

Pesquisas agrárias e ambientais

Volume XVIII

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Luciano Façanha Marques
Organizadores



Pantanal Editora

2023



Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Luciano Façanha Marques
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume XVIII



Pantanal Editora

2023

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

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

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

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

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

Instituição

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

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

Ficha Catalográfica

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

P474

Pesquisas agrárias e ambientais - Volume XVIII / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera, Luciano Façanha Marques. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023. 81p.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-07-5

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756075>

1. Agricultura sustentável. 2. Animais. 3. Plantas. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Marques, Luciano Façanha (Organizador). IV. Título.

CDD 631.5

Índice para catálogo sistemático

I. Agricultura sustentável



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

Pantanal Editora

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

Apresentação

A pesquisa no campo da agricultura e do meio ambiente desempenha um papel fundamental na orientação da agricultura em direção a um futuro mais sustentável. Esse direcionamento busca assegurar que a produção de alimentos seja realizada de maneira que esteja em harmonia com a preservação do meio ambiente e a saúde dos ecossistemas. Isso se torna essencial para assegurar a prosperidade contínua da agricultura e a preservação dos recursos naturais para as gerações vindouras. A publicação dessa obra é a concretização do desejo da Editora Pantanal de compartilhar resultados de pesquisa que tenham um impacto direto no progresso da humanidade.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume XVIII” representa a extensão de uma série de volumes de e-books que se concentram em trabalhos destinados a melhorar a produção de alimentos e a promoção da sustentabilidade nos métodos aplicados na produção de plantas e animais. No decorrer dos capítulos deste e-book, são explorados os seguintes tópicos: identificação de plantas tóxicas em parques públicos do Rio de Janeiro, crescimento *in vitro* de genótipos de batata, manejo nutricional e sanitário de potros de propriedades da região de Santa Rosa – RS, descritores quantitativos permitem quantificar a diversidade genética de sementes de feijão, implantação e operacionalização da inspeção municipal no Maranhão: desafios da comercialização dos produtos de origem animal oriundos da agricultura familiar, avaliação da qualidade da água em dois assentamentos em uma micro bacia do córrego água parada – MS.

Aos autores dos capítulos, que demonstraram dedicação incansável e esforços notáveis, possibilitando a criação deste livro que reflete os mais recentes progressos científicos e tecnológicos no campo das Ciências Agrárias e Ambientais, os agradecimentos são expressos pelos Organizadores e pela Pantanal Editora. Por fim, nossa esperança é que este e-book possa colaborar e motivar tanto estudantes como pesquisadores a continuar sua busca constante por novas tecnologias e avanços nas áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Desta forma, podemos garantir uma disseminação rápida e acessível de conhecimento para a sociedade.

Os organizadores


Sumário

Apresentação	4
Capítulo I	6
Identificação de plantas tóxicas em parques públicos do Rio de Janeiro.....	6
Capítulo II	21
Crescimento in vitro de genótipos de batata	21
Capítulo III	33
Manejo nutricional e sanitário de potros de propriedades da região de Santa Rosa – RS.....	33
Capítulo IV	44
Descritores quantitativos permitem quantificar a diversidade genética de sementes de feijão	44
Capítulo V	53
Implantação e operacionalização da inspeção municipal no Maranhão: desafios da comercialização dos produtos de origem animal oriundos da agricultura familiar.....	53
Capítulo VI	69
Avaliação da qualidade da água em dois assentamentos em uma micro bacia do córrego água parada – MS.....	69
Índice Remissivo	80
Sobre os organizadores.....	81

Crescimento *in vitro* de genótipos de batata

Recebido em: 15/09/2023

Aceito em: 16/09/2023

 10.46420/9786585756075cap2

Giovanna Silvestrin 

Valquíria Rosa Schinemann 

Jackson Kawakami 

Edson Perez Guerra 

INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é proveniente de áreas tropicais de elevadas altitudes e considerada uma das principais fontes de alimento para a humanidade (Embrapa Hortaliças, 2015). A produção mundial anual supera 376,12 milhões de toneladas em área de 18,13 milhões de hectares, com produtividade média de 20,74 t ha⁻¹. No Brasil, a batata é cultura importante, com produção anual de aproximadamente 3,85 milhões de toneladas em uma área de cerca de 116,42 mil hectares na safra 2021 (FAOSTAT, 2023).

A batata é classificada como dicotiledônea da família Solanaceae, gênero *Solanum*, que contém mais de 2.000 espécies. Destas, cerca de 160 produzem tubérculos. Contudo, cerca de apenas 20 espécies de batata são cultivadas. Existem muitas espécies silvestres e são de grande importância para os programas de melhoramento (Embrapa Hortaliças, 2015).

A batateira é planta arbustiva e perene. No Brasil, as condições de clima tropical e subtropical e com diferentes altitudes possibilitam o plantio de batata durante todos os meses do ano, nas diferentes regiões (Bisognin & Streck, 2009). A parte aérea é herbácea e atinge 50 a 70 cm de altura, chegando a 1,5 m durante a fase reprodutiva. O ciclo vegetativo pode ser precoce (menor que 90 dias), médio (90 a 100 dias) ou longo (maior que 110 dias) (Pereira & Daniels, 2003).

A batata cultivada é propagada vegetativamente por tubérculos, que são órgãos de reserva de amido e se desenvolvem nas extremidades dos estolões. A cada safra deve-se renovar o estoque de batata-semente em função da proliferação de doenças, principalmente vírus (Bisognin & Streck, 2009).

Uma das formas de se controlar a perda de produtividade por infecções patogênicas é a seleção de plantas vigorosas, assintomáticas e sadias como matrizes, para que seja realizada a limpeza clonal por meio da utilização de técnicas de cultura de tecidos (Fernandes & Lima, 2017).

A cultura de tecidos compreende o crescimento e a multiplicação de células, tecidos e órgãos sob condições controladas de nutrição, de assepsia e de fatores ambientais. A cultura de tecidos é instrumento importante da biotecnologia na obtenção de plantas livres de vírus e para a micropropagação. Micropropagação é a multiplicação de plantas *in vitro* em larga escala, em um curto período, para que

posteriormente sejam aclimatizadas e adaptadas à produção em campo (Guerra, Cabel & Guerra-Slompo, 2018).

A obtenção de plantas livres de vírus pode ser efetuada através do cultivo de meristemas *in vitro*. As partículas virais encontram-se em menor concentração no ápice da planta e no meristema ocorre indiferenciação celular e alta atividade metabólica, dificultando a infecção neste tecido (Dutra, 2010). Na micropropagação de batata, vários tecidos podem ser usados como explantes, ocorrendo uma rápida multiplicação clonal.

A busca por qualidade fitossanitária em plantas de batata iniciou-se com Morel e Martin que obtiveram plantas regeneradas *in vitro* a partir de ápices caulinares de plantas de dália livres dos vírus A, X e Y (Santiago, 2011). A utilização da técnica de cultivo *in vitro* tem importância na agricultura com evidência para: recuperação de plantas livres de vírus e patógenos causadores de doenças; na propagação comercial de plantas; no melhoramento genético de culturas; no manejo e conservação de germoplasma *in vitro*; em pesquisas nas áreas de fisiologia vegetal, dentre outros (Guerra, Cabel & Guerra-Slompo, 2018).

O meio de cultivo mais utilizado na micropropagação de plantas em laboratórios é o meio desenvolvido por Murashige e Skoog (1962), acrescido de um composto gelificante como ágar ou gelrite® (Pereira & Fortes, 2003). A composição do meio de cultura é variável e deve conter compostos essenciais água, sais inorgânicos, fontes de carbono, vitaminas e aminoácidos. Podem ser acrescidos de amidas e ácidos orgânicos, reguladores de crescimento e substâncias naturais complexas, como polpa de banana, extrato de leveduras e água de coco, dentre outros (Guerra et al., 2016). Nos meios de cultura tradicionais, suplementos como água de coco podem ser fornecedores de açúcares, aminoácidos, hormônios de crescimento e outros compostos orgânicos e minerais (Hu & Ferreira, 1998).

Zhang, Zhou & Li (2005) avaliaram o efeito de reguladores de crescimento auxina, ácido giberélico e 6-Benzilaminopurina no crescimento de brotos e tuberização de batata cultivada *in vitro*. Observaram aumento do crescimento de brotos com o acréscimo de ácido Indol Acético (AIA), especialmente com a adição de ácido giberélico e observaram inibição do crescimento na presença de 6-Benzilaminopurina (BAP). Outros reguladores de crescimento podem ser aplicados, como realizado por Sharde et al. (2023) com uso de BAP mais ANA (Ácido Naftaleno Acético), apresentando indução de calos em batata *in vitro*, melhor indução de brotação, maior número e maior comprimento de brotos. Os autores também testaram combinações com AIB (Ácido Indol Butírico), obtendo maior eficiência de proliferação de raízes, maior número e maior comprimento de raízes.

A produção de batata no Brasil é dependente da importação de batata-semente. A importação é feita principalmente de países do hemisfério Norte, onde as condições climáticas são bem diferentes e os materiais selecionados não apresentam boa adaptação às condições climáticas do Brasil, principalmente nos quesitos produtividade e resistência a doenças. Por isso, as técnicas de limpeza clonal, conservação *in vitro*, micropropagação e multiplicação de batata-semente livre de vírus são essenciais para o

desenvolvimento de cultivares nacionais de batata (Fernandes & Lima, 2017). Os principais fornecedores de batata-semente são os países baixos (Holanda), com 3,5 mil toneladas e o Chile com 1,2 mil toneladas, do total de 6,4 mil toneladas em 2022 importadas no Brasil. Os demais países são Alemanha, França, Argentina e Reino Unido (MAPA, 2023).

No presente trabalho foram realizados estudos sobre inoculação de explantes, micropropagação e conservação *in vitro* de genótipos de batata, em experimentos com cultivares e novos clones variando-se combinações de reguladores de crescimento ao meio de cultura MS e dividindo-se os inóculos em partes apical, mediana e basal a cada nova multiplicação. Foi avaliado periodicamente o crescimento e número de brotações das plantas micropropagadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas atividades de micropropagação de genótipos de batata no Laboratório de Bioenergia e Micropropagação, no Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, em Guarapuava, Paraná.

Atividade 1 – Inoculação e micropropagação

1.1. A primeira atividade foi realizada, iniciando-se o procedimento de micropropagação. Foram utilizadas as cultivares BRS Ana e BRS Camila em meio de cultura MS (Murashige & Skoog, 1962), previamente inoculados e cultivados *in vitro*.

Foram feitos procedimentos iniciais de preparação da câmara de fluxo laminar, borrifando-se álcool 70% no interior, inseridas pinças, bisturis, vidrarias e placas de Petri, borrifando-se álcool 92% e acionada a luz UV por 20 minutos. Após desligada a UV, frascos contendo plantas previamente cultivadas *in vitro* foram limpos externamente com álcool 70% e colocados dentro da câmara. Antes de manusear os materiais na câmara, as pinças e a placa de Petri foram esterilizadas novamente com álcool 92% e flambadas e foi feita assepsia das mãos com álcool 70%.

Com o auxílio de pinça esterilizada, foi retirada uma pequena quantidade de plantas do primeiro frasco e colocada em placa de Petri. As plantas coletadas foram fracionadas em partes menores e colocadas em três tubos de ensaio e num frasco de vidro, já contendo meio de cultura MS esterilizado. Após flambados e fechados com papel alumínio e plástico filme, os tubos e frascos foram devidamente etiquetados para identificação e colocados em prateleiras com iluminação na sala de crescimento.

1.2. O procedimento seguinte consistiu na inoculação de novos explantes de ápices caulinares de batata para cultivo de meristema. Foram retiradas amostras de clones de batata cultivadas em vaso, em casa de vegetação. A câmara de fluxo foi preparada e adicionados frascos esterilizados identificados contendo álcool 70%, hipoclorito de sódio (2%) e três frascos de água deionizada esterilizada. Após limpeza prévia e corte individual dos ápices caulinares, cada clone, individualmente, foi mergulhado em

álcool 70% por 15 segundos e em seguida, no hipoclorito por 8 minutos. Cada amostra retirada foi lavada por três vezes em água destilada.

Após a etapa de assepsia, cada amostra foi separada em duas partes. Uma parte do caule foi depositada em um tubo de ensaio com meio de cultura MS e da outra parte apical foi retirado o meristema, utilizando-se lupa/câmera, instalada dentro da câmara de fluxo, com projeção no computador para visualização. O meristema foi inserido num segundo tubo de ensaio com meio de cultura MS.

Atividade 2 – Experimentos I e II

2.1. Foi feito um experimento (I) com cultivo *in vitro* de seis clones de batata em meio de cultura MS (Murashige & Skoog, 1962) e avaliado o crescimento das plântulas na presença ou ausência de regulador de crescimento 6-Benzilaminopurina (BAP) e variando-se diferentes partes das plantas: ápice, parte mediana e basal.

O meio de cultura MS foi preparado seguindo-se as dosagens recomendadas, acrescido de 30 g L⁻¹ de sacarose, 0,7% de Ágar e pH ajustado para $5,8 \pm 0,1$. Foram preparados 1,5 L de meio de cultura e distribuídos em frascos contendo 20 mL de MS para a micropropagação. Também foram preparados tubos de ensaio com 5 mL de MS para conservação de germoplasma. O meio MS foi preparado com regulador de crescimento BAP nas concentrações de 0,2 mg L⁻¹ para os tubos de ensaio e 1,0 mg L⁻¹ de BAP para os frascos.

Foram utilizados os genótipos já cultivados *in vitro* e micropropagados, que apresentavam quantidade disponível para o experimento: BRS Ana, BRS Camila, BRS Ágata e três novos clones, V1, V2 e V3. As plantas foram separadas, no momento da micropropagação, em três partes: ápice (Ap), parte mediana (Me) e basal (Ba). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 2x6x3 nos frascos: com duas combinações de BAP (zero e 1,0 mg L⁻¹); seis genótipos de batata; e três diferentes partes de plantas.

Foi avaliado o crescimento das plântulas *in vitro* periodicamente, a cada semana, medindo-se com régua graduada (cm), externamente aos frascos.

2.2. Foi feito novo experimento (II) com cultivo *in vitro* de clones de batata em combinações de reguladores de crescimento no meio de cultura MS, utilizando-se apenas o ápice caulinar das plantas. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 6x5, com seis genótipos e cinco combinações, em quatro repetições.

Foi preparado 1,0 L de meio de cultura MS e distribuído em frascos contendo 20 mL de MS. Foram utilizados os seguintes reguladores e concentrações: 0,50 mg L⁻¹ de BAP; 0,50 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GIB); 0,010 mg L⁻¹ de ácido indol acético (AIA). Foram utilizadas cinco combinações de reguladores de crescimento em meio MS: 1) GIB; 2) AIA; 3) BAP+AIA; 4) BAP+GIB; 5) BAP+AIA+GIB.

Foram utilizados genótipos já cultivados *in vitro* e micropropagados, conforme a quantidade disponível para o experimento: BRS Ana, BRS Camila, BRS Ágata, BRS Catucha e dois novos clones V1 e V2.

Foi avaliado o crescimento das plântulas *in vitro* periodicamente, a cada semana, medindo-se com régua graduada (cm), externamente aos frascos.

Atividade 3 – Experimento-III

Foram utilizadas plantas da cultivar Atlantic, isoladas e micropropagadas *in vitro* em meio de cultura MS, em sala de crescimento a 26 °C, fotoperíodo de 16 horas. Avaliou-se o crescimento de plantas objetivando-se atingir a altura desejada, de 8 a 10 cm.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2x3. Os tratamentos foram: quatro dosagens de AIA (ácido indol acético) (0,005; 0,010; 0,015; e 0,020 mg L⁻¹); duas dosagens de BAP (6-Benzilaminopurina) (0,5 mg L⁻¹ e 1,0 mg L⁻¹); três cortes de haste das plantas de batata (Base, Mediana e Apical), em duas repetições. Todos tratamentos foram feitos com presença ou ausência de água de coco (zero ou 100 ml L⁻¹).

As dosagens foram definidas para o experimento após a realização de teste inicial com dosagens maiores para verificar o crescimento vegetativo de plantas de batata. As melhores dosagens observadas previamente foram de 0,01 mg L⁻¹ de AIA e 100 ml L⁻¹ de água de coco adicionado ao meio MS. Após o corte das plantas em câmara de fluxo laminar e distribuição dos explantes em frascos, foram realizadas as avaliações a cada sete dias, até os 28 dias de cultivo na sala de crescimento.

Foi avaliada a altura de plantas de batata micropropagadas *in vitro* e os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias dos tratamentos pelo teste Tukey, utilizando-se o programa computacional Genes (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram montados os experimentos e avaliado o crescimento das plântulas *in vitro* (Figura 1).

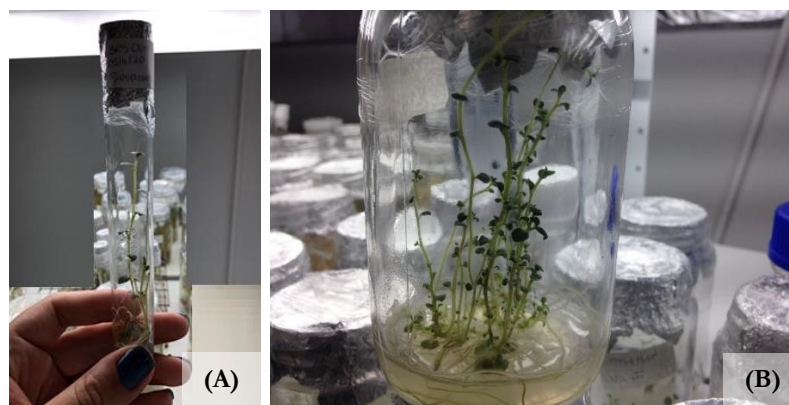


Figura 1. Exemplo de cultivo *in vitro* de batata BRS Ana em tubo de ensaio após 50 dias (A) e em frasco após 70 dias (B). Fonte: os autores.

No Experimento I foi observado o crescimento das hastes de genótipos de batata *in vitro*, periodicamente, destacando-se as cultivares Ágata e BRS Ana, com e sem a presença de BAP, com as curvas de crescimento até 50 dias (Figura 1) e com as maiores hastes (Tabela 1).

Tabela 1. Destaque dos maiores comprimentos de haste (CH) de clones de batata *in vitro*, variando a origem do corte das plantas em meio de cultura MS com ou sem BAP, em Guarapuava-PR.

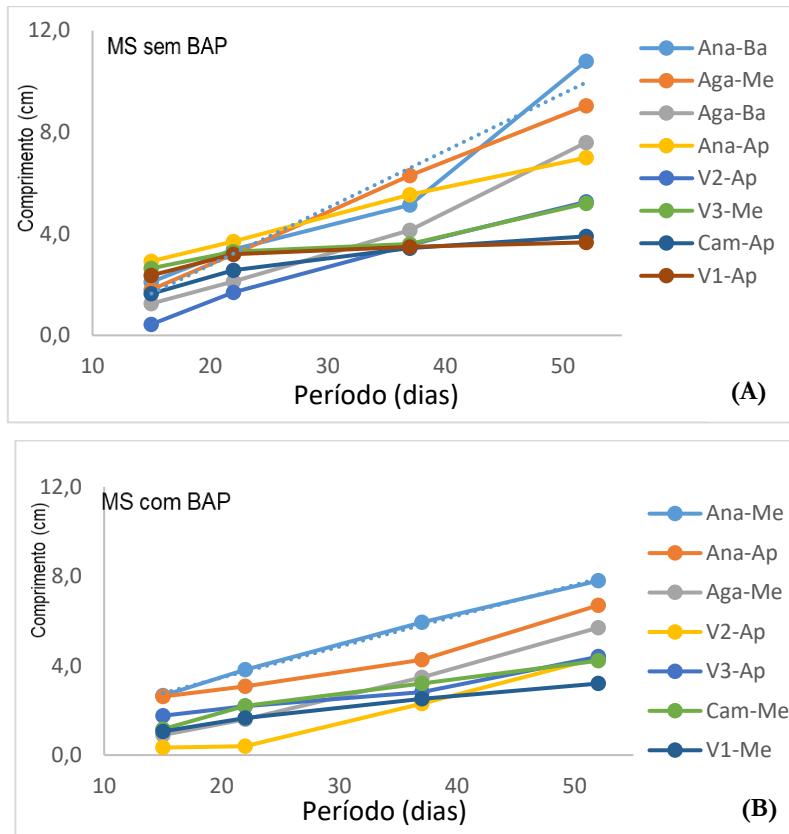
Tratamento		CH (cm)		Tratamento		CH (cm)	
Clones origem	sem BAP	com BAP		Clones origem	sem BAP	com BAP	
Ágata	Ap	6,1	1,5	V1	Ap	4,5	2,8
	Me	11,0	8,0		Me	4,5	3,7
	Ba	10,5	0,3		Ba	0,6	1,0
BRS Ana	Ap	7,5	16,0	V2	Ap	9,0	4,7
	Me	8,0	17,0		Me	5,0	4,5
	Ba	16,0	4,0		Ba	0,0	4,0
BRS Camila	Ap	4,5	4,5	V3	Ap	3,3	5,5
	Me	4,5	5,3		Me	6,0	3,8
	Ba	2,3	5,3		Ba	0,0	1,3

CH- Maior comprimento de haste aos 52 dias (cm); BAP- 6-Benzilaminopurina; Ap- Apical; Me- Mediana; Ba- Base.

A cultivar BRS Ana apresentou o melhor desempenho médio geral. A parte da planta com melhor resposta geral foi a de origem mediana (Tabela 1). Os materiais que apresentaram maior número de brotações foram a BRS Ana e o clone V3.

As curvas de crescimento de hastes de plantas das combinações com as melhores respostas são apresentadas na Figura 2. Houve maior crescimento de hastes no meio MS na ausência de BAP, no período de avaliação até 52 dias (Figura 2a).

No Experimento I foram identificadas as melhores combinações para o crescimento das plantas *in vitro*. As cultivares comerciais apresentaram, em geral, maior crescimento de hastes no período observado, em relação aos novos clones testados.



Curvas de tendências

$y(\text{Ana-Ba}) = 0.225x - 1.7319 \quad R^2 = 0.9312$
 (ex. linha tracejada Ana-Ba)
 $y(\text{Ana-Me}) = 0.1966x - 1.1092 \quad R^2 = 0.9992$
 $y(\text{Aga-Ba}) = 0.1695x - 1.5618 \quad R^2 = 0.9782$
 $y(\text{Ana-Ap}) = 0.1115x + 1.2781 \quad R^2 = 0.9974$
 $y(\text{V2-Ap}) = 0.1281x - 1.2954 \quad R^2 = 0.9931$
 $y(\text{V3-Me}) = 0.0633x + 1.69 \quad R^2 = 0.9205$
 $y(\text{Cam-Ap}) = 0.0584x + 1.045 \quad R^2 = 0.9266$
 $y(\text{V1-Ap}) = 0.0305x + 2.213 \quad R^2 = 0.7636$

Curvas de tendências

$y(\text{Ana-Me}) = 0.1382x + 0.7004 \quad R^2 = 0.9973$
 (ex. linha tracejada Ana-Me)
 $y(\text{Ana-Ap}) = 0.1086x + 0.7442 \quad R^2 = 0.9589$
 $y(\text{Aga-Me}) = 0.1303x - 1.1847 \quad R^2 = 0.9957$
 $y(\text{V2-Ap}) = 0.1138x - 1.7391 \quad R^2 = 0.97$
 $y(\text{V3-Ap}) = 0.0688x + 0.6218 \quad R^2 = 0.9567$
 $y(\text{Cam-Me}) = 0.0788x + 0.2126 \quad R^2 = 0.9744$
 $y(\text{V1-Me}) = 0.0568x + 0.32 \quad R^2 = 0.9865$

Figura 2. Curvas de crescimento médio de hastes (cm) de cultivares Ágata, BRS Ana, BRS Camila e clones V1, V2 e V3 de batata *in vitro* em meio MS sem BAP (A) e com BAP (B), a partir de haste Apical (Ap), Mediana (Me) e Base (Ba), em Guarapuava, PR. Fonte: os autores.

No Experimento II, foi observado o crescimento das plantas *in vitro* com diferentes combinações dos reguladores. Porém, houve perdas de parcelas e foi feita a análise de variância com dois tratamentos completos, com as cultivares Ágata e BRS Catucha. A análise de variância não indicou diferenças estatísticas significativas entre as cultivares (QM= 0,576^{ns}), entre as combinações de reguladores de crescimento (QM= 6,0178^{ns}) e na interação entre os fatores (QM= 6,7078^{ns}). O coeficiente de variação foi considerado muito alto (C.V. = 25,0%).

As avaliações do comprimento de hastes de batata com variações de reguladores de crescimento nas dosagens GIB - Ácido Giberélico (0,50 mg L⁻¹), AIA- Ácido Indol Acético (0,010 mg L⁻¹) e BAP- 6-Benzilaminopurina (0,50 mg L⁻¹) apresentaram médias nas combinações: GIB- 4,55 e 2,45 cm; AIA- 3,75 e 4,0 cm; BAP+AIA- 3,575 e 2,45 cm; BAP+GIB- 3,575 e 6,25 cm; BAP+AIA+GIB- 3,125 e 2,23 cm, respectivamente para Ágata e BRS Catucha.

Os reguladores de crescimento apresentaram diferentes respostas para as cultivares testadas. As combinações propostas não tiveram respostas conclusivas para o estímulo de crescimento de hastes, não diferindo estatisticamente entre si ou em combinações. Salem & Hassanein (2017) testaram diferentes combinações de reguladores de crescimento em três genótipos de batata, com 0,5 a 2,0 mg dm⁻³ de BAP e 0,5 a 2,0 mg dm⁻³ de ácido Giberélico GA₃. Avaliaram número de brotos, comprimento de brotos e massa fresca de grupos de brotos, após um mês de cultivo *in vitro* e observaram que, geralmente, o meio

de cultura MS suplementado com 1,0 mg dm⁻³ BAP e 0,5 mg dm⁻³ GA₃ apresentou a melhor combinação para multiplicação de brotos dos genótipos testados.

Zhang, Zhou & Li (2005), porém, observaram inibição do crescimento de brotos na presença de BAP (5,0 mg dm⁻³) no meio MS e aumento do crescimento com o acréscimo de AIA (0,5 a 10,0 mg dm⁻³) em adição de GA₃ (0,5 mg dm⁻³).

No Experimento III a análise de variância indicou diferenças significativas para o tratamento de corte de hastes das plantas da cultivar Atlantic em meio MS, acrescido ou não da água de coco (Tabela 2). Os resultados indicaram que: houve interação entre o corte de hastes BMA (base, mediana e ápice) e a auxina AIA em meio com água de coco; houve interação entre AIA e BAP em meio sem água de coco; e houve interação entre BMA x AIA x BAP em meio com e sem água de coco.

Tabela 2. Análise de variância de altura de plantas de batata Atlantic cultivadas *in vitro*, com diferentes combinações de reguladores de crescimento, em Guarapuava, PR.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	
		Sem água de coco	Com água de coco
(Bloco/BAP)/AIA	16	0,1658	0,2207
BMA	2	123,5018 **	149,2601 **
AIA	3	0,7311 ns	3,9798 ns
BAP	1	3,645 ns	1,4735 ns
BMA x BAP	2	0,8562 ns	1,3681 **
BMA x AIA	6	4,1654 ns	0,6193 ns
AIA x BAP	3	1,0153 **	0,5601 ns
BMAxAIxBAP	6	1,6402 **	0,1739 **
Resíduo	32	0,016875	0,027572
Média (cm)		5,11	5,55
C.V. (%)		2,54	2,99

** significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; ns- não significativo; AIA- Ácido Indol Acético; BAP- 6-Belzilaminopurina; BMA- corte basal, mediano e apical da planta *in vitro*; C.V. (%) - coeficiente de variação.

Os coeficientes de variação observados foram baixos, indicando boa precisão experimental. As médias de comprimento de hastes das interações dos tratamentos com testes de comparação de médias são apresentados na tabela 3, com e sem o uso de água de coco.

As melhores combinações das dosagens em meio MS, sem adição de água de coco, foram observadas nos tratamentos com as maiores doses de AIA: A₄B₂Me com 7,9 cm e A₄B₁Ba com 7,5 cm aos 28 dias de crescimento.

No meio com adição de água de coco, as melhores combinações foram também com as maiores doses de AIA e as partes superiores das plantas: A₃B₂Me e A₃B₂Ap, com 8,5 cm, e A₄B₁Me e A₄B₁Ap com 8,1 cm aos 28 dias de crescimento (Tabela 3) (Figura 3).

As interações entre AIA x BAP em meio sem água de coco e interações de AIA x BMA (base, mediana e ápice) em meio com água de coco são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 3. Médias de comprimento da haste (CH) de batata *in vitro*, em diferentes doses de AIA (T1), BAP (T2) e origem do corte das plantas (Ba, Me, Ap) (T3), em meio de cultura MS sem o uso de água de coco e com uso de coco, em Guarapuava, PR.

Tratamento			CH (cm)		Tratamento			CH (cm)	
T1	T2	T3	sem coco	com coco	T1	T2	T3	sem coco	com coco
	Ap		2,4 k*	3,9 j**		Ap		5,1 gh*	5,1 hi**
A ₁	B ₁	Me	3,9 i	2,3 k	A ₃	B ₁	Me	5,9 f	5,7 g
	Ba		0,5 l	2,8 k		Ba		6,1 f	5,6 gh
	Ap		2,7 k	2,5 k		Ap		6,9 de	8,5 a
A ₁	B ₂	Me	2,6 k	3,7 j	A ₃	B ₂	Me	7,4 bc ^{1/}	8,5 a
	Ba		3,7 ij	3,9 j		Ba		4,9 gh	5,0 i
	Ap		5,2 g	6,5 f		Ap		6,7 e	8,1 ab
A ₂	B ₁	Me	3,4 j	1,7 l	A ₄	B ₁	Me	7,3 bcd	8,1 abc
	Ba		2,6 k	2,6 k		Ba		7,5 ab	7,5 de
	Ap		6,0 f	6,0 fg		Ap		7,0 cde	7,1 e
A ₂	B ₂	Me	4,7 h	6,1 f	A ₄	B ₂	Me	7,9 a	7,8 bcd
	Ba		5,0 gh	6,4 f		Ba		7,3 bcd	7,7 cde

*Médias seguidas da mesma letra nas colunas sem uso de coco e **mesma letra nas colunas com uso de coco, não diferem significativamente pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade; CH- comprimento da haste (cm); A₁= 0,005; A₂= 0,010; A₃= 0,015 e A₄= 0,020 (mg L⁻¹ AIA); B₁= 0,5 e B₂= 1,0 (mg L⁻¹ BAP); Ap- Apical; Me- Mediano; Ba- Basal.

Tabela 4. Médias de comprimento da haste (CH) de batata das interações de AIA x BAP em meio MS sem água de coco e da interação de AIA x BMA em meio MS com coco, em Guarapuava, PR.

AIA x BAP (sem água de coco)			AIA x BMA (com água de coco)					
T1	T2	CH (cm)	T1	T3	CH (cm)	T1	T3	CH (cm)
A ₁	B ₂	5,7 a*	A ₁	Ap	3,1 g	A ₃	Ap	8,5 a
	B ₂	5,4 ab	A ₁	Me	3,9 f	A ₃	Me	5,1 e
A ₁	B ₂	5,3 b	A ₁	Ba	2,5 h	A ₃	Ba	5,7 d
A ₄	B ₁	5,2 bc	A ₂	Ap	6,1 cd	A ₄	Ap	7,4 b
A ₃	B ₁	5,1 bc	A ₂	Me	6,5 c	A ₄	Me	7,9 b
A ₄	B ₂	5,1 bc	A ₂	Ba	2,2 h	A ₄	Ba	7,8 b
A ₂	B ₁	4,9 c						
A ₁	B ₁	4,4 d						

* Médias seguidas da mesma letra na coluna sem uso de água de coco e nas duas colunas com água de coco, não diferem significativamente pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade; CH- comprimento da haste (cm); A₁= 0,005; A₂= 0,010; A₃= 0,015 e A₄= 0,020 (mg L⁻¹ AIA); B₁= 0,5 e B₂= 1,0 (mg L⁻¹ BAP); Ap- Apical; Me- Mediano; Ba- Basal.

As interações indicaram as melhores combinações entre AIA com 0,005 e 0,015 mg L⁻¹ x BAP com 1,0 mg L⁻¹, sem aplicação de água de coco (Tabela 4). A interação AIA x BMA, com aplicação de

água de coco, apresentou diferença significativa para a combinação 0,015 mg L⁻¹ e a parte Apical da planta, destacando-se também a maior dosagem de AIA com 0,020 mg L⁻¹ com os maiores crescimentos de plantas, não diferindo entre as partes de plantas Apical, Mediana e Basal.

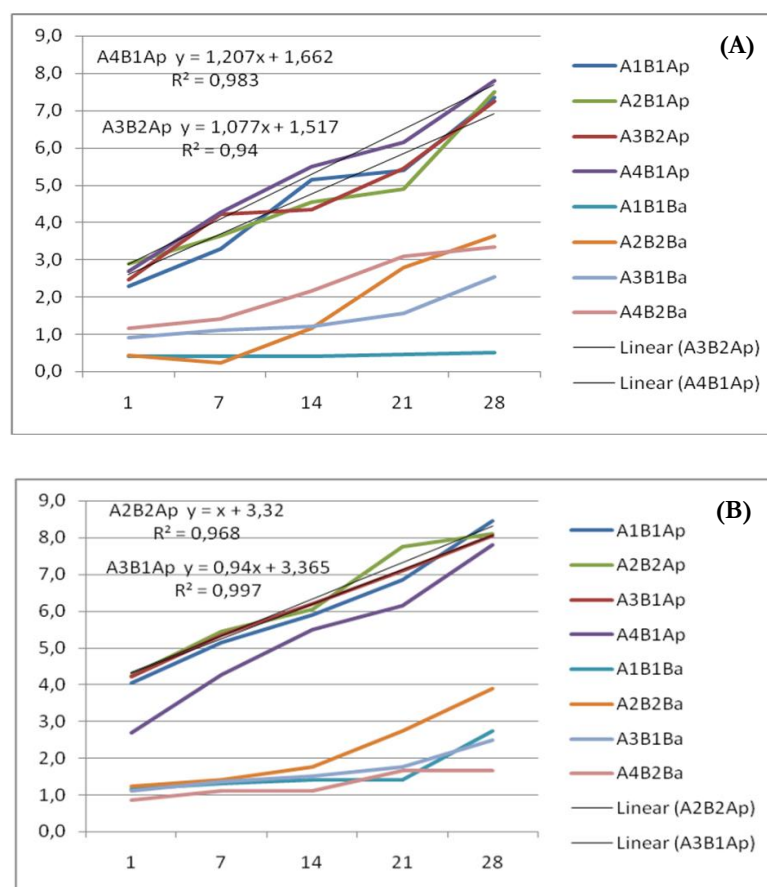


Figura 3. Curvas de crescimento de brotos de batata em meios de cultura com AIA (A1 a A4) e BAP (B1 e B2) e dos cortes da haste Basal e Apical, sem adição (a) e com adição de água de coco (b), destacando-se duas equações das melhores combinações, em cinco épocas de avaliação até aos 28 dias. Guarapuava, PR. Fonte: os autores.

CONCLUSÕES

O cultivo de batata *in vitro* apresenta diferentes respostas de crescimento em função dos genótipos e dos componentes aditivos do meio de cultura, como reguladores de crescimento e compostos complexos como água de coco.

As melhores dosagens de reguladores de crescimento observadas, entre as combinações testadas, foram as que continham o maior teor de AIA, de 0,02 mg L⁻¹, variando com as dosagens de BAP, utilizando as partes de corte de haste apical da planta e na presença de água de coco. As plantas que menos responderam em altura no período avaliado foram as de menor dosagem de AIA, principalmente, tanto em meios de cultura sem adição quanto nos meios com adição de água de coco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bisognin, D. A.; & Streck, N. A. (2009). Desenvolvimento e manejo das plantas para alta produtividade e qualidade da batata. Itapetininga: *Associação Brasileira da Batata*, 30 p.
- Cruz, C. D. (2013). GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, (35)3, 271-276.
- Dutra, L. F.; Mayer, K. C.; Silva, N. G.; Nino, A. P.; Silva F. O.; & Vieira, F.C. (2010). *Protocolos de micropropagação de plantas: I-Batata*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 24 p.
- Embrapa Hortaliças– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2015). *Sistema de Produção de Batata*. 252. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132923/1/Sistema-de-Producao-da-Batata.pdf>> Acesso em: 25 jul. 2023.
- Fernandes, F. R.; & Lima, M. F. A. (2017). importância do uso de materiais de propagação vegetativa de alta qualidade fitossanitária (livres de vírus): estudos de caso sobre alho, batata e batata-doce. In: Lopes, C. A. & Pedroso, M. T. M. *Sustentabilidade e horticultura no Brasil: da retórica à prática*. Embrapa. Hortaliças: Brasília. 161-201.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). *Crops and livestock products*. (2023). Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>. Acesso em: 01 set. 2023
- Guerra, E. P.; Cabel, S. R.; & Guerra-Slompo, E. P. (2018). Micropropagação *in vitro* de batata e técnicas de biologia molecular. In: Rampim, L.; Santos, L. A.; Gava, E. & Spliethoff, J. *Tópicos avançados em produção vegetal*. 1. Ed. Guarapuava: Aprehendere, 1, 161-185.
- Guerra, M. P.; Nodari, R. O.; Fraga, H. P. F.; Vieira, L. N.; & Fritsche, Y. (2016). *Apostila de Biotecnologia I*. 44 p.
- Hu, C. Y. & Ferreira, A. G. (1998). Cultura de embriões. In: Torres, A. C.; Caldas, L. S. & Buso, J. A. (Eds.). *Cultura de tecidos e transformações genéticas de plantas*. Brasília: EMBRAPA-CBAB. 71-81.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. (2023). *AGROSTAT* - Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro.
- Murashige, T.; & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, 15(3), 473-497.
- Pereira, A. S. da; & Daniels, J. (Ed.) (2003). *O cultivo da batata na região Sul do Brasil*. Brasília: Embrapa. 69 p.
- Pereira, J. E. S.; & Fortes, G. R. de L. (2003). Protocolo para produção de material vegetativo de batata em meio líquido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(9), 1035-1043.
- Santiago, G. (2011). *Variação Somaclonal nas cultivares de Batata Asterix e Atlantic por marcadores morfológicos e microsatélites*. 166. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

- Salem, J.; & Hassanein, A. M. (2017). In vitro propagation, microtuberization, and molecular characterization of tree potato cultivars. *Biologia Plantarum*, 61(3), 427-437.
- Sharde, R.; Tripathi, M.K.; Bhatt, D. et al. (2023). Influence of plant growth regulators on in vitro morphogenesis in sprout culture of potato (*Solanum tuberosum* L). *Potato Research*. <https://doi-org.ez132.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11540-023-09640-w>
- Zhang, Z.; Zhou, W.; & Li, H. (2005). The role of GA, IAA and BAP in the regulation of *in vitro* shoot growth and microtuberization in potato. *Acta Physiologiae Plantarum*. 27(3B), 363-369.

Índice Remissivo

	A		F
Água, 70, 71, 73, 74		Feijão, 45	
Análise, 75			M
Animais, 13			
	C	Manejo nutricional, 33	
Cavalo, 35		Micropropagação, 21, 23	
córregos, 76		monitoramento, 69	
	D		Q
Descritores, 44		Qualidade, 69	
			S
			<i>Solanum tuberosum</i> L., 21

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-

books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 114 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 57 organizações de e-books, 42 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora, da Revista Agrária Acadêmica e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



  **Luciano Façanha Marques**

Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE (1997). Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2006). Mestre em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2009). Doutor em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2012). Professor Adjunto IV, Universidade Estadual do Maranhão. Contato: lucianomarques@professor.uema.br



ISBN 978-65-85756-07-5



9786585756075

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