDEAS

No Brasil, existem poucas opções de substratos sendo comercializados para o cultivo de orquídeas, embora exista no país ampla variedade de materiais com potencial de uso como substrato, a falta de estudos tem limitado sua exploração comercial (Lima et al., 2019). Durante muitos anos o xaxim foi utilizado como o único substrato para o cultivo de orquídeas. A utilização desenfreada do xaxim produzido pela samambaiçu (*Dicksonia sellowiana* Hook.), a colocou em risco de extinção (Assis et al., 2011). A Resolução 278/2001 do CONAMA veta totalmente o comércio do mesmo, pois sua retirada é realizada em áreas naturais de modo ilegal, já que não existem cultivares desta planta, que leva de 15 a 18 anos para atingir o porte de corte (Ibama, 2009).

Para a escolha de um substrato, aspectos econômicos, ecológicos, físicos e químicos devem ser levados em consideração no cultivo de orquídeas, assim, no aspecto econômico, o substrato deve ser

de fácil acesso e baixo valor comercial (Figueiredo; Kolb, 2013; Faria et al., 2018). Do ponto de vista ecológico, deve ser extraído de resíduos agrícolas ou industriais, com o intuito de evitar o extrativismo e a degradação da natureza. Em relação aos aspectos físico-químicos, deve ter boa densidade e porosidade para ocorrência das trocas gasosas e bom desenvolvimento das raízes, deve ainda ser um material orgânico fibroso, de difícil deterioração, com pH entre 5,0 e 5,5 (Figueiredo; Kolb, 2013).

Atualmente, os substratos mais utilizados para o cultivo de orquídeas epífitas são a fibra e o pó de coco, a casca de pinus, o esfagno-rosa, a casca de café, a casca de arroz carbonizada, a casca de amendoeira, o bagaço de cana-de-açúcar, o carvão vegetal e a vermiculita (Faria et al., 2018). Além desses, como substratos alternativos ao xaxim ainda podemos citar a turfa, a argila expandida, a pedra brita, o caco de telha e tijolo, e alguns resíduos orgânicos tais como o caroço de açaí, a casca de eucalipto, o caule decomposto de buriti (paú de buriti), a casca de barbatimão, entre outros (Sousa et al., 2015; Soares, 2018).

Alguns desses substratos são estudados e tem demonstrado que bons resultados estão intimamente relacionados à espécie e o ambiente onde será efetuado o cultivo (Faria et al., 2018). Seguem abaixo alguns tipos de substratos utilizados na aclimatização e no cultivo de orquídeas (Tabela 1).

Tabela 1. Substratos utilizados na aclimatização e no cultivo de orquídeas.

Autor	Espécie	Tipo de substrato	*Parâmetros
Assis et al., 2011	<i>Cattleya forbesii</i> Lindl. x <i>C. labiata</i> Lindl.	casca de café + coco em pó ou + casca de arroz carbonizada (1:1:1 - v v ⁻¹)	AP, NB, NF, DP, CR e MF
Mora et al., 2015	<i>Oncidium baueri</i> Lindl.	casca de pinus + casca de café ou + fibra de coco (1:1:1 - v v ⁻¹)	AP, NB, NR, DP, CR e MF
Guedes et al., 2016	<i>Cattleya aurantiaca</i>	50% substrato comercial Forth® + 20% bagaço de cana de açúcar + 10% de carvão vegetal + 20% de isopor	NF
Pereira, 2017	<i>Phargmipedium sargentianum</i> Rolfe	esfagno + bagaço de cana de açúcar carbonizada (1:1 - v v ⁻¹)	AP, NF, NR, CR e MF
Lima et al., 2019	<i>Cyrtopodium cardiobulum</i> Lindl.	argila expandida + brita de gnaiss (1:1 - v v ⁻¹)	AP, NF, DP e MF

*AP: Altura de planta; NB: número de brotos; NF: de folhas; NR: e de raízes; DP: diâmetro do maior pseudobulbo; CF: comprimento da maior folha; CR: e da maior raiz; MF: massa fresca da planta. Fonte: Os autores.

ATRIBUTOS QUÍMICOS DOS SUBSTRATOS

Os atributos químicos dos substratos se referem principalmente ao valor de pH e a condutividade elétrica (Zorzeto, 2011; Maldaner et al., 2019). Assim, o substrato a ser utilizado para o cultivo de orquídeas deve apresentar propriedades satisfatórias quanto ao poder de tamponamento para valor de pH e capacidade de retenção de nutrientes, uma vez que, essas plantas quando cultivadas em vasos devem encontrar condições satisfatórias a seu crescimento e florescimento, mesmo dispondo de espaço limitado para o desenvolvimento de suas raízes (Lima et al., 2019). Além disso, é preciso considerar suas exigências nutricionais (Zorzeto, 2011), que podem ser supridas pelo substrato ou por adubação química de base, e ainda possuir alto teor de fibras resistentes à decomposição, boa aeração, retenção de umidade e ser de baixo custo e a disponibilidade do material na região de cultivo (Antunes et al., 2019).

O termo pH (potencial hidrogeniônico) refere-se à reação de alcalinidade ou acidez do meio de cultivo, em uma escala de 1 a 14. A importância de conhecer o pH está relacionada com sua influência no crescimento das plantas, pois afeta a disponibilidade de nutrientes com o aumento de H^+ na solução, dessa forma podendo alterar alguns processos fisiológicos das plantas, como por exemplo na deficiência de nitrogênio, elemento essencial para a composição de proteínas específicas e constituição de compostos orgânicos; ou na deficiência de fósforo, podendo prejudicar o processo de conversão de energia como a fotossíntese, metabolismo de açúcares, divisão e alargamento das células, além de transferência de informação genética (Faria et al., 2010; Bertolini et al., 2019; Coelho et al., 2020).

Uma forma para avaliar os valores de pH do substrato é pelo método de lixiviação, onde utiliza-se uma amostra de substrato ou um vaso com planta. Para a realização dessa técnica é, inserido o vaso com substrato dentro de um recipiente de maior tamanho e adicionado água até que a superfície do substrato fique submersa na água. Após vinte e quatro horas, é retirado o vaso da imersão (deixando a água escorrer) e em seguida, uma nova irrigação com 100 mL de água por vaso é realizada, coletando o excedente em copo graduado para posterior medição do valor de pH, por meio do aparelho peagâmetro (Takane et al., 2006). A faixa de pH recomendada para as orquídeas epífitas está entre 4,5 a 5,2 e para as terrícolas de 5,5 a 6,3 (Takane et al., 2006; Bertolini et al., 2019).

Em relação a condutividade elétrica, o termo teor de sais solúveis refere-se aos constituintes inorgânicos do meio, capazes de se dissolver em água. A avaliação da salinidade de um meio baseia-se na condutividade elétrica de seus íons dissolvidos, tendo como objetivo conhecer a concentração salina do meio onde as raízes da planta irão desenvolver (Almeida et al., 2018).

As plantas apresentam graus de sensibilidade ao teor de sais solúveis de um substrato, sendo as orquídeas classificadas como sensíveis, tolerando níveis de salinidade entre 0,5 a 1,0 $g L^{-1}$. Os valores de salinidade elevados acarretam perda de água pelas raízes dependendo da espécie e da fase de desenvolvimento da planta, podendo causar manchas ou queimas visíveis nas folhas. Para avaliar o valor

da condutividade elétrica do substrato, o método lixiviado pode ser adotado, utilizando-se o aparelho condutivímetro para a medição. A unidade de medida é o Siemens (S) e a leitura é feita em mS/cm (Faria et al., 2010; Almeida et al., 2018).

A nível de caracterização, segue abaixo os atributos químicos de alguns substratos utilizados no cultivo de orquídeas (Tabela 2).

Tabela 2. Atributos químicos de alguns substratos.

Autor	S.	pH	CE	N	P	K	Mg	Ca	S	Mn	Zn	Cu
Costa et al., 2007	FC	6,6	0,21	5,6	1,5	11,5	2,0	4,5	0,2	14,0	12,0	0,3
Assis et al., 2011	CC	6,9	0,15	17,9	1,3	19,9	1,3	4,4	1,4	41,5	5,2	16,0
Zorzeto, 2011	CA	6,9	0,09	4,3	0,8	19,9	1,1	2,0	0,3	-	32,6	22,2
Figuereido; Kolb, 2013	CP	5,5	0,5	3,3	0,4	0,6	0,3	0,7	0,4	16,0	15,0	4,2
Figuereido; Kolb, 2013	SM	6,0	-	9,3	1,7	5,3	1,2	0,9	0,6	17,0	48,0	6,1
Santos, 2014	ER	-	-	1,0	0,03	0,4	0,1	0,2	0,02	0,01	0,01	0,0004

S.: substrato; CE: condutividade elétrica (mS cm⁻¹); N: nitrogênio (g kg⁻¹); P: fósforo (g kg⁻¹); K: potássio (g kg⁻¹); Mg: magnésio (g kg⁻¹); Ca: cálcio (g kg⁻¹); S: enxofre (g kg⁻¹); Mn: manganês (mg k⁻¹); Zn: zinco (mg k⁻¹); Cu: cobre (mg k⁻¹); FC: fibra de coco; CC: casca de café; CA: casca de arroz carbonizada; CP: casca de pinus; SM: sabugo de milho; ER: esfagno rosa. Fonte: Os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As orquídeas estão entre as plantas envasadas mais comercializadas em todo o mundo e sua produção pode abastecer tanto o mercado consumidor quanto ter a finalidade de conservação de espécies vulneráveis.

Muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas ao longo do tempo, buscando determinar o melhor meio de cultivo para cada gênero de orquídea em relação a alternativas de substratos que existem, sem que haja um comprometimento na qualidade das mudas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida KM, Monaco PAVL, Haddade IR, Krause MR, Guisolfi LP, Meneghelli LAM (2018). Efeito de diferentes proporções de moinha de café na composição de substratos alternativos para produção de mudas de pepino. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 17(4): 515-522.
- Almeida MO, Cruz MCM, Castro GDM, Fagundes MCP (2014). Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de maracujazeiro-amarelo em substratos orgânicos e comercial e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9(2): 180-185.
- Antunes LFS, Azevedo G, Correia MEF (2019). Produção de mudas de girassol ornamental e seu desenvolvimento em vasos utilizando como substrato o gongocomposto. *Revista Técnico-Científica*, 21(2): 299-314.
- Assis AM, Unemoto LK, Yamamoto LY, Lone AB, Souza GRB, Faria RT, Roberto SR, Takahashi LSA (2011). Cultivo de orquídea em substratos à base de casca de café. *Bragantia*, 70(3): 544-549.
- Bertolini A, Debortoli J, Klein C (2019). Análise da qualidade de três diferentes tipos de substratos agrícolas para a produção de flores. *Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel do Oeste*, 4(1): 1-7.
- Coelho VAT, Souza CG, Nascimento ES, Lacerda LG, Cardoso PA (2020). Deficiências de macronutrientes em abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.): caracterização de sintomas e crescimento. *Research, Society and Development*, 9(3): 01-19.
- Costa CA, Ramos SJ, Sampaio RA, Guilherme DO, Fernandes LA (2007). Fibra de coco e resíduo de algodão para substrato de mudas de tomate. *Horticultura Brasileira*, 25(3): 387-391.
- Fajardo CG, Vieira FA, Felix LP, Molina WF (2017). Negligence in the Atlantic forest, northern Brazil: a case study of an endangered orchid. *Biodiversity and Conservation*, 26(5): 1047-1063.
- Faria RT, Assis AM, Carvalho JFRP (2010). *Cultivo de orquídeas*. 1 ed. Editora: Mecenaz, Londrina. 208p.
- Faria RT, Stegani V, Bertoncilli DJ, Alves GAC, Assis AM (2018). Substrates for the cultivation of epiphytic orchids. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(6): 2851-2866.
- Figueiredo LD, Kolb RM (2013). Novo substrato para o cultivo de orquídeas: estudo do seu potencial de uso em plantas de *Laelia pulcherrima*. *Revista Brasileira de Biociências*, 11(4): 405-413.
- Flora do Brasil em Construção (2020). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Rio de Janeiro: JBRJ. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 14 jul. 2020.
- Gale SW, Fischer GA, Cribb PJ, Fay MF (2018). Orchid conservation: bridging the gap between science and practice. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 186(4): 425-434.

- Guedes IC, Santos WG, Aguiar VF, Rodrigues AC, Sousa GAR, Jesus EV, Alves S, Barroso FL (2016). Diferentes composições de substratos para aclimatização de *Cattleya aurantiaca* propagadas *in vitro*. *Revista Univap*, 22(40): 197-198.
- Ibama (2009). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Convenção sobre o comércio internacional de espécies a flora e fauna selvagens em perigo de extinção*. Brasília: IBAMA. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/>>. Acesso em: 04 Set. 2019.
- Junghans TG, Souza AS (2013). *Aspectos práticos da micropropagação de plantas*. 2 ed. Editora: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas. 407p.
- Lima BV, Santos AF, Fernandes AF, Fuga CAG, Barreto RW, Silva RV (2019). Novas opções de substratos para o cultivo de *Cyrtopodium cardiobulum* (Orchidaceae). *Colloquium Agrariae*, 15(4): 100-106.
- Maldaner BL, Christ WRA, Klein C (2019). Caracterização da qualidade de diferentes substratos agrícolas para a implantação de espécies ornamentais. *Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel do Oeste*, 4(1): 1-6.
- Mengarda LHG, Cola GPA, Oliveira SC, Freitas AR (2017). Multiplication, rooting *in vitro*, and acclimatization of *Brassavola tuberculata* Hook. (Orchidaceae), an orchid endemic to the brazilian atlantic rainforest. *Bioscience Journal*, 33(3): 730-738.
- Mora MM, Assis AM, Yamamoto LY, Pivetta KFL, Faria RT (2015). Resíduos agrícolas e argila expandida no cultivo da orquídea *Oncidium baueri* Lindl. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(1): 39-46.
- Pereira SS (2017). *Substratos alternativos na aclimatização de Phargmipedium sargentianum Rolfe (Orchidaceae)*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba.
- Ribeiro LM, Sorgato JC, Scalon SPQ, Soares JS, Ribeiro IS (2019). Influência da luz, ventilação natural e tamanho do frasco no crescimento e desenvolvimento de denphal (Orchidaceae). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 14(3): e5957.
- Santos AF (2014). *Nutrição e fertilização de orquídeas in vitro e em vaso*. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Solos e nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa.
- Soares JS (2018). *O cultivo in vitro como alternativa para a conservação de Schomburgkia crispa Lindl. (ORCHIDACEAE) no Bioma Cerrado*. Tese de Doutorado (Doutorado em Recursos Naturais). - Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

- Sorgato JC, Soares JS, Damiani CR, Ribeiro LM (2020). Effects of light, agar, activated charcoal, and culture médium on the germination and early development of *Dendrobium* seedlings. *Australian Journal of Crop Science*, 14(4): 557-564.
- Sousa GG, Rosa YBCJ, Macedo MC, Soares JS (2015). Acimatização de *Brassavola tuberculata* com a utilização de ANA em diferentes substratos. *Horticultura Brasileira*, 33(2): 208-215.
- Takane RJ, Faria RT, Altafin VL (2006). *Cultivo de orquídeas*. 1 ed. Editora: LK e Comunicação, Brasília. 132p.
- Teixeira da Silva JA, Cardoso JC, Dobránszki J, Zeng S (2015). *Dendrobium* micropropagation: a review. *Plant Cell Reports*, 34 (5): 671-704.
- Teixeira da Silva JA, Hossain MM, Sharma M, Dobránszki J, Cardoso JC, Songjun Z (2017). Acclimatization of *in vitro*-derived *Dendrobium*. *Horticultural Plant Journal*, 3(3): 110-124.
- Terra SB, Ferreira AAF, Peil RMN, Stumpf ERT, Beckmann-Cavalcante MZ, Cavalcante IHL (2011). Alternative substrates for growth and production of potted *Chrysanthemum* (cv. Funny). *Acta Scientiarum Agronomy*, 33(3): 465-471.
- The Plant List (2020). Royal Botanic Gardens, Kew and Missouri Botanical Garden. Orchidaceae. EUA: TPL. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Orchidaceae/>>. Acesso em: 14 jul. 2020.
- Zorzeto TQ (2011). *Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.)*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Universidade Estadual de Campinas.

Biofertilizante influenciando a emergência e acúmulo de biomassa em plântulas de *Hibiscus sabdariffa* L.

Recebido em: 21/07/2020

Aceito em: 30/07/2020

 10.46420/9786588319147cap7

Cleberton Correia Santos^{1*} 

Luiz Felipe Balbuena Leite¹ 

Juliana Milene Silvério¹ 

Lais de Lima Luqui² 

Elissandra Pacito Torales³ 

Diego Menani Heid¹ 

Néstor Antonio Heredia Zárate¹ 

Maria do Carmo Vieira¹ 

INTRODUÇÃO

O uso de biofertilizantes é uma prática de base sustentável que pode contribuir no desenvolvimento das espécies vegetais desde a fase de emergência das plântulas até o cultivo a campo. Isso deve-se ao fato de que esses produtos quando adicionados ao substrato ou solo de cultivo melhoram os atributos químicos, físicos e microbiológicos (Higashikawa et al., 2010), podendo propiciar condições adequadas para o desenvolvimento da espécie cultivada.

O bokashi é um biofertilizante fermentado por microrganismos benéficos que favorecem a mineralização da matéria orgânica e disponibilização dos nutrientes (Boechat et al., 2013). Conseqüentemente, esses nutrientes participam dos processos metabólicos e de diferenciação celular, contribuindo na formação de plântulas de espécies de interesse agrícola com vigor esperado.

Dentre as espécies de interesse agromedicinal, pode-se citar a *Hibiscus sabdariffa* L. (vinagreira, Malvaceae), uma planta alimentícia não convencional (PANC), que apresenta propriedades medicinais e alimentícias, podendo ser utilizada na forma de chás, geleias, doces, licores e vinhos (Kinupp; Lorenzi, 2014). Os frutos dessa espécie são avermelhados e detêm elevado potencial antioxidante e presença de flavanóides e antocianinas (Maciel et al., 2012). Os cálices desidratados são fonte de atividade antioxidante, tornando-se uma base econômica (Ramos et al., 2011), principalmente aos agricultores

¹ Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil.

² Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), Dourados – MS, Brasil.

³ Universidade do Estado de Mato Grosso, Juara, MT, Brasil.

* Autor para correspondência: cleber_frs@yahoo.com.br

familiares. Neste sentido, é necessário estabelecer tratos culturais visando seu cultivo, fazendo-se necessários estudos que descrevam os processos iniciais de emergência da *H. sabdariffa*.

A emergência das plântulas está associada a diversos fatores, desde os intrínsecos relacionados à qualidade fisiológica das sementes, aos extrínsecos, ou seja, as condições abióticas, tal como as do substrato utilizado. Isso, porque a fase inicial é imprescindível para o sucesso do estante a campo, isto é, sementes que apresentem elevado potencial de emergência e biomassa tendem a responder de forma mais expressivas quanto aos tratos culturais a campo.

No entanto, para a *H. sabdariffa*, não foram encontrados resultados de pesquisa que descrevam a quantidade adequada de biofertilizante, o bokashi, na fase inicial, sendo necessários estudos desta natureza. A fim de testar a hipótese de que o bokashi contribui para essa espécie, objetivou-se avaliar o efeito do biofertilizante nos indicadores de emergência e acúmulo de biomassa em plântulas de *H. sabdariffa* L.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se o experimento sob condições de telado com 50% de sombreamento, em 2016, na Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD (22°11'43.7"S e 54°56'08.5"W, 452 m), Mato Grosso do Sul, Brasil. O clima da região é classificado como Aw, segundo a classificação de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013). As sementes de *H. sabdariffa* foram coletadas de plantas matrizes, localizadas no Horto de Plantas Medicinais, da UFGD. Posteriormente, foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2%, durante 5 minutos visando a eliminação de patógenos.

Para desenvolvimento do estudo utilizou-se Latossolo Vermelho Distroférico, de textura argilosa (Santos et al., 2013) com os seguintes atributos químicos conforme metodologia de Silva (2009): pH CaCl₂= 6,75; P= 5,8 mg dm⁻³; K= 1,33 mmol_c dm⁻³; Ca= 3,37 mmol_c dm⁻³; Mg= 4,52 mmol_c dm⁻³; H+Al= 2,30 mmol_c dm⁻³; SB= 8,56 mmol_c dm⁻³; V (%)= 69,2. O bokashi utilizado foi o Garden Bokashi® em pó, com os seguintes atributos químicos (dados do fabricante): pH CaCl₂= 6,1; N= 34,0 g kg⁻¹; P= 8,0 g kg⁻¹; K = 7,0 g kg⁻¹; Ca= 22,0 g kg⁻¹; Mg= 5,0 g kg⁻¹; relação C/N= 11/1; carbono orgânico= 400.

As características de emergência e produção de plântulas foi avaliada em função de cinco doses de biofertilizante bokashi (0, 10, 20 e 30 g kg solo⁻¹) de forma incorporada ao Latossolo Vermelho Distroférico. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de 32 sementes.

A semeadura foi realizada a profundidade de ± 1,0 cm, colocando uma semente por célula em bandejas de poliestireno expandido de 128 células; as irrigações foram realizadas diariamente utilizando

regador manual visando manter $\pm 70\%$ da capacidade de campo do substrato. As características avaliadas foram:

Primeira contagem de emergência: realizou-se a contagem do número de plântulas normais, ao sétimo dia após a semente de acordo com os critérios adaptados das regras de análise de sementes (Brasil, 2009).

Índice de velocidade de emergência: diariamente contabilizou-se o número de plântulas que emergiram (surgimento do caulículo e folha gêmula), até a estabilização do estande, aos quatorze dias. A partir dos dados, foi calculado o IVE, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962): $IVE = E_1/N_{n1} + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$, sendo:

IVE = Índice de velocidade de emergência;

E_1, E_2, \dots, E_n = número de plântulas emergidas no dia, computadas na primeira, segunda, ..., última contagem;

N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

Porcentagem de emergência: realizada ao final do teste após estabilização da emergência de plântulas, utilizando-se a fórmula: $E = N_s/N_e$, em que:

E = porcentagem de emergência;

N_s = número de sementes semeadas; e

N_e = número de plântulas emersas.

Biomassa fresca e seca total de plântulas: foram coletadas 10 plântulas de forma aleatória em função de cada tratamento, lavadas em água corrente para retirar o excesso de substrato, pesadas em balança de precisão decimal (0,0001 g). Posteriormente, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, e colocados em estufa com circulação forçada de ar a $60 \pm 5^\circ\text{C}$, até massa constante, e obtida a biomassa seca.

Os dados obtidos para características de emergência foram transformados em $\sqrt{(x+0,5)}$, para normalização. Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando significativos pelo teste F ($p < 0,05$), as médias foram submetidas à análise de regressão dos modelos linear e quadrático ($p \leq 0,05$), utilizando o *software* SISVAR (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral, a adição de biofertilizante ao substrato base contribuiu nos indicadores de emergência e acúmulo de biomassa das plântulas de *H. sabdariffa*, comprovando nossa hipótese. A primeira contagem de emergência das plântulas foi influenciada pelas doses de bokashi (Figura 1), apresentando curva de crescimento quadrático, em que a porcentagem máxima (46,57%) foi observada com a adição de 18,5 g de bokashi, com aumento de 3,3% em relação ao menor valor obtido (15,2%), que foi sem a adição do bokashi. A redução do valor da PCE, após ter alcançado a máxima, provavelmente esteja

associado ao fato que ocorreu pouco contato da superfície da semente com o substrato em função da maior porosidade com adição dessa dose, podendo dificultar o processo de embebição da semente e emergência das plântulas.

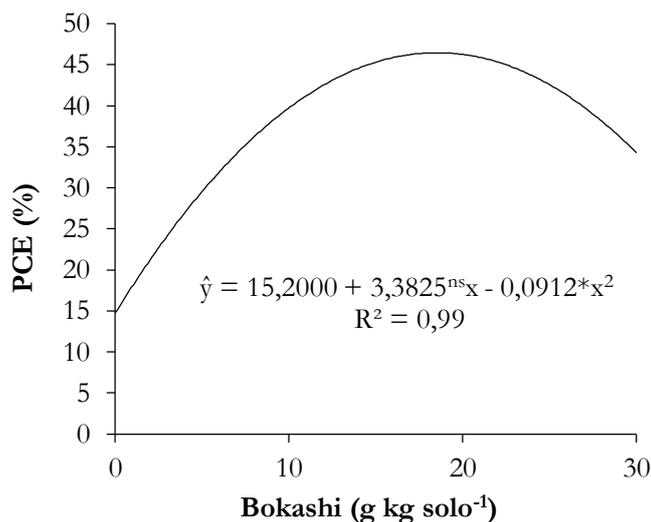


Figura 1. Primeira contagem de emergência (PCE) de plântulas de *H. sabdariffa* L. produzidas com bokashi. * ($p < 0,05$)

A porcentagem de emergência final máxima (67,5%) foi constatada com 4,0 g de bokashi (Figura 2a), reduzindo conforme as adições crescentes. As doses de bokashi influenciaram o IVE, apresentando o valor máximo (5,23) com 19,50 g de bokashi (Figura 2b). O bokashi contém microrganismos benéficos que atuam na ciclagem de nutrientes e dinâmica da decomposição (Abreu et al., 2010), favorecendo seu aproveitamento para a formação das plântulas normais. O aumento do IVE é desejável pois está associando ao número de plântulas que emergem, ou seja, quanto maior seu valor, maior o número de plântulas por dia, indicando que a adição de biofertilizante pode favorecer menor tempo médio de emergência.

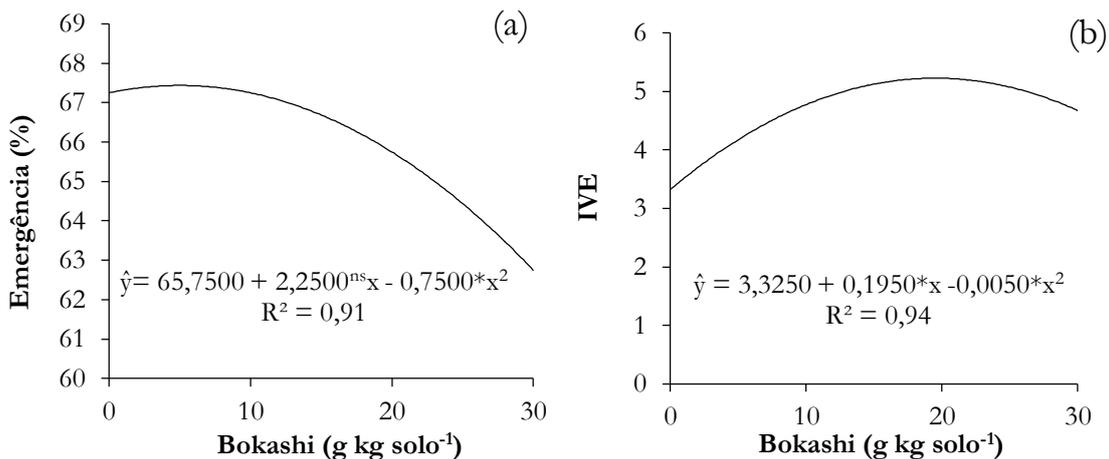


Figura 2. Emergência e índice de velocidade (IVE) de emergência de plântulas de *H. sabdariffa* L. produzidas com bokashi. * ($p < 0,05$)

A massa fresca total de plântulas de rosela apresentou crescimento linear (Figura 3a), obtendo maior valor (0,1645 g) com adição de 30 g de bokashi, com aumento de 0,0925 g em relação ao menor valor, que foi sem o uso do bokashi. Já a massa seca total de plântulas apresentou valor máximo (0,0242 g) sob 20 g de bokashi ao substrato (Figura 3b). Esse maior valor pode estar associado a presença de nutrientes no biofertilizante. Isso, porque o bokashi é rico em nutrientes, principalmente o nitrogênio, que atua no desenvolvimento vegetativo e incremento de biomassa (Boechat et al., 2013).

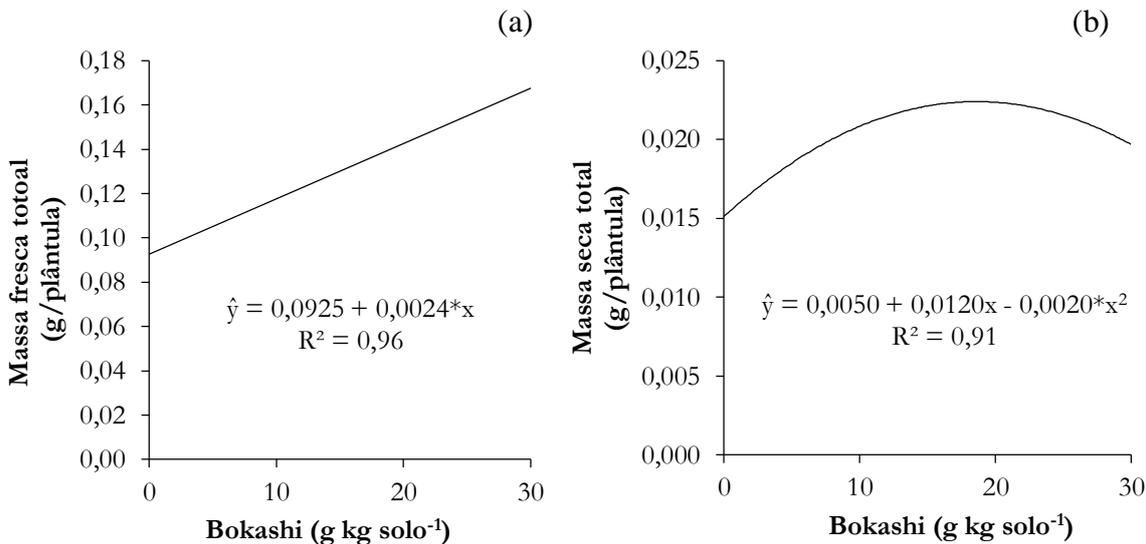


Figura 3. Massa fresca (a) e seca (b) total de plântulas de *H. sabdariffa* L. produzidas com bokashi. * ($p < 0,05$)

Além disso, cabe destacar que os solos das regiões tropicais, tais como os no Cerrado, apresentam características intrínsecas, uma vez que, contém elevados teores de óxidos de ferro e alumínio (Camargo et al., 2010), fixando alguns nutrientes, ou seja, tornando-os indisponíveis de absorção pelas plantas, podendo comprometer o desenvolvimento das plantas. Neste sentido, o uso de biofertilizante é uma prática de interesse agroecológico, pois favorece aumento da microrganismos benéficos ao solo e/ou substrato de cultivo, contribuindo na ciclagem de nutrientes e na obtenção de plântulas com maior vigor. Em perspectivas futuras devem ser realizados outros estudos na fase de crescimento inicial visando agregar informações técnicas quanto ao efeito do bokashi na qualidade das mudas dessa espécie.

CONCLUSÃO

A adição de biofertilizante ao solo é uma prática agroecológica viável para obtenção de plântulas, pois o uso 20 g de bokashi favoreceu as características de emergência e biomassa de plântulas de *H. sabdariffa* L.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu IMO, Junqueira AMR, Peixoto JR, Oliveira SA (2010). Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(1): 108-118.
- Alvares CL, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.
- Boechat CL, Santos JAG, Accioly AMA (2013). Net mineralization nitrogen and soil chemical with application of organic wastes with fermented Bokashi compost. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35(2): 257-284.
- Brasil (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: MAPA/ACS. 399p.
- Camargo SM, Barbosa DS, Resende HR, Kondorfer HG, Pereira HS (2010). Fósforo em solos do Cerrado submetidos à calagem. *Bioscience Journal*, 26(2): 187-194.
- Ferreira DF (2019). Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4): 529-535.

- Higashikawa FS, Silva CA, Bettiol W (2010). Chemical and physical properties of organic residues. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34(5): 1742-1752.
- Kinupp VF, Lorenzi H (2014). *Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 768p.
- Maciel MJ, Paim MP, Carvalho HHC, Wiest JM (2012) Avaliação do extrato alcoólico de hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.) como fator de proteção antibacteriana e antioxidante. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 71(3): 462-470.
- Maguire JD (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. *Crop Science*, 1: 176-177.
- Ramos DD, Vieira MC, Formagio ASN, Cardoso CAL, Ramos DD, Carnevali TO (2011). Atividade antioxidante de *Hibiscus sabdariffa* L. em função do espaçamento entre plantas e da adubação orgânica. *Ciência Rural*, 41(8): 1331-1336.
- Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Coelho MR, Lumbreras JF, Cunha TJJF (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p.
- Silva FC (2009) *Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes*. 2. ed. rev. ampliada-Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 627p.

Multiplicidade de usos de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos

Recebido em: 21/07/2020

Aceito em: 30/07/2020

 10.46420/9786588319147cap8

Jaqueline Silva Nascimento^{1*} 

Shaline Séfara Lopes Fernandes² 

Zefa Valdivina Pereira³ 

Jaine Aparecida Balbino Soares⁴ 

Márcio Rodrigues Serrano⁵ 

Milton Parron Padovan⁶ 

INTRODUÇÃO

Os biomas Mata Atlântica e Cerrado possuem ampla diversidade de espécies arbóreas e arbustivas nativas (Batalha Filho; Miyaki, 2018), sendo úteis para a população humana como fonte de alimentos, madeira, pasto apícola, uso medicinal, entre outros (Pinheiro et al., 2018). As árvores e arbustos nativos também contribuem para funções ecológicas, como o equilíbrio da temperatura, proteção do solo, dos recursos hídricos, purificação do ar, regulação do clima, recuperação de áreas degradadas e como alimento à fauna silvestre (Machado et al., 2014; Araújo et al., 2017; Pinheiro et al., 2018). Mas, há amplo risco de extinção de parte dessa diversidade de espécies, devido ao desmatamento, às queimadas, ao avanço das atividades agropecuárias, à dispersão de espécies exóticas, à degradação dos recursos naturais e à coleta extrativista, tornando-as mais suscetíveis à extinção (Machado et al., 2014; Jeromini et al., 2018).

¹ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Rodovia Dourados – Itahum, Km 12 – Cidade Universitária, Cx. Postal 533, CEP: 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

² Docente do Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Rodovia MS 306, km 6,4. CEP: 79540-000, Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brasil.

³ Docente do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Rodovia Dourados – Itahum, Km 12 – Cidade Universitária, Cx. Postal 533, CEP: 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

⁴ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Rodovia Dourados – Itahum, Km 12 – Cidade Universitária, Cx. Postal 533, CEP: 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

⁵ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Rodovia Dourados – Itahum, Km 12 – Cidade Universitária, CEP: 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

⁶ Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste e Docente do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente-UFGD. Rodovia BR 163, Km 253,6, Cx. Postal 449, 7984-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

* Autor de correspondência: jaque24nascimento@hotmail.com

Para preservação das árvores e arbustos nativos, é essencial seu manejo adequado e cultivo (Araújo et al., 2017). Desta forma, sistemas de cultivo como as agroflorestas biodiversas constituem-se como alternativa para preservação da biodiversidade de espécies nativas, uma vez que são formas de uso da terra, associando espécies herbáceas, arbóreas e arbustivas com cultivos agrícolas e animais, de forma simultânea ou sequencial, promovendo a produção de alimentos e melhoria ambiental (Nair, 1985; Somarriba, 1992).

Os sistemas agroflorestais biodiversos (SAFs) contribuem para conservação dos recursos florísticos, biodiversidade vegetal e animal (Montagnini, 1992; Silva et al., 2015), à diminuição do uso de agroquímicos, conservação dos solos e bacias hidrográficas, ao equilíbrio ecológico; à melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Carneiro et al., 2012). Além disso, os SAFs contribuem para a manutenção e melhoria da qualidade de vida das famílias no campo, bem como à funcionalidade dos serviços ambientais (Rech et al., 2015).

A composição florística dos SAFs pode ter múltiplas formas de utilização, como para alimentação, madeiras, medicinais, frutíferas, apícolas, produção de sementes, matéria prima para artesanatos, ornamentais e atrativas à fauna, entre outras (Ruschel et al., 2003; Almeida; Gama, 2014). Essa diversidade de usos das espécies arbóreas e arbustivas pode ser conhecida de acordo com as características sociais e culturais de cada região ou comunidade (Almeida et al., 2012). No entanto, deixam de ser exploradas devido à escassez de informações sobre suas formas de aproveitamento (Duque-Brasil et al., 2011; Alves et al., 2015). No Brasil, ainda são poucos os trabalhos referentes a SAFs (Fernandes et al., 2010; Froufe; Seoane, 2011; Padovan et al., 2011; Martins; Ranieri, 2014) e sobre o potencial de uso múltiplo da composição florística ainda é incipiente (Moressi et al., 2014; Silva et al., 2015).

Tem sido um desafio a utilização de práticas que buscam o equilíbrio entre a preservação ambiental com a produção agrícola, considerando a conservação e recuperação dos recursos naturais (Botrel et al., 2006; Gomes et al., 2013). Neste contexto, os SAFs podem contribuir para preservação das espécies arbóreas e arbustivas nativas, aliando principalmente à produção de alimentos no contexto da agricultura familiar. Assim, objetivou-se neste trabalho identificar o potencial de uso múltiplo de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na região Sudoeste do Estado Mato Grosso do Sul, com ocorrência de cerrado arbóreo denso, florestas estacionais semidecíduais e matas estacionais semidecíduais aluviais (Bueno et al., 2007), caracterizando-se como um ecótono de transição entre os biomas da Mata Atlântica e Cerrado (Coutinho et al., 2011). O clima é classificado como Aw segundo a Köppen-Geiger tropical úmido, com temperatura média anual entre 20°C a 22°C e precipitação anual em torno de 1.500 milímetros (Bueno et al., 2007). Na região predominam os Argissolos de textura arenosa e profundos (Santos et al., 2013).

Foram avaliados cinco SAFs implantados com o incentivo do Projeto GEF – Rio Formoso, com o objetivo de conservação e uso sustentável dos recursos naturais, visando o controle da degradação na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso – Bonito, MS, através do uso multifuncional da terra e o manejo ecológico (Coutinho et al., 2011). Os cinco SAFs situam-se entre coordenadas geográficas: 21°21'29, 2" S e 56°35'11,9"W; 21°21'40,7"S e 56°35'48,1"W; 21°22'42,6"S e 56°35'52,7" W; 21°20'23,7" S e 56°35'05,3" W; 21°21'40,3" S e 56°35'49,8" W, respectivamente (Figura 1).



Figura 1. Localização de sistemas agroflorestais biodiversos na região Sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, Centro Oeste do Brasil. Fonte: Cerdoura e Gardin (2008). Google Earth disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 15 de março de 2019.

Os SAFs foram implantados em áreas exploradas por várias décadas com cultivos sucessivos de *Glycine max* L. (soja) e *Zea mays* (milho), utilizando-se preparo de solo convencional (Figura 2). De acordo com os agricultores responsáveis pelos SAFs, havia pouca diversidade vegetal e animal antes da implantação dos sistemas agroflorestais, também ocorria o escoamento superficial de água e processos de degradação, como erosões e compactação do solo, resultando em assoreamento de mananciais de água como do Rio Formoso e a contaminação de rios com resíduos de agroquímicos.



Figura 2. Vista parcial da área antes da implantação do Sistema Agroflorestal 5, na Chácara Boa Vida, Lote 11 - Assentamento Santa Lúcia em Bonito, MS. Fonte: Élide Martins.

A implantação dos SAFs ocorreu entre 2005 e 2010. Utilizou-se esterco bovino e composto orgânico para melhorar a qualidade do solo, favorecendo o desenvolvimento das mudas de espécies arbóreas e arbustivas. Além disso, foram implantados adubos verdes para cobertura e melhoria da fertilidade do solo, bem como sementes e mudas de espécies nativas. Esse projeto (GEF – Rio Formoso) foi viabilizado por meio de um arranjo interinstitucional composto por organizações não governamentais e instituições públicas que incentivaram a implantação dos SAFs por meio de doação de parte das mudas e sementes, bem como orientações técnicas para implantação e a condução dos sistemas (Coutinho et al., 2011).

Em cada SAF foi realizado um inventário florístico do componente arbóreo e arbustivo, selecionando todos os indivíduos plantados e nativos com altura superior a 1,50 m. Após essa etapa, foram separadas 50 parcelas de 10 m x 10 m (5000 m²), distribuídas ao acaso. As espécies arbóreas e arbustivas foram identificadas e classificadas por meio do Angiosperm Phylogeny Group III (APG, 2009) e pela Lista de Espécies da Flora do Brasil (Flora do Brasil, 2015). As espécies não identificadas em herbário, foram coletadas e os materiais botânicos identificados e incorporados ao acervo do Herbário do Departamento de Biologia da Universidade Federal da Grande Dourados.

As espécies arbóreas e arbustivas foram enquadradas nas seguintes categorias de formas de uso: alimentar (AL), apicultura (AP), artesanato (AR), adubação verde (AV), medicinal (MC), madeira (MR), frutífera (FT), produtora de sementes (SM), atratividade à fauna (AF), ornamental (OR), por meio de pesquisas bibliográficas no banco de dados de Espécies Arbóreas Brasileiras, em livros e artigos científicos, destacando-se: Ruschel et al. (2003), Pasa et al. (2005), Botrel et al. (2006), Almeida et al.

(2012), Martinotto et al. (2012), Gomes et al. (2013), Almeida e Gama (2014), Alves et al. (2015), Rech et al. (2015) e Silva et al. (2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados 1488 indivíduos de 136 espécies nos cinco SAFs, os quais pertencem a 46 famílias botânicas, evidenciando o potencial da riqueza de espécies (Figura 3). Os SAFs apresentam 210, 366, 283, 382 e 247 indivíduos arbóreas e arbustivos, respectivamente. Destaca-se com maior representatividade às espécies com potencial medicinal (66), para fins de alimentação humana (58), madeira (53), atratividade à fauna (45), ornamental (42), frutífera (29), produção de semente (17), apicultura (15) e para adubação verde (8) (Tabela 1). A diversidade de plantas é uma fonte contínua de recursos com várias funções, como a produção de alimentos e geração de renda para a economia local e à autonomia das famílias (Duque-Brasil et al., 2011; Almeida et al., 2012; Magalhães et al., 2014).



Figura 3. Vista parcial do Sistema Agroflorestal 4, na Chácara Boa Vista, em Bonito, MS. Fonte: Jaqueline Silva Nascimento.

Tabela 1. Uso múltiplo de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas agroflorestais biodiversos na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul e suas categorias de uso: Alimentar = AL; Apicultura = AP; Artesanato = AR; Adubação verde = AV; Medicinal = MC; Madeira = MR; Frutífera = FT; Semente = SM; Atrativa à fauna = AF; Ornamental = OR. Fonte: Dados da pesquisa.

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	NGH	SAF1	SAF2	SAF3	SAF4	SAF5
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	FT, AL, AF	3822	0	3	6	9	6
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Guaritá	MC, AP, SM	4600	0	0	0	5	0
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	FT, AL, AF	5606	6	19	11	7	6
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira-verdadeira	MR, AP	5610	3	0	6	1	0
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Pimenteira	OR, AL, FT	5181	1	0	0	1	0
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Cajá-mirim	MC, AL, AF	5623	4	3	2	1	6
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Seriguela	FT, AL, AF	5624	0	3	1	0	0
Anacardiaceae	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Umbú	FT, MC, AF	3814	0	0	0	4	0
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Peito-de-pombo	MC, MR	5187	0	1	1	0	0
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	Araticum-cagão	AV, MR, FR, OR	5570	0	0	2	1	2
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Graviola	FT, MC, AL	5461	0	0	0	0	1
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> L.	Fruta-do-conde	FT, MC	5571	0	2	1	0	0
Annonaceae	<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	Araticum do mato	AL, MR, MC, OR	5107	0	0	0	6	0
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	Guatambú-branco	MR, OR	5101	0	1	6	4	35
Apocynaceae	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K.Schum.	Chapéu-de-napoleão	MR, OR	5191	0	8	0	0	0
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva-mate	AL	5600	19	0	0	0	0

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	NGH	SAF1	SAF2	SAF3	SAF4	SAF5
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	Mandiocão	OR, AR, MR	3514	0	0	1	3	0
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Pinhão	MC, MR, AL, FR	4885	0	2	0	0	0
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Macaúba	FT, AL, AF	2110	1	0	11	2	1
Arecaceae	<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Bacuri	MC, AR	5572	0	0	3	1	0
Arecaceae	<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng	Babaçu	AL, MR, AR, FR	5573	0	1	0	0	0
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Côco-gigante	OR, AL, FR	3804	0	3	28	0	0
Arecaceae	<i>Cocos nucifera var. nana</i> Griff.	Coco-anão	OR, AL, FR	4893	0	0	0	1	0
Arecaceae	<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	Guariroba	AL, OR, SM,	5626	0	1	10	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Alecrim-do-campo	MC, OR	5112	13	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Gymnanthemum amygdalinum</i> (Delile) Sch.Bip. ex Walp.	Caferana	MC	5597	0	1	0	0	1
Asteraceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucena	AV	5548	0	0	1	0	3
Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	Flor-da-amazônia	MC, AP	5192	3	9	0	1	0
Asteraceae	<i>Vernonanthura ferruginea</i> (Less.) H.Rob.	Assa-peixe	MC, AP	3345	0	0	0	1	0
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	Coité	AL, OR, AR, SM	5588	0	2	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A. DC.) Mattos	Ipê-amarelo	MC, MR, AP	5091	33	0	1	2	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-roxo	MR, MC, AP	5145	21	1	1	0	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-rosa	AV, MR, MC	5598	0	0	3	4	13
Bignoniaceae	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	Caroba	OR, MC, MR	5602	0	0	0	1	0

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	NGH	SAF1	SAF2	SAF3	SAF4	SAF5
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	MC, MR, AP	5628	0	0	1	2	0
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	Urucum	AL, MC, SM	5576	12	0	1	25	0
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Capitão-do-campo	MC, MR, AF	5587	0	0	0	11	0
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	MR, AP, OR,	5125	0	0	0	1	0
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Breu	MC, SM, OR	5615	0	0	0	1	0
Cactaceae	<i>Cereus bildmannianus</i> K.Schum.	Mandacarú	OR	5116	0	0	0	1	0
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Palma	OR	5611	0	0	0	1	0
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Joá-mirim	AL, FR, MR, OR	5582	0	0	2	0	0
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Candiúva	MR, AP, MC	5629	2	0	0	1	1
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Mamão	FT, AL, AF	5579	0	9	5	2	0
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Jaracatiá	AL, FR	5603	0	4	0	7	1
Celastraceae	<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	Siputá	AL, FT, OR, AF	5621	0	2	3	0	0
Chrysobalanaceae	<i>Litbraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Aroeira-brava	MR, MC, AP	2308	1	0	0	0	0
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Capitão-do-campo	MC, AF	5188	0	0	0	7	0
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Sete-copas	OR, AP, AR	5190	0	1	0	0	0
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	Marmelinho-do-mato	MC, OR	5591	0	0	2	0	1
Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i> Thunb.	Caqui	AL, FT, AF	2262	0	0	0	0	1
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinhão-manso	MC, MR	5604	0	0	0	2	0

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	NGH	SAF1	SAF2	SAF3	SAF4	SAF5
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona	AV, SM, AF	5177	3	0	0	3	0
Fabaceae	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Acácia-negra	MR, AP, SM	3883	0	1	0	0	0
Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	Amburana	MR, AP, SM, MC	4819	1	2	2	1	2
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico-branco	MR, OR, AP, MC	534	0	0	0	2	0
Fabaceae	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	Angico-do-cerrado	MR, OR, AP, MC	5566	0	1	0	12	13
Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Pata-de-vaca	MC, OR	5575	0	1	0	3	0
Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	Feijão-guandu	AV, AL, SM	5577	0	1	2	2	0
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Pau-d'óleo	MC, MR, AR, AP, OR	5586	0	0	0	8	0
Fabaceae	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyan	OR, FR, AL	5589	0	1	0	0	0
Fabaceae	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Baru	AL, SM	5592	1	2	2	0	4
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamboril	MC, MR	5593	0	1	1	0	0
Fabaceae	<i>Erythrina variegata</i> L.	Brasileirinho	OR, FR, SM	5130	2	0	0	1	0
Fabaceae	<i>Guibourtia hymenaeifolia</i> (Moric.) J.Léonard	Falso-jatobá	MR	3285	0	0	0	5	0
Fabaceae	<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	Ingá-feijão	AV, MR	5601	0	0	0	1	0
Fabaceae	<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá-do-brejo	AV, MR, MC	4880	1	0	8	1	0
Fabaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	OR, AL, FR, MC, AF	5605	1	23	0	1	0
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico-da-mata	MR, AF, SM	5612	0	0	1	1	0
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula	MR	5168	1	0	4	39	1

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	NGH	SAF1	SAF2	SAF3	SAF4	SAF5
Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Amendoim-bravo	MR, AF, SM	5468	0	0	7	0	0
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	MR, FT, MC, AL, AF	5186	0	5	1	1	2
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã	MR, MC	2142	1	0	0	1	0
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Abacate	FT, MR, AL, AF	5613	1	18	3	3	2
Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	Romã	MC, FR, AL, AF	5619	0	1	2	0	0
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola	FT, AL, AF	5132	4	24	3	1	0
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	Paineira-rosa	AR, OR, MC,	5581	0	1	0	0	0
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutambo	AL, MR, MC	5596	3	0	4	10	0
Malvaceae	<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	Chichá	OR, AR, AL	5625	0	0	3	2	0
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Nim	MR, MC	5574	0	1	1	5	0
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	MR	2246	0	2	3	3	1
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Marinheiro	AF, FR, SM	5137	1	1	1	0	0
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i> Sw	Baga-de-morcego	MR, MC	5630	0	0	0	1	0
Meliaceae	<i>Trichilia siltatica</i> C.DC.	Catiguá	MR, MC	5221	0	0	1	1	0
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jaca	FT, AL, AF	5232	0	9	1	2	0
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> L.	Figueira-benjamina	OR	4512	0	0	0	0	1
Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	FT, AL, AF	5133	0	0	1	0	0
Moraceae	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	Figueira	AL, MC, MR	2548	0	1	0	1	0

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	NGH	SAF1	SAF2	SAF3	SAF4	SAF5
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Amora-brava	MR, MC, AF	2789	0	1	0	1	0
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	Amora	FT, MC, AL, AF	4327	10	16	9	7	0
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa	MC, MR	5163	0	3	0	0	0
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Banana	FT, AL, AF	1994	0	37	8	10	84
Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg	Guavira	AL, FR, AF	5578	0	1	0	0	0
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Eucalypto	MC, MR, OR	5521	0	4	6	9	0
Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Cagaita	FT, AL, AF	5594	18	0	1	4	0
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	AL, FR, AF	5517	0	2	0	2	5
Myrtaceae	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	Jabuticaba	FT, AL, AF	5614	0	2	3	5	1
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	AV, FT, OR, AL, AF	5617	19	36	26	8	9
Myrtaceae	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Araçá	AL, FR, AF	5618	1	0	0	0	0
Myrtaceae	<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	Jamelão	AL, MC, FR, AF	5627	0	9	3	1	0
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	MC, AL, FR, AF	5518	0	0	2	1	0
Pinaceae	<i>Pinus tecunumanii</i> F. Scherdtf. ex Eguiluz & J.P.Perry	Pinus	MR, AR, OR	5202	0	1	0	0	0
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C.Wendl	Bambu-brasileirinho	AR, OR	5113	0	1	0	0	0
Poaceae	<i>Phyllostachys aurea</i> Rivière & C. Rivière	Bambu-mirim	AR, OR	3446	1	0	0	0	0
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	MC, MR, OR	5477	0	5	4	3	17
Proteaceae	<i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche	Macadâmia	AL, FR, AF	4795	0	1	0	0	0

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	NGH	SAF1	SAF2	SAF3	SAF4	SAF5
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Uva-japonesa	MR, FT, AF	5599	0	0	0	0	1
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Saraguajá	AL, FT, SM, AP, AF	5620	0	1	2	6	0
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nêspera	AF, AL, MC, OR	4864	1	1	0	0	0
Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Pêssego	FT, AL, AF	5616	0	1	5	2	2
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	Café	SM, MC, AL	4800	1	6	2	1	4
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	FT, AL, MC	5595	0	20	10	12	0
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Mamica-de-Cadela	MC, MR, OR	5553	0	0	2	5	1
Rutaceae	<i>Citrus × latifolia</i> Tanaka ex Q. Jiménez	Limão-taiti	AL, MC, FR	5122	3	1	1	5	0
Rutaceae	<i>Citrus × limonia</i> (L.) Osbeck	Limão-rosa	AL, MC, FR	5123	3	3	2	0	1
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> L.	Laranja-azeda	FT, AL, MC	5099	0	15	0	6	0
Rutaceae	<i>Citrus deliciosa</i> Ten.	Mexirica	AL, AF, FR	5583	0	0	2	0	0
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Pokã	FT, AL, AF	5584	3	9	7	4	6
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja-pera	FT, AL, AF	5585	4	11	6	7	7
Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Murta	MC	5609	0	0	0	2	0
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-Porca	MR, MR	1383	1	1	2	7	0
Salicaceae	<i>Casearia rupestris</i> Eichler	Guaçatunga-grande	MC, AF	5580	0	0	10	9	0
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Guaçatunga	MC, FR, AL	5213	0	0	0	17	0
Sapindaceae	<i>Averrhoidium paraguayense</i> Radlk.	Maria-preta	OR	4806	0	0	0	0	1

Família	Nome científico	Nome Popular	Usos	NGH	SAF1	SAF2	SAF3	SAF4	SAF5
Sapindaceae	<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	Maria-pobre	MC	5590	0	0	0	1	0
Sapindaceae	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Timbó	MC, OR, AL	5161	0	0	0	1	0
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá	MC	5607	0	0	0	2	0
Sapindaceae	<i>Melicoccus lepidopetalus</i> Radlk.	Água-pomba	FT, AL, SM, OR, AF	5608	4	1	0	1	0
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Saboneteira	MC, MR	5622	0	0	1	0	0
Sapindaceae	<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Pitomba	AL, FR, AF	4766	0	0	4	3	2
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Aguai	MR, FR	1413	0	1	0	0	0
Solanaceae	<i>Capsicum baccatum</i> L.	Pimenta-vermelha	AL, FR, OR, MC	5557	0	3	0	3	0
Solanaceae	<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	Anilão	MR	5118	0	0	1	0	0
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Jurubeba	MC, FR	2232	0	0	1	0	0
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	MR, AF, FR	4710	2	1	3	9	2
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Pau-viola	MR, AR, AP, MC, AF	5531	0	0	0	1	0
Total = 36	146				210	366	283	382	247

As espécies *C. myrianthum*, *M. lepidopetalus*, *R. elaeocarpum*, *P. guajava*, *T. indica*, *L. tomentosa* e *C. langsdorffii* podem ser utilizadas para madeira, medicinal, alimentação, frutífera e atração à fauna (Fernandes et al., 2014). As espécies *A. cacans*, *A. sylvatica*, *A. angustifolia*, *A. speciosa*, *C. cujete*, *C. iguanaea*, *S. elliptica*, *A. cearensis*, *A. falcata*, *M. nigra*, *S. jambolanum*, *A. carambola*, *E. japonica* e *C. baccatum* podem ser utilizadas para fins ornamentais, apicultura, madeira e produção de sementes (Tabela 1), as quais disponibilizam recursos vegetais naturais no mesmo espaço ao longo do tempo (Carvalho et al., 2014). O potencial do uso de espécies arbóreas também foi avaliado por Duque-Brasil et al. (2011) que identificaram no Norte de Minas Gerais a importância das espécies arbóreas frutíferas como fonte alimentar em quintais agroflorestais, destacando a *G. ulmifolia* com múltiplas possibilidades de uso, como a produção de madeira, alimentação, potencial apícola e forrageiro para alimentação de bovinos (Pasa et al., 2005; Gomes et al., 2013; Almeida; Gama, 2014).

Foram amostrados 89, 70, 68, 40 e 39 espécies arbóreas e arbustivas nos cinco SAFs, respectivamente, sendo 41% das espécies foram exclusivas no SAF 4 e apenas 8 espécies (5,75%) foram comuns a todos os SAFs, tais como: *C. reticulata*, *C. sinensis*, *C. arabica*, *E. uniflora*, *M. indica*, *P. americana*, *P. guajava* e *T. indica* (Tabela 1). Os SAFs são multifuncionais para a agricultura familiar, fornecendo alimentos, sombra, plantas para fins medicinais e madeira (Martinotto et al., 2012; Alves et al., 2015; Silva et al., 2015). A composição florística com usos múltiplos representam uma riqueza de biodiversidade, pois contribuem para a geração de renda e conservação da biodiversidade, uso sustentável dos recursos naturais e melhoria qualidade de vida (Alves et al., 2015).

Nos SAFs foram amostradas 92 espécies nativas (Tabela 1), pertencentes ao domínio fitogeográfico de Mata Atlântica e Cerrado (Baptista-Maria et al., 2009; Picharillo; Ogashawara, 2015). A composição florística dos SAFs desempenham funções de conservação da biodiversidade, exercendo papéis na recuperação ambiental de espécies nativas e ameaçadas de extinção, como a *M. urundeuva*, oriunda do Cerrado e Caatinga, com potencial para madeira e apicultura (Almeida et al., 2012; Souza; Piña-Rodrigues, 2013). Destaca-se também, a *A. angustifolia*, originária da Mata Atlântica, utilizada para madeira, alimentação e medicinal (Magalhães et al., 2014). Ambas são consideradas como vulneráveis, conforme consta na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2008; Fernandes et al., 2014; Rech et al., 2015).

A maior diversidade de famílias botânicas e espécies foram amostrados no SAF 4 (Tabela 1) (Figura 4). Esses resultados devem-se às particularidades e características sociais, culturais, ambientais e os objetivos do agricultor, resultando em vários arranjos e formas de organização espacial e temporal das espécies, influenciando na dinâmica da sucessão vegetal (Moressi et al., 2014).



Figura 4. Vista parcial do Sistema Agroflorestal 4, na Chácara Boa Vista, em Bonito, MS. Fonte: Jaqueline Silva Nascimento.

As espécies *Bixa orellana*, *Trema micrantha*, *Morus nigra*, *Moringa oleifera*, *Zanthoxylum riedelianum*, *Genipa americana*, *Casearia sylvestris*, *Magonia pubescens*, *Copaifera langsdorffii* e *Solanum paniculatum* são algumas das espécies identificadas nos SAFs com potencial medicinal (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Pasa et al. (2005) que estudaram o *C. langsdorffii* na Feira de Caruaru, em Pernambuco, e constataram altos índices de valor de importância como medicinal. No SAF 1 o *H. chrysotrichus* teve maior número de indivíduos, e deve-se ao potencial madeireiro e à beleza cênica que proporciona. A *M. paradisiaca* predominou nos SAFs 2 e 5, com potencial para a produção de alimentos, produção de biomassa e atração à fauna. A *C. nucifera* teve maior número de indivíduos no SAF 3, sendo utilizada para alimentação humana, enquanto a *P. dubium* apresenta-se em maior número de indivíduos no SAF 4, a qual tem funções destacáveis, como a beleza cênica, o bem-estar à família agricultora e a todos que frequentam esses sistemas.

CONCLUSÕES

Os cinco sistemas agroflorestais biodiversos possuem 1488 indivíduos de 136 espécies que proporcionam alternativas de usos múltiplos com potencial medicinal, para fins de alimentação humana, madeira, atratividade à fauna, ornamental, frutífera, produção de semente, apicultura e para adubação verde, representando grande potencial para a melhoria ambiental e da qualidade de vida das famílias agricultoras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida LS, Gama JRV, Oliveira FA, Carvalho JRP, Gonçalves DCM, Araújo GC (2012). Phytosociology and multiple use of forest species in a logged forest in Santo Antonio community, municipality of Santarém, Pará state. *Acta Amazonica*, 42(27): 185-194.
- Almeida LS, Gama JRV (2014). Home gardens: structure, floristic composition and environmental aspects in area of rural settlement in Brazil's Amazon forest. *Ciência Florestal*, 24(4): 1041-1053.
- Alves JM, Gomes SS, Silva DBS, Rocha OS, Roman AI, Raizer J, Junior VVA, Pereira ZV (2015). Uso Múltiplo de Espécies Arbóreas Nativas do Fragmento de Floresta Semidecidual Ribeirinha da Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados. *Cadernos de Agroecologia*, 9(4): 1-10.
- APG (Angiosperm Phylogeny Group) III (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of Linnean Society*, 161(1): 05-121.
- Araújo SAC, Silva TO, Rocha NS, Ortêncio MO (2017). Growing tropical forage legumes in full sun and silvopastoral systems. *Acta Scientiarum*, 39(1): 27-34.
- Batalha Filho H, Miyaki CY (2018). Filogeografia da Mata Atlântica. *Revista da Biologia*, 7(1): 31-34.
- Baptista-Maria MVR, Rodrigues RR, Junior GD, Maria FS, Souza VC (2009). Composição florística de florestas estacionais ribeirinhas no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 23(2): 535-548.
- Botrel RT, Rodrigues LA, Gomes LJ, Carvalho DA, Fontes MAL (2006). Uso da vegetação nativa pela população local no município de Ingaí, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 20(1): 143-156.
- Bueno ML, Resende UM, Ranier TG (2007). Levantamento florístico nas trilhas turísticas da RPPN São Geraldo. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(2): 189-191.
- Carneiro MJ, Danton T (2012). Agricultura e biodiversidade nas Ciências Sociais brasileiras: alimentando a comunicação entre ciência e políticas públicas. *Sociologias*. 14(30): 252-289.
- Carvalho LS, Cerqueira RM, Silva GV (2014). Estoque de carbono em um fragmento de floresta estacional semidecídua no município de Ribeirão Grande, São Paulo. *Bioikos*. 28 (2): 73-85.
- Cerdoura KB, Gardin C (2008). Conhecendo o Município de Bonito, MS através do Olhar de seus Habitantes: Paisagens, Lugares e a Valorização da Experiência. In: Encontro Nacional da Anppas, Brasília, DF. 1-195p.
- Coutinho HLC, Garcez AJS, Gimenes PS, Inácio CT, Seidel ER, Costa Junior ED, Cardoso S, Hernani LC, Mauro RA, Silva MP (2011). *Promoção da transição agroecológica em Bonito, MS* (Projeto GEF Rio Formoso). Embrapa Solos, Documentos, 138(2): 1-21p.

- Duque-Brasil R, Soldati GT, Espírito-Santo MM, Rezende MQ, Ângelo-Neto S, Coelho FMG (2011). Composition, use and conservation of tree species in homegardens of small-scale farmers in the dry forests of northern Minas Gerais, Brazil. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, 11(2): 287-297.
- Fernandes JM, Garcia FCP, Amorozo MCM, Siqueira LC, Marotta CPB, Cardoso IM (2014). Ethnobotany of Leguminosae among agroecological farmers in the Atlantic Forest, Araponga, Minas Gerais, Brazil. *Rodriguésia*, 65(2): 539-554.
- Flora do Brasil em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. [accessed on: 2015 Feb 18]. Available at: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>.
- Froufe LCM, Seoane CES (2011). Levantamento fitossociológico comparativo entre sistema agroflorestal multiestrato e capoeiras como ferramenta para a execução da reserva legal. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 31(67): 203-225.
- Gomes GC, Schiavon EM, Medeiros CAB, Verona LA, Rodrigues PRF (2013). Cinquenta árvores nativas e seus usos na visão do agricultor familiar de base ecológica Nilo Schiavon. Colônia São Manoel, Pelotas-RS. *Cadernos de Agroecologia*, 8(2): 1-6.
- Jeromini TS, Mota LHS, Scalón SPQ, Dresch DM, Scalón LQ (2018). Effects of substrate and water availability on the initial growth of *Alibertia edulis* Rich. *Floresta*, 49(1): 89-98.
- Machado NG, Aquino BG, Neves GAPC (2014). Espécies nativas de plantas frutíferas em uma área de Cerrado em Mato Grosso, Brasil. *Revista Monografias Ambientais*, 13(3): 3306-3315.
- Magalhães JGS, Silva ML, Salles TT, Rego LJS (2014). Economic analysis of the agroforestry systems by using differential equations. *Revista Árvore*, 38(1): 73-79.
- Martinotto FF, Martinotto C, Coelho MFB, Azevedo RAB, Albuquerque MCF (2012). Survival and initial growth of tree species native to the Cerrado intercropped with cassava. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(1): 22-29.
- Martins TP, Ranieri VEL (2014). Sistemas agroflorestais como alternativa para as reservas legais. *Ambiente e Sociedade*, 17(3): 79-96.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente/Brasil) (2008a). *Lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção*. Portaria 6, de 23 de setembro de 2008. Diário Oficial da União, 185 ed. Seção. 200p.
- Montagnini F, Cusack D, Petit B, Kanninen M (2008). Environmental Services of Native Tree Plantations and Agroforestry Systems in Central America. *Journal of Sustainable Forestry*, 21(1): 51-67.
- Moressi M, Padovan MP, Pereira ZV (2014). Seed bank as indicator of restoration in multistrata agroforestry systems in southwestern of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Árvore*, 38(6): 1073-1083.
- Nair PKR (1985). Classification of agroforestry systems. *Agroforestry systems*, 3(1): 97-128.

- Padovan MP, Fernandes SSL, Pereira ZV, Moitinho MR, Matos AT (2011). Fitossociologia do componente arbóreo de um sistema agroflorestral no Município de Ponta Porã, MS. *Cadernos de Agroecologia*, 5(1): 1-5.
- Pasa MC, Soares JJ, Guarim Neto G (2005). Estudo etnobotânico na comunidade de Conceição-Açu (Alto da bacia do rio Aricá Açu, MT, Brasil). *Acta Botanica Brasilica*. 19(2): 195-207.
- Picharillo C, Ogashawara I (2015). Análise multitemporal da expansão turística e os seus reflexos nas mudanças da cobertura do solo do município de Bonito-MS, Brasil. *Boletim de Geografia*, 33(2): 47-59.
- Pinheiro RT, Marcelino DG, Moura DR (2018). Espécies arbóreas de uso múltiplo e sua importância na conservação da biodiversidade nas áreas verdes urbanas de Palmas, Tocantins. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 49(1): 264-282.
- Rech CCC, Silva AC, Higuchi P, Schimalski MB, Pscheidt F, Schmidt AB, Ansolin RD, Bento MA, Missio FF, Loebens R (2015). Evaluation of Forest Restoration in a degraded Permanent Preservation Area in Santa Catarina State, Brazil. *Floresta e Ambiente*, 2(22): 194-203.
- Ruschel AR, Nodari ES, Guerra MP, Nodari RO (2003). Evolução do uso e valorização das espécies madeiráveis da Floresta Estacional Decidual do Alto-Uruguaí, SC. *Ciência Florestal*. 13(1): 167-178.
- Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lumbreras JF, Coelho MR, Almeida JA, Cunha TJF, Oliveira JB (2013). Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p.
- Silva SM, Souza AC, Brito M, Pereira ZV, Fernandes SSL, Padovan MP, Moitinho MR (2015). Sistemas Agroflorestais Diversificados no Cerrado: um estudo de caso no assentamento Lagoa Grande, em Mato Grosso do Sul. *Cadernos de Agroecologia*, 9(4): 1-6.
- Silva SM, Souza AC, Brito M, Pereira ZV, Fernandes SSL, Padovan MP, Moitinho MR (2015). Sistemas Agroflorestais Diversificados no Cerrado: um estudo de caso no assentamento Lagoa Grande, em Mato Grosso do Sul. *Cadernos de Agroecologia*, 9(4): 1-6.
- Somarriva E (1992). Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry Systems*, 19(3): 233-240.
- Souza MCS, Piña-Rodrigues FCM (2013). Evaluation of forest species in agroforestry systems applied to restoration of degraded areas at ombrophylous forest, Paraty, Brazil-RJ. *Revista Árvore*, 37(1): 89-98.

Efeito de extratos vegetais de *Styrax camporum* Pohl. sobre a oviposição de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)

Recebido em: 21/07/2020

Aceito em: 30/07/2020

 10.46420/9786588319147cap9

Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial^{1*} 

Silvana Aparecida de Souza¹ 

Natalia Pereira de Melo¹ 

Rosilda Mara Mussury¹ 

INTRODUÇÃO

Os insetos possuem um ciclo de vida relativamente curto e um número abundante de descendentes, esses atributos favorecem o surgimento de outros indivíduos com diferentes características genéticas, que são, por sua vez, passadas para as próximas gerações (Hemingway; Ranson, 2000). De fato, quando essas alterações acontecem e insetos resistentes surgem, à medida que os insetos suscetíveis morrem, apenas os resistentes sobram, e, estes passam sua bagagem genética adiante, tornando as próximas gerações também resistentes e causando sérios problemas fitossanitários aos produtores rurais (Insect Bye, 2016). Dessa forma, pode-se dizer que a resistência de insetos é um fenômeno calcado em mutações genéticas esporádicas, que afetam as proteínas-alvo dos princípios ativos de pesticidas e/ou seu metabolismo (Li et al., 2007). Tal processo, depende, ainda, de uma alta frequências na aplicação dos inseticidas, resultando na pressão seletiva que leva a resistência (Hemingway; Ranson, 2000).

É nesse sentido que o controle populacional através da redução da oviposição se adequa, pois a maior parte dos inseticidas sintéticos disponíveis no mercado nos dias de hoje atuam por antibiose, isto é, sejam eles mais ou menos tóxicos, suas moléculas causam morte em algum dos estágios do ciclo de vida da espécie, como exemplo, pode-se citar os organofosforados (inibidores das enzimas acetilcolinesterases); organoclorados (interferem nos canais de sódio); e neonicotinóides (abertura dos canais de sódio) (Holan, 1969; Eldefrawi et al., 1982; Coats, 1990; Sucen, 2001; Tomizawa; Casida, 2003).

¹ Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados-Itahum, Km 12, Cidade Universitária, CEP: 79.804-970, Dourados-MS, Brasil.

* Autor de correspondência: bellapadial@hotmail.com

Os inibidores de oviposição atuam por antixenose, causando uma não preferência da praga, e reduzindo, conseqüentemente, sua alimentação, utilização como abrigo ou oviposição. Devido ao seu mecanismo de ação não causar a morte de indivíduos suscetíveis, sua pressão seletiva é muito menor, uma vez que, mesmo que insetos resistentes a repelência surjam, os indivíduos não resistentes continuam aptos a reprodução, passando seus genes adiante e permitindo um equilíbrio ecológico, tornando a redução de oviposição uma forma eficiente de auxiliar no controle à longo prazo e, uma prática mais sustentável.

O número de pesquisas a esse respeito vem crescendo. Segundo Schmutterer (1990), derivados de *Azadirachta indica* A. Juss, no geral, apesar de provocarem a morte de insetos adultos, tem a capacidade de afetar gerações futuras através de uma elevada queda na fecundidade, ou, até mesmo, total esterilidade após altas doses de aplicações. Chen et al. (1996), relataram quedas na oviposição de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) após tratamentos aquosos de frutos de *Melia azedarach* L., constatando que as doses tinham relação direta com a eficiência dos mesmos. Medeiros et al. (2005) obtiveram um efeito deterrente de 100% na oviposição dessa mesma praga, ao testar extratos de folhas de *Tradescantia pallida* Rose.

P. xylostella, chamada popularmente de “traça-das-crucíferas”, é conhecida em todo o mundo pelos graves prejuízos que causa na agricultura. Ela ataca especificamente a família Brassicaceae, o que torna várias ervas daninhas crucíferas hospedeiras importantes, especialmente no início da estação, antes que as culturas cultivadas estejam disponíveis, fazendo com que a praga possua hospedeiros o ano todo. Esse inseto pode chegar a causar danos irreversíveis a produção, além de comprometer o valor comercial dos produtos, uma vez que a presença de larvas em floretes pode resultar em rejeição completa do produto, mesmo que o nível de remoção do tecido vegetal seja insignificante (Capinera, 2008; Capinera, 2015; Irac, 2016).

A *Styrax camporum* Pohl., conhecida popularmente como “cuida do brejo” ou “estoraque do campo” (Lorenzi, 1992), é uma planta muito utilizada na medicina popular para tratar problemas gastrointestinais (Lorenzi, 2002). Além disso, ela é caracterizada por secretar uma resina quando suas cascas e troncos são feridas, esse material foi identificado como uma rica fonte de arilpropanóides e triterpenóides e era amplamente utilizada como um remédio milagroso anti-inflamatório na Ásia e na América (Anil, 1980).

Sendo assim, devido a importância de formas alternativas de controle envolvendo antixenose, bem como a escassez de estudos relacionados a tais impactos através de extratos de *S. camporum*, o trabalho objetiva averiguar as implicações dessa planta sobre a oviposição de *P. xylostella*, quando essa é tratada com extratos hidroalcoólicos e aquosos, provenientes de folhas, em diferentes fases da vida da praga.

MATERIAL E MÉTODOS

CRIAÇÃO DE *P. XYLOSTELLA*

Foram coletadas larvas de *P. xylostella* nas redondezas de Dourados e Itaporã, Mato Grosso do Sul, que foram reproduzidas em ambiente de laboratório. Toda a criação foi mantida no Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP), prédio LPACA, da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), situado na unidade 2 da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) (Figura 1).

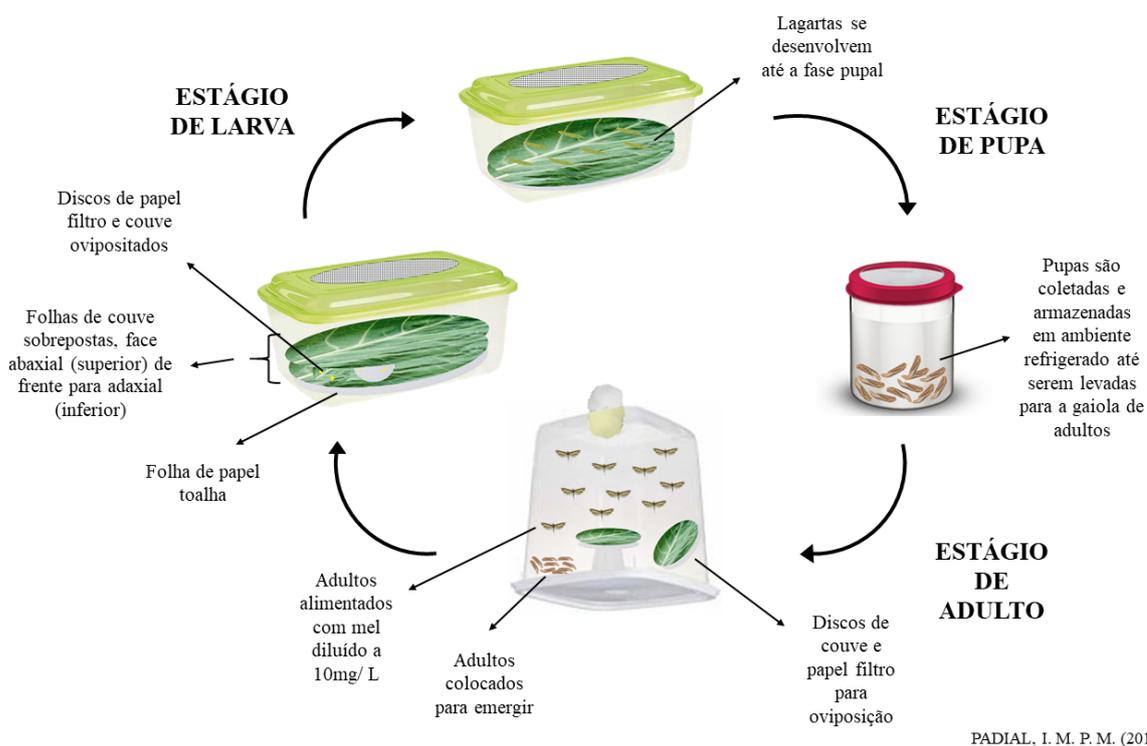


Figura 1. Metodologia de criação de *P. xylostella* em laboratório à $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 horas. Fonte: Padial et al. (2019).

Para a criação dos adultos utilizaram-se gaiolas de plástico (9 x 19 x 19 cm), onde os adultos foram alimentados com a mel à 10 mg mL^{-1} , a partir de algodões embebidos na solução. Nessa mesma gaiola, foram adicionados discos de papel filtro e, discos de couve sobre eles (ambos com 4 cm^2 de Ø), para que fossem realizadas as posturas dos ovos.

Após a postura, esses discos foram transferidos para outro recipiente de plástico (30 x 15 x 12 cm), onde as lagartas permaneciam desde a eclosão até fase de pupa, alimentadas com folhas de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) higienizadas com hipoclorito de sódio. As folhas de couve ficavam sobrepostas uma sobre a outra, uma ficava com a face abaxial voltada para cima (folha onde serão colocadas as larvas) e a outra folha com a face abaxial voltada para baixo. A folha que apresentava a

face abaxial voltada para cima foi substituída por uma nova todos os dias, e, aquela que apresentava a face abaxial voltada para baixo ocupava seu lugar.

Após o início do estágio de pupa, elas foram removidas dos recipientes de plástico e levadas novamente para as gaiolas de adultos. Todo o processo de manutenção da criação foi realizado diariamente e mantido em temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS HIDROALCOÓLICOS E AQUOSOS

O material vegetal foi recolhido no assentamento Lagoa Grande em Itahum $22^\circ 05'S$ e $55^\circ 15'W$, Mato Grosso do Sul. As folhas foram destacadas, foi feita a higienização do material e ele foi levado para secar em uma estufa de circulação forçada de ar, à 45°C , por três dias. O material seco foi triturado em um moinho de facas, colocado em potes de plástico e, armazenado sob proteção de luz e umidade.

Para a confecção do extrato hidroalcoólico, o pó vegetal passou por maceração hidro-etanólica (35:65, v/v), contendo 100 g em 1000 mL de solução, ele foi agitado a cada dois dias. O extrato foi filtrado em intervalos de tempo aleatórios por cerca de um mês e meio. Durante cada filtragem, mais 1000 mL da solução hidroalcoólica foram adicionadas. Por fim, o extrato foi levado para um evaporador à 45°C sob condições controladas. Depois de concentrado, o produto obtido foi ressuspensão em água destilada para que se obtivesse a concentração de 1%.

Para a confecção do extrato aquoso, o pó foi utilizado para fazer o extrato botânico a uma concentração de 4 g/40 mL (10%) através da técnica de maceração, usando-se água destilada. Após a confecção do extrato, ele foi armazenado em ambiente refrigerado por 24 horas e utilizado em seguida, sendo previamente filtrado por tecido voal. O mesmo processo de confecção foi realizado todos dias durante o tempo do experimento, obtendo-se um extrato de 24 horas.

Usaram-se as instalações da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul e da unidade 2 da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul para que os extratos fossem feitos.

TESTE COM EXTRATOS AQUOSOS E HIDROALCOÓLICOS EM *P. XYLOSTELLA*

Foram realizados 3 tratamentos, sendo que 2 foram das espécies vegetais e um era o controle, realizado com água destilada.

No tratamento aquoso os adultos foram expostos ao extrato apenas na fase adulta. No tratamento hidroalcoólico, as larvas foram alimentadas com o extrato na fase imatura e observou-se os efeitos percussores dessa alimentação na fase adulta. A oviposição de todos os tratamentos foi

contabilizada durante os 4 primeiros dias de oviposição. Os parâmetros avaliados foram: número de ovos e número de lagartas.

Para o tratamento aquoso (Figura 2), foram sexados e individualizados 10 casais de mariposas, com até 24 horas, em gaiolas de plástico contendo um disco de papel filtro e um disco de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*). As mariposas foram alimentadas com algodão embebido em uma solução de mel a uma concentração de 10 mg mL⁻¹. Os discos contendo ovos foram retirados diariamente, armazenados em placas de Petri e tampados com papel filtro, sendo que, a contagem de ovos foi realizada durante os 4 primeiros dias de oviposição do casal e a de lagartas 2 duas vezes, 4 e 5 dias após a oviposição.

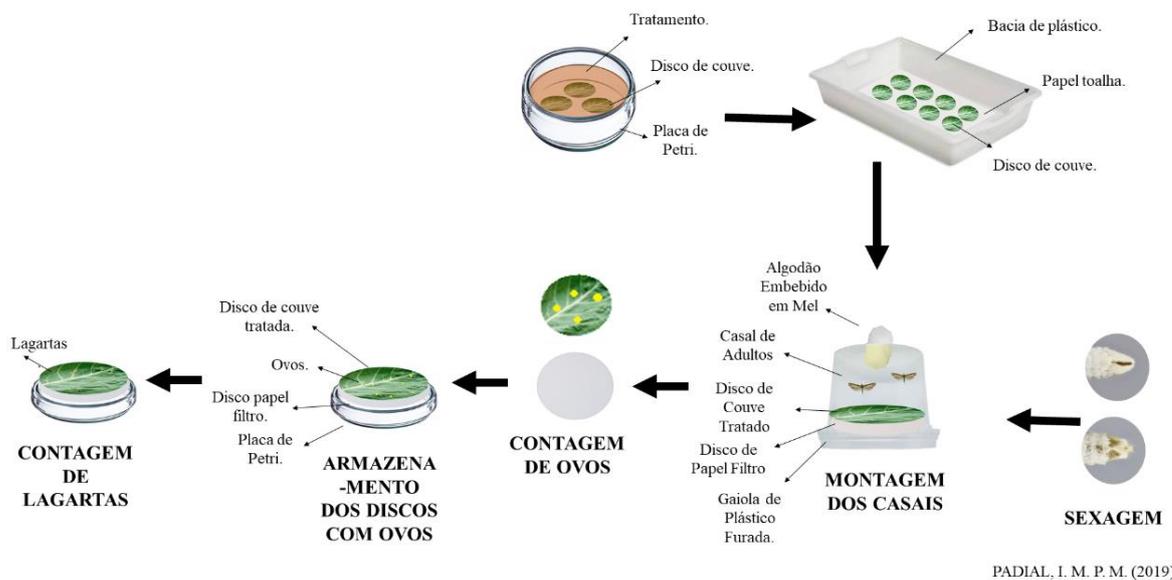
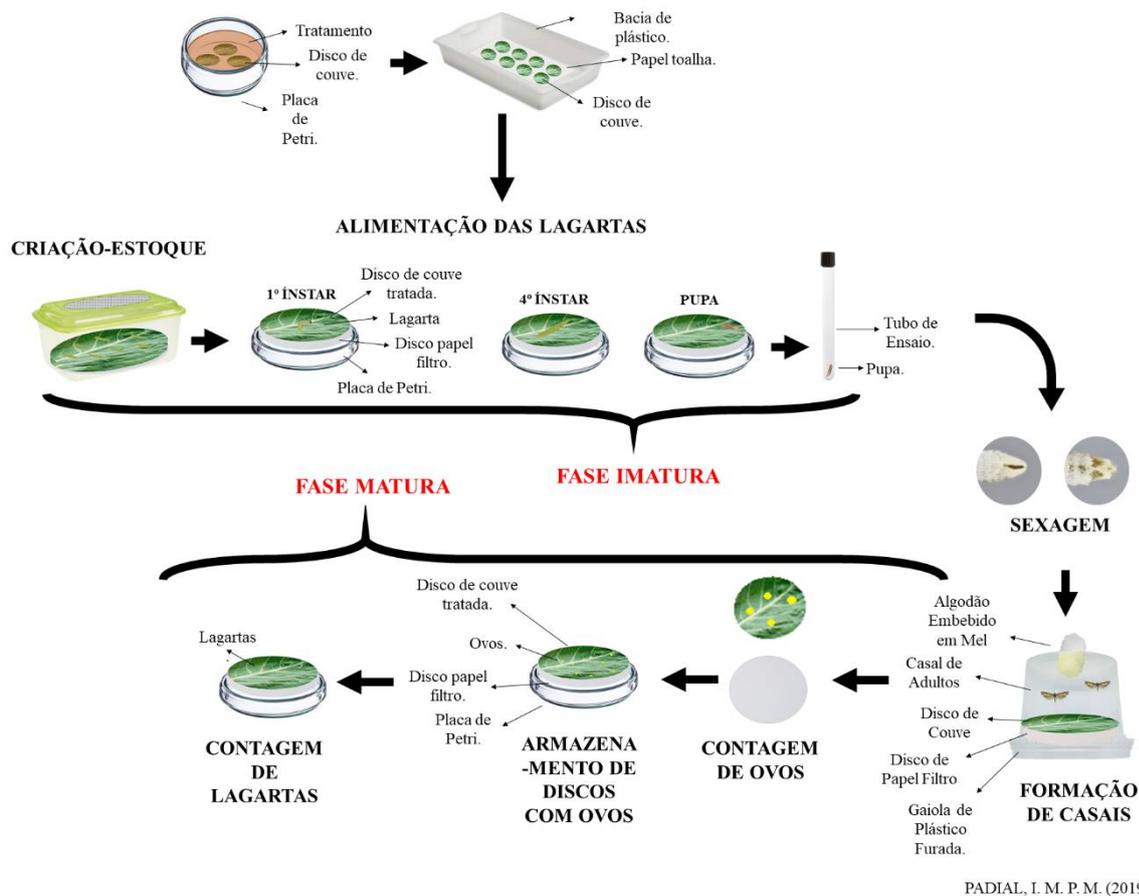


Figura 2. Metodologia utilizada para experimentos de oviposição de *P. xylostella* com extratos aquosos de *S. camporum*. Condições controladas de laboratório, 25 ± 1 °C, umidade relativa 70 ± 5% e fotoperíodo de 12 horas. Fonte: imagem feita pelos autores.

O tratamento controle consistiu nos mesmos processos, no entanto, os discos de couve eram umedecidos com água destilada, a fase imatura das mariposas foi alimentada com couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) higienizada em 5 repetições.

Para o tratamento hidroalcoólico (Figura 3), larvas neonatas foram colocadas individualmente dentro de placas de Petri (5 cm Ø), com um disco de papel de filtro umedecido e um disco de couve (cada um com 4 cm² Ø), que foi submergido em extrato hidroalcoólico durante 1 minuto e colocada para secar naturalmente. Tampava-se as placas de Petri com papel filme contendo pequenos furos e, trocava-se o disco de couve do dia anterior. As lagartas foram mantidas nas placas de Petri até a fase pupal e então transferidas para tubos de ensaio tampados com algodão até a emergência dos adultos, então sexados. Com os adultos sexados, foram montados 10 casais, seguindo-se a mesma metodologia aplicada para a montagem dos casais utilizados para o controle.



PADIAL, I. M. P. M. (2019)

Figura 3. Metodologia utilizada para experimentos de oviposição de *P. xylostella* com extratos hidroalcoólicos de *S. camporum*. Condições controladas de laboratório, 25 ± 1 °C, umidade relativa $70 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 horas. Fonte: imagem feita pelos autores.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com número diferente de repetições, sendo 10 repetições para os extratos aquosos e hidroalcoólicos e 5 repetições para o tratamento controle. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando-se o programa Sisvar (Ferreira, 2019). Os dados não normais foram transformados para $(X + 0,5)^{0,5}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ambos os extratos diferiram estatisticamente do controle em pelo menos um dos parâmetros avaliados, afetando diretamente as populações de *P. xylostella* tratadas (Tabela 1). O número de ovos foi a característica mais afetada pelos extratos, tendo sido reduzida nos dois tratamentos, em quantidades consideravelmente distintas para cada uma das condições avaliadas.

Tabela 1. Médio do número de ovos e de lagartas eclodidas de *P. xylostella* quanto tratadas por extratos hidroalcoólicos e aquosos de *S. camporum* (25 ± 2 °C; 70 ± 5 UR; 12h fotofase). Fonte: Os autores.

Tratamento	Número de Ovos	Número de Lagartas
E. Hidroalcoólico	136,90 \pm 42,68 b n = 10	97,40 \pm 58,19 ab n = 10
E. Aquoso	61,00 \pm 54,17 c n = 10	37,60 \pm 39,10 b n = 10
Controle	216,90 \pm 68,42 a n = 5	110,10 \pm 68,87 a n = 5
C.V. (%)	26,70	47,48

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; n = a número de casais.

Quando o casal foi alimentado por extratos hidroalcoólicos observou-se queda de cerca de 80 ovos por casal, representando 36% na oviposição das fêmeas quando comparado ao controle. O tratamento que provocou maior redução na quantidade de ovos foi o aquoso, exposto diretamente aos casais, este, acarretou em uma diminuição de aproximadamente 155 ovos por fêmea, ou seja, uma supressão de 71% no total do número de ovos contabilizados por casal sadio.

O número de lagartas eclodidas não diferiu estatisticamente do controle, quando comparou-se com os resultados obtidos dos extratos hidroalcoólicos, provocando uma redução de apenas 11% na nova geração (13 lagartas por casal). O único tratamento que diferiu estatisticamente em relação ao número de lagartas eclodidas foi o aquoso, diminuindo em média, 72 lagartas por casal, ou seja, uma queda total de 65% na população inicial de lagartas da geração F1. A Figura 4, representa graficamente a diferença de atuação de cada tratamento, sendo possível notar, que em todos os parâmetros, as condições de aplicação dos extratos aquosos provocaram uma redução quantitativa muito superior aos outros tratamentos.

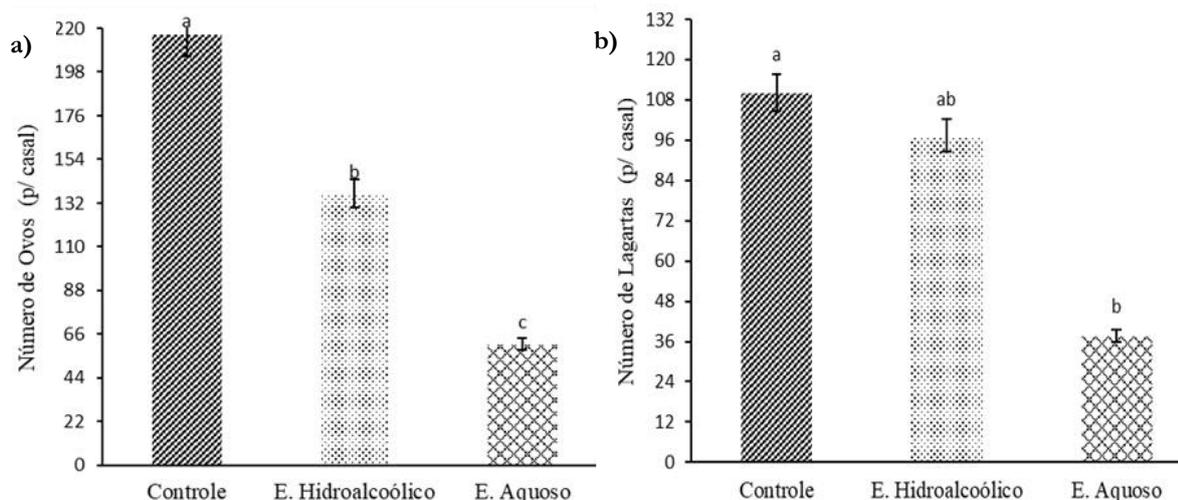


Figura 4. Média do número de ovos ovipositados (a); número de lagartas eclodidas (b), de *P. xylostella* por extratos hidroalcoólicos e aquosos de *S. camporum*. Fonte: os autores.

Foi observado que houve uma queda acentuada na quantidade de ovos no tratamento aquoso sobre *P. xylostella*, isso pode ter decorrido pelo fato de os estímulos visuais serem pouco eficientes no que se refere a atratividade de potenciais hospedeiros para oviposição das fêmeas adultas, necessitando estas de odores para a localização (Pivnick et al., 1994). Essa hipótese é reforçada por Mordue e Blackwell (1993), ao argumentarem que, tarsos e a probóscide são os quimiorreceptores fundamentais dos lepidópteros, responsáveis pelos estímulos sensitivos, principal método de escolha do substrato para oviposição.

Isso seria uma explicação para a localização do substrato para postura das mariposas, o que esclarece os resultados obtidos no experimento, podendo servir como uma explicação para que os extratos aquosos tenham obtido um menor número de ovos do que os outros tratamentos, onde as mariposas não foram expostas diretamente aos metabólitos secundários do extrato de *S. camporum*. Os compostos voláteis do extrato aquoso podem ter provocado irritabilidade na fêmea, que, entrando em contato com o substrato, apresentou resistência para postura de ovos.

Em testes com chance de escolha o inseto está livre para optar qual substrato é o mais adequado na alimentação ou postura dos ovos, já em testes sem chance de escolha, há uma quebra de resistência, uma vez que, por necessidade de exercer seus hábitos naturais, ele acaba por colocar o mesmo número de ovos que colocaria naturalmente, por exemplo (Lara, 1991). Porém, é importante notar que, apesar de uma possível quebra de resistência, a exposição das mariposas ao extrato, ainda sim, foi a que apresentou maior diferença estatística do controle.

A mortalidade das lagartas, por outro lado, diferiu estatisticamente apenas quando as mariposas foram expostas diretamente aos extratos; os ovos dos lepidópteros tendem a possuir uma camada lipídica ou cerosa, tal estrutura é capaz de absorver e reter substâncias tóxicas, impedindo que elas

cheguem ao embrião, sendo ela, um dos possíveis motivos para a baixa ação ovicida (Smith; Salkeld, 1966). Porém, essa mesma camada se dissolve próximo ao momento da eclosão da larva, além disso, Torres et. al. (2006), relata o descobrimento de um conjunto de três microporos de 0,8 μm , responsáveis pelas trocas gasosas do embrião, nas extremidades dos ovos de *P. xylostella*. Seus ovos, também foram descritos com uma textura rugosa no córion, favorável a aderência de extratos vegetais, mantendo-os fixados na superfície do ovo e podendo matar o embrião ou lagarta neonata. Esses dois últimos fatores indicam uma possível morte pós-embriônica, causada pelo contato direto do embrião com o extrato, que sofre intoxicação. Também é importante notar que, uma queda na fecundidade das mariposas, apesar de afetar o número de gametas produzidos, não afetaria, necessariamente, sua viabilidade.

Dentre os polifenóis, o grupo dos flavonoides é recorrente em pesquisas que constata queda de desempenho sexual na fase adulta, estas substâncias, estando presentes nos extratos aquosos, ao evaporarem, podem ter entrado em contato com receptores químicos das mariposas e indicado um lugar pouco propício para a oviposição. Uma menor quantidade no número de ovos e sua respectiva viabilidade afeta a quantidade de indivíduos da próxima geração, logo, ao afetar o número de lagartas presentes, pode-se reduzir os danos causados pela praga (Maroneze; Gallegos, 2009).

Sendo esta, uma pesquisa pioneira, ainda não é possível afirmar quais foram as substâncias que, de fato, atuam sobre a redução do desempenho natural de *P. xylostella*, contudo, simulando o pior cenário à campo (média de 160 ovos por casal; razão sexual 1:1; 100% dos indivíduos sadios prosperam), é possível perceber, na prática, a eficiência do controle populacional através da redução da oviposição, em uma situação onde eles seriam tratados com os extratos aquosos de *S. camporum* e, cada geração que surgisse sofreria uma redução de 71% no número de ovos ovipositados.

No exemplo abaixo (Tabela 2), a população obtida na 3ª geração de indivíduos tratados representa apenas 2,53% do que ela poderia ser; já na 5ª geração, esse valor cai pra 0,22% e, na 8ª geração, a diferença se torna abruptamente maior, uma vez que houve uma redução superior a 99,99% da população original. Essa simulação demonstra não apenas a aplicabilidade que essa alternativa poderia trazer, mas também, o potencial que os extratos de *S. camporum* refletem e como seus efeitos podem ser multiplicados a medida que várias aplicações são feitas com o passar das linhagens.

Tabela 2. Número de indivíduos por geração em condições simuladas de campo, do pior cenário possível e de uma plantação tratada com os extratos aquosos. Fonte: os autores.

Gerações	Pior cenário (n° de indivíduos)	Tratamento (n° de indivíduos)
Parental	2	2
1ª geração	160	70,4
2ª geração	12800	2478,08
3ª geração	1024000	87228,416
4ª geração	81920000	3070440,243
5ª geração	6553600000	108079496,6
6ª geração	5,24288E+11	3804398279
7ª geração	4,1943E+13	1,33915E+11
8ª geração	3,35544E+15	4,7138E+12

* $n = (Y / 2) \times Z$; onde: Y = n° total de indivíduos da geração; Z = n° de ovos por fêmea ((71% menor para plantações tratadas).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anil H (1980). Four benzofuran glycosides from *Styrax officinalis*. *Phytochemistry*, 19: 2784-2786.
- Capinera JL (2008). *Encyclopedia of Entomology*. 2 ed. Editora: Springer, Gainesville. 4346p.
- Capinera, JL (2015). Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Insecta: Lepidoptera: Plutellidae). *IFAS Extension*, 119: 1-4.
- Chen C, Chang S, Cheng L, Hou RF (1996). Deterrent effect of the chinaberry extract on oviposition of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lep. Yponomeutidae). *Journal of Applied Entomology*, 120: 165-169.
- Coats JR (1990). Mechanisms of toxic action and structure- activity relationships for organochlorine and synthetic pyrethroid insecticides. *Environmental Health*, 87: 255-262.
- Eldefrawi AT, Mansour N, Eldefrawi ME (1982). Insecticides affecting acetylcholine receptor interactions. *Pharmacology & Therapeutics*, 16: 45-65.
- Ferreira DF (2019). Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4): 529-535.
- Hemingway J, Ranson H (2000). Insecticide Resistance in Insect Vectors of Human Disease. *Annual Review of Entomology*, 45: 371-391.

- Holan G (1969). New halocyclopropane insecticides and the mode of action of DDT. *Nature*. 221: 1025-1029.
- Insect Bye (2016). *Insetos resistentes a inseticidas: saiba mais*. Disponível em: <<https://www.insectbye.com.br/insetos-resistentes-a-inseticidas/>>.
- Irac-br (2016). Comitê Brasileiro de Ação à resistência a inseticidas. Disponível em: <<http://www.irac-br.org/#!Traçadascrucíferas-consegue-detectar-a-presença-deinseticidas-naplanta/csfb/56e9a0390cf2d686649c7abd>>.
- Lara FM (1991). *Princípios de resistência de plantas a insetos*. Editora: Ícone, São Paulo. 336p.
- Li X, Schuler MA, Berenbaum MR (2007). Molecular mechanisms of metabolic resistance to synthetic and natural xenobiotics. *Annual Review of Entomology*, 52: 231-253.
- Lorenzi H (1992). *Árvores brasileiras: manual de cultivo e identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Editora: Plantarum, Nova Odessa. 385p.
- Lorenzi H (2002). *Árvore Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2 ed. Editora: Plantarum, Nova Odessa. 385p.
- Maroneze DM, Gallegos DMN (2009). Efeito de extrato aquoso de *Melia azedarach* no desenvolvimento das fases imatura e reprodutiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). *Semina: Ciências Agrárias*, 30(3): 537-550.
- Medeiros CAM, Boiça Junior AL, Torres ALT (2005). Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traça-das-crucíferas em couve. *Bragantia*, 64(4): 227-232.
- Mordue AJ, Blackwell A (1993). *Azadirachtin*: an update. *Journal of Insect Physiology*, 30(19): 903-924.
- Padial IMPM, de Souza AS, Ferreira EA, de Melo NP, de Oliveira GS, Mauad M, Mussury RM (2019). Extrato aquoso de *Styrax camporum* Pohl. (Styracaceae) afeta fase larval e pupal de traça-das-crucíferas. In: Silva-Matos RRS, Oliveira ARF, Cordeiro KV (Eds.). *A Transformação da Agronomia e o Perfil do Novo Profissional*. Ponta Grossa: Atena Editora, 1(5): 33-42.
- Pivnick KA, Jarvis BJ, Slater GP (1994). Identification of olfactory cues used in host-plant finding by diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Chemical Ecology*, 20(7): 1407-1427.
- Schmutterer H (1990). Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 35: 217-297.
- SUCEN - Superintendência de Controle de Epidemias (2001). Segurança em controle químico de vetores. Disponível em: <http://www.sucen.sp.gov.br/saude_trabalhador/texto_seguranca_e_controle_quimico.htm>.
- Smith EH, Salkeld EH (1966). The use and action of ovicides. *Annual Review of Entomology*, 11: 331-368.

- Tomizawa M, Casida, JE (2003). Selective toxicity of neonicotinoids attributable to specificity of insect and mammalian nicotinic receptors. *Annual Review of Entomology*, 48: 339-364.
- Torres AL, Júnior ALB, Medeiros CAM, Barros R (2006). Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. *Fitossanidade*, 65(3): 447-457.

Extrato aquoso de *Simarouba versicolor* A. St-Hill (Simaroubaceae) afeta a oviposição de traça-das-crucíferas

Recebido em: 21/07/2020

Aceito em: 30/07/2020

 10.46420/9786588319147cap10

Silvana Aparecida de Souza^{1*} 

Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial² 

Eliana Aparecida Ferreira¹ 

Alberto Domingues² 

Rosilda Mara Mussury¹ 

INTRODUÇÃO

Segundo Gleissman (2009), a agroecologia “proporciona o conhecimento e a metodologia necessários para desenvolver uma agricultura que é ambientalmente consistente, altamente produtiva e economicamente viável”. Dessa forma, essa ciência emprega um conjunto de técnicas modernas de ecologia, buscando conservar os recursos da agricultura tradicional local. Dentro dos seus princípios, está a priorização da biodiversidade e da utilização integrada de vários recursos naturais, visando a sustentabilidade de todo o agroecossistema e o uso de conhecimentos tradicionais, permitindo, dessa forma, a manutenção da agricultura familiar no campo e a conservação do solo, água, vegetação e outros recursos (Santos et al., 2014; Nodari; Guerra, 2015).

Nesse sentido, o uso de mais de uma forma de manejo de pragas, combinando-as, pode, além de melhorar seus efeitos, aumentar o número de insetos-pragas dentro do alcance do método de controle, bem como afetar o inseto em vários estágios de desenvolvimento. Tem-se como exemplo o uso combinado de inseticidas botânicos junto a inseticidas biológicos, onde,

¹ Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados (UFGD), Rodovia Dourados – Itahum, Km 12 – Cidade Universitária, Cx. Postal 533, CEP: 79804-970, Mato Grosso do Sul, Brasil.

² Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados (UFGD), Rodovia Dourados – Itahum, Km 12 – Cidade Universitária, Cx. Postal 533, CEP: 79804-970, Mato Grosso do Sul, Brasil.

* Autor de correspondência: silvanaadesouza@gmail.com

os pesticidas botânicos dificultam o desenvolvimento da praga, deixando-as mais vulneráveis ao uso de controle biológico, potencializando-o (Ansari et al., 2012; Raja, 2013; Wezel et al., 2014; Ezhil Vendan, 2016).

O estudo do controle de pragas agrícolas através de inseticidas botânicos tem crescido exponencialmente nos últimos anos e muitos laboratórios tem intensificado esforços para isolar compostos de óleos essenciais (Grumezescu, 2017). Sendo assim, no intuito de reduzir os efeitos de agroquímicos no meio ambiente e no ser humano, inseticidas botânicos podem ser utilizados de forma complementar ou alternativa a outras práticas de manejo, cujo uma das principais vantagens é seu amplo espectro de ação, controlando diferentes insetos-pragas (Kathrina; Antonio, 2004; Archana, 2014; Pavela; Benelli, 2016). Podemos citar o exemplo de algumas regiões do Zimbábue e da Uganda, onde, até 2016, 100% utilizava ou já havia utilizado algum tipo de inseticida botânico (Nyirenda et al., 2011; Makaza; Mabhegedhe, 2016).

Entretanto, algumas questões devem ser resolvidas antes que seu uso possa ser levado à campo, como a baixa solubilidade de extratos aquosos, alta taxa de volatilização e a oxidação do mesmo ao ser exposto ao meio ambiente (Regnault-Roger et al., 2012; Pavela; Benelli, 2016). Esse tipo de problema leva a necessidade de mais estudos nessa área especialmente sobre a oviposição do inseto.

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), mais conhecida popularmente como “Traça-das-crucíferas”, é uma das pragas que mais causa danos e perdas as plantações de crucíferas ao redor mundo (Furlong et al., 2013), provocando um menor crescimento da planta e, conseqüentemente, quedas drásticas na produção (Zaluck et al., 2012). No entanto, atualmente, a principal forma de controle para essa praga ainda consiste no uso de pesticidas químicos, que podem ser prejudiciais ao meio ambiente e a saúde humana. O uso desregrado de inseticidas químicos, unido a alta elasticidade genética de *P. xylostella* aumentaram a necessidade de métodos alternativos eficientes para o controle como o uso de inseticidas botânicos e controle biológico (Cardoso et al., 2010).

A família Simaroubaceae com mais de 132 gêneros descritos, é caracterizada pela presença de compostos amargos responsáveis por suas propriedades farmacêuticas (Fernando; Quinn, 1992; Muhammad et al., 2004). Em estudos fitoquímicos, verificou-se que a família possui inúmeros metabólitos secundários, dentre eles quassinoides, triterpenos, alcaloides, esteroides, flavonoides, cumarinas e entre outros compostos (Barbosa et al., 2011) previamente descritos com ação inseticida (Gazzoni et al., 1997; Peres et al., 2017; Souza et al., 2019). Os quassinoides são considerados marcadores taxonômicos de Simaroubaceae, uma vez que dentre os compostos presentes da família os quassinoides aparecem em maior quantidade e a síntese deste composto é quase exclusiva (Saraiva et al., 2006; Almeida et al., 2007).

O gênero *Simarouba*, compõe seis espécies (Clayton, 2011), e destas, apenas duas existem no Brasil: *Simarouba amara* Aubl. e *Simarouba versicolor* A. St.-Hil (Devecchi; Pirani, 2016). A *S. versicolor* conhecida popularmente como “mata cachorro” pode ser encontrada em várias regiões do Estado de Mato Grosso do Sul (Carvalho et al., 2013) e a espécie, devido a sua composição química, possui alto potencial inseticida (Arriaga et al., 2002). Diante da necessidade, cada vez mais latente, de formas de controle e de produção agrícola mais amigáveis ao meio ambiente, bem como, da falta de estudos elucidando a forma de atuação de extratos botânicos, o objetivo deste trabalho foi avaliar a bioatividade de extratos aquosos de *Simarouba versicolor* em diferentes concentrações sobre a oviposição de *Plutella xylostella*.

MATERIAL E MÉTODOS

OBTENÇÃO DOS EXTRATOS AQUOSOS DE *SIMAROUBA VERSICOLOR*

As folhas de *Simarouba versicolor* foram coletadas no Sítio Pousada das Abelhas, município de Campo Grande – MS (21°13'28" S, longitude de 54° 11' 28" W e 437 m de altitude), das 7 às 9 horas. Posterior a coleta, as folhas foram previamente higienizadas em água corrente e foram secas em estufa de circulação forçada de ar durante 72 horas à 45°C até que estivessem completamente secas. Por fim, as folhas secas foram trituradas em moinho industrial até a obtenção de um pó fino que foi armazenado sob proteção de umidade e luz.

Para a obtenção dos extratos aquosos foi utilizado a técnica de maceração, onde utilizou-se 3g em 30 ml de água destilada, 1,5 g em 30 ml e 0,3g em 30 ml para a obtenção de extratos aquosos nas concentrações de 10g/ml, 5g/ml e 1g/ml, respectivamente. As soluções ficaram em repouso durante 24 horas em ambiente refrigerado e posteriormente foram filtradas com o auxílio do tecido Voil.

EXPERIMENTO DE OVIPOSIÇÃO SEM CHANCE DE ESCOLHA (CONFINAMENTO)

As pupas utilizadas no experimento de oviposição sem chance de escolha (confinamento) foram retiradas da criação/estoque do Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), sob condições constantes de temperatura ($25\pm 1^\circ\text{C}$), umidade ($70\%\pm 5\%$) e fotoperíodo (12 h). As pupas foram individualizadas em tubos de ensaios, onde permaneceram até a emergência dos adultos. Após a identificação do sexo, através do dimorfismo sexual presente nos adultos de *P. xylostella* (Figura 1), foram transferidos para gaiolas plásticas transparentes um casal com até 12 horas de idade e permaneceram lá durante quatro dias para oviposição, sendo alimentados com uma solução de mel diluído a 10%.



Figura 1. Dimorfismo sexual presente em adultos de *P. xylostella*. A) Visão dorsal da fêmea. B) Visão frontal da fêmea. C) Visão dorsal do macho. D) Visão frontal do macho. Fonte: Souza et al., (2017).

Cada gaiola conteve um disco de couve, anteriormente imerso em seu respectivo tratamento sob um disco de papel filtro umedecido e este conjunto foi trocado diariamente. O número de ovos foi contabilizado em cada tratamento com 24, 48, 72 e 96 horas. Para a testemunha utilizou-se discos de couve imersos em água destilada (Figura 2).

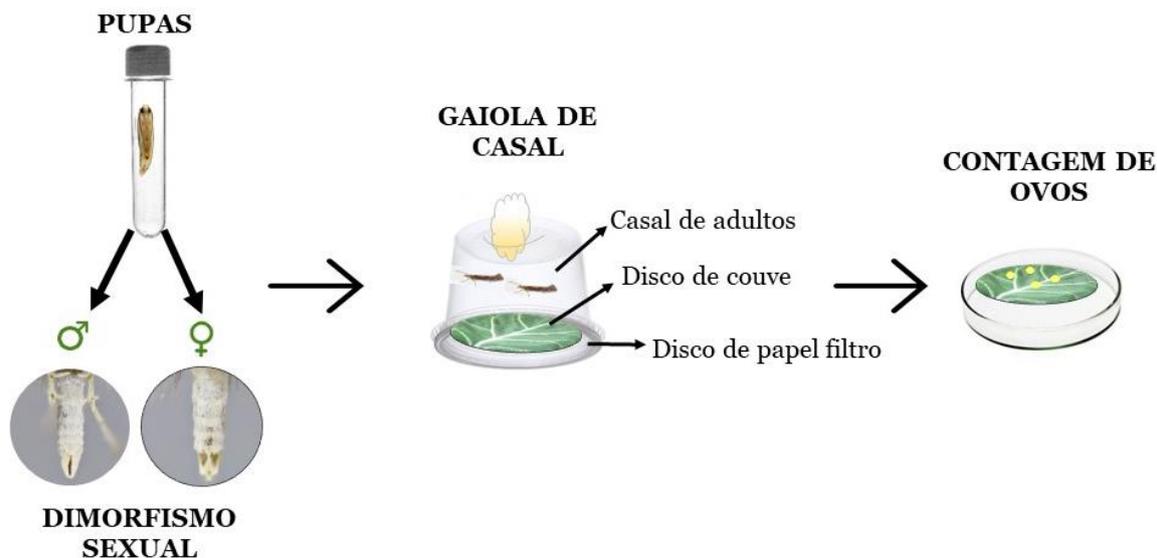


Figura 2. Metodologia utilizada para avaliar o efeito dos extratos aquosos de *Simarouba versicolor* sobre *Plutella xylostella*. Fonte: Adaptado de Matias et al., (2017).

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições. As médias foram comparadas pelo Teste de Kruskal Wallis a 5% de probabilidade. Para a análise estatística foi utilizado o programa R Development Core Team (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os extratos em suas três concentrações diferiram significativamente do controle ($H=22,667$; $p<0,0001$), reduzindo drasticamente a oviposição das fêmeas de *P. xylostella* (Tabela 1). Foi possível notar que quanto maior a concentração, maior a redução no número de ovos.

O extrato aquoso de *S. versicolor* na concentração de 10% reduziu o número de ovos em 75,66% quando comparado ao controle, enquanto o extrato na concentração de 5% e 1% reduziram a quantidade de ovos em 74,22% e 62,22% quando comparado ao controle, respectivamente.

Observa-se que, além de as proporções de redução para cada tratamento serem muito próximas entre si, não houve diferença significativa entre as concentrações dos extratos aquosos, isso significa que independente de qual concentração for utilizada todas serão efetivas na redução da oviposição. Permitindo que o produtor utilize uma menor quantidade de material bruto para obter o mesmo resultado final.

Tabela 1. Média do número de ovos de *Plutella xylostella* tratadas com extrato aquoso *Simaruba versicolor* ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; 70 ± 5 UR; 12h fotofase).

Tratamentos	Número de ovos
Controle	229,2 \pm 15.02 a n= 10
<i>S. versicolor</i> 10%	55,8 \pm 13.15 b n= 10
<i>S. versicolor</i> 5%	59,1 \pm 15.43 b n=10
<i>S. versicolor</i> 1%	86,6 \pm 17.18 b n=10

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância a 5% de probabilidade quando comparadas pelo Teste de Kruskal Wallis. n=número de repetições.

Os insetos pertencentes a ordem Lepidoptera com hábitos fitófagos geralmente escolhem seu hospedeiro para depositar os ovos através de pistas semioquímicas. Este processo abrange uma sequência comportamental do inseto como busca, orientação, encontro, pouso, avaliação da superfície e por fim a aceitação (Renwick; Chew, 1994). Contudo os extratos vegetais podem atuar confundindo a fêmea e interferindo na fase de avaliação e aceitação, através da antixenose. Antixenose é representada pelas defesas físicas, químicas ou fisiológicas de uma planta, atuando negativamente sobre o inseto alterando seu comportamento durante o processo de seleção do hospedeiro, fazendo com que uma espécie vegetal seja menos utilizada para oviposição, alimentação ou abrigo que outra em mesma condição (Panda; Khush, 1995).

De acordo com Lara (1991), experimentos sem chance de escolha forçam o inseto a ir contra seus instintos e executar algumas de suas funções básicas, mesmo que as considere impróprias naquele momento, havendo uma “quebra de resistência”, como comer uma planta contaminada ou ovipositar em um hospedeiro inadequado. Mesmo assim, vemos a rejeição ao extrato de *S. versicolor* foi tão alta, que mesmo sem haverem outras opções, o inseto preferiu não ovipositar, reduzindo drasticamente o número de indivíduos da próxima geração.

A redução no número de ovos depositados na couve tratada indica uma redução futura da população e conseqüentemente, diminuição dos danos causados. Esse fato é muito importante no plano de manejo para *P. xylostella*, uma vez que a lagarta de primeiro instar possui hábito minador, ou seja, se alimenta do parênquima foliar até o segundo instar dificultando as ações de controle da praga durante a fase imatura.

De acordo com Isman (2002) entende-se por compostos deterrentes os aleloquímicos encontrados em inúmeros vegetais que interferem no comportamento do inseto, inibindo a oviposição

ou a alimentação. Entre os compostos deterrentes previamente descritos temos o grupo dos alcaloides, flavonoides, terpenoides e fenóis (Fraizer, 1986; Smith, 2005). Em estudos prévios sobre a composição química de *S. versicolor* notou-se a presença de quassinoides, triterpenoides, flavonoides, saponinas, alcaloides, compostos fenólicos (Arriaga et al., 2002; Govindaraju et al., 2009). Os alcaloides atuam diretamente no sistema nervoso, afetando o receptor chave de acetilcolina (Tomizawa; Casida, 2005).

No trabalho realizado por (Salunke et al., 2005) verificou-se que flavonoides como rutina e quercetina danosos para adultos de *Callosobruchus chinensis* (Linnaeus) (Coleoptera: Bruchidae) podem causar mortalidade acima de 80% e reduzir a oviposição. Castro et al., (2010), analisando os efeitos de extratos aquosos das folhas *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae) sobre *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) constataram inibição na oviposição. Os autores relataram que o efeito deterrente encontrado foi devido a presença de saponinas nos extratos aquosos. Daido et al. (1992) testaram os efeitos de 16 quassinoides sobre lagartas de terceiro instar de *P. xylostella* e os autores verificaram que além de causar alta taxa de mortalidade, os quassinoides possuem efeito fagodeterrentes.

Especificamente para *P. xylostella*, Peres et al. (2017) observou que espécies de *Alibertia intermedia* e *A. sessilis* apresentaram os flavonoides rutina e quercetina, modificando o ciclo de vida do inseto com aumento da duração do estágio larval e redução do estágio pupal, peso e fecundidade pupal. A rutina contribui para a proteção das plantas devido à sua ação anti-alimentação contra Lepidoptera (Tavares et al., 2014), prolongam o ciclo larval e causam mortalidade quando adicionadas à dieta (Piubelli et al., 2006; Hoffmann-Campo et al., 2006). Além disso reduzem o crescimento e o peso larval e pupal (Stamp; Skrobola, 1993), diminui a sobrevivência pupal (Silva et al., 2016), bloqueia a alimentação e inibi a digestão e a formação de radicais livres (Appel, 1993).

Os extratos aquosos de *Simarouba versicolor* em diferentes concentrações atuaram inibindo a oviposição de *Plutella xylostella*, reduzindo em média 70,7% o número de ovos quando comparado ao controle. Saber quais os efeitos e como os inseticidas botânicos agem sobre a oviposição é uma ferramenta de extrema importância no Manejo Integrado de Pragas, uma vez que, testes de oviposição em confinamento (sem chance de escolha) se assemelham muito das condições encontradas em campo, quando consideramos extensas áreas de monocultivo, onde apenas um tipo de pesticida é passado por vez, uniformemente, sobre toda a plantação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida MMB, Arriaga AMC, Santos AKL, Lemos TLG, Braz-Filho R, Vieira IJC (2007). Ocorrência e atividade biológica de quassinoides da última década. *Química Nova*, 30: 935-951.
- Ansari MS, Ahmad N, Hasan, F (2012). Potential of biopesticides in sustainable agriculture. *Springer*, 529–595.

- Appel HM (1993). Phenolics in ecological interactions: The importance of oxidation. *Journal of Chemical Ecology*, 19: 1521–1552.
- Archana SSK (2014). Biopesticides for integrated crop management: environmental and regulatory aspects. *Journal of Biopesticides*. 5(121): 1-3.
- Arriaga AMC, Mesquita AC, Pouliquen YBM, De Lima RA, Cavalcante SH, De Carvalho MG, Siqueira JA, Alegrio LV, Filho RB (2002). Chemical constituents of *Simarouba versicolor*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 74(2): 415-424.
- Barbosa L, Braz-Filho R, Vieira I (2011). Chemical constituents of plants from the genus *Simaba* (Simaroubaceae). *Chemistry e Biodiversity*, 8: 2163-2178.
- Cardoso MO, Pamplona AMSR, Michereff Filho M (2010). *Recomendações técnicas para o controle de lepidópteros-praga em couve e repolho no Amazonas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 15.
- Carvalho NM, Bacha FB, Santos AC, Carvalho AQ, Faccin TC, Pott A, Lemos RAA (2013). Spontaneous and experimental intoxication of cattle by *Simarouba versicolor* A. St Hill (Simaroubaceae). *Toxicon*, 64: 55-59.
- Castro MJP, Da Silva PHS, Santos JR, Silva JAL (2010). Efeito de pós vegetais sobre oviposição de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão-caupi. *Bio-Assay*, 5(4): 1-4.
- Clayton JW (2011). Simaroubaceae. In: Kubitzki, K (eds). *The families and genera of vascular plants*. Springer, 10: 408-423.
- Daido M, Fukamiya N, Okano M, Taoahara K, Hatakoshi M, Yamazaki H (1993). Antifeedant and Insecticidal Activity of Quassinoids against Diamondback Moth (*Plutella xylostella*). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 57:2, 244-246.
- Devecchi MF, Pirani JR (2016). Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Simaroubaceae. *Rodriguesia*, 67(5): 1471-1476.
- Ezhil V S (2016). Current scenario of biopesticides and eco-friendly insect pest management in India. *South Indian Journal Biological Sciences*, 2(2): 268-271.
- Fernando ES, Quinn CJ (1992). Pericarp anatomy and systematics of the simaroubaceae sensu lato. *Australian Journal Botany*, 40(3): 263-289.
- Fraizer JL (1986). The perception of allelochemicals that inhibit feeding. In: Brattsten LB, Ahmad S (eds). *Molecular aspects of insect-plant associations*. Plenum: 1-8.
- Furlong MJ, Wright DJ, Lloyd MD (2013). Diamondback Moth Ecology and Management: Problems, Progress, and Prospects Annual. *Review of Entomology*, 58: 517-541.
- Gazzoni DL, Hulsmeyer A, Hoffman-Campo CB (1997). Efeito de diferentes doses de rutina e de quercetina na biologia de *Anticarsia gemmatilis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32(7): 673-681.

- Gleissman SR (2009). *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 4 ed. Editora: UFRGS, Porto Alegre. 654p.
- Hoffmann-Campo CB, Ramos Neto JÁ, Oliveira MCN, Oliveira LJ (2006). Detrimental effect of rutin on *Anticarsia gemmatalis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41: 1453–1459.
- Isman M (2002). Insect antifeedants. *Pesticide Outlook*, 13: 152-157.
- Kathrina GA, Antonio LOJ (2004). Controle biológico de insetos mediante extratos botânicos. *Manual Técnico*, 53: 137-160.
- Lara FM (1991). *Princípios de resistência de plantas a insetos*. Editora: Ícone, São Paulo, 336p.
- Makaza K, Mabhegedhe M (2016). Smallholder farmers' indigenous knowledge of maize storage pests and pesticidal plant use: the case of wards 9 and 10 in Bikita District, Masvingo Province, Zimbabwe. *African Journal of Agricultural Research*, 11(47): 4831-4839.
- Muhammad I, Bedir E, Khan SI, Tekwani BL, Khan IA, Takamatsu S, Pelletier J, Walker LA (2004). A new antimalarial quassinoid from *Simaba orinocensis*. *Journal of Natural Products*. 62: 772-777.
- Nodari RO, Guerra MP (2015). A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. *Estudos Avançados*, 29(83): 183-207.
- Nyirenda SP, Sileshi GW, Belmain SR, Kamanula JF, Mvumi BM, Sola P, Nyirenda GKC, Stevenson PC (2011). Farmers' ethno-ecological knowledge of vegetable pests and pesticidal plant use in Northern Malawi and Eastern Zambia. *Journal of Natural Products*, 6(2): 41–49.
- Panda N, Khush GS (1995). *Host plant resistance to insects*, Editora: CAB International, Wallingford. 431p.
- Pavela R, Benelli G (2016). Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. *Trends in Plant Science*, 21: 1000–1007.
- Peres ILS, Sobreiro AI, Couto IFS, Silva RM, Pereira FF.; Heredia-Vieira, SC, Cardoso CAL, Mauad M, Scalon SPQ, Verza SS, Mussury RM (2017). Chemical Compounds and Bioactivity of Aqueous Extracts of *Alibertia* spp. in the Control of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Insects*, 8(125): 1-13.
- Piubelli GC, Hoffmann-Campo CB, Moscardi F, Miyakubo SH, Oliveira MCN (2006). Baculovirus-resistant *Anticarsia gemmatalis* responds differently to dietary rutin. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 119: 53–60.
- Raja N (2013). Biopesticides and biofertilizers: ecofriendly sources for sustainable agriculture. *Journal of Fertilizers e Pesticides*, 4: 1-2.
- Regnault-Roger C, Vincent C, Arnason JT (2012). Essential oils in insect control: lowrisk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology*, 57: 405–424.
- Renwick JAA, Chew FS (1994). Oviposition Behavior in Lepidoptera. *Annual Review of Entomology*, 39(1): 377-400.

- Salunke BK, Kotkar HM, Mendki OS, Upasani SM, Maheshwari VL (2005). Efficacy of flavonoids in controlling *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae), a post-harvest pest of grain legumes, *Crop Protection*, 24: 888-893.
- Santos CF (2014). A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. *Ambiente e Sociedade*, 17(2): 33-52.
- Saraiva RCG, Pinto AC, Nunomura SM, Pohlit AM (2006). Triterpenos e alcaloide tipo cantinona dos galhos de *Simaba polyphylla* (Cavalcante) W. W. Thomas (Simaroubaceae). *Química Nova*, 29: 264-268.
- Silva TRFB, Almeida ACS, Moura TL, Silva AR, Freitas SS, Jesus FG (2016). Effect of the flavonoid rutin on the biology of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Scientiarum. Agronomy*, 38: 165–170.
- Smith CM (2005). Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches, Editora: Springer, Manhattan 423p.
- Souza CM, Baldin ELL, Ribeiro LP, Santos TLB, Silva IF, Morando R, Vendramin JD (2019). Antifeedant, and growth inhibitory effects of Annonaceae derivatives on *Helicoverpa armigera* (Hübner). *Crop Protection*, 12:145-50.
- Stamp NE, Skrobola CM (1993). Failure to avoid rutin diets results in altered food utilization and reduced growth rate of *Manduca sexta* larvae. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 68: 127–142.
- Tavares WS, Pereira AIA, Freitas SS, Serrão JE, Zanuncio JC (2014). The chemical exploration of *Dimorphandra mollis* (Fabaceae) in Brazil, with emphasis on insecticidal response: A review. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 73: 465–468.
- Tomizawa M, Casida JE (2005). Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanism of selective action. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 45: 247-268.
- Wezel A, Casagrande M, Celette F, Vian JF, Ferrer A, Peigné, J (2014). Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34: 1–20.
- Zalucki MP, Shabbir A, Silva R, Adamson D, Shu-sheng L, Furlong MJ (2012). Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: lutellidae): just how long is a piece of string?, *Journal of Economic Entomology*, 105(3) : 1115-1129.

Tamanho de mudas e solo coberto com cama de frango de diferentes bases influenciando o crescimento de plantas de mandioquinha-salsa

Recebido em: 21/07/2020

Aceito em: 30/07/2020

 10.46420/9786588319147cap11

Diego Menani Heid^{1*} 

Néstor Antonio Heredia Zárate² 

Elissandra Pacito Torales³ 

Pedro Ojeda Freitas¹ 

INTRODUÇÃO

A mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) é originária da região andina da América do Sul, encontrando-se plantas, em vales onde a altitude varia de 1.700 a 2.500 m e as temperaturas médias anuais oscilam entre 15 e 18 °C (Hermann, 1997). O ciclo de desenvolvimento e crescimento das plantas de mandioquinha-salsa divide-se basicamente em três fases, sendo que, na primeira fase ocorre o crescimento das raízes adventícias, na segunda fase ocorre o início de tuberização das raízes e na terceira fase ocorre a translocação dos fotoassimilados para as raízes tuberosas (Biesdorf et al., 2017). As plantas apresentam tolerância a diversas pragas e doenças e se adaptam em diferentes condições, mostrando alto rendimento em solos pobres e condições climáticas adversas o que possibilita o cultivo em diversas condições agro-ecológicas permitindo aos agricultores estabelecerem práticas distintas para diferentes condições agrícolas (Bueno, 2004).

A mandioquinha-salsa é uma espécie muito consumida em todo país, porém seu cultivo é destacado nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, onde nestas regiões a espécie apresenta grande importância econômica e social. A produção média de raízes é de aproximadamente 250 mil toneladas anuais e cerca de 95% desse volume destina-se ao mercado de raízes in natura (Granate et al., 2007; Carvalho, 2008) as quais apresentam elevado potencial para a fabricação de chips, farinha, fécula e outros produtos, propiciando a oferta de produtos processados, e assim aumentando o consumo e a necessidade de produção da cultura no Brasil e no mundo (Carmo; Leonel, 2012). A composição

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

² Docente da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Rodovia Itahum, km 12, Cx. Postal 533, 79804-970, Dourados, MS, Brasil.

³ Universidade do Estado de Mato Grosso, Juara, MT, Brasil.

* Autor de correspondência: diegoheid@hotmail.com

centesimal de raízes apresentam cerca de 74% de água, 101 kcal, proteína (1g), carboidratos (24g), fibra alimentar (2,1 g), cinzas (1,1 g), Ca (17g), Mg (12 mg), Mn (0,1 g), P (45 mg), Fe (0,3 mg), K (50,5 mg), Cu (0,05 mg), Zn (0,2 mg), tiamina (0,05 mg), piridoxina (0,12 mg) e beta-caroteno (0,8 microgramas) (Kinupp; Lorenzi, 2014). Em Mato Grosso do Sul (MS), estima-se que no ano de 2016, comercializou-se aproximadamente 72 mil Mg de raízes de mandioquinha-salsa, das quais aproximadamente 3.350 Mg foram oriundas de produtores do Estado, nos municípios de Bandeirantes (2.000 Mg) e Jaraguari (1.350 Mg), sendo que sua produção no MS tem sido impulsionada pelo elevado valor econômico de suas raízes com valores de comercialização em caixas de 10 quilos variando entre 140 e 160 reais (Luqui, 2019).

A escassez de material propagativo tem sido um fator que limita à expansão da cultura da mandioquinha-salsa, por ser volumoso, de custo elevado e difícil obtenção. As mudas devem originar-se de plantas matrizes selecionadas, que tenham completado a etapa vegetativa do ciclo (Filgueira, 2008). A multiplicação para fins comerciais é feita, por mudas obtidas dos rebentos que se formam na coroa, as quais variam em comprimento e diâmetro em função do clone e da idade da planta. Comercialmente, emprega-se na propagação apenas a porção apical do rebento (2,5 a 3,0 cm), o qual é retirado de plantas maduras, com cerca de 8-12 meses de idade, dependendo do local de cultivo (Leblanc et al., 2008). A qualidade do material de plantio determina a diferença na velocidade de enraizamento, crescimento, produção e duração do ciclo vegetativo da cultura (Heredia Zárate et al., 2009).

A adição de resíduos orgânicos no solo favorece a manutenção da matéria orgânica, melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas além de auxiliar a atividade dos organismos do solo, o que por sua vez resulta em impactos positivos sobre a ciclagem de nutrientes (Kiehl, 2010). Lopes (1994) ressalta os principais benefícios da utilização de resíduos orgânicos nas áreas de cultivo, sendo eles a elevação da capacidade de troca de cátions (CTC), retenção de água, redução dos efeitos fitotóxicos de agroquímicos, melhoria da estrutura do solo, e favorecimento do controle biológico pelo incremento da população microbiana antagonista.

Os tipos de resíduos orgânicos aplicáveis à agricultura são vários, bem como os materiais que compõem esses resíduos. Entretanto, a utilização de cama de frango se destaca, sendo cada vez mais enfatizado a utilização de maravalha e casca de arroz como material base de sua composição. A maravalha é amplamente utilizada pelo fato de conferir condições microbiológicas ideais, associadas a elevada capacidade de absorção e manejo facilitado. Em contrapartida, atualmente se observa reduções na disponibilidade de maravalha, e isso devido ao fato das constatantes reduções do setor madeireiro no país. Por outro lado a casca de arroz se encontra abundantemente nas regiões em que os grãos são beneficiados, mas possuem reduzida capacidade de absorção (Ávila et al., 2007; Paula Júnior, 2014).

Objetivou-se com o estudo avaliar o crescimento de plantas de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’, propagada com diferentes tamanhos de mudas e cultivada em solo coberto com cama de frango de dois resíduos bases diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Horto de Plantas Medicinais (HPM), da Faculdade de Ciências Agrárias - FCA, da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, em Dourados - MS, entre maio de 2014 e janeiro de 2015. A área experimental situa-se nas coordenadas 22°11’44”S e 54°56’08”W e altitude de 430 m. O clima da região é classificado como tipo Am, segundo Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013), com temperaturas médias anuais variando de 20° a 24° C e precipitações médias anuais maior que 1.500 mm e o mês mais seco menor que 60 mm. As precipitações pluviométricas e as temperaturas máximas e mínimas por decêndio, registradas em Dourados, no período em estudo encontram-se na Figura 1.

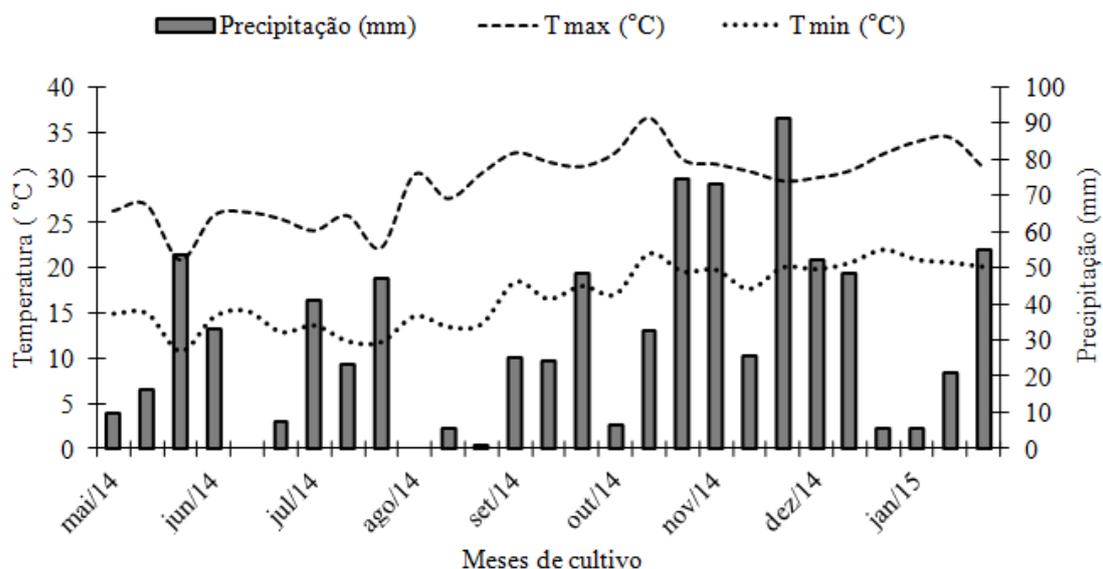


Figura 1. Temperaturas máximas e mínimas (médias por decêndio) e precipitação total (por decêndio) na época de desenvolvimento do experimento, no período de maio 2014 a janeiro de 2015. Dourados - MS, UFGD, 2014 - 2015. Fonte: Os autores.

O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho distroférico, de textura muito argilosa (Embrapa, 2018). Os atributos químicos do solo, da área experimental, antes do plantio e aos 250 dias após plantio (DAP), em função dos tratamentos e os atributos das camas de frango semidecomposta utilizada no experimento, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos de amostras de cama de frango de resíduos bases diferentes e de amostras do solo, coletados na área experimental antes do plantio (AP) e aos 250 dias após o plantio (DAP) da mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’. Dourados – MS, UFGD, 2014- 2015.

Atributos do solo ¹	AP ³	Casca ⁴	Maravalha ⁴	Atributos da cama ²	Casca ⁵	Maravalha ⁶
pH em CaCl ₂	5,57	5,58	5,45	Umidade total	21,75 ⁵	20,74 ⁶
pH em água	6,20	6,22	6,10	Zn (mg kg ⁻¹)	299,00	414,00
P (mg dm ⁻³)	13,99	16,53	16,09	Mn (mg kg ⁻¹)	422,00	871,00
K (cmol _c dm ⁻³)	0,31	0,30	0,26	Fe (g kg ⁻¹)	1,04	6,05
Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	0,12	0,12	0,12	Cu (mg kg ⁻¹)	53,10	33,70
Ca (cmol _c dm ⁻³)	2,90	3,01	3,12	Ca (g kg ⁻¹)	12,04	19,29
Mg (cmol _c dm ⁻³)	2,08	2,19	2,34	Mg (g kg ⁻¹)	5,90	8,50
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	3,28	3,13	3,45	K (g kg ⁻¹)	24,63	16,80
SB (cmol _c dm ⁻³)	5,29	5,50	5,72	N (%)	1,61	1,58
CTC (cmol _c dm ⁻³)	8,57	8,62	9,18	P (g kg ⁻¹)	10,80	15,30
V (%)	61,73	63,66	62,36	C/N	10,02	8,75

¹Análises feitas no Laboratório de Solos da FCA/UFGD; ²Análises feitas no laboratório de matéria orgânica e resíduos, da UFV; ³ Antes do plantio; ⁴ Atributos do solo após colheita; ⁵Casca de arroz; ⁶Maravalha. Fonte: Os autores.

Os fatores em estudo foram quatro tamanhos de mudas de mandioquinha-salsa (Tabela 2) plantadas em solo coberto com cama de frango (10 t ha⁻¹) de resíduos base diferentes (maravalha e casca de arroz).

Tabela 2. Características das mudas de mandioquinha-salsa quanto às médias no tamanho, peso, diâmetro e comprimento. Dourados - MS, UFGD, 2014 - 2015. Fonte: Os autores.

Tamanho de mudas	Peso* (g uni ⁻¹)	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)
T1	24,13	22,02	56,19
T2	16,52	20,15	52,73
T3	13,23	18,40	51,83
T4	8,60	17,73	38,05

* Gramas por muda.

Os tratamentos foram arrançados como fatorial 4 x 2 no delineamento experimental de blocos casualizados, com oito tratamentos e cinco repetições. As parcelas tinham área total de 3,0 m² (1,5 m de largura por 2,0 m de comprimento), sendo que a largura efetiva do canteiro foi de 1,0 m, contendo três fileiras de plantas espaçadas em 33,3 cm e espaçamento entre plantas de 25 cm, perfazendo população de 79.200 plantas ha⁻¹.

Realizou-se o preparo do terreno duas semanas antes do plantio, com uma aração e uma gradagem e posterior levantamento dos canteiros com rotocanteirador.

Para o plantio, foram utilizados rebentos de plantas do clone de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’, cultivadas na região de Manhuaçu-MG. Destacou-se os rebentos das coroas com um dia de antecedência ao do plantio, momento em que foram selecionados, classificados visualmente e separados em grupos de quatro tamanhos (Tabela 2). No dia do plantio, os rebentos foram preparados com o corte da parte aérea, deixando-se cerca de 2,0 cm de pecíolo, e com o corte transversal da parte basal. O plantio foi realizado manualmente, deixando descobertos os ápices dos rebentos (Heredia Zárate et al., 2009) e imediatamente após o plantio, fez-se a distribuição da cama de frango em cobertura, nas parcelas correspondentes a cada base.

A irrigação foi realizada utilizando-se o sistema de aspersão, sendo que na fase inicial, até quando as plantas apresentavam entre 15 a 20 cm de altura, o que aconteceu em torno de 60 dias após o plantio-DAP, os turnos de rega foram a cada dois dias, e até os 180 DAP, os turnos de rega foram a cada três dias, e posteriormente, até a colheita, as regas foram realizadas uma vez por semana. O controle das plantas infestantes foi feito com enxada, entre os canteiros, e manualmente dentro dos canteiros. Na área experimental houve a ocorrência de infestação de pulgão (*Hiadaphis foeniculi* sp) e realizado o controle com o uso de óleo de Nim.

A partir de 60 dias após o plantio e a cada 30 dias até os 240 dias foram feitas avaliações de altura das plantas (medindo-se desde o nível do solo até a inflexão da folha mais alta, com uma régua

graduada em cm), diâmetro do pseudocaule ao nível do solo (com paquímetro digital), índice SPAD da folha mais alta (com clorofilômetro digital FALKER CFL1030) e determinada os números de folhas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando detectadas diferenças significativas pelo teste F, foram submetidos à análise de regressão, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral pode-se inferir que o número de folhas bem como índice SPAD relacionam-se diretamente com a capacidade fotossintética das plantas e conseqüentemente com seu potencial produtivo, já os valores de diâmetros podem indicar as diferentes quantidades de armazenamento de fotossintatos que posteriormente propiciam maior translocação dos mesmos para os drenos preferenciais (Taiz et al., 2017). Assim observou-se que a altura de plantas e o índice SPAD foram influenciados significativamente pela interação dos fatores em estudo (tipos de resíduos e tamanho de mudas) juntamente com as épocas de avaliação, enquanto que diâmetro e número de folhas foram influenciadas apenas pelo tamanho das mudas em relação às épocas de avaliação (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância do teor de clorofila (CLO), altura de plantas (ALT), diâmetro na altura do coleto (DIAM) e número de folhas (NFOL) de plantas de mandioquinha-salsa propagadas com diferentes tamanhos de mudas e cultivadas em solo coberto com cama de frango de diferentes tipos de resíduo base. Dourados - MS, UFGD, 2014 - 2015.

FV	GL	QM			
		CLO	ALT	DIAM	NFOL
BLOCO	4	-	-	-	-
TIPO	1	10,67	41,77	58,71	15,79
TAM	3	17,65	541,75	192,36	305,89
TIPO*TAM	3	3,36	49,22	25,89	32,16
ERRO (a)	28	7,01	22,14	87,78	29,59
EPO	6	384,42	3434,41	20546,95	5209,92
EPO*TIPO	6	8,28	8,45	50,57	12,90
EPO*TAM	18	13,42	28,45	100,53*	36,76*
EPO*TIPO*TAM	18	8,96*	8,33*	13,34	9,63

RESIDUO	192	4,73	4,96	38,15	12,34
CV%	-	5,92	8,51	15,80	19,72

FV – Fonte de Variação; GL – Grau de Liberdade; QM – Quadrado Médio; EPO – Épocas; TIPO – Tipos de resíduo base; TAM – Tamanho de mudas. * Efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Fonte: Os autores.

A altura máxima das plantas cultivadas em solo coberto com cama de frango base maravalha foi de 38,2 cm, aos 184 dias, quando propagadas com mudas T2 (Figura 2). Para as plantas cultivadas em solo coberto com cama de frango base de casca de arroz, a máxima altura foi de 38,6 cm, obtida aos 204 dias, ao utilizar as mudas T1. Considerando que as alturas máximas foram das plantas provenientes das mudas T2 e T1 possibilita deduzir que a quantidade de reserva da muda é um fator importante no crescimento da planta da mandioquinha-salsa e, conseqüentemente, induz maior crescimento e desenvolvimento dos componentes foliares na fase de crescimento vegetativo (Heredia Zárata et al., 2003).

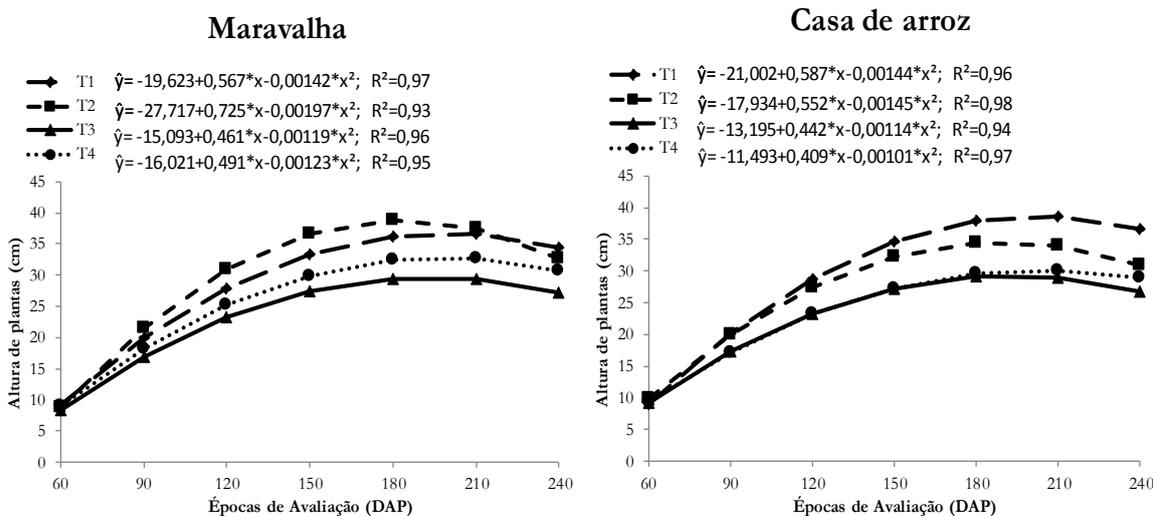


Figura 2. Altura de plantas de mandioquinha-salsa em função de dias após o plantio, tipo de resíduo base de cama de frango e tamanho de mudas. Dourados – MS, UFGD, 2014- 2015. Fonte: Os autores.

Os dados do índice SPAD embora apresentassem efeito significativo quase não se ajustaram a nenhum modelo matemático testado, apresentando na maioria dos casos uma constância ao longo do tempo (Figura 3).

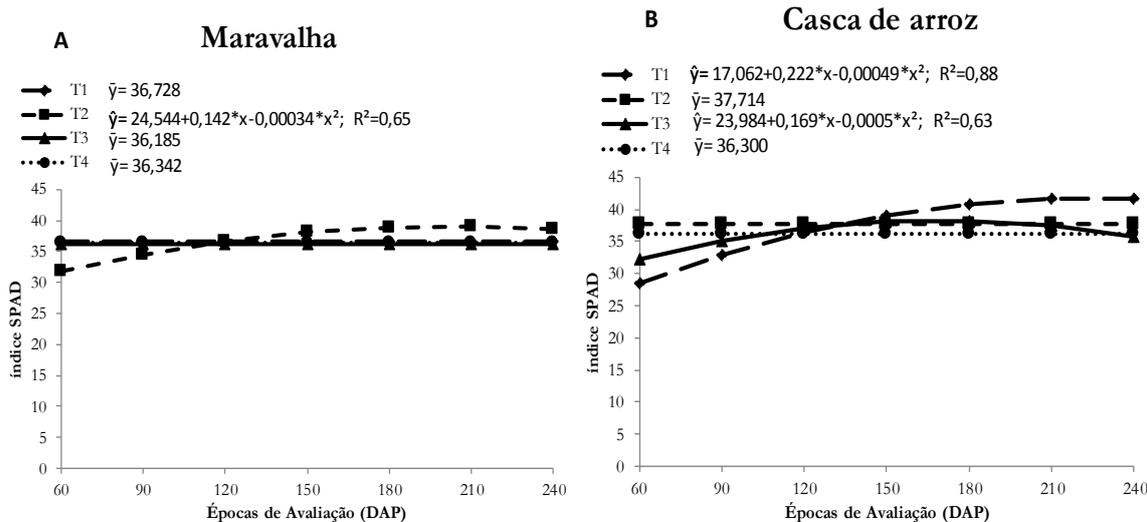


Figura 3. Índice SPAD de plantas de mandioquinha-salsa em função de dias após o plantio, tipo de resíduo base de cama de frango e tamanho de mudas. Dourados – MS, UFGD, 2014- 2015. Fonte: Os autores.

A pouca variação observada no índice SPAD provavelmente refere-se à falta de uma metodologia específica para quantificar o teor de clorofila para a cultura da mandioquinha-salsa assim como existem para outras culturas. Mesmo padronizando-se uma folha, esta pode apresentar diferença nos teores de clorofila devido ao nível de desenvolvimento da mesma, e nem todos os plastídios ainda apresentam clorofilas (Taiz et al., 2017), resultando em discrepâncias nas avaliações.

O número de folhas e o diâmetro na altura do coleto não foram influenciados significativamente pela interação dos fatores em estudo, porém foram influenciados pelos tamanhos das mudas, nas épocas de avaliação, apresentando curvas de crescimento quadrático (Figura 4), sendo o maior número de folhas (35) foi obtido nas plantas provenientes de mudas T1, aos 240 dias, superando em 23% o número de folhas (27) das provenientes de mudas T3, no mesmo período. Entretanto é possível notar um comportamento de crescimento quadrático das plantas ao longo das épocas de avaliação, o que pode ser explicado por Zanon et al. (2013), quando citam que plantas de diferentes espécies, bom como as de mandioquinha-salsa, iniciam o seu ciclo de crescimento no ambiente a qual estão inseridas e ao atingirem o ápice do seu crescimento e desenvolvimento, dão início ao processo de senescência e abscisão foliar, processos esses que promovem o secamento e perda de folhas, acarretando na redução do número destas.

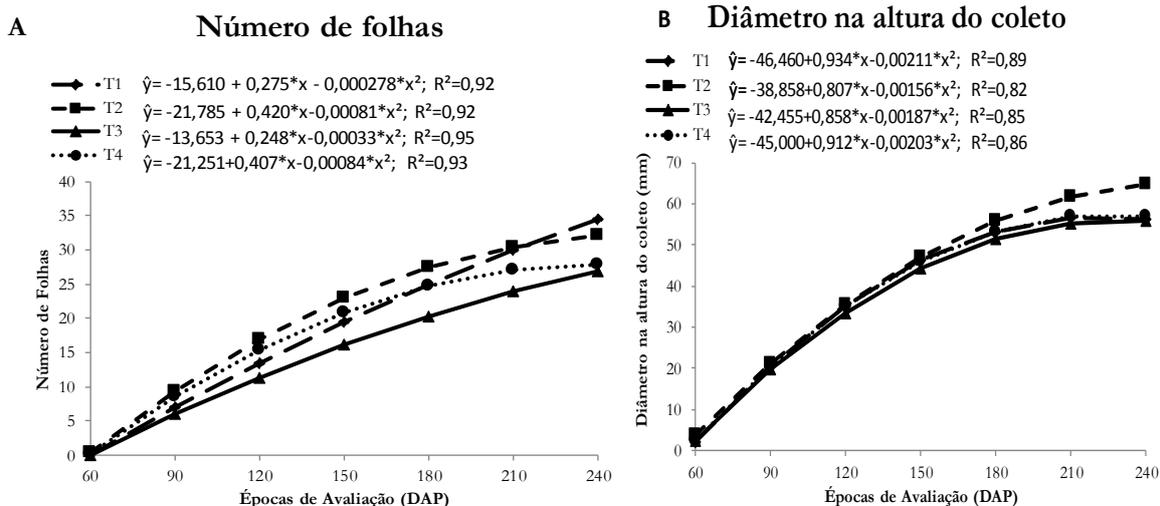


Figura 4. Dados de plantas de mandiocquinha-salsa em função de dias após o plantio e tamanho de mudas. Dourados – MS, UFGD, 2014- 2015. Dados relacionados aos tipos de resíduo base de cama de frango foram agrupados. Fonte: Os autores.

À medida que o ciclo vegetativo das plantas foi aumentando, as mudas T2 foram apresentando melhor desenvolvimento do diâmetro na altura do coleto, obtendo seu máximo valor (64,83 mm) aos 240 dias após o plantio, com um aumento de 60,89 mm em relação a primeira época de avaliação (60 dias após o plantio). O valor obtido, praticamente coincide com o maior valor do diâmetro na altura do coleto (62,33 mm), aos 243 dias após o plantio, encontrado por Granate et al. (2009), ao pesquisar a competição entre plantas de dez clones de mandiocquinha-sala, em quatro épocas de colheita. Maiores valores de diâmetros podem favorecer a estabilização e translocação de fotoassimilados para a muda em formação bem como o armazenamento dos mesmos e posterior translocação para drenos preferenciais (Taiz et al., 2017).

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que ambos os resíduos bases propiciaram o bom desenvolvimento dos componentes de crescimento avaliados nas plantas de mandiocquinha-salsa e que as maiores mudas (T2 e T1) se sobressaíram em relação às menores mudas (T3 e T4).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711–728.
- Ávila VS, Kunz A, Bellaver C, Paiva DP, Jaenisch FR, Mazzuco H, Trevisol IM, Palhares JC P, Abreu PG, Rosa OS (2007). *Boas práticas de produção de frangos de corte*. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia. 28p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 51).
- Biesdorf EM, Biesdorf EM, Araújo EM, Costa EJO, Oliveira OJ (2017). Produção de mandioquinha salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) submetida à quatro épocas de plantio. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4(1): 43-48.
- Bueno SCS (2004). Produção de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) utilizando diferentes tipos de propágulos. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 93f.
- Carmo EL, Leonel M (2012). Composição físico-química e cor de clones de mandioquinha-salsa. *Energia na Agricultura*, 27(1): 62-81.
- Carvalho, S. *Informações sobre mandioquinha-salsa*. Centro de Informação Agropecuária (Ciagro), Assessoria de Mercado e Comercialização (Asmec); Departamento Técnico Emater – MG (Detec). 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 5 ed. Editora: EMBRAPA solos, Brasília. 365p.
- Ferreira DF (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6): 1039-1042.
- Filgueira FAR (2008). Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Editora: UFV, Viçosa. 421p.
- Granate MJ, Sedyama MAN, Puiatti M (2007). *Batata - Baroa ou Mandioquinha - salsa (Arracacia xanthorrhiza* Banc.). In.: Paula Júnior TJ, Venzon M. (Eds.) *101 culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas*. Editora: EPAMIG, Belo Horizonte. p.137-142.
- Granate MJ, Silva DJH, Sinval W N, Pinto FSA, Sedyama MAN, Puiatti M (2009). Competição de clones de mandioquinha-salsa em quatro épocas de colheita. *Horticultura Brasileira*, 27(4): 414-419.
- Heredia Zárate NA, Vieira MC, Facco RC (2003). Produção de clones de inhame em função do tamanho das mudas. *Acta Scientiarum: Agronomy*, 25(1): 183-186.
- Heredia Zárate NA, Vieira MC, Graciano JD, Figueiredo PG, Blans NB, Curioni BM (2009). Produtividade de mandioquinha-salsa sob diferentes densidades de plantio e tamanho de mudas. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(1): 139-143.
- Hermann M (1997). Andean roots and tubers: ahipa, arracacha, maca and yacon: promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Editora: IPGRI, Gatersleben. 172p.

- Kiehl EJ (2010). *Novos fertilizantes orgânicos*. Editora: Degaspari, Piracicaba. 248p.
- Kinupp, VF, Lorenzi H (2014). *Plantas alimentícias não convencionais (PNAC) no Brasil*. Editora: Instituto Plantarum, São Paulo. 768 p.
- Leblanc REG, Puiatti M, Sedyama MAN, Finger FL, Miranda GV (2008). Influência do pré-enraizamento e de tipos de mudas sobre a população, crescimento e produção da mandioquinha-salsa “Roxa de Viçosa”. *Revista Ceres*, 55(1): 74-82.
- Lopes AS (1994). *Manejo: aspectos químicos*. In: Pereira VP, Ferreira ME, Cruz MCP. (Eds.) *Solos altamente suscetíveis à erosão*. Editora:UNESP/SBCS, Jaboticabal. p.79-111.
- Luqui LL (2019). Produtividade agroeconômica de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Caranda’ em resposta ao arranjo espacial entre plantas, amontoas e épocas de colheita. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados – UFDG, Dourados-MS.97f.
- Paula Júnior SEM (2014). *Avaliação das alternativas de disposição final do resíduo da produção de frango de corte: cama de frango*. Monografia (Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ. 113f.
- Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6 ed. Editora: Artmed, Porto Alegre. 888p.
- Zanon, AJ, Streck NA, Kräulich B, Silva MR, Bisognin DA (2013). Desenvolvimento das plantas e produtividade de tubérculos de batata em clima subtropical. *Revista Ciência Agronômica*, 44(4): 858-868.

Tipos e tamanhos de propágulos influenciando o crescimento de plantas de *Maranta arundinacea*

Recebido em: 21/07/2020

Aceito em: 30/07/2020

 10.46420/9786588319147cap12

Leandro Bassi Moreno^{1*} 

Elissandra Pacito Torales² 

Diego Menani Heid¹ 

Sidnei Azevedo de Souza¹ 

Néstor Antonio Heredia Zárate¹ 

INTRODUÇÃO

A araruta (*Maranta arundinacea* L.) é uma planta proveniente da América Latina e que se encontra de forma nativa nas matas venezuelanas. No Brasil as variedades com maior importância são a Creoula, a Banana e a Comum, que é a mais divulgada. A Comum é a variedade que produz o amido de melhor qualidade; com rizomas claros, em forma de fuso, alongados e apresentam pequenos segmentos, com leve estreitamento entre si e providos de escamas podendo atingir até 30 cm de comprimento, dependendo da qualidade do solo, embora o tamanho normal varie de 10 a 25 cm (Leonel; Cereda, 2002).

O amido da farinha de araruta tem uma composição nutricional de 11,9% de água, 0,58% de cinzas, 25,9% de amilose, 0,14% de proteína, 0,84% de gordura, 8,7% fibras insolúveis e 5,0% de fibra solúvel. Recente estudo constatou que a farinha de araruta é uma potencial fonte de pré-bióticos (Harmayani et al., 2011).

É de fundamental importância o resgate da araruta para a agricultura brasileira, especialmente na agricultura familiar, devido à rusticidade das plantas, valor de mercado elevado, além de não exigente em tecnologias sofisticadas, portanto apropriada a exploração familiar (Vieira et al., 2015).

Um fator limitante para a expansão dessa espécie é a baixa disponibilidade do material propagativo, por ser ele volumoso, de custo elevado e de difícil obtenção. Os propágulos devem originar-se de plantas matrizes selecionadas, que tenham completado a etapa vegetativa do ciclo (Filgueira, 2008). Em espécies com ciclo longo, como é o caso da araruta, é importante se conhecer o tipo e o tamanho da muda, assim como a forma que deve ser plantada, e, portanto, há necessidade de

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

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Juara, MT, Brasil.

* Autor de correspondência: leandrobmoreno@hotmail.com.br

estabelecer o mais rápido a população final desejada (Heredia Zárate; Vieira, 2005). Porém, deve-se atentar, porque o tipo e a qualidade do material de plantio determinam diferenças na velocidade de enraizamento, crescimento e, conseqüentemente, produção e extensão do ciclo vegetativo.

Em estudo realizado por Monteiro e Peressin (2002), relataram que existem uma correlação positiva entre a reserva de amido no rizoma e a produtividade da araruta, indicando que no plantio comercial, a propagação de plantas da araruta devem ser utilizados rizomas inteiros ou fragmentados, desde que tenham em média 60 g.

Em função do exposto, objetivou-se com o estudo avaliar o crescimento de plantas de araruta ‘Comum’, propagada com diferentes tipos e tamanhos de mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área do Horto de Plantas Mediciniais – HPM, da Faculdade de Ciências Agrárias – FCA, da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, entre outubro de 2014 e agosto de 2015. O HPM situa-se em latitude de 22°11'43,7"S, longitude de 54°56'08,5"W e altitude de 458 m. O clima da região é classificado como sendo Tropical de Monções, do tipo Am (Alvarez et al., 2013), com temperaturas de 20° a 24° C, e com médias anuais para precipitação maior que 1.500 mm e no mês mais seco menor que 60 mm. As médias de temperatura mínima e máxima e do acumulado de precipitação, por decêndio, durante o ciclo de cultivo das plantas de araruta ‘Comum’ estão apresentadas na Figura 1.

A topografia do local de estudo é plana e o solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, de textura muito argilosa (Embrapa, 2013). A análise química do solo apresentou as seguintes características químicas: 6,1 de pH em H₂O; 37 mg dm⁻³ de P e 0,9; 56 e 21 mmol_cdm⁻³ de K, Ca e Mg, respectivamente; CTC de 111 mmol_cdm³, SB de 78 mmol_cdm⁻³ e V de 71%.

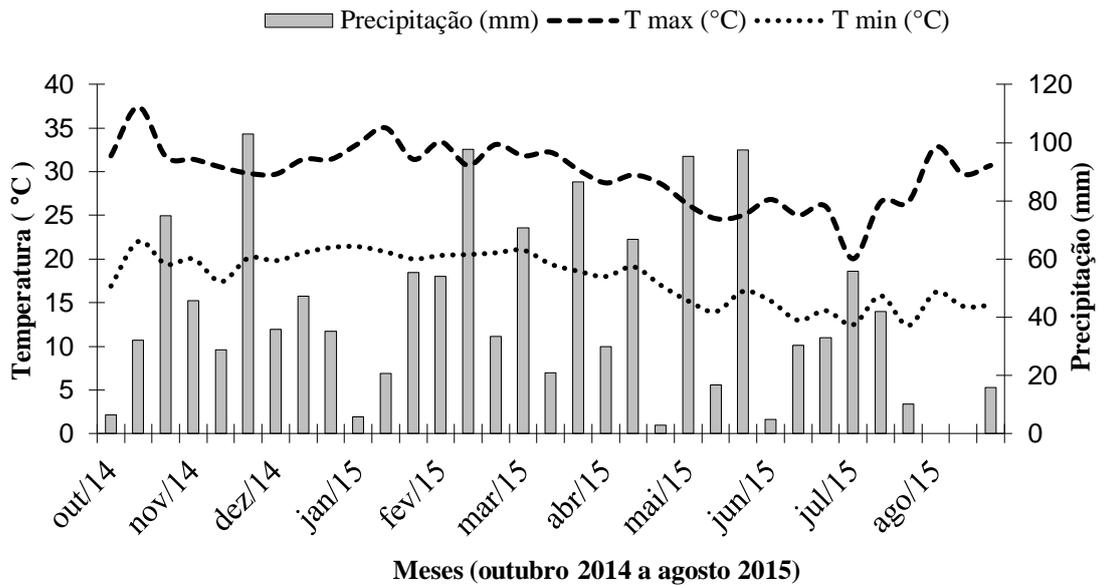


Figura 1. Médias de temperatura mínima e máxima e acumulado de precipitação, por decêndio, durante o ciclo de cultivo das plantas de araruta 'Comum'. UFGD, Dourados, MS, 2014/15.

Foram estudadas as plantas de araruta 'Comum', propagadas com diferentes tamanhos de propágulos (T1, T2 e T3) e partes dos rizomas (base e ápice) (Tabela 1). Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 3 x 2, em delineamento experimental blocos casualizados, com quatro repetições. A unidade experimental foi formada por um canteiro de 2,8 m de comprimento e 1,5 m de largura com área total de 4,2 m² e área útil de 2,8 m² (1,0 m de largura por 2,8 m de comprimento). O canteiro continha três fileiras de plantas com espaçamento de 0,33 m entre fileiras e 0,25 m entre plantas dentro das fileiras, perfazendo população de 79.200 plantas ha⁻¹.

O terreno foi preparado duas semanas antes do plantio, com uma aração e uma gradagem e, posteriormente, os canteiros foram levantados com rotoencanteirador.

Para o plantio foram selecionados rizomas de plantas de araruta 'Comum' remanescentes de experimentos implantados no ano anterior na área do HPM. Os rizomas foram classificados e selecionados conforme as partes e os tamanhos a serem utilizados na propagação, retirando-se os que apresentavam-se necrosados ou defeituosos. Nos canteiros foram abertos três sulcos de plantio, com 0,05 m de largura e 0,05 m de profundidade e com espaçamento de 0,33 m entre eles, onde foram enterrados os rizomas, em posição vertical, com as gemas voltadas para cima.

Tabela 1. Diâmetro, comprimento e massas médias de propágulos de três tamanhos formados por partes dos rizomas (tipos) de araruta ‘Comum’ utilizados na propagação. UFGD, Dourados - MS, 2015.

Tipos	Tamanhos	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Massa (g)
Base	T1	18,72	80,32	17,42
	T2	18,67	73,43	9,30
	T3	9,32	53,54	4,73
Ápice	T1	21,48	35,51	11,90
	T2	20,21	35,48	10,52
	T3	17,28	33,19	7,63

Durante o ciclo da cultura foram realizadas irrigações utilizando o sistema de aspersão, sendo que na fase inicial os turnos de rega foram diários, até os 60 dias após o plantio (DAP), posteriormente foram a cada dois dias até os 180 DAP, após esta data os turnos de rega foram a cada três dias até os 270 DAP e nos últimos 20 dias, até a colheita, as regas foram feitas uma vez por semana. O controle de plantas daninhas foi realizado com enxada entre os canteiros e manualmente dentro dos canteiros. Não foram detectadas infestações ou infecções que justificasse o uso de produtos controladores de pragas e/ou de doenças.

Aos 30 DAP e a cada 30 dias, até os 210 DAP, foram medidas as alturas das plantas (medindo-se desde o nível do solo até a inflexão da folha mais alta, com uma régua graduada em cm), o diâmetro da base do pseudocaule (com paquímetro digital), o índice Soil Plant Analysis Development (SPAD), com clorofilômetro digital FALKER CFL1030 e determinados os números de folhas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando detectadas diferenças significativas pelo teste F, foram submetidos à análise de regressão em função das épocas de avaliação, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas, o diâmetro do pseudocaule, o número de folhas e o índice SPAD não foram influenciados significativamente pela interação tipos e tamanhos de propágulos e nem pelos fatores isolados, mas apenas pelas épocas de avaliação (Tabela 2).

A altura de plantas e o diâmetro do pseudocaule apresentaram curvas de crescimento quadrático (Figura 2), com valores máximos de 85,89 cm, aos 158 DAP e 39,74 mm, aos 126 DAP. Após alcançarem os valores máximos, que foram obtidos com a provável maturidade fisiológica da planta,

houve redução dos valores, mostrando que as plantas podem apresentar taxas variáveis de crescimento e morfologia bem características, com modificações no final do ciclo vegetativo, mas com padrão de resposta dependente do componente genético (Heredia Zárte et al., 2009).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de plantas, diâmetro do pseudocaule, número de folhas, índice SPAD de plantas de araruta ‘Comum’ propagados com diferentes tipos e tamanhos de propágulos. Dourados - UFGD, 2015.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio			
		Altura	Diâmetro	Nº folhas	Índice SPAD
		(cm)	(mm)	(plantas ⁻¹)	(SPAD)
Bloco	3	-	-	-	-
Tipos	1	15,108 ^{ns}	26,212 ^{ns}	4,720 ^{ns}	5,120 ^{ns}
Tam	2	187,103 ^{ns}	0,354 ^{ns}	177,869 ^{ns}	30,176 ^{ns}
Tipos × Tam	2	70,924 ^{ns}	111,689 ^{ns}	39,969 ^{ns}	34,499 ^{ns}
Erro A	15	83,337 ^{ns}	80,012 ^{ns}	33,132 ^{ns}	15,855 ^{ns}
Época	6	14315,298*	3814,527*	3543,207*	306,099*
Época × Tipos	6	8,738 ^{ns}	30,371 ^{ns}	37,796 ^{ns}	34,865 ^{ns}
Época × Tam	12	33,486 ^{ns}	35,709 ^{ns}	29,802 ^{ns}	34,380 ^{ns}
Época × Tipos × Tam.	12	27,205 ^{ns}	96,867 ^{ns}	15,881 ^{ns}	28,517 ^{ns}
Resíduo	108	42,981	61,576	31,261	14,476
Média Geral		66,08	27,47	23,82	39,92
C.V. (%)		9,92	28,56	23,47	9,53

* = significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = não significativo; GL = grau de liberdade; Tipos= Tipos de propágulos; Tam. = tamanhos.

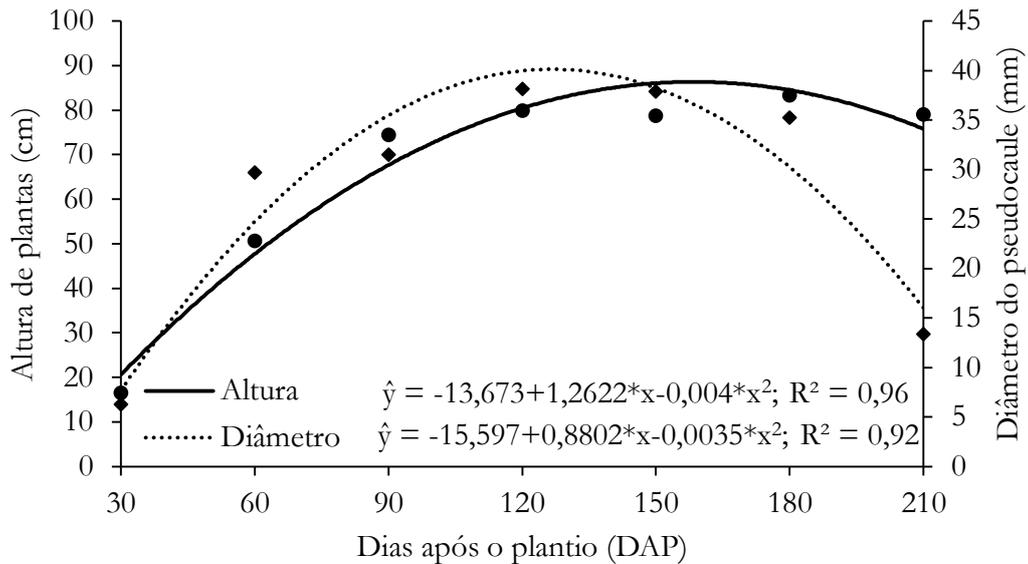


Figura 2. Altura e diâmetro da base do pecíolo de plantas de araruta ‘Comum’ em diferentes épocas de avaliação. Dados relacionados com tipos e tamanhos de propágulos foram agrupados. UFGD, Dourados – MS, 2015.

O índice SPAD e o número de folhas planta⁻¹ apresentaram curvas de crescimento quadráticas, com taxas características para cada caráter (Figura 3). Os valores máximos para Índice SPAD (42,38) e número de folhas (33,27 folhas planta⁻¹) foram obtidos aos 66 e 139 DAP, respectivamente. O índice SPAD relaciona-se com o teor de clorofila, que é um indicador da atividade fotossintética que se encontra correlacionado com a fase da planta, apresentando redução com o processo de maturação. A diminuição do número de folhas está relacionada com a fase de senescência da planta, caracterizado pelas folhas murchas e amareladas (Taiz et al., 2017).

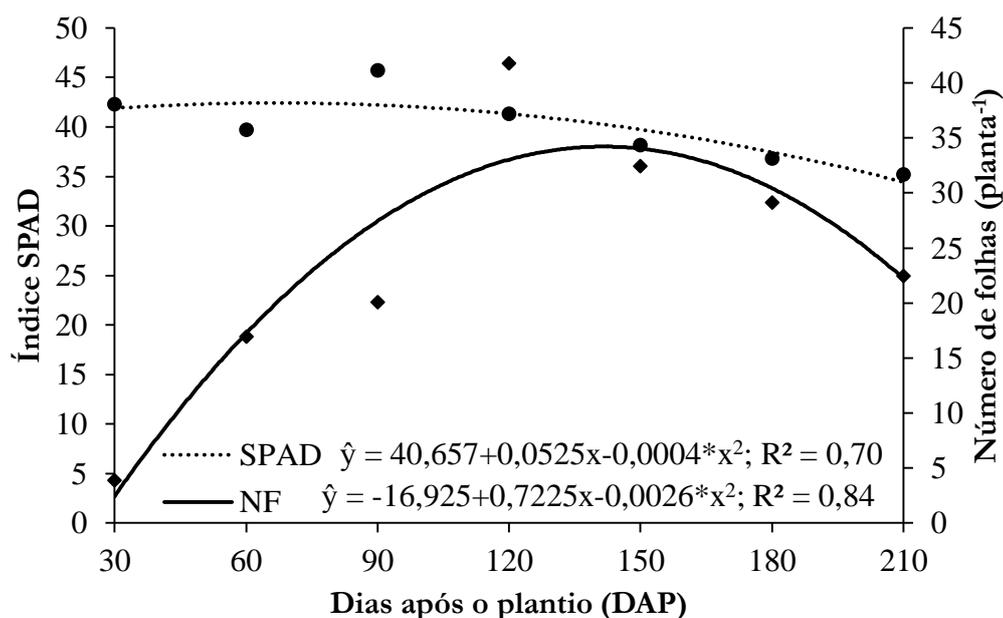


Figura 3. Índice SPAD e número de folhas de plantas de araruta ‘Comum’ em diferentes épocas de avaliação. Dados relacionados com tipos e tamanhos de propágulos foram agrupados. UFGD, Dourados – MS, 2015.

CONCLUSÃO

No presente estudo o crescimento da parte aérea das plantas de araruta foi indiferente em relação ao uso de diferentes tipos e tamanhos de mudas, porém apresentaram um bom desenvolvimento em relação às épocas de avaliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2013). Köppen’s climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711–728.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Embrapa solos 3º ed. Rio de Janeiro: Embrapa Produção de informação. 306p.
- Ferreira DF (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6): 1039-1042.
- Filgueira FAR (2008). Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Editora: UFV, Viçosa. 421p.
- Harmayani E, Kumalasari ID, Marsono Y (2011). Effect of arrowroot (*Maranta arundinaceae* L.) diet on the selected bacterial population and chemical properties of caecal digesta of Sprague Dawley rats. *International Research Journal of Microbiology*, 2(8): 278–284.

- Heredia Zárate NA, Vieira MC (2005). Produção da araruta 'Comum' proveniente de três tipos de propágulos. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, 29(5): 995-1000.
- Heredia Zárate NA, Vieira MC, Graciano JD, Figueiredo PG, Blans NB, Curioni BM (2009). Produtividade de mandioquinha-salsa sob diferentes densidades de plantio e tamanho de mudas. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(1): 139-143.
- Leonel M, Cereda MP (2002). Caracterização físico-química de algumas tuberosas-amiláceas. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(1): 65-69.
- Monteiro DA, Peressin VA (2002). *Cultura da araruta*. In: CEREDA, M. P. Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo: Fundação Cargill. 2: 440-447.
- Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6 ed. Editora: Artmed, Porto Alegre. 888p.
- Vieira JCB, Colombo JN, Puiatti M, Cecon PR, Silvestre HC (2015). Desempenho da araruta 'Viçosa' consorciada com crotalária. *Revista Agrária*, 10(4): 518-524.

ÍNDICE REMISSIVO

A

aclimatização, 16, 21, 6, 7, 8, 12
 adubos verdes, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 9
 agentes fitopatogênicos, 7
 agromedicinal, 6
 araruta, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
Arracacia xanthorrhiza Bancroft, 6, 15

B

banco de sementes, 9
 biodiversidade, 6, 7, 8, 11, 18, 7, 6, 8, 10, 6
 biofertilizante, 6
 bokashi, 6, 7, 8, 9, 10, 11

C

cama de frango, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16
 Cerrado, 20, 12, 11, 6, 8, 6, 9, 10
 classificação de bulbos, 6, 7, 10, 12, 15, 16
 competição, 10, 21, 14
 consorciação, 6, 17, 22
 crotalária, 13

E

emergência, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 10, 8
 espécies vulneráveis, 7, 10
 extrato aquoso, 9, 13, 16, 10, 11
 extrato hidroalcoólico, 9, 10

F

Feijão-de-porco, 9, 13, 14

G

germoplasma, 7, 9

H

hormônios vegetais, 10
 hortaliças, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 6, 7, 8, 11, 14, 15,
 16, 20, 21, 22, 23, 6, 7, 15, 16, 13, 15, 12
 hospedeiro, 6, 7, 9, 11

I

índice de equivalência de área, 13
 inseticidas botânicos, 6, 7, 12
 intensidade luminosa, 6

L

LED, 9, 12, 14

M

meio ambiente, 13
 melhoramento genético, 6, 7, 8, 11
 micropropagação, 7, 11, 12, 15, 16, 17, 13, 7,
 12

O

orquídeas, 14, 20, 21, 24, 10, 6, 7, 8, 9, 10, 11,
 12, 13

P

plantas de cobertura, 9, 15, 16
Plutella xylostella, 6, 7, 15, 16, 17, 7, 8, 10, 11,
 12, 13, 14, 15
 potencial medicinal, 10, 7
 práticas agroecológicas, 11
 propagação, 9, 11, 15, 16, 17, 19, 23, 7, 10, 6, 7,
 8, 9

R

recursos naturais, 12, 6

reeducação alimentar, 7

resíduos agrícolas, 8

rizomas, 9, 6, 7, 8, 9

S

Simarouba versicolor A. St-Hill, 6

sistemas agroflorestais, 6, 7, 8, 11, 7

Styrax camporum Pohl., 6, 7, 16

substrato, 19, 10, 16, 7, 8, 9, 10, 11, 6, 7, 8, 10,
11, 13

T

tamanho de mudas, 6, 12

trabalho social, 10, 11

traça-das-crucíferas, 7, 16, 6

V

viroses, 6, 7, 11

Cleberton Correia Santos

Graduado em Agroecologia pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS).

Mestre e Doutor em Agronomia - Produção Vegetal pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Atualmente é Pós-Doutorando (PNPD/CAPES) pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFGD.

Tem experiência nos seguintes temas: Agroecologia, Indicadores de Sustentabilidade e Recursos Naturais, Uso de Resíduos Sólidos Orgânicos, Produção de Mudanças, Propagação de Plantas, Substratos, Plantas nativas do Cerrado e medicinais, Sistemas Agroflorestais, Estresse Salino e por Alumínio em Sementes, Ecofisiologia, Nutrição e Metabolismo de Plantas, Planejamento e Análises Experimentais Agrícolas. Contato: cleber_frs@yahoo.com.br.



ISBN 978-658831904-8



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