

# 2024

## BOLETIM DE PESQUISA

do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Unoeste





**BOLETIM DE PESQUISA DO PROGRAMA DE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - UNOESTE**

    
@Unoeste

  
@ppgagrounoeste

**VOLUME 6 - 2024**

**Edgard Henrique Costa Silva  
Fábio Rafael Echer  
Alexandrius de Moraes Barbosa  
Editores**

**BOLETIM DE PESQUISA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRONOMIA – UNOESTE**

**Volume 6 ISSN 2763-7522**

**PRESIDENTE PRUDENTE-SP, 2024**



**Revisão e edição: Edgard Henrique Costa Silva, Fábio Rafael Echer e Alexandrius de Moraes Barbosa**

**Capa: e Editoração: NEAD – Unoeste**

630 B668d	<p>Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Unoeste / Universidade do Oeste Paulista; editores Edgard Henrique Costa Silva, Fábio Rafael Echer, Alexandrius de Moraes Barbosa. – Presidente Prudente, 2024. 113 p.: il.</p> <p>v. 6 Anual. ISSN: 2763-7522</p> <p>1. Agronomia – Pesquisa Científica. 2. Nutrição da Planta. 3. Fisiologia Vegetal. 4. Melhoramento Genético. I. Título.</p>
--------------	---

Catálogo na fonte: Michele Mogni – CRB 8/6204



## **APRESENTAÇÃO**

É com grande satisfação que lançamos a 6ª edição do Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unoeste. Esta publicação, que se consolida a cada nova edição, reflete o comprometimento contínuo do nosso Programa com a pesquisa científica de qualidade e com a disseminação de conhecimentos que impactam positivamente a sociedade. Nosso objetivo, ao longo dos anos, tem sido fortalecer a interface entre a academia e o setor produtivo, promovendo soluções práticas e inovações que possam melhorar a eficiência e a sustentabilidade da agricultura.

Nesta edição, dedicamos especial atenção a uma diversidade de culturas que desempenham papéis fundamentais na economia e no bem-estar das pessoas, como algodão, amendoim, batata-doce, cana-de-açúcar, feijão, fava italiana, alface, repolho e orquídeas. Para cada uma dessas culturas, apresentamos novas abordagens e recomendações de manejo, com base em pesquisas recentes realizadas no âmbito do nosso programa. Essas informações visam apoiar produtores, técnicos e profissionais da área, oferecendo informações que podem melhorar a produtividade e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Desejamos a todos uma leitura proveitosa e enriquecedora. Que este material seja uma fonte de inspiração e conhecimento para o desenvolvimento contínuo da agricultura em nossa região e em todo o país.

Dr. Fábio R. Echer – Coordenador  
Dr. Edgard Henrique Costa Silva – Vice-Coordenador  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Gestão 2021-2024



## Sumário

O USO DOS FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES PARA A BIORREMEDIAÇÃO DO CRÔMIO NO FEIJÃO COMUM.....	5
DESAFIOS DA PRODUÇÃO DO ALGODÃO NO OESTE PAULISTA: LIMITADA INFLUÊNCIA DAS CULTURAS DE COBERTURA EM CENÁRIOS DE EL NINÕ .....	11
BIOESTIMULANTES COMO PROMOTORES DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA RAIZ DE BATATA-DOCE 'MINEIRINHA' .....	17
ÉPOCA DE TERMINAÇÃO DE CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO IMPACTADA PELA DOSE DE NITROGÊNIO E DENSIDADE DE PLANTAS .....	22
PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO, ÉPOCAS DE TERMINAÇÃO DO CRESCIMENTO E DENSIDADE DE PLANTAS .....	27
IMPACTO DO DÉFICIT HÍDRICO NA BIOMASSA E NO NÚMERO DE FOLHAS EM GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE .....	33
A RESPOSTA DA PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO Á APLICAÇÃO DE NÍQUEL DEPENDE DA CULTIVAR .....	38
DESEMPENHO AGRÔNOMICO E FISIOLÓGICO DE ALFACES CRESPA E AMERICANA COM A APLICAÇÃO DE BIOMOLECULAS .....	44
GENE <i>SRO</i> EM FEIJÃO-COMUM ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.): CARACTERIZAÇÃO <i>IN SILICO</i> .....	50
COMPARAÇÃO DE QUALIDADE NUTRICIONAL DE LARANJAIS COM A PRESENÇA DE <i>CREASING</i> .....	55
RESPOSTA DE CULTIVARES DE FEIJÃO À INOCULAÇÃO COM <i>Rhizobium tropici</i> EM DOIS AMBIENTES DE PRODUÇÃO: IRRIGADO E SEQUEIRO .....	60
USO DE MICORRIZAÇÃO NA PRODUÇÃO INICIAL DE MUDAS DE ORQUÍDEAS .....	64
PRODUTIVIDADE POTENCIAL E ATINGÍVEL DO AMENDOIM EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA NO OESTE PAULISTA .....	69
AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR .....	74
PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM AFETADA PELO SISTEMA DE PREPARO E CORREÇÃO DO SOLO .....	79
REGIMES HÍDRICOS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA BATATA-DOCE 'MINEIRINHA' ..	84
DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO REPOLHO EM PRESIDENTE PRUDENTE - SP .....	89
TRANSPORTADOR DE UREIA EM <i>Vicia faba</i> L.: IDENTIFICAÇÃO ATRAVÉS DA BIOINFORMÁTICA .....	95
APLICAÇÃO DE UM CONTROLADOR DE CRESCIMENTO SOBRE <i>Urochloa brizantha</i> CV. MARANDU .....	100
BIODISPONIBILIDADE DE FÓSFORO A PARTIR DO EFEITO RIZOSFÉRICO DAS PLANTAS DE <i>Urochloa brizantha</i> .....	105
SINERGISMO DE NÍQUEL E MELATONINA NA BIOMASSA DE PLANTAS DE SOJA CULTIVADA EM SOLOS ARENOSOS SOB ESTRESSE POR DÉFICIT HÍDRICO. ....	112

## **O USO DOS FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES PARA A BIORREMEDIAÇÃO DO CRÔMIO NO FEIJÃO COMUM**

Hélida Regina Sala<sup>1</sup>, Bruna Oliveira Reinheimer Spolaor<sup>1</sup>, Daniele Silva Sukert<sup>1</sup>, Elisa Patrícia Ramos de Melo<sup>1</sup>, Adriana Lima Moro<sup>2</sup>, Ana Cláudia Pacheco<sup>2</sup>, Sérgio Marques Costa<sup>3</sup> e Maíra Rodrigues Uliana<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Pós-graduanda (a), Unoeste - helidasala@gmail.com, brunaspolaor@hotmail.com, danielesukert@hotmail.com, lisaramosmelo@hotmail.com*

<sup>2</sup>*Professor (a) do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unoeste - adrianamor@unoeste.br, anaclau@unoeste.br*

<sup>3</sup>*Professor (a) do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Unoeste - sergiocosta@unoeste.br, maira@unoeste.br*

### **PROBLEMÁTICA**

Uma vez que o tratamento de couro é intensificado na região do Oeste Paulista, torna-se preocupante a contaminação do solo pelo crômio (Cr) residual obtido no processo de clareamento do couro. Culturas alimentícias de importância nacional como o feijão podem apresentar sensibilidade ao Cr, pois ocorre absorção, translocação e acúmulo deste metal pesado no interior da planta. A remediação através do uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) tem potencial para ser uma tecnologia sustentável e de baixo custo para remover metais do solo e manter a qualidade do feijão.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

Os metais pesados são encontrados em efluentes industriais e apresentam riscos significativos à saúde animal devido à sua alta toxicidade (Leandro-Silva et al., 2020). Os solos apresentam elevada capacidade de retenção de metais pesados; contudo, quando esta capacidade é excedida e os metais ficam disponíveis no ambiente, podem entrar na cadeia alimentar através da bioacumulação.

Entre os microrganismos do solo, existem os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) que fazem associações simbióticas e mutualísticas com as raízes das plantas. A biorremediação é uma biotecnologia que utiliza desses microrganismos para desintoxicar poluentes no solo e outros ambientes. *Rizophagus clarus* e *Claroideoglomus etunicatum* são espécies de FMAs caracterizadas pela alta capacidade de se adaptar ao ambiente e de sobreviver e se reproduzir em ecossistemas semiáridos (Tomazelli et al., 2022; Oliveira et al., 2022). Estes microrganismos são capazes de fornecer proteção às plantas contra danos oxidativos causados pela absorção dos metais pesados do solo (Nacoon et al., 2021).

A região de Presidente Prudente, no estado de São Paulo, Brasil, é reconhecida como o quinto maior produtor de couro do estado (SEADE, 2019). O crômio (Cr) é um metal pesado que pode existir em vários estados de oxidação, com valências variando de 2<sup>-</sup> a 6<sup>+</sup>. Entre estes, os estados de valência 3<sup>+</sup> e 6<sup>+</sup> são utilizados como sais no processo de

curtimento do couro (Nascimento, 1983). O cromo  $6^+$  é conhecido por ser cancerígeno e um potente agente oxidante, apresentando riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

Sabe-se que plantas de interesse agrícola, como o feijão, são mais sensíveis às alterações fisiológicas negativas provocadas pela absorção de Cr, principalmente nos estágios iniciais da cultura (fase vegetativa). O feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*) é uma planta herbácea dicotiledônea pertencente à Família Fabaceae, (Silva; Duarte, 2020) que possui alta demanda nutricional e ciclo curto (Almeida et al., 2022). A cultivar IAC Imperador é uma variedade de feijão de alto rendimento na agricultura orgânica. Esta cultura desempenha um papel crucial na segurança alimentar e na subsistência em todo o mundo devido ao seu alto teor de proteínas e adaptabilidade a diversas condições agroecológicas (Silva; Ferreira; Nascente, 2021).

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado no Centro de Estudos em Ecofisiologia Vegetal do Oeste Paulista – CEVOP (Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE). Foram utilizadas 30 plantas envasadas no total. Antes do plantio, metade dos vasos receberam  $10 \text{ mg/kg}^{-1}$  de  $\text{Cr}^{6+}$  a partir da solução preparada com sal de Cr ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) e água deionizada.

Os vasos preenchidos com 3kg de terra vegetal comercial esterilizado por alta temperatura., a qual apresenta as seguintes características químicas: matéria orgânica,  $68,5 \text{ g dm}^{-3}$ ; pH (1:2,5 solos/suspensões de  $\text{CaCl}_2$   $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ ), 6,2; P (resina),  $305 \text{ mg dm}^{-3}$ ; K, Ca e Mg trocáveis de 10,6, 193 e  $45,8 \text{ mmolc dm}^{-3}$ , respectivamente, acidez total em pH 7,0 (H+Al) de  $17,2 \text{ mmolc dm}^{-3}$ , capacidade de troca de cátions total (CTC) de  $267,5 \text{ mmolc dm}^{-3}$  e saturação por bases de 93%. Este solo passou por um período de estabilização que durou aproximadamente 15 dias. A concentração de  $\text{Cr}^{6+}$  foi escolhida de acordo com os limites determinados em cenário industrial pela CETESB (CETESB, 2017).

Sementes de feijão, cultivar IAC Imperador, foram previamente tratadas com solução de peróxido de hidrogênio à 10% e então lavadas com água deionizada. Na semeadura foram utilizadas 6 sementes em cada vaso. As plantas foram mantidas em câmara climatizada tipo Fitotron com temperatura e fotoperíodo controlados. Após 20 dias da emergência das plantas foi realizado o desbaste, deixando-se 2 plantas por vaso. Quando as plantas apresentavam o quarto trifólio expandido, uma planta de cada vaso foi utilizada para avaliação dos parâmetros fotossintéticos e bioquímicos. A outra planta permaneceu no vaso até completar o ciclo, quando foi realizada a colheita das vagens.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado composto por esquema fatorial  $3 \times 2$ . A inoculação das micorrizas ocorreu na semeadura, adicionando-se 200 g de inoculante (contendo aproximadamente 400 esporos) para cada 3 kg de solo. Os inoculantes foram provenientes do banco de Glomales da UNIPAR, constando de duas espécies de FMAs [*Rhizophagus clarus* (= *Glomus clarus*) (FMA 1)] e [*Claroideoglossum etunicatum* (= *Glomus etunicatum*) (FMA 2)] e controle (sem inóculo), combinado com dois tratamentos de Cr (0 e  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  de  $\text{Cr}^{6+}$ ). Foram utilizadas 5 repetições para cada tratamento.

Foram analisadas a atividade das enzimas antioxidantes superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD). As análises não enzimáticas foram a

determinação da peroxidação de lipídeos por concentração de malondialdeído (MDA) e as concentrações foliares de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e prolina.

O teor de Cr foi avaliado seguindo a metodologia de Davies *et al.* (2001), no solo dos vasos e também nas raízes, caules, folhas e vagens da planta.

Raízes frescas foram lavadas em água corrente e cortadas em segmentos para determinar a porcentagem de colonização das micorrizas por meio do método de observação de segmentos de raízes de Phillips e Hayman (1970). Os segmentos colonizados foram avaliados por um microscópio estereoscópico (40–100 ×) (Giovanetti; Mosse 1980).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Em relação às enzimas antioxidantes, verifica-se que na ausência de Cr no solo não houve variação na atividade das enzimas SOD, POD e CAT. Porém, na presença de Cr, verifica-se que nas plantas inoculadas com ambos os FMAs houve menor atividade da SOD (Tabela 1).

O MDA é um subproduto da peroxidação de lipídeos que ocorre em membranas celulares pela presença de radicais livres produzidos na planta sob estresse. Entre estes radicais livres está o  $H_2O_2$  (Rizwan *et al.*, 2018). Neste trabalho, verifica-se que na ausência de Cr no solo não ocorreu variação na concentração de  $H_2O_2$  e houve maior conteúdo de MDA nas plantas inoculadas com o FMA1. Já na presença de Cr, não houve variação de MDA entre os tratamentos e foi encontrada maior concentração de  $H_2O_2$  nas plantas inoculadas com ambos os FMAs (Tabela 1).

A prolina é um aminoácido que possui ação antioxidante, protegendo as células vegetais dos efeitos deletérios do estresse (Bhagyawant *et al.*, 2019). Na ausência de Cr no solo, verificou-se maior conteúdo de prolina nas plantas inoculadas com FMA2. Já na presença de Cr, verificou-se menor produção de prolina nas plantas inoculadas com o FMA2, evidenciando o efeito de atenuação do estresse causado pelo metal pesado.

A determinação da concentração de cromo no solo revelou que dentre os tratamentos contendo Cr, o inoculado com FMA2 apresentou a maior concentração deste metal no solo, em relação ao tratamento não inoculado (Tabela 2). Já em relação às plantas, para aquelas cultivadas na presença de Cr e inoculadas com ambos os FMAs não houve diferença de concentração de Cr nas raízes e na parte aérea. Porém, é interessante ressaltar que nas plantas cultivadas na presença de Cr e FMA2 houve menor concentração deste metal nas vagens (Tabela 2), destacando-se o efeito de bioremediação do fungo micorrízico arbuscular.

De maneira geral, a taxa de colonização micorrízica foi baixa entre os tratamentos, embora tenham sido seguidas as recomendações da quantidade de inóculo por kg de solo. Nas plantas inoculadas com o FMA1 e expostas ao cromo, houve uma diminuição significativa na colonização micorrízica de 53,3%, evidenciando o efeito negativo do metal pesado sobre a colonização fúngica (Tabela 2).



## APLICAÇÃO PRÁTICA

Os resultados obtidos neste estudo destacam a capacidade dos fungos micorrízicos arbusculares, *R. clarus* e *C. etunicatum*, em mitigar os efeitos tóxicos do crômio (Cr) nas plantas de feijoeiro comum. Este estudo fornece evidências de que a inoculação de FMAs pode ser uma estratégia benéfica para melhorar a tolerância dos feijoeiros à contaminação por Cr, reduzindo os efeitos negativos deste metal pesado na fotossíntese da planta e facilitando a remediação de solos. Este estudo abre a possibilidade de novos estudos com outras culturas de importância agrícola.

## LITERATURA CITADA

ALMEIDA, Q. R. DE. *et al.* Reinoculation of topdressing *Rhizobium tropici* combined or not with *Azospirillum brasilense* in common bean. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, p. e73419, 2022.

BHAGYAWANT, S.S., *et al.* Variations in the antioxidant and free radical scavenging under induced heavy metal stress expressed as proline content in chickpea. **Physiol. Mol. Biol. Plants** 2019, 25, 683–696

CETESB. Crômio e seus compostos: Ficha de informação toxicológica. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Cromio.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2019.

DAVIES, F. T. *et al.* Mycorrhizal fungi enhance accumulation and tolerance of chromium in sunflower (*Helianthus annuus*). **Journal of Plant Physiology**, v. 158, n. 6, p. 777–786, 2001.

GIOVANNETTI, M., MOSSE, B.A., Evaluation of techniques for measuring VA mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, V.84, p. 489–500. 1980.

LEANDRO-SILVA, E. *et al.* Aplicação dos modelos de Langmuir e Freundlich no estudo da casca de banana como bioadsorvente de cobre (II) em meio aquoso. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 25, n.2, 2020.

NACCOON, S., *et al.* Growth enhancement of sunchoke by arbuscular mycorrhizal fungi under drought condition. **Rhizosphere**, v. 17, p.100308, 2021.

NASCIMENTO, R. L. G. do. Comportamento de Cr (III) na precipitação de PbCrO<sub>4</sub>. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Química, 1983.

OLIVEIRA, T.C., *et al.* O fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus clarus* melhora a tolerância fisiológica ao estresse hídrico em plantas de soja. **Scientific Reports**, v.12, n.9044, 2022.

PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infections. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 55, n. 1, p. 158-161, 1970.

RIZWAN, M.; *et al.*, Cadmium phytoremediation potential of Brassica crop species: A review. **Sci. Total Environ.** p. 631–632, n. 1175–1191, 2018.

SEADE. Mapa da Indústria Paulista 2003-2016. [S. l.], 2019. Disponível em: [http://www.seade.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/MapaIndustria\\_abril2019.pdf](http://www.seade.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/MapaIndustria_abril2019.pdf). Acesso em: 26 nov. 2019.

SILVA, J. G. da; FERREIRA, E. P.de B.; NASCENTE, A. S. Rendimento do feijão afetado pela calagem de enchimento em sulco e aplicação de nitrogênio. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 4, p. 857-866, 2021.

TOMAZELLI, D., *et al.* A inoculação de fungos micorrízicos arbusculares melhora o crescimento e a fotossíntese de mudas de *Ilex paraguariensis* (St. Hil). **Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia**, v. 65, e22210333, 2022.

**Tabela 1.** Parâmetros bioquímicos em plantas de feijão inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMA1 e FMA2) e submetidas a doses de Crômio ( $\text{mg L}^{-1}$ ).

	Cr	SOD (U $\mu\text{g/proteína}$ )	POD (U $\mu\text{g/proteína}$ )	CAT (U $\mu\text{g/proteína}$ )	MDA (nmol/g MS)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ( $\mu\text{mol/g}$ )	Prolina ( $\mu\text{mol/gMS}$ )
Controle	0	53,29Aa	0,653Aa	20,66Aa	0,072Aa	0,711Aa	11,44Bb
	10	44,36Aa	0,496ABa	18,47ABa	0,069Aa	0,550Ab	22,87Aa
FMA1	0	32,78Ba	0,549Ba	21,71Aa	0,048Bb	0,461Ba	6,34Bb
	10	35,05Bb	0,519Aa	20,43Aa	0,078Aa	0,683Aa	16,40Aa
FMA2	0	29,24Ba	0,422Ca	15,02Ba	0,054ABa	0,601Ba	29,03Aa
	10	24,44Cc	0,386Ba	16,22Ba	0,042Ba	0,646Aa	21,22Ab

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre as doses de crômio dentro de cada tratamento; Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos.

**Tabela 2.** Concentrações de Crômio (Cr) no solo (CrSolo), raiz (CrRaiz) e parte aérea (CrPA) de plantas de feijão cultivadas na ausência ( $0 \text{ mg mL}^{-1}$ ) ou presença deste metal ( $10 \text{ mg mL}^{-1}$ ) e inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMA1 e FMA2) e percentual de colonização radicular.

	Cr	CrSolo ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	CrRaiz ( $\text{mg}^{-1}\text{Kg}$ )	CrP.A. ( $\text{mg}^{-1}\text{Kg}$ )	CrVagens ( $\text{mg}^{-1}\text{Kg}$ )	% Colonização
Controle	0	0,5092Ba	40,41Bb	11,08Bb	33,16Aa	1,5Ba
	10	0,536Ca	52,02Aa	8,02Bb	36,24Aa	0Bb
FMA1	0	0,9Aa	48,34Aa	30,98Aa	31,06Aa	3,8Aa
	10	1,26Ba	49,09Aa	31,50Aa	31,802Aa	1,7ABb
FMA2	0	1,28Ab	47,08ABa	32,68Aa	8,34Ba	3,7ABa
	10	1,46Aa	46,30Aa	31,55 Aa	1,05Bb	3,0Aa

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre as doses de crômio dentro de cada tratamento; Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos.

## **DESAFIOS DA PRODUÇÃO DO ALGODÃO NO OESTE PAULISTA: LIMITADA INFLUÊNCIA DAS CULTURAS DE COBERTURA EM CENÁRIOS DE EL NIÑO**

Gustavo Ricardo Aguiar Silva<sup>1</sup>, Giovanna Maniezzo de Mattos<sup>1</sup>, Antônio Cesar Padovan, Claudio Maticolli Costa<sup>1</sup>, Fábio Rafael Echer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Presidente Prudente – SP; [aguiarg.agro@gmail.com](mailto:aguiarg.agro@gmail.com), [giovannamaniezzo433@gmail.com](mailto:giovannamaniezzo433@gmail.com), [antoniopadovan2003@gmail.com](mailto:antoniopadovan2003@gmail.com), [maticolliclaudio@gmail.com](mailto:maticolliclaudio@gmail.com), [fabioecher@unoeste.br](mailto:fabioecher@unoeste.br).

### **PROBLEMÁTICA**

Atualmente, a produção de algodão se concentra em regiões com precipitações regulares, em solos de textura média e argilosa. Com o aumento da demanda por alimentos e fibra, as áreas de expansão agrícola serão sobre pastagens degradadas, em ambientes de instabilidades climáticas e solos arenosos, exigindo mudanças no manejo para adaptar a cultura do algodão às condições de clima e solo dessas áreas. Os solos arenosos são conhecidos por terem baixa retenção de água, o que limita o potencial produtivo das culturas, principalmente em regiões com ocorrência de veranicos ao longo da safra, o que frequentemente acontece na região do Oeste Paulista. Inserir culturas de cobertura no sistema é alternativa para melhorar a retenção de água nesses solos, diminuir o estresse na planta causado pelo déficit hídrico reduzir o impacto na produtividade do algodoeiro.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

No Brasil, os solos arenosos ocupam 8% do território, mas em algumas regiões do país, ocupam 20% dos solos (DONAGEMMA et al., 2016). A principal característica de um solo arenoso é sua grande quantidade de macroporos responsável pela alta permeabilidade e o baixo armazenamento de água (SIMANSKÝ et al., 2019). Apesar das menores produtividade das culturas nesse tipo de solo, principalmente devido à baixa retenção de água (CORDEIRO e ECHER, 2019; ECHER et al., 2020), manejos conservacionistas como a rotação de culturas e o sistema de semeadura direta (SSD) podem aumentar o potencial produtivo testes solos (LIU et al., 2020; SILVA et al., 2020).

O SSD tem grande importância na melhoria da qualidade dos solos tropicais, sendo que o cultivo das plantas de cobertura na entressafra aumenta o teor de matéria orgânica do solo (RAPHAEL et al., 2016). O aumento da matéria orgânica se dá também pela entrada de nitrogênio no sistema, portanto, a diversificação de leguminosas, que incorporam o nitrogênio no solo, com gramíneas que incorporam mais carbono, pode resultar em melhoria dos solos arenosos (CORDEIRO et al., 2022).

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) é originária de regiões de baixa precipitação, entretanto, responde positivamente ao abastecimento de água (CONSTABLE e BANGE, 2015), sendo que, na falta, pode reduzir significativamente o potencial hídrico foliar e a condutância estomática (LUO et al., 2016). A redução da condutância estomática pode impactar a quantidade de carbono que a planta pode captar e assimilar e transformar em

matéria seca (RADIN e ACKERSON, 1981), o que pode afetar negativamente a produtividade.

Altas produtividades de algodão estão ligadas diretamente com o nível tecnológico adotado pelos produtores e também pelo manejo correto de construção de perfil do solo, tendo seu máximo potencial atingido em solos férteis, com alta capacidade de troca catiônica e ricos em matéria orgânica (SANTOS et al., 2020), características que normalmente não são encontradas em solos arenosos, porém, podem ser melhoradas com o uso de culturas de cobertura.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da UNOESTE, em Presidente Bernardes – SP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco repetições contendo os seguintes tratamentos: 1 – pousio (sem cobertura); 2 – gramínea solteira – *Urochloa brizantha* (GS); 3 – gramínea + gramínea – *Urochloa brizantha* + milho ADR 300; 4 – gramínea + leguminosa – milho ADR 300 + mucuna preta (G+L); 5 – MIX de plantas – *Urochloa brizantha* + milho ADR 300 + mucuna preta.

As plantas de cobertura foram semeadas em 22/06/2023 e dessecadas com 124 DAE. A semeadura do algodoeiro ocorreu em 26/12/2023 com 280 kg ha<sup>-1</sup> de MAP. A cultivar utilizada foi a FM 911GLTP (ciclo precoce – 140 a 150 dias). Cinco dias antes da semeadura ocorreu a aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> de KCl. As demais adubações ocorreram aos 22 (100 kg ha<sup>-1</sup> de Ureia) e 46 DAE (120 kg ha<sup>-1</sup> de Ureia e 150 kg ha<sup>-1</sup> de KCl). O manejo de regulador de crescimento e pragas foi realizado conforme necessidade da cultura. Aos 69 DAE foi realizado a terminação do algodoeiro com cloreto de mepiquate (500 g L<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> i.a).

Avaliou-se a condutância estomática (10:00 as 12:00h), potencial hídrico foliar em pré-amanhecer (3:00 as 5:00h) e ao meio dia (10:00 as 12:00h) em três estádios diferentes (B8, C6 e F6) do algodoeiro. Na colheita (140 DAE), avaliou-se a produtividade e os componentes de produção (número e peso de capulhos). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LSD) a 5%.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Durante o ciclo houve um acúmulo de 488,6 mm de chuva, valores abaixo da necessidade da planta de algodão, sendo que foram distribuídos 68,4 mm em janeiro, 161,4 mm em fevereiro, 85 mm em março, 172,8 mm em abril e nenhuma chuva em maio até a data da colheita (Figura 1). Nesses meses, a maior parte das chuvas ocorreu em um ou três dias em sequência, ocasionando má distribuição e períodos longos sem chuva. Além da baixa precipitação, houve a ocorrência de vários dias sob altas temperaturas (>32°C), com dias atingindo temperaturas entre 35 a 38°C (Figura 1).

As altas temperaturas, o baixo volume de chuvas e sua e má distribuição ocasionaram baixa produtividade dos tratamentos, não mostrando diferença entre eles (Figura 2), com médias de 2812 kg ha<sup>-1</sup> de algodão em caroço, 59,7 capulhos m<sup>-2</sup> e 4,7 g de peso médio de capulho. Também não foi observado diferença entre os tratamentos na condutância estomática da planta e nem no potencial hídrico foliar em pré-amanhecer,

independente da época avaliada. Entretanto, o potencial hídrico foliar foi menor no pousio ao meio dia em B8 (-1,7 Mpa) e F6 (-0,9 Mpa).

Os efeitos positivos das culturas de cobertura em melhorar a retenção de água no solo e a produtividade das culturas são bem conhecidos, o que nos levou a hipótese de que os manejos com culturas de cobertura iriam diminuir os efeitos negativos do estresse hídrico, o que não foi observado nessa safra. A demanda hídrica de uma cultivar precoce de algodão varia de 500 a 700 mm, entretanto, esse volume precisa ser bem distribuído para atender as necessidades de cada fase (Chiavegato et al., 2009). Além da precipitação ser abaixo da demanda, ela foi mal distribuída e houve ocorrências de temperaturas acima de 32°C, e todos esses fatores associados impactam significativamente na produtividade do algodão. Os solos arenosos tem baixa capacidade de retenção de água (Simanský et al., 2019), e como maior parte das chuvas aconteceram em um período curto de tempo, boa parte pode não ter sido absorvida pelas plantas, mesmo nos sistemas com culturas de cobertura.

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

Os efeitos negativos do estresse hídrico e térmico na cultura do algodão em anos de El Niño não foram minimizados pelo uso de culturas de cobertura.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pelo suporte financeiro à bolsa de doutorado (processo 2023/03112-6) do primeiro autor e à Associação Paulista dos Produtores de Algodão.

### **LITERATURA CITADA**

CHIAVEGATO, E. J.; SALVATIERRA, D. K.; GOTTARGO, L. C. B.; Algodão in: MONTEIRO, J. E. B. A. (Org). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. 1 ed. Brasília, DF: INMET, 2009. p. 35-49.

CONSTABLE, G. A., BANGE, M. P. (2015). The yield potential of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Field Crops Research**, 182, 98-106.

CORDEIRO, C. F. D. S.; ECHER, F. R. (2019). Interactive effects of nitrogen-fixing bacteria inoculation and nitrogen fertilization on soybean yield in unfavorable edaphoclimatic environments. **Scientific Reports**, 9(1), 1-11.

CORDEIRO, C. F. D. S.; RODRIGUES, D. R.; SILVA, G. F. D.; ECHER, F. R.; CALONEGO, J. C. Soil organic carbon stock is improved by cover crops in a tropical sandy soil. **Agronomy Journal**.

DONAGEMMA, G. K.; FREITAS, P. L. D.; BALIEIRO, F. D. C.; FONTANA, A.; SPERA, S. T.; LUMBRERAS, J. F.; BORTOLON, L. (2016). Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 51, 1003-1020.

ECHER, F. R.; PERES, V. J. S.; ROSOLEM, C. A. (2020). Potassium application to the cover crop prior to cotton planting as a fertilization strategy in sandy soils. **Scientific reports**, 10(1), 1-10.

LIU, K.; BANDARA, M.; HAMEL, C.; KNIGHT, J. D.; GAN, Y. (2020). Intensifying crop rotations with pulse crops enhances system productivity and soil organic carbon in semi-arid environments. **Field Crops Research**, 248, 107657.

LUO, H. H.; ZHANG, Y. L.; ZHANG, W. F. (2016). Effects of water stress and rewatering on photosynthesis, root activity, and yield of cotton with drip irrigation under mulch. **Photosynthetica**, 54(1), 65-73.

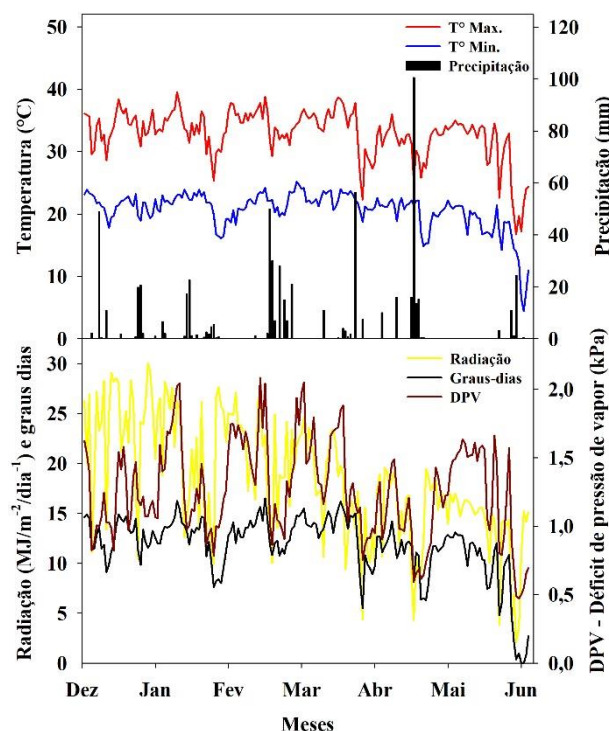
RADIN, J. W.; ACKERSON, R. C. (1981). Water relations of cotton plants under nitrogen deficiency: III. Stomatal conductance, photosynthesis, and abscisic acid accumulation during drought. **Plant Physiology**, 67(1), 115-119.

RAPHAEL, J. P., CALONEGO, J. C., MILORI, D. M. B., ROSOLEM, C. A. (2016). Soil organic matter in crop rotations under no-till. **Soil and Tillage Research**, 155, 45-53.

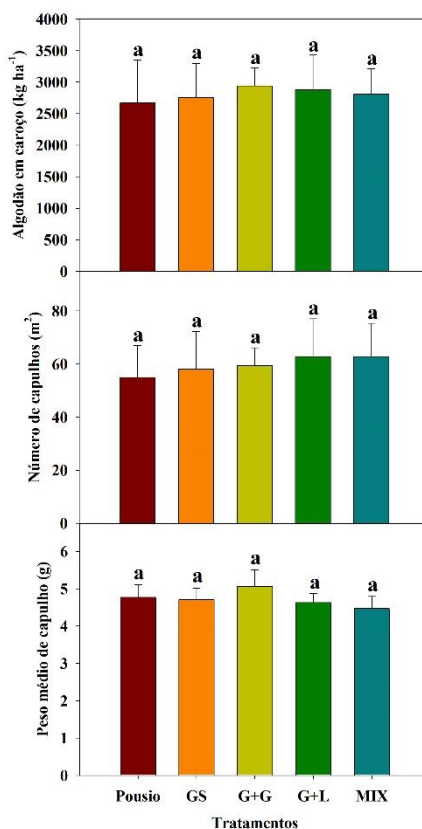
SILVA, P. C. G. D.; TIRITAN, C. S.; ECHER, F. R.; DOS SANTOS CORDEIRO, C. F.; REBONATTI, M. D.; DOS SANTOS, C. H. (2020). No-tillage and crop rotation increase crop yields and nitrogen stocks in sandy soils under agroclimatic risk. **Field Crops Research**, 258, 107947.

ŠIMANSKÝ, V.; JURIGA, M.; JONCZAK, J.; UZAROWICZ, Ł.; STĘPIEŃ, W. (2019). How relationships between soil organic matter parameters and soil structure characteristics are affected by the long-term fertilization of a sandy soil. **Geoderma**, 342, 75-84.

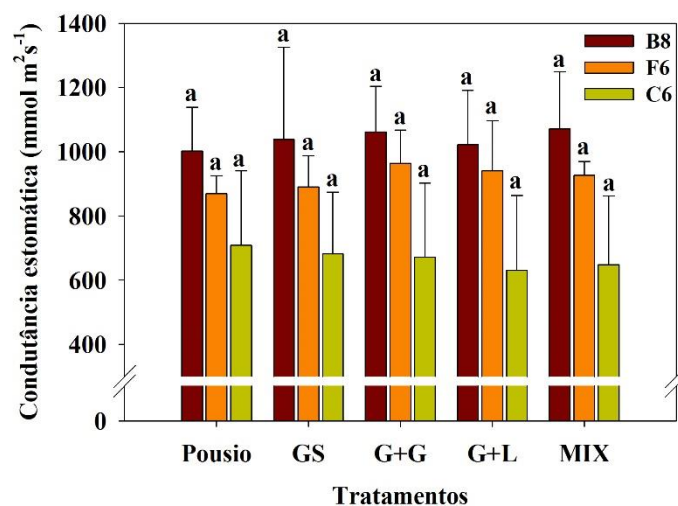
SANTOS, A. D.; DA SILVA MATOS, E.; DA SILVA FREDDI, O.; GALBIERI, R.; LAL, R. (2020). Cotton production systems in the Brazilian Cerrado: The impact of soil attributes on field-scale yield. **European Journal of Agronomy**, 118, 126090.



**Figura 1.** Temperatura máxima, mínima, precipitação, radiação e déficit de pressão de vapor durante o cultivo do algodão.

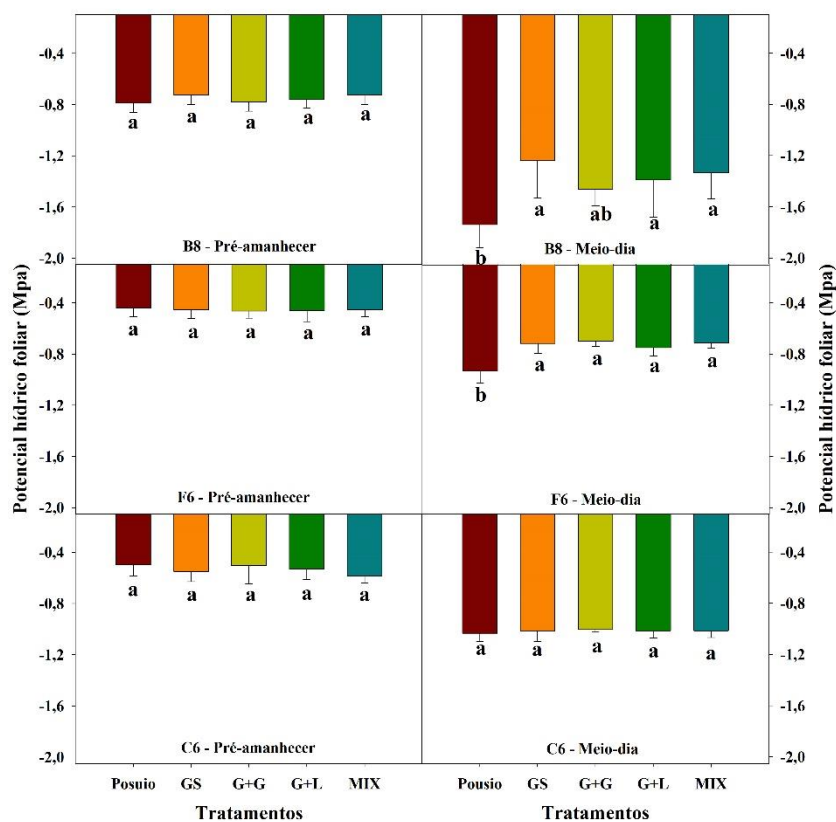


**Figura 2.** Produtividade, número e peso médio de capulhos em função dos manejos com culturas de cobertura na entressafra. Letras (a>b) comparam os tratamentos a 5%. Barras verticais representam o erro padrão da média.



**Figura 3.** Condutância estomática da folha do algodoeiro nos estádios B8, F6 e C6 em função dos manejos com culturas de cobertura na entressafra. Letras (a>b) comparam os tratamentos a 5%. Barras verticais representam o erro padrão da média.





**Figura 4.** Potencial hídrico foliar no pré-amanhecer e ao meio-dia nos estádios B8, F6 e C6 em função dos manejos com culturas de cobertura na entressafra. Letras (a>b) comparam os tratamentos a 5%. Barras verticais representam o erro padrão das médias.

## **BIOESTIMULANTES COMO PROMOTORES DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA RAIZ DE BATATA-DOCE ‘MINEIRINHA’**

Dario Sousa da Silva<sup>1</sup>, João Renato Vanalli<sup>1</sup>, Beatriz Viezel Moraes<sup>1</sup>, Elisa Patrícia Ramos de Melo<sup>1</sup>, João Lucas Pires Leal<sup>1</sup> e Edgard Henrique Costa Silva<sup>1</sup>

*Centro de Estudos em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista (CEOFOP), <sup>1</sup>Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) - profdariosousa@gmail.com, joaorvanalli753@gmail.com, beatrizviezel.bv@gmail.com, lisaramosmelo@hotmail.com, edgard@unoeste.br.*

### **PROBLEMÁTICA**

A produção de batata-doce no Oeste Paulista é viável, mas enfrenta desafios significativos devido às condições edafoclimáticas. A região, com clima tropical caracterizado por longos períodos de seca no inverno e chuvas intensas no verão, sofre com a irregularidade das precipitações e altas temperaturas, o que prejudica o desenvolvimento vegetativo e compromete a formação e o crescimento das raízes, especialmente no estágio inicial da batata-doce, crucial para o estabelecimento das raízes de absorção e de armazenamento. Além disso, o cultivo em solos arenosos, típicos da região, apresenta desafios adicionais, pois sua baixa capacidade de retenção de água e nutrientes limita o desenvolvimento do sistema radicular, afetando diretamente a produtividade da batata-doce.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A macrorregião de Presidente Prudente se destaca como um dos principais polos produtores de batata-doce no Brasil, sendo amplamente reconhecida pela sua alta produção e exportação. O Oeste Paulista apresenta duas estações bem definidas: a primavera-verão, que é quente e úmida, e o outono-inverno, que é frio e seco, com episódios frequentes de estiagem (Barbosa e Feitosa, 2021). A irregularidade na disponibilidade de água, combinada com as altas temperaturas típicas da região, são fatores que reduzem a produtividade da batata-doce (Low et al., 2020).

A batata-doce é propagada principalmente por meio de ramos, que necessitam de condições adequadas de umidade para enraizar e estabelecer-se com sucesso. No entanto, as oscilações na disponibilidade de água podem comprometer a eficácia da propagação e o desenvolvimento inicial das plantas (Zia et al., 2021). O manejo adequado da irrigação e o uso de técnicas como a aplicação de bioestimulantes são essenciais para superar as limitações impostas pelo clima, garantindo uma propagação eficiente e uma produção satisfatória (Zulfiqar et al., 2024).

Atualmente, os bioestimulantes de plantas são discutidos como solução potencial para promover o crescimento e desenvolvimento das culturas ao longo de todo o ciclo, otimizando a eficiência metabólica e a qualidade das plantas. Eles também aumentam a tolerância a estresses abióticos e bióticos, facilitando uma recuperação mais rápida diante dessas adversidades (César de Melo et al., 2020).

O uso de bioestimulantes tem mostrado potencial promissor no desenvolvimento inicial do sistema radicular, permitindo melhor exploração do solo (Galvão et al., 2019).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial da batata-doce 'Mineirinha' com aplicação de bioestimulantes promotores de enraizamento.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi desenvolvido na horta do Campus experimental da UNOESTE, Campus II, na cidade de Presidente Prudente – SP. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo (7x4) com 5 repetições. Cada repetição foi constituída de uma planta utilizando copos de polipropileno de 700 ml preenchidos com areia lavada. O primeiro fator foi constituído de seis bioestimulantes comerciais e um controle, com as doses recomendadas em bula (Algaren Twin<sup>®</sup>, Soil-Plex<sup>®</sup>, Vigor<sup>®</sup>, Roots<sup>®</sup>, Sagersolo<sup>®</sup> e Amy + Sub<sup>®</sup>). O segundo fator foi constituído pelos dias de avaliação do efeito dos bioestimulantes, sendo eles 7, 14, 21 e 28 dias após o plantio (DAP).

As ramas-semente, provenientes do banco de germoplasma do Centro de Estudos em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista (CEOFOP) da Unoeste, foram padronizadas em 15 cm de comprimento contendo 7 gemas (destas, 3 foram enterradas). Foram aplicados 35 mL da solução dos bioestimulantes, preparada na proporção de 1 mL do produto para 1 L de água, em cada copo após o plantio das ramas. A única exceção foi o Soil-plex, que foi aplicado na quantidade de 70 mL por vaso.

As raízes foram lavadas em água corrente, acondicionadas em solução de etanol e água (70%), e armazenadas sob refrigeração a 10°C. As análises foram realizadas utilizando o scanner de raízes (Epson LA2400) e o software WinRhizo<sup>®</sup> para medir o comprimento total de raiz (cm) e volume (cm<sup>3</sup>). Após verificadas as pressuposições básicas, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e para os efeitos significativos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p <0,05), utilizando-se o programa estatístico AgroEstat<sup>®</sup>.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

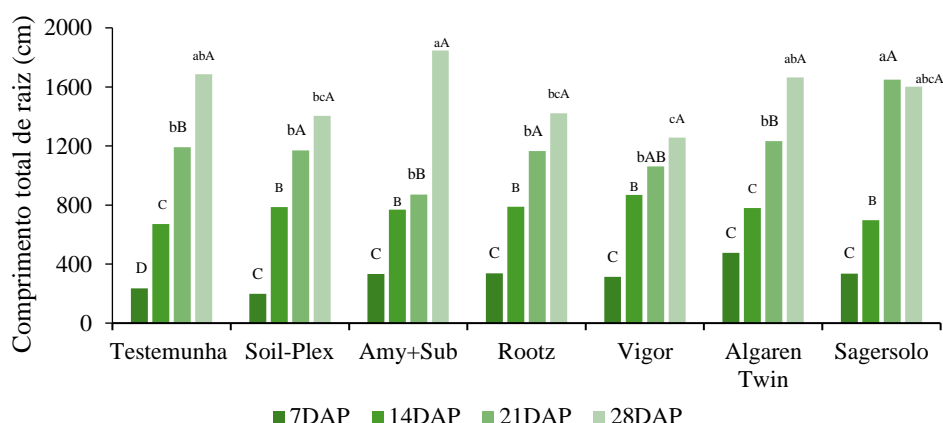
Nos parâmetros biométricos de raiz, avaliou-se o efeito de bioestimulantes ao longo de quatro semanas. Entre os bioestimulantes, não houve diferença estatística significativa entre 7 e 14 DAP para comprimento e volume radicular (Figuras 1 e 2).

Para o comprimento total de raiz, os bioestimulantes destacados incluem Amy+Sub, Algaren Twin e Sagersolo. Aos 28 DAP, o bioestimulante Amy+Sub promoveu comprimento radicular total de 1845,74 cm, enquanto o Algaren Twin registrou 1663,38 cm. Aos 21 DAP, o Sagersolo alcançou 1649,52 cm. É relevante observar que o Amy+Sub apresentou crescimento significativo após os 21 DAP, passando de 870,99 cm para o maior valor absoluto de 1845,74 cm. Os bioestimulantes com resultados inferiores incluem Vigor, Soil-Plex e Rootz. Sagersolo foi o único bioestimulante que apresentou superioridade a testemunha quanto ao comprimento total de raiz, aos 21 DAP (Figura 1).

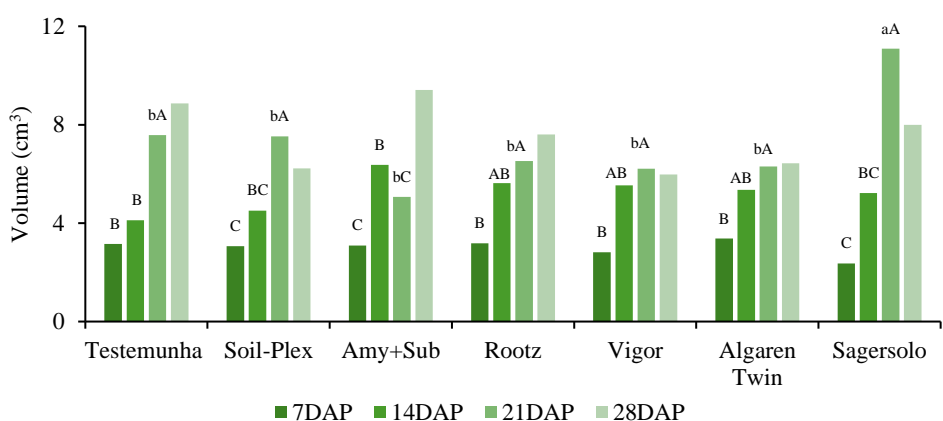
No que se refere ao volume de raiz, os bioestimulantes Sagersolo e Amy+Sub apresentaram os melhores resultados de volume de raízes aos 21 DAP, sendo superior a testemunha. Aos 21 DAP, o Sagersolo atingiu 11,09 cm<sup>3</sup>, enquanto o Amy+Sub registrou 9,41 cm<sup>3</sup> aos 28 dias. Em comparação, os bioestimulantes Soil-Plex, Rootz, Vigor e

Algaren Twin demonstraram uma taxa de crescimento e eficácia inferiores aos dos dois produtos mencionados (Figura 2).

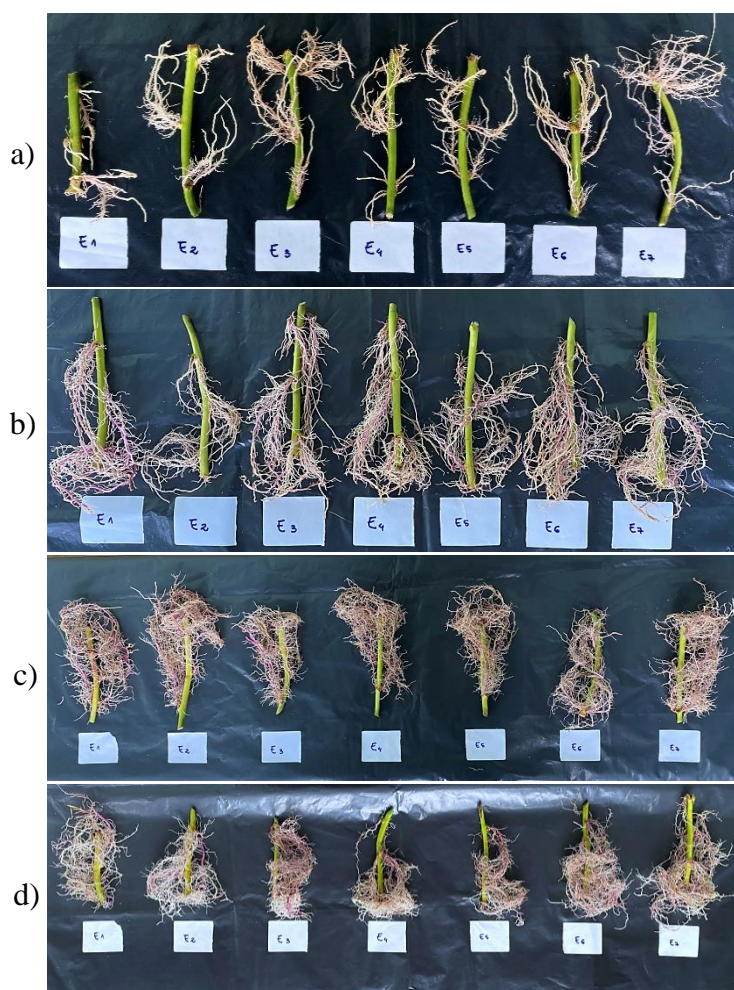
A atividade benéfica dos bioestimulantes envolve o estímulo do desenvolvimento das raízes, o que ajuda na absorção mais eficiente de água e nutrientes. Além disso, muitos bioestimulantes promovem a produção de fitohormônios naturais, que são essenciais para processos como a divisão celular, o alongamento dos tecidos e a resposta das plantas aos estresses ambientais. Isso pode resultar em plantas mais saudáveis e produtivas (Galvão et al., 2019; Petropoulos et al., 2020).



**Figura 1.** Comprimento total de raiz (cm) do sistema radicular de batata-doce ‘Mineirinha’ avaliado aos 7, 14, 21 e 28 DAP (dias após o plantio) em função da aplicação de diferentes bioestimulantes. Os resultados são apresentados como média. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças entre os bioestimulantes e letras maiúsculas diferentes indicam diferenças entre as avaliações (Teste de Tukey  $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Volume (cm<sup>3</sup>) do sistema radicular de batata-doce ‘Mineirinha’ avaliado aos 7, 14, 21 e 28 DAP (dias após o plantio) em função da aplicação de diferentes bioestimulantes. Os resultados são apresentados como média. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças entre os bioestimulantes e letras maiúsculas diferentes indicam diferenças entre os DAP (Teste de Tukey  $p < 0,05$ ).



**Figura 3.** Desenvolvimento do sistema radicular de batata-doce ‘Mineirinha’ ao 7(a), 14(b), 21(c) e 28(d) DAP. E1: testemunha, E2: Soil-Plex, E3: Amy+Sub, E4: Rootz, E5: Vigor, E6: Algaren Twin e E7: Sagersolo.

Os bioestimulantes Amy+sub e Sagersolo são eficazes para promover o crescimento e volume radicular ao longo de 28 dias, enquanto a testemunha apresentou valores inferiores, indicando que estes tratamentos proporcionam benefício significativo ao desenvolvimento radicular. Esse efeito pode estar relacionado à composição dos bioestimulantes, os quais contêm bactérias promotoras de crescimento vegetal. Essas bactérias contribuem para a liberação de hormônios, a produção de compostos orgânicos voláteis, a melhoria na eficiência do uso de nutrientes e água, e aumentam a capacidade de absorção pelas plantas (Sun; Shahrajabian; Soleymani, 2024).

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Para a batata-doce 'Mineirinha', usar bioestimulantes no plantio melhora o crescimento total e volume das raízes.

Entre os bioestimulantes testados, Sagersolo e Amy+Sub demonstraram desempenho significativamente superior em relação aos demais tratamentos, conforme evidenciado pelos resultados biométricos das raízes.

O desenvolvimento inicial é essencial para garantir que a planta estabeleça uma base sólida, o que é crucial para o crescimento contínuo e a produção de raízes tuberosas de alta qualidade.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) por meio dos processos 2022/03120-6 e 2023/04264-4, Unoeste e ao CEOFOP.

### **LITERATURA CITADA**

BARBOSA, A.M.; FEITOSA, L.G.A. Episódios de estiagem em Presidente Prudente SP. Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Unoeste, v. 02, p. 13-16, 2021.

CÉSAR DE MELO, P. et al. Eficiência agrônômica do “reabilit ® algas” como bioestimulante para o pimentão em cultivo protegido. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://ifce.edu.br/aracati/arquivos-diversos/trabalho-reabilit-algas-journal-2020-kb-abril-2020.pdf>>.

GALVÃO, Í. M. et al. Biostimulants action in common bean crop submitted to water deficit. **Agricultural Water Management**, v. 225, p. 105762, nov. 2019.

LOW, J.W. et al. Nutrient-dense orange-fleshed sweetpotato: advances in drought-tolerance breeding and understanding of management practices for sustainable next-generation cropping systems in Sub-Saharan Africa. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v.4, article, 50, 2020.

PETROPOULOS, S. A. et al. Biostimulants Application Alleviates Water Stress Effects on Yield and Chemical Composition of Greenhouse Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agronomy**, v. 10, n. 2, p. 181–181, 27 jan. 2020.

SUN, W.; MOHAMAD HESAM SHAHRAJABIAN; SOLEYMANI, A. The Roles of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR)-Based Biostimulants for Agricultural Production Systems. **Plants**, v. 13, n. 5, p. 613–613, 23 fev. 2024.

ZIA, R. et al. Plant survival under drought stress: Implications, adaptive responses, and integrated rhizosphere management strategy for stress mitigation. **Microbiological Research**, v. 242, p. 126626, jan. 2021.

ZULFIQAR, F. et al. Biostimulants: A sufficiently effective tool for sustainable agriculture in the era of climate change? **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 211, p. 108699, 1 jun. 2024.

## **ÉPOCA DE TERMINAÇÃO DE CRESCIMENTO DO ALGODOEIRO IMPACTADA PELA DOSE DE NITROGÊNIO E DENSIDADE DE PLANTAS**

Ana Flávia de Souza Rorato<sup>(1)</sup>; Caio Augusto *Bais*<sup>(2)</sup>; Adenilson José de Souza<sup>(3)</sup>;  
Lucas Facholi dos Santos<sup>(4)</sup>; Tauane Palmeira da Silva<sup>(5)</sup>; Gilmar Santos Martins  
Junior<sup>(6)</sup>; Leonardo Vesco Galdi<sup>(7)</sup>; *Fábio Rafael Echer*<sup>(8)</sup>

<sup>(1)</sup>*Pós-graduanda - Unoeste - [ana.rrt@outlook.com](mailto:ana.rrt@outlook.com)*; <sup>(2)</sup>*Pós-graduando - Unoeste - [caio.bais@hotmail.com](mailto:caio.bais@hotmail.com)*; <sup>(3)</sup>*Pós-graduando-Unoeste - [souza.adenilsonj@gmail.com](mailto:souza.adenilsonj@gmail.com)*; <sup>(4)</sup>*Graduando - Unoeste - [lucas.facholi.santo@gmail.com](mailto:lucas.facholi.santo@gmail.com)*; *Graduanda - Unoeste - [bonfintau.95@gmail.com](mailto:bonfintau.95@gmail.com)*; <sup>(6)</sup>*Pós-graduando - [gilmar\\_opa@hotmail.com](mailto:gilmar_opa@hotmail.com)* <sup>(7)</sup>*Pós-graduando - Unoeste - [leo.galdi@gmail.com](mailto:leo.galdi@gmail.com)*; <sup>(8)</sup>*Dr. Professor - Unoeste - [fabioecher@unoeste.br](mailto:fabioecher@unoeste.br)*

### **PROBLEMÁTICA**

O nitrogênio é o nutriente absorvido e exportado em maior quantidade pelo algodoeiro. Sob deficiência de N, a produtividade é baixa devido à redução na área foliar e nos pontos de frutificação. Por outro lado, o excesso de N bem como a alta densidade de plantas podem causar crescimento vegetativo excessivo, o que reduz a transmissão de luz aos extratos inferiores e aumenta a abscisão de frutos.

Quando se combinam altas doses de nitrogênio com alta densidade populacional, a produção de frutos pode ser deslocada para as partes superiores da planta, aumentando o comprimento do ciclo. Isso pode fazer com que o algodoeiro leve mais tempo para terminar o ciclo de crescimento, e demandar ajustes na época de terminação com regulador de crescimento.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

Embora o algodoeiro seja uma planta naturalmente perene com crescimento contínuo e indefinido, é essencial equilibrar o desenvolvimento da parte vegetativa e reprodutiva com de regulador de crescimento para obter altas produtividades (Rosolem, 2014).

Altas densidades de plantas exigem doses maiores de N para manter a produtividade. No entanto, a eficácia dessa abordagem dependerá das condições climáticas ao final do ciclo, como temperaturas adequadas e disponibilidade de água (Galdi et al., 2022).

A escolha do momento para interromper o crescimento vegetativo (emissão de novos nós) deve considerar o tipo de manejo aplicado durante todo o ciclo, bem como as condições climáticas da região (Echer et al., 2020). Para conduzir lavouras com foco na precocidade, é importante o pegamento das primeiras posições frutíferas do baixeiro, o que pode antecipar o momento da terminação e a colheita. O objetivo deste estudo foi analisar se a densidade de plantas (DP) e a dose de nitrogênio (N) podem influenciar a época terminação de crescimento (TC)

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido na safra 2023 **em lavoura comercial** em Campo Verde – MT, em um **solo argiloso**. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas foram alocadas as épocas de TC: 70 dias após a emergência (DAE), 83 DAE e 96 DAE e o controle sem TC) (correspondente ao acúmulo de 973, 1097 e 1226 graus dias acumulados aos 70, 83 e 96 DAE, respectivamente) e nas sub-parcelas as doses de N: 0, 70, 140 e 210 kg ha<sup>-1</sup> de N. Foram conduzidos dois experimentos separados, um com densidade de 6 plantas por metro e outro com 8,5 plantas por metro utilizando a cultivar FM 985GLTP.

O algodão foi semeado dia 24/01/2023 no espaçamento entrelinhas de 0,9 m com 12 sementes por metro e emergiu dia 30/01/2023. As adubações de semeadura foram realizadas de acordo com a análise de solo. Aos 10 DAE foi realizado um desbaste para deixar as densidades de plantas necessárias em cada tratamento. A adubação nitrogenada em cobertura foi parcelada aos 35 e 65 DAE, utilizando ureia convencional – 45% de N como fonte. O controle do crescimento foi realizado com cloreto de mepiquate conforme necessidade da cultura baseando-se nas recomendações de Echer e Rosolem (2017). O controle de plantas daninhas, pragas e doenças seguiu o manejo da área comercial. A TC foi realizada pela aplicação de cloreto de mepiquate na dose de 1 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial Pix HC (BASF), conforme os tratamentos.

Na colheita foram determinados os componentes de produção (número de capulhos e peso médio de capulhos) e a produtividade foi estimada com a colheita manual de dois metros de linha de cada unidade experimental. Os dados foram analisados considerando a interação N x TC x DP. As análises de variância foram realizadas e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre as doses de N e terminação de crescimento para o número de capulhos, peso médio de capulhos e produtividade em fibra (Tabela 1). A produtividade em fibra foi maior com 210 kg ha<sup>-1</sup> e sem TC, e menor sem adição de N, e com TC aos 96 DAE (Figura 1 – b), doses maiores de N (140 e 210 kg ha<sup>-1</sup>) também aumentam a produtividade em fibra (Tabela 2). O maior número de capulhos foi alcançado com 70 kg ha<sup>-1</sup> de N com TC aos 96 DAE, contudo quando não há TC com a mesma dose, o número de capulhos diminui (Figura 1 – a); isoladamente, doses maiores de N (140 e 210 kg ha<sup>-1</sup>) aumentaram o número de capulhos (Tabela 2). O peso médio de capulhos (PMC) foi maior com 70 kg ha<sup>-1</sup> e sem TC (Figura 1 – c). Quanto a densidade, a DP de 8,5 plantas/m aumentou o PMC (Tabela 3), mas sem efeito na produtividade. O rendimento não apresentou diferença dentre os tratamentos (Tabela 1).

O índice micronaire (MIC) e a maturidade (MAT) foram maiores sem N, e reduziram conforme aumentou-se a dose (Tabela 2). A maior produtividade sob doses mais altas de N pode ser a causa da redução relativa do MIC e maturidade, uma vez que quanto mais drenos (frutos), menor é a disponibilidade de carboidratos para o seu enchimento (Echer, Rosolem, Raphael, 2018). A DP de 6 plantas/m diminuiu o índice MIC mas aumentou a MAT (Tabela 3). O comprimento de fibra aumentou com TC aos 70 DAE (Tabela 2) e a resistência da fibra foi maior com 6 plantas/m (Tabela 3). O índice



de fibras curtas foi menor com TC precoce (70 DAE) e maior com TC tardia (96 DAE) (tabela2).

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

As produtividades mais elevadas são alcançadas com dose de 70 de N e TC aos 96 DAE; 140 de N e TC aos 83 DAE e 210 de N com TC aos 96 DAE ou sem TC. Há tendência de redução do micronaire e maturidade da fibra conforme aumenta-se a dose de N; o comprimento e a resistência são maiores e o índice de fibras curtas diminui quando a TC é antecipada. Lavouras da FM 985GLTP mais adensadas (8,5 plantas/m) tendem a aumentar o micronaire e maturidade.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Grupo de Estudos do Algodão (GEA) e todos seus integrantes; a equipe da Bom Futuro, BASF e a Associação Paulista dos Produtores de algodão (APPA).

### **LITERATURA CITADA**

- ECHER, F. R.; ROSOLEM, C. A.; MELLO, P. R.; Manejo de regulador de crescimento; manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso; p 312-319; 2020b.
- ECHER, F. R.; ROSOLEM, C. A.; Plant growth regulation: a method for fine-tuning mepiquate chloride rates in cotton; *Pesqui. Agropecu*; Vol 3; 2017; <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4745540>
- ECHER, F. R.; ROSOLEM, C. A.; RAPHAEL, J. P. A. Desenvolvimento da planta e qualidade de fibra. Manual de qualidade da fibra. Instituto Mato-grossense do Algodão – IMAMT. 2. Ed. Cuiabá:IMAmt, 2018. P.206-237.
- GALDI, L. V.; CORDEIRO, C. F.; SILVA, B. S.; TORRE, E. J. R. L.; ECHER, F. R.; Interactive effects of increase plant density, cultivars and N rates in environment with different cotton yield recovery potential; *Industrial Crops & Products*; 176; 2022; <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114394>
- ROSOLEM, C. A.; Crescimento do algodoeiro; manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso; 2014; ISBN 978-85-66457-06-3.

TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1** – Valores médios do número de capulhos, peso médio do capulho (PMC), rendimento de fibra (RF), produtividade em fibra (fibra), Índice micronaire (MIC), comprimento (COMP), resistência (STR), maturidade da fibra (MAT) e índice de fibras curtas (SFI) de acordo com doses de N, TC e DP. Médias comparadas pelo teste Tukey ao nível mínimo de 5% (\*) e 1% (\*\*) de probabilidade.

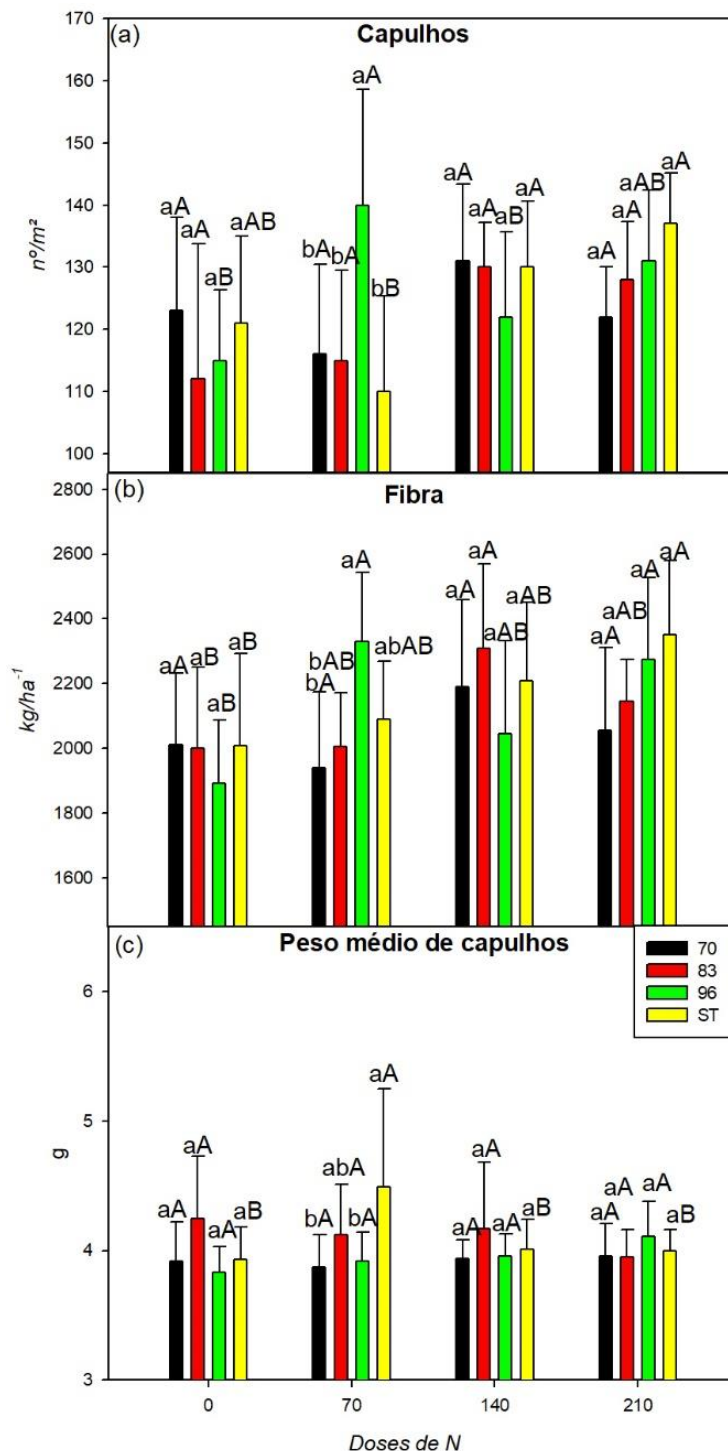
FM 985 GLTP									
	Fibra Kg ha <sup>-1</sup>	Capulhos m <sup>2</sup>	PMC G	RF %	MIC $\mu\text{g pol}^{-1}$	UHM mm	MAT -	STR g tex <sup>-1</sup>	SFI %
N	0,00**	0,00**	0,47 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>	0,00**	0,55 <sup>ns</sup>	0,00**	0,55 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
TC	0,23 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,02*	0,58 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,00**	0,06 <sup>ns</sup>	0,00**	0,01*
P	0,10 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	0,00**	0,33 <sup>ns</sup>	0,02*	0,31 <sup>ns</sup>	0,03*	0,31 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>
NxTC	0,01*	0,00**	0,02*	0,49 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>
NxP	0,35 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>
TCxP	0,32 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>
NxTCxP	0,33 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>
CV%	10,94	10,83	7,95	1,98	5,40	3,25	0,72	4,05	16,14

**Tabela 2**– Valores médios do número de capulhos, produtividade em fibra, índice micronaire (MIC) e maturidade (MAT) de acordo com as doses de nitrogênio e peso médio de capulhos (PMC), comprimento de fibra (UHM) e índice de fibras curtas (IFC) de acordo com épocas de terminação de crescimento (TC). Médias comparadas pelo teste Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade.

kg ha <sup>-1</sup>	N				TC			DAE
	Capulhos n <sup>o</sup> /m <sup>2</sup>	Fibra kg ha <sup>-1</sup>	MIC $\mu\text{g pol}^{-1}$	MAT -	PMC g	COMP mm	IFC %	
<b>0</b>	118 b	1978 b	4,38 a	86,8 a	3,92 a	30,39 a	8,93 b	<b>70</b>
<b>70</b>	121 ab	2092 ab	4,29 a	86,5 ab	4,12 a	30,01 ab	9,39 ab	<b>83</b>
<b>140</b>	128 a	2189 a	4,26 a	86,3 b	3,95 a	29,49 b	10,17 a	<b>96</b>
<b>210</b>	129 a	2207 a	4,08 b	85,9 c	4,11 a	29,68 b	9,78 ab	<b>0</b>

**Tabela 3** – Valores médios do peso médio de capulhos (PMC), índice micronaire (MIC), resistência (STR) e maturidade (MAT) da fibra de acordo com a densidade populacional de plantas. Médias comparadas pelo teste Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade.

Densidade				
N <sup>o</sup>	PMC g	MIC $\mu\text{g pol}^{-1}$	STR g tex <sup>-1</sup>	MAT -
<b>6</b>	3,95 b	4,21 b	28,02 a	86,3 b
<b>8,5</b>	4,10 a	4,30 a	27,44 b	86,5 a



**Figura 1** – Número de capulhos (a), produtividade em fibra (b) e peso médio de capulhos (c) de acordo com doses de nitrogênio e épocas de terminação de crescimento. Letras minúsculas comparam as TC e letras maiúsculas comparam as doses de N, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO, ÉPOCAS DE TERMINAÇÃO DO CRESCIMENTO E DENSIDADE DE PLANTAS**

Ana Flávia de Souza Rorato<sup>(1)</sup>; Adenilson José de Souza<sup>(2)</sup>; Daniel Veras Correa<sup>(3)</sup>; Fábio Rafael Echer<sup>(4)</sup>

*<sup>(1)</sup> Pós-graduanda - Unoeste - [ana.rrt@outlook.com](mailto:ana.rrt@outlook.com); <sup>(2)</sup> Graduando-Unoeste - [souza.adenilsonj@gmail.com](mailto:souza.adenilsonj@gmail.com); <sup>(3)</sup> Graduando - [danielveras248@gmail.com](mailto:danielveras248@gmail.com); <sup>(4)</sup> Dr. Professor – Unoeste – [fabioecher@unoeste.br](mailto:fabioecher@unoeste.br)*

### **PROBLEMÁTICA**

A adubação nitrogenada tem um papel crucial na capacidade fotossintética do algodoeiro. Doses inadequadas de nitrogênio podem acarretar em perdas significativas de produtividade por meio da redução de área foliar, menor número de nós, diminuição no crescimento do dossel e dos componentes de produção. No entanto, doses de N além do recomendado, impulsionam o crescimento vegetativo excessivo, ocasionando a redução da transmissão da luminosidade do dossel e diminuindo a retenção dos frutos no baixeiro.

Outro fator que impacta na produtividade é a densidade populacional, pois quanto mais densa a lavoura, menor o número de capulhos por planta e mais tardia tende a ser o ciclo da cultura. Ao associar altas doses de nitrogênio com elevada densidade populacional, a carga frutífera poderá ser deslocada para os terços médio e superior, induzindo a terminação do crescimento (TC) tardia a fim de recuperar parte da produção do baixeiro, contudo, o alongamento do ciclo eleva os custos de produção.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

Por ser uma planta perene, o algodoeiro possui crescimento indeterminado, no entanto, o crescimento das partes vegetativas e reprodutivas devem ser equilibrados a fim de alcançar produtividade satisfatória (Rosolem, 2014).

A deficiência de N pode reduzir a área foliar, a taxa de crescimento do dossel, o número de nós, o número de capulhos e a produtividade do algodoeiro (Wullschleger e Oosterhuis, 1990). Doses de 112 a 135 kg ha<sup>-1</sup> são suficientes para uma boa produtividade do algodoeiro (Waddle, 1984), contudo há respostas de aumento de produção, com doses até 150 kg ha<sup>-1</sup> de N (Medeiros et al.; 2001). O excesso de N também é um problema, já que proporciona o acúmulo de clorofila nas folhas e estimula o crescimento vegetativo, prejudicando o desenvolvimento da parte reprodutiva, além do causar o sombreamento e/ou auto sombreamento nas plantas (WALKER, 2011; Chen et al., 2019).

A densidade populacional quando associada a doses de nitrogênio, alteram os componentes de produção. Alta população de plantas pode demandar doses mais altas de N para manutenção da produtividade, mas a resposta dependerá das condições climáticas de crescimento no final do ciclo, como temperaturas adequadas e disponibilidade hídrica (Galdi et al., 2022).

A definição da época da terminação do crescimento ou ‘capação’, deve levar em consideração o manejo adotado ao longo do ciclo e o clima da região (Echer et al., 2020).

Assim, conduzir lavouras para a precocidade exige o pegamento das primeiras posições frutíferas dos ramos do baixeiro, o que pode resultar em antecipação do momento da TC. O objetivo deste trabalho foi estudar como a população de plantas e da dose de N podem interferir na época de TC.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi conduzido na safra 2021/2022 em Itai – SP, em um **solo classificado como Latossolo Vermelho de textura argilosa em lavoura comercial**. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas foram alocadas as épocas de capação (85, 105, 125 DAE e o controle sem capação) e nas sub-parcelas as doses de N: 0, 70, 140 e 210 kg ha<sup>-1</sup> de N. Foram conduzidos dois experimentos separados, um com densidade de plantas de 6 plantas por metro e outro com 9 plantas por metro.

As parcelas (épocas de capação) tinham dimensões de 29 m x 3,6 m, totalizando 104,4 m<sup>2</sup> e as sub-parcelas com dimensões de 5 m x 3,6 m (18 m<sup>2</sup>). O algodão foi semeado na primeira quinzena de novembro, no espaçamento entrelinhas de 0,9 m com 12 sementes por metro. As adubações de semeadura foram realizadas de acordo com a análise de solo de cada local. Dez dias após a emergência foi realizado um desbaste para deixar as densidades de plantas necessárias em cada tratamento (6 ou 9 pl/m).

A adubação nitrogenada em cobertura foi parcelada aos 35 e 65 DAE, utilizando ureia convencional – 45% como fonte. O controle do crescimento foi realizado com o regulador cloreto de mepiquate conforme necessidade da cultura baseando-se nas recomendações de Echer e Rosolem (2017). O controle de plantas daninhas, pragas e doenças seguiu o manejo da área comercial. A TC foi realizada pela aplicação de cloreto de mepiquate na dose de 1 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial Pix HC (BASF) conforme os tratamentos.

Por ocasião da maturidade fisiológica do algodoeiro foram determinados os componentes de produção (número de capulhos e peso médio de capulhos) e a produtividade foi estimada com a colheita manual de dois metros de linha de cada unidade experimental.

Os dados foram analisados considerando a interação nitrogênio x épocas. Foi realizada uma análise para cada população de plantas. As análises de variância e foram realizadas e as médias comparadas pelo teste de t (LSD) ao nível mínimo de 5% de probabilidade (p<0,05).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na densidade de 6 plantas/m não houve diferença de altura (Figura 01-a), já o número de capulhos aumentou quando foi aplicado a menor dose de N (70 kg ha<sup>-1</sup>) e não realizou o corte fisiológico, disponibilizando maior tempo para maior emissão de frutos (Figura 02-a), por outro lado, a ausência da TC, com doses elevadas de N, reduz o número de capulhos por m<sup>2</sup>. Quando a TC não é muito precoce e nem tardia, os resultados foram bons, com mais capulhos, independente da dose de N ou população utilizada (Figura 2 – a), por isso é importante realizar a capação no momento adequado para a planta, contribuindo para o aumento de número de capulhos e consequente da produtividade

(BATISTA, 2022). Quando não houve adubação com nitrogênio na densidade de 6 plantas/m, a produtividade em fibra foi maior com a TC aos 105 DAE, já na dose de 70 kg de N ha<sup>-1</sup>, o valor mais alto foi com o tratamento sem TC (Figura 3 – a).

O adensamento populacional (9 plantas m) proporcionou maiores variações de altura (Figura 01 – b). A TC precoce/médio (85 e 105 DAE) reduziu a altura das plantas, no entanto, mesmo não ‘capando’ o algodoeiro seu crescimento ficou limitado quando associado a dose de 0 e 70 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 01-b). O número de capulhos foi menor quando houve maior dose de N (210 kg ha<sup>-1</sup>) associada a TC aos 105 DAE (Figura 02-b). Com 9 plantas/m e TC aos 85 DAE, a produtividade foi maior com dose de 210 kg de N ha<sup>-1</sup>, similar ao que ocorreu quando não houve terminação (Figura 3-b), segundo Galdi (2020) o aumento da densidade populacional pode exigir doses mais altas de N, pelo aumento da competição entre plantas.

O peso médio de capulhos foi igual com 6 plantas m, já com 9 plantas m o peso médio diminuiu quando não se realizou a terminação do crescimento. O número de nós não apresentou diferença estatística (Tabela 1).

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

Sob baixa densidade de plantas (6 m<sup>-1</sup>), as maiores produtividades foram obtidas com 70 kg ha<sup>-1</sup> de N associado à ausência de terminação do crescimento ou com 140 kg ha<sup>-1</sup> de N e terminação aos 85 DAE. Com densidade de plantas de 9 m<sup>-1</sup> a maior produtividade foi obtida com a dose de 210 kg ha<sup>-1</sup> de N e terminação aos 85 DAE.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Grupo de Estudos do Algodão (GEA) e todos seus integrantes e a Associação Paulista dos Produtores de algodão (APPA).

### **LITERATURA CITADA**

BATISTA, G. D.; Terminação do crescimento do algodoeiro e seu efeito na produtividade e qualidade de fibra em sistemas de preparo de solo; Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE; 2022

CHEN, J.; LIU, L.; WANG, Z.; HONGCHUN, S.; ZHANG, Y.; BAI, Z.; SHIJA, C.; LU, Z.; LI, C.; Nitrogen fertilization effects on physiology of the cotton boll – leaf system; *Agronomy*; Vol 9; 271; 2019; <https://doi.org/10.3390/agronomy9060271>

ECHER, F.R.; ROSOLEM, C. A.; MELLO, P. R.; Manejo de regulador de crescimento; manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso; p 312-319; 2020b.

ECHER, F. R.; ROSOLEM, C. A.; Plant growth regulation: a method for fine-tuning mepiquate chloride rates in cotton; *Pesqui. Agropecu*; Vol 3; 2017; <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4745540>

GALDI, L. V.; CORDEIRO, C. F.; SILVA, B. S.; TORRE, E. J. R. L.; ECHER, F. R.; Interactive effects of increase plant density, cultivars and N rates in environment with different cotton yield recovery potential; *Industrial Crops & Products*; 176; 2022; <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114394>

MEDEIROS, LC C.; MENDONÇA, F. A.; ORDOÑEZ, G. A. P.; QUEIROZ, J. C.; CARVALHO, O. S.; DEL'ACQUA, J. M.; PEREIRA, J. R. Efeito da adubação nitrogenada e de regulador de crescimento em algodoeiro. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 3., 2002, Campo Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa – CNPA, 2022. p. 475-477. ISSN 0103-0205.

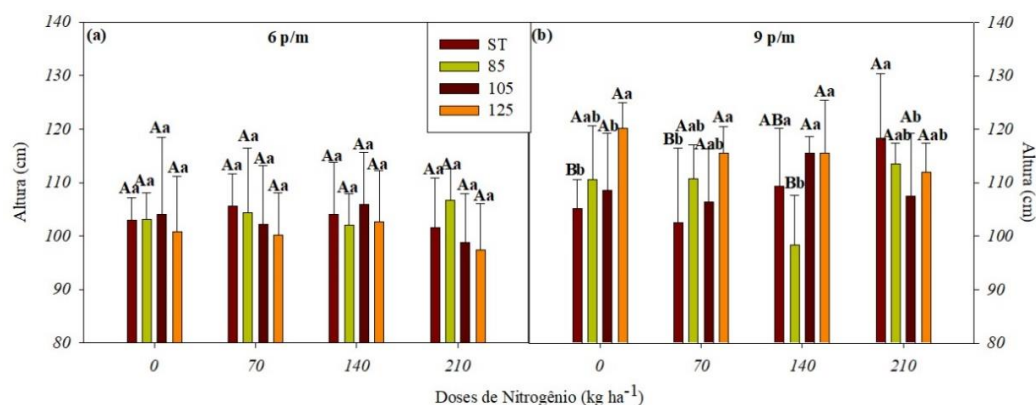
ROSOLEM, C. A.; Crescimento do algodoeiro; manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso; 2014; ISBN 978-85-66457-06-3.

WULLSCHLEGER, S. D. OOSTERHUIS, D. M.; Canopy Development and Photosynthesis of Cotton as Influenced by Nitrogen Nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 13, 1141-1154; 1990

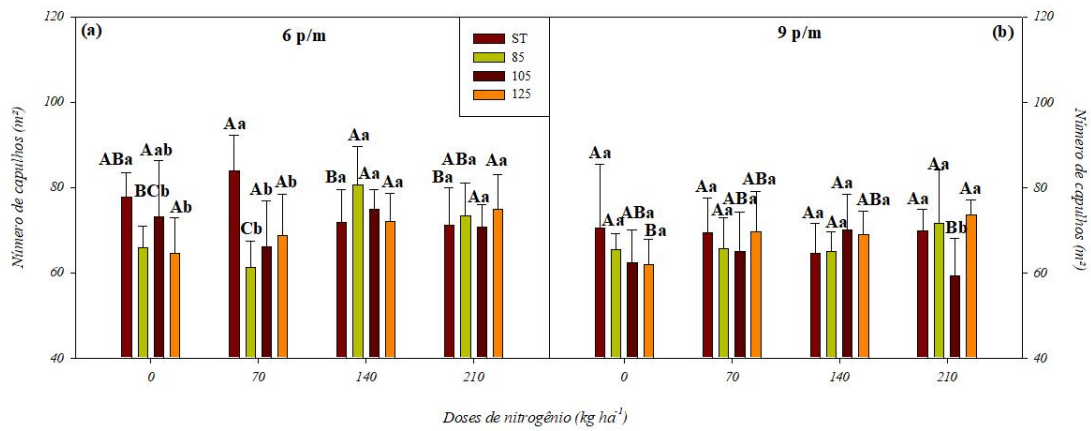
WADDLE, B. A. Crop growing practices. In.: KOHEL, R.E.J.; LEWIS, C. F. (eds). *Cotton*. Madison: American Society of Agronomy, 1984. P. 233-263.

WALKER, R. L.; BURNS, I. G.; MOORBY, J.; Responses of Plant Growth Rate to Nitrogen Supply: A Comparison of Relative Addition and N Interruption Treatments. *Journal of Experimental Botany*, 52, 309-317; 2001; <http://dx.doi.org/10.1093/jexbot/52.355.309>

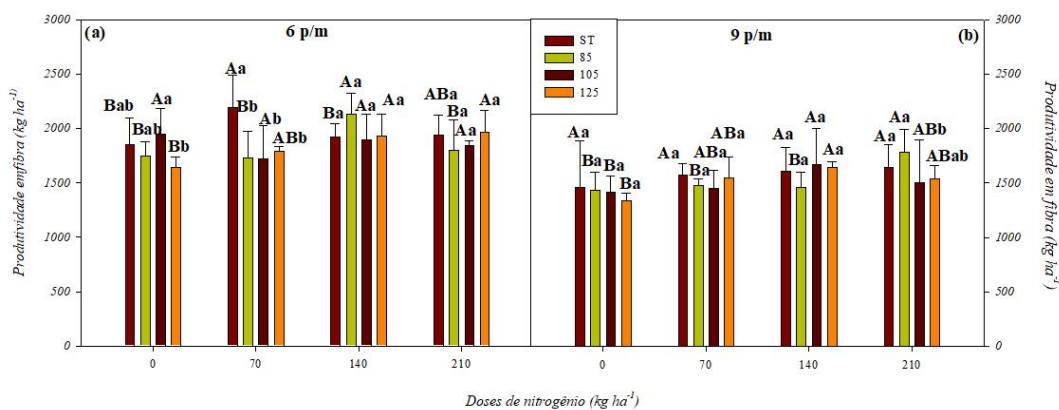
**TABELAS E FIGURAS**



**Figura 01** – Altura de plantas de acordo com doses de nitrogênio e épocas de capação, em 6 plantas por metro e 9 plantas por metro, médias seguidas por letras maiúsculas comparam as doses e as minúsculas as épocas pelo teste t ao nível mínimo de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). ST – Sem terminação.



**Figura 02** – Número de capulhos em 2 metros de linha, de acordo com doses de nitrogênio e épocas de capação, em 6 plantas por metro e 9 plantas por metro, médias seguidas por letras maiúsculas comparam as doses e as minúsculas as épocas pelo teste t ao nível mínimo de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). ST – Sem terminação.



**Figura 03** – Produtividade do algodão em fibra de acordo com doses de nitrogênio e épocas de capação, em 6 plantas por metro e 9 plantas por metro, médias seguidas por letras maiúsculas comparam as doses e as minúsculas as épocas pelo teste t ao nível mínimo de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). ST – Sem terminação.



**Tabela 01** – Peso médio de capulhos e número de nós de acordo com doses de nitrogênio e épocas de capação, em 6 plantas por metro e 9 plantas por metro, médias seguidas por letras maiúsculas comparam as doses e as minúsculas as épocas pelo teste t ao nível mínimo de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

	Épocas <i>DAE</i>	Doses <i>kg ha<sup>-1</sup></i>	PMC	Nós	PMC	Nós
			<i>g</i>	<i>n<sup>o</sup></i>	<i>g</i>	<i>n<sup>o</sup></i>
<b>6 p/m</b>	0	0	5,6 <i>Aa</i>	22 <i>Aa</i>	5,0 <i>Ba</i>	22 <i>Aa</i>
		70	5,7 <i>Aa</i>	22 <i>Aa</i>	5,4 <i>ABa</i>	22 <i>Aa</i>
		140	5,7 <i>Aa</i>	24 <i>Aa</i>	5,9 <i>Aa</i>	21 <i>Aa</i>
		210	5,7 <i>Aa</i>	23 <i>Aa</i>	5,5 <i>ABa</i>	23 <i>Aa</i>
	85	0	5,4 <i>Aa</i>	23 <i>Aa</i>	5,2 <i>Aa</i>	21 <i>Aa</i>
		70	5,6 <i>Aa</i>	23 <i>Aa</i>	5,3 <i>Aa</i>	23 <i>Aa</i>
		140	5,7 <i>Aa</i>	21 <i>Aa</i>	5,4 <i>Aa</i>	21 <i>Aa</i>
		210	5,5 <i>Aa</i>	23 <i>Aa</i>	5,4 <i>Aa</i>	23 <i>Aa</i>
	105	0	5,8 <i>Aa</i>	22 <i>Aa</i>	5,3 <i>Aa</i>	23 <i>Aa</i>
		70	5,5 <i>Aa</i>	22 <i>Aa</i>	5,3 <i>Aa</i>	22 <i>Aa</i>
		140	5,6 <i>Aa</i>	22 <i>Aa</i>	5,6 <i>Aa</i>	22 <i>Aa</i>
		210	5,6 <i>Aa</i>	22 <i>Aa</i>	5,5 <i>Aa</i>	23 <i>Aa</i>
	125	0	5,7 <i>Aa</i>	22 <i>Aa</i>	5,3 <i>Aa</i>	21 <i>ABa</i>
		70	5,6 <i>Aa</i>	22 <i>Aa</i>	5,5 <i>Aa</i>	23 <i>Aa</i>
		140	5,7 <i>Aa</i>	21 <i>Aa</i>	5,6 <i>Aa</i>	22 <i>ABa</i>
		210	5,6 <i>Aa</i>	20 <i>Aa</i>	5,2 <i>Aa</i>	23 <i>Aa</i>

PMC = Peso médio de capulhos

## **IMPACTO DO DÉFICIT HÍDRICO NA BIOMASSA E NO NÚMERO DE FOLHAS EM GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE**

Elisa Patrícia Ramos de Melo<sup>1</sup>, João Lucas Pires Leal<sup>1</sup>, Bruno da Rocha Taroco<sup>1</sup>, Vitória Jaqueline Signorini<sup>1</sup>, Dario Sousa da Silva<sup>1</sup> e Edgard Henrique Costa Silva<sup>1</sup>

Centro de Estudos em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista (CEOFOP) – Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE)- [lisaramosmelo@hotmail.com](mailto:lisaramosmelo@hotmail.com), [joaolucaspiresleal@gmail.com](mailto:joaolucaspiresleal@gmail.com), [bruno-taroco@gmail.com](mailto:bruno-taroco@gmail.com), [jaqueline\\_signorini2004@hotmail.com](mailto:jaqueline_signorini2004@hotmail.com), [profdariosousa@gmail.com](mailto:profdariosousa@gmail.com), [edgard@unoeste.br](mailto:edgard@unoeste.br)

### **PROBLEMÁTICA**

Apesar de seu grande potencial produtivo, a cultura da batata-doce enfrenta diversos desafios que limitam sua produtividade, dentre eles a utilização de genótipos obsoletos e a ocorrência de estresses abióticos, como a deficiência hídrica. Essa última, em particular, é problema recorrente em regiões com clima quente e solos arenosos, como o Oeste Paulista. A ausência de cultivares comerciais tolerantes à seca evidencia a necessidade de investir em pesquisas para identificar e desenvolver novos genótipos com essa característica.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma cultura versátil com diversas aplicações, desde a alimentação até a indústria. Sua rusticidade e adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas a tornam alternativa promissora para regiões menos favorecidas.

Apesar de ser cultura de grande importância econômica, a batata-doce no Brasil enfrenta desafios que limitam sua produtividade. Mesmo em regiões onde são cultivadas tradicionalmente, como o Oeste Paulista, a produção média é de apenas 15 t/ha<sup>-1</sup>, valor consideravelmente abaixo do potencial genético da cultura (LEAL et al., 2021). Diversos fatores contribuem para esse cenário, dentre eles a utilização de cultivares obsoletas, com baixa resistência a doenças e pragas, e o manejo inadequado do cultivo, que expõe as plantas a estresses abióticos, como a seca.

Condições ambientais adversas, como secas e altas temperaturas, podem prejudicar seriamente o crescimento das plantas e a produção agrícola. Com as mudanças climáticas, esses problemas devem se agravar, ameaçando a segurança alimentar mundialmente. Se tornou urgente encontrar soluções sustentáveis para aumentar a resistência das culturas e garantir a produção de alimentos (BUONO et al., 2023).

A falta de água pode impactar diretamente a produtividade e a qualidade da batata-doce, pois o déficit pode acabar comprometendo funções essenciais como a fotossíntese e o transporte de nutrientes. Afeta tanto as partes aéreas quanto as raízes da planta, podendo levar à morte, especialmente em períodos de seca prolongada (GUIMARÃES et al., 2021).

Portanto, sugere-se avaliar o impacto do déficit hídrico na produção de biomassa e número de folhas em diferentes genótipos de batata-doce, dentre os quais há cultivares comerciais e genótipos oriundos do CIP (International Potato Center).

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

Com o objetivo de avaliar a tolerância de genótipos de batata-doce ao déficit hídrico, conduziu-se um experimento em casa de vegetação nas dependências do Centro de Estudo em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista (CEOFOP), na UNOESTE. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições em esquema fatorial 20x2. O primeiro fator foi constituído de 20 genótipos, incluindo cultivares comerciais (Beauregard, Canadense, Japonesa, Luiza, Mineirinha, BRS Cuia, IAC Clara, Maria Isabel Unesp, BRS Cotinga e IAC 134 AL01) e genótipos experimentais do International Potato Center - CIP (420717, 440224, 400092, 440186, 440178, 440003, 440181, 187012/2, 440209 e 420024). O segundo fator foi constituído de dois regimes hídricos, 20 e 100% da capacidade de vaso.

As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade de 12 L, preenchidos com uma mistura de solo e areia na proporção 2:1, e submetidas a dois regimes hídricos distintos: reposição de 20% e 100% da capacidade de vaso. Após um período de estabelecimento (cinco semanas), quando as plantas apresentaram folhas e raízes adventícias foram submetidas aos tratamentos de irrigação por quatro semanas, coincidindo com a fase de desenvolvimento das raízes tuberosas. O manejo da irrigação foi realizado por meio do monitoramento da umidade do solo, com auxílio de sensores de reflectometria no domínio do tempo (TDR). As plantas foram colhidas quatro semanas após a supressão da irrigação. Foi obtida massa fresca da parte aérea. Foi realizado contagem do número de folhas por planta. As partes aéreas foram acondicionadas em estufa de ventilação forçada à 65°C até massa constante para obtenção da massa seca de parte aérea. Os parâmetros foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Não houve interação significativa entre os fatores (Tabela 1). No entanto, os fatores isolados genótipos e capacidade de vaso foram significativos para massa fresca da parte aérea e número de folhas. Não foi detectada diferença estatística para massa seca da parte aérea, o que indica que a condição de déficit hídrico não afetou de forma negativa a produção de massa seca da planta.

Os genótipos ‘Mineirinha’, ‘Canadense’, ‘Beauregard’, ‘Japonesa’, ‘BRS Cotinga’ e ‘CIP 420717’ apresentaram uma queda no número de folhas na condição de 20% de capacidade de vaso (Figura 1). As cultivares citadas, normalmente são utilizadas por produtores da região do Oeste Paulista, ou seja, os genótipos utilizados comercialmente foram afetados pelo déficit hídrico, o que nos diz que eles não são tolerantes a escassez hídrica, comum na região. Em condição de estresse hídrico o número de folhas é reduzido, assim como o seu tamanho, ou seja, ocorre redução na área foliar. A redução da área foliar

induzida pela seca é atribuída à supressão da expansão foliar através da redução da fotossíntese (RUCKER et al., 1995).

A maioria dos genótipos testados não apresentaram diferenças significativas na massa fresca quando submetidos ao déficit hídrico. No entanto, as variedades 'Japonesa' e 'BRS Cotinha' tiveram uma redução na produção de massa fresca em condições de 20% de déficit hídrico (Figura 2). A diminuição tanto da massa foliar fresca quanto da seca é um indicativo comum em plantas submetidas ao estresse hídrico (ZHAO et al., 2006). Em contrapartida a massa fresca do genótipo 'IAC 134 AL01' foi aumentada na condição de estresse (20%) em comparação a condição não estressante (100%) (Figura 2).

Ocorreu diferenças significativas em relação a capacidade de vaso para os parâmetros de número de folhas e massa fresca da parte aérea, plantas em condição de 100% da capacidade de vaso apresentaram maior número de folhas e massa fresca quando comparadas as plantas que estavam na condição estressante (Figura 1 e 2). Houve uma redução em aproximadamente 50% do número de folhas para as plantas que se encontravam na condição de 20% da capacidade de vaso (Figura 1). A massa fresca das plantas que estavam na condição de não déficit hídrico (100%) foi cerca de 30% maior do que as plantas na condição de estresse (20%) (Figura 2).

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

Déficit hídrico influenciou de forma negativa tanto no número de folhas quanto na massa fresca das plantas, principalmente de cultivares comerciais utilizadas pelos produtores da região. A cultivar 'IAC-134 AL01' apresentou melhor desempenho em relação a massa fresca quando comparada aos outros genótipos. A identificação de genótipos tolerantes à seca é fundamental para o desenvolvimento de cultivares mais adaptadas a condições de estresse hídrico.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) por meio dos Processos 2022/03120-6 e 2023/01704-3.

### **LITERATURA CITADA**

BUONO, D.; REGNI, L.; PROIETTI, P. Estresses Abióticos, Bioestimulantes e Atividade Vegetal. **Agricultura** **2023**, v. 13, p. 191, 2023

GUIMARÃES, G.F.; GORNI, P.H.; VITOLO, H.F.; CARVALHO, M.E.A.; PACHECO, A.C. Sweetpotato tolerance to drought is associated to leaf concentration of total chlorophylls and polyphenols. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 33, p. 385-396, 2021

LEAL, M.H.S.; ZEIST, A.R.; RODRIGUES JÚNIOR, N.; SILVA JÚNIOR, A.D.; ARANTES, J.H.V.; GARCIA NETO, J.; DE PIERI, J.R.S.; PERRUD, A.C. Selection of new sweet potato genotypes based on production parameters, physical root characteristics and resistance to *Euscepes postfasciatus*. **Journal of Crop Science and Biotechnology** v. 23, p. 349-360, 2021

RUCKER K.S, KVIEN, C.K., HOLBROOK C.C, HOOK J.E. Identification of peanut genotypes with improved drought avoidance traits. **Peanut Science.**, v. 24, p. 14-18, 1995

ZHAO, T. J. Sun S, Liu Y, Liu JM, Liu Q, Yan YB, Zhou HM. Regulating the drought-responsive element (DRE)-mediated signaling pathway by synergic functions of trans-active and transactive DRE binding factors in Brassica napus. **Journal Biology. Chemistry**, v. 281, p. 10752-10759, 2006.

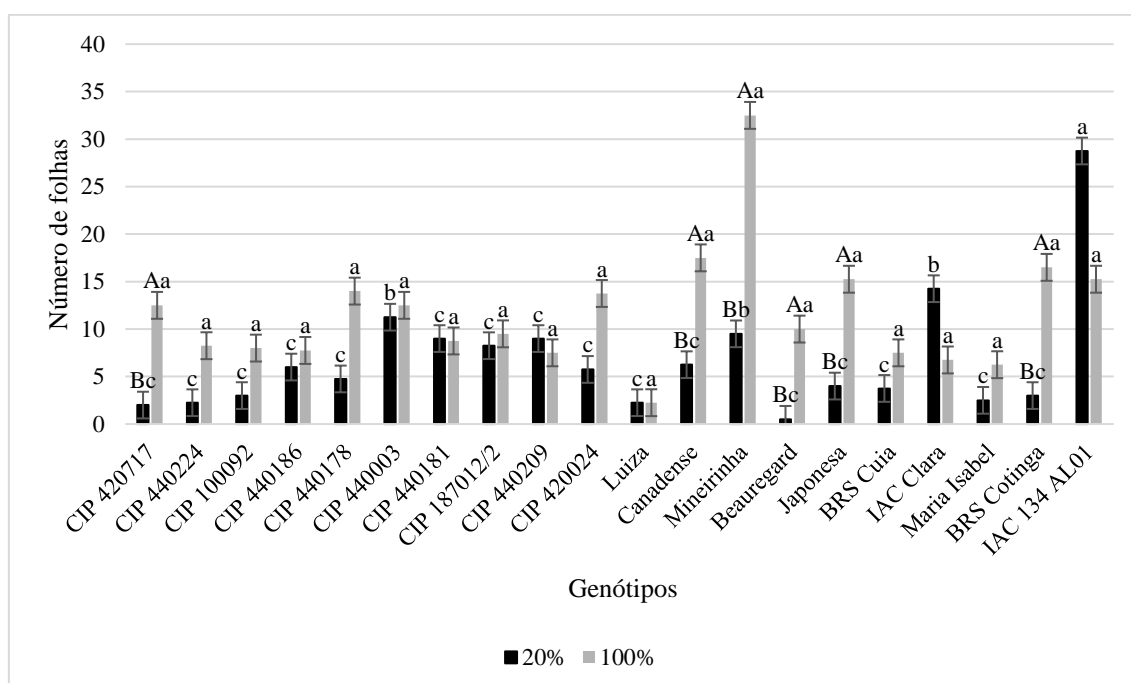
TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância com valores de P e coeficiente de variação para os parâmetros de biomassa da parte aérea (massa fresca, massa seca e número de folhas) de 20 genótipos de batata-doce submetidos a dois regimes hídricos (20 e 100% da capacidade de vaso).

Características	Genótipos (A)	Capac. vaso (B)	A x B	CV %
Massa fresca	2,92**	9,57**	1,03 <sup>NS</sup>	27,89
Massa seca	0,75 <sup>NS</sup>	0,47 <sup>NS</sup>	0,81 <sup>NS</sup>	25,18
Nº de folhas	2,68**	22,77**	1,40 <sup>NS</sup>	39,96

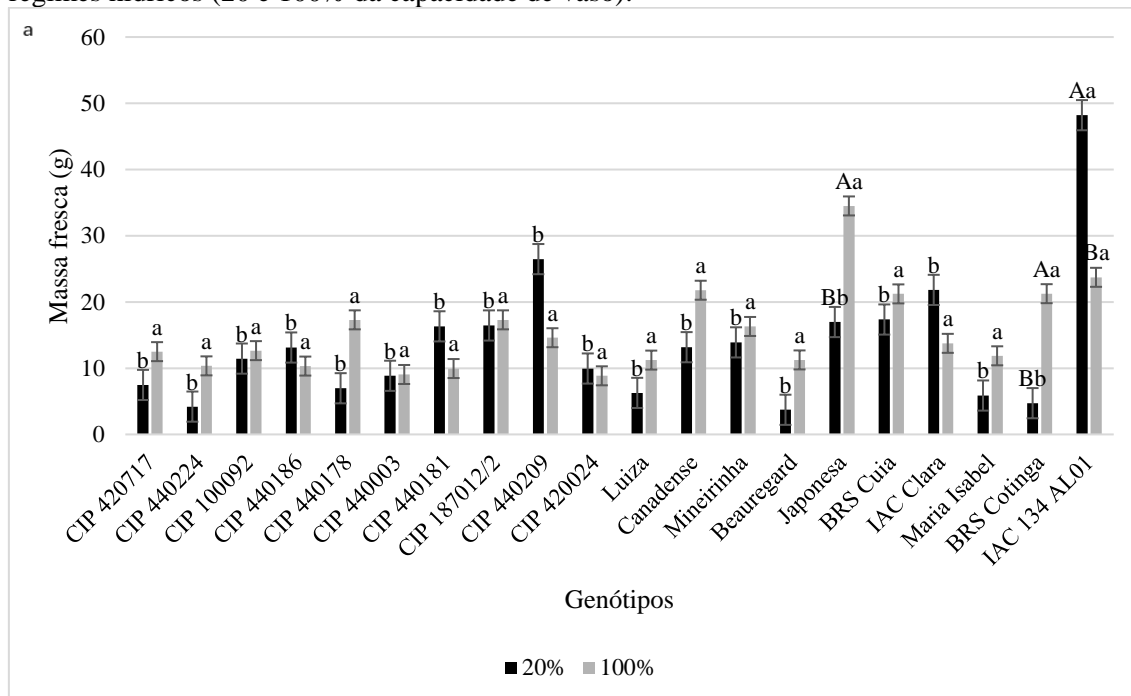
\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); <sup>NS</sup> não significativo

**Figura 1.** Número de folhas de 20 genótipos de batata-doce submetidos a dois regimes hídricos (20 e 100% da capacidade de vaso).



Os resultados são apresentados como médias. Letras minúsculas comparam os genótipos dentro da capacidade de vaso de 20 ou 100%, letras maiúsculas comparam as capacidades de vaso dentro de cada genótipo, letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade entre os tratamentos. (+) dados transformados em  $\sqrt{(x + 1)}$ .

**Figura 2.** Massa fresca (g) da parte aérea de 20 genótipos de batata-doce submetidos a dois regimes hídricos (20 e 100% da capacidade de vaso).



Os resultados são apresentados como médias. Letras minúsculas comparam os genótipos dentro da capacidade de vaso de 20 ou 100%, letras maiúsculas comparam as capacidades de vaso dentro de cada genótipo, letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade entre os tratamentos. (+) dados transformados em  $\text{Log}(x+1)$ .

## **A RESPOSTA DA PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO Á APLICAÇÃO DE NÍQUEL DEPENDE DA CULTIVAR**

Lucas Facholi dos Santos <sup>(1)</sup>; Caio Augusto Bais <sup>(2)</sup>; Adenilson José de Souza <sup>(3)</sup> Ana Flávia de Souza Rorato <sup>(4)</sup>; Tauane Palmeira da Silva <sup>(5)</sup>; Gilmar Santos Martins Junior <sup>(6)</sup>; Leonardo Vesco Galdi <sup>(7)</sup>; Fábio Rafael Echer <sup>(8)</sup>

<sup>(1)</sup>graduando – Unoeste – [lucas.facholi.santos@gmail.com](mailto:lucas.facholi.santos@gmail.com); <sup>(2)</sup>Pós-graduando – Unoeste – [caio.bais@hotmail.com](mailto:caio.bais@hotmail.com); <sup>(3)</sup>Pós-graduando-Unoeste - [souza.adenilsonj@gmail.com](mailto:souza.adenilsonj@gmail.com); <sup>(4)</sup>Pós-Graduanda – Unoeste – [ana.rrt@outlook.com](mailto:ana.rrt@outlook.com); Graduanda – Unoeste – [bonfintau.95@gmail.com](mailto:bonfintau.95@gmail.com); <sup>(6)</sup>Pós - graduando – [gilmartinsjnr@gmail.com](mailto:gilmartinsjnr@gmail.com); <sup>(7)</sup>Pós-graduando – Unoeste – [leo.galdi@gmail.com](mailto:leo.galdi@gmail.com); <sup>(8)</sup>Dr. Professor – Unoeste – [fabioecher@unoeste.br](mailto:fabioecher@unoeste.br).

### **PROBLEMÁTICA**

O armazenamento e a disponibilidade de água às plantas, incluindo o algodoeiro, é menor em solos arenosos, o que exige a adoção de práticas conservacionistas e a utilização de cultivares mais adaptadas. Além disso, os solos de textura arenosa possuem menores teores de matéria orgânica e CTC (capacidade de troca de cátions), o que limita a disponibilidade de nutrientes ao algodoeiro. Apesar das plantas terem menor demanda por micronutrientes, eles também são essenciais para o seu desenvolvimento, inclusive o Níquel (Ni). Há pouca informação sobre a resposta do algodoeiro à aplicação de Ni, e não se sabe se essa resposta depende da cultivar.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

O níquel desempenha diversas funções nas plantas, incluindo o metabolismo de aminoácidos e ácidos orgânicos. Além disso, ele está envolvido na regulação da produção de etileno, bem como na promoção da germinação de sementes. O níquel também desempenha um papel na resistência das plantas às doenças, e é componente vital nas enzimas hidrogenase e urease. Nas plantas, o Ni participa na formação da metaloenzima urease, que catalisa a quebra da ureia em dióxido de carbono e amônia, permitindo o uso da ureia gerada externa ou internamente como fonte de nitrogênio (Campanharo et al., 2010). Esse elemento também tem um papel fundamental na síntese de fitoalexinas e pode aumentar a resistência das plantas às doenças (Brow et al., 1987).

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE em Presidente Bernardes-SP durante a safra 2023/2024. O solo é classificado como Latossolo de textura arenosa (EMBRAPA, 2018). A região possui inverso seco e verão chuvoso (Aw -Koppen). Os dados climáticos estão na Figura 1. A semeadura foi realizada no dia 29/11/2023, com 10 sementes por metro, no espaçamento de 0,90 m. A adubação foi de 280 kg ha<sup>-1</sup> de MAP na semeadura e 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup> de KCl e ureia em cobertura, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos ao caso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas e sub-parcelas constituíram-se de 14 cultivares de algodão (DP 1866 B3RF, DP 1949B3RF, FM 911GLTP, FM 974GLT, FM 978GLTP, IMA 243B2RF, IMA 5901B2RF, TMG 22GLTP, TMG 29TLP, TMG 31B3RF, TMG 38B3RF, DP 2077B3RF, DP 2176B3RF e TMG 51WS). Nas sub-parcelas foram alocadas as doses de Ni: 0 e 50 g ha<sup>-1</sup>. Essa dose foi determinada com base em estudos prévios em outras culturas. A aplicação foi realizada via foliar de sulfato de níquel, utilizando pulverizador costal com pressão a gás carbônico (Herbicat) na vazão de 200 L ha<sup>-1</sup>.

A colheita foi realizada aos 165 dias após a emergência (DAE), na qual foram determinados os componentes de produção: número de capulhos, peso médio de capulhos, e a produtividade de algodão em caroço e em fibra.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, para os efeitos significativos, as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000), e os gráficos plotados no software Sigma Plot®.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Não houve interação dos fatores (cultivares e níquel) para o número de capulhos, peso médio de capulhos e rendimento de fibra (Tabela 1). Não houve efeito isolado da aplicação de níquel sobre nenhum componente de produção e nem da produtividade. Por outro lado, as cultivares diferiram quanto ao número de capulhos (maior para as DP's, FM 978GLTP, TMG 31 e 38B3RF), peso médio do capulho (maior para FM 911GLTP e IMA 5901B2RF), rendimento de fibra (menor na IMA 5901B2RF e TMG 22GLTP) e produtividade de fibra (maior nas DP's 1866, 1949 e 2077 e na IMA 243B2RF) (Tabela 1).

Houve interação da cultivar com a aplicação de Ni, sendo que com Ni, as maiores produtividades em fibra foram obtidas com as cultivares FM 911GLTP, DP 2077 B3RF, DP 1866 B3RF, DP 2176 B3RF, DP 1949 B3RF. Por outro lado, sem níquel, as cultivares TMG 51WS3, FM 911GLTP, DP 2176B3RF, IMA 5901B2RF e FM 978GLTP apresentaram as menores produtividades (Figura 2).

Não houve interação entre as cultivares e a aplicação de níquel para a maioria das características tecnológicas da fibra, exceto para a uniformidade da fibra. As cultivares TMG 22 e TMG 29GLTP tiveram os maiores índices micronaire. Já as cultivares TMG 31B3RF e TMG 51WS3 apresentaram o maior comprimento da fibra; a DP 1949B3RF, IMA 243B2RF e IMA 5901B2RF tiveram as menores resistências de fibra; a DP 2176B3RF e a TMG 51WS3 tiveram as maiores porcentagens de uniformidade de fibra e a TMG 51WS3 o menor índice de fibras curtas (Tabela 2).

## **APLICAÇÃO PRÁTICA**

Conclui-se que as cultivares respondem de maneira diferenciada à aplicação de Ni, e isto deve ser considerado no programa de adubação da lavoura.



### AGRADECIMENTOS

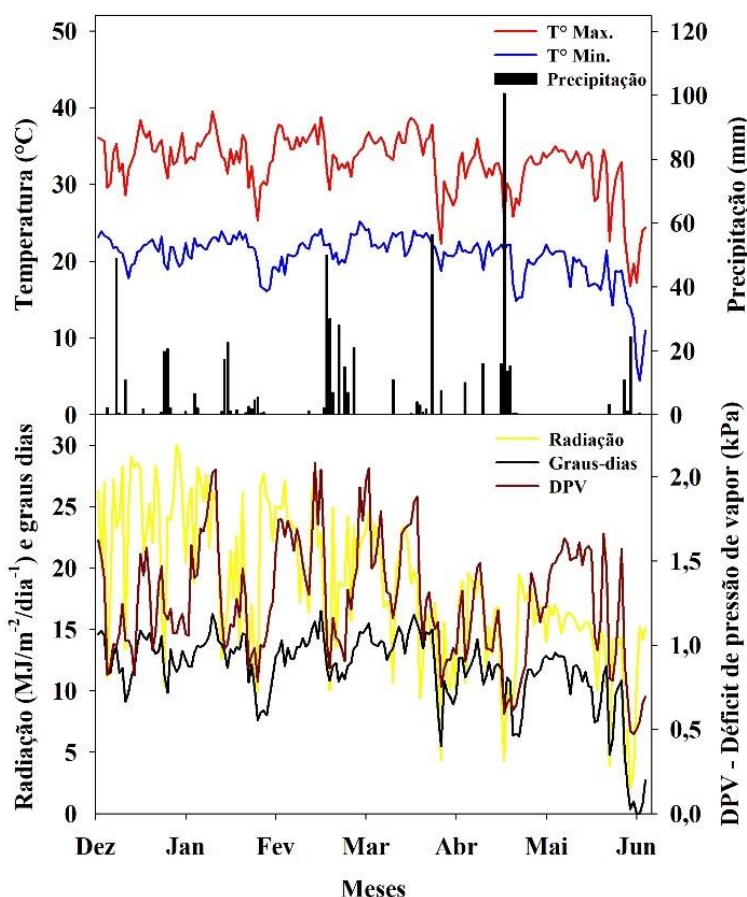
Ao Grupo de Estudos do Algodão (GEA) e à Associação Paulista dos Produtores de Algodão (APPA) pelo financiamento do estudo.

### LITERATURA CITADA

Brown, P. H., Welch, R. M., & Cary, E. E. (1987). Nickel: A micronutrient essential for higher plants. *Plant physiology*, 85(3), 801-803.

Campanharo, M., Monnerat, P. H., Espindula, M. C., & RABELLO, W. D. S. (2013). Doses de níquel em feijão caupi cultivado em dois solos. *Revista Caatinga*, 26(4), 10-18.

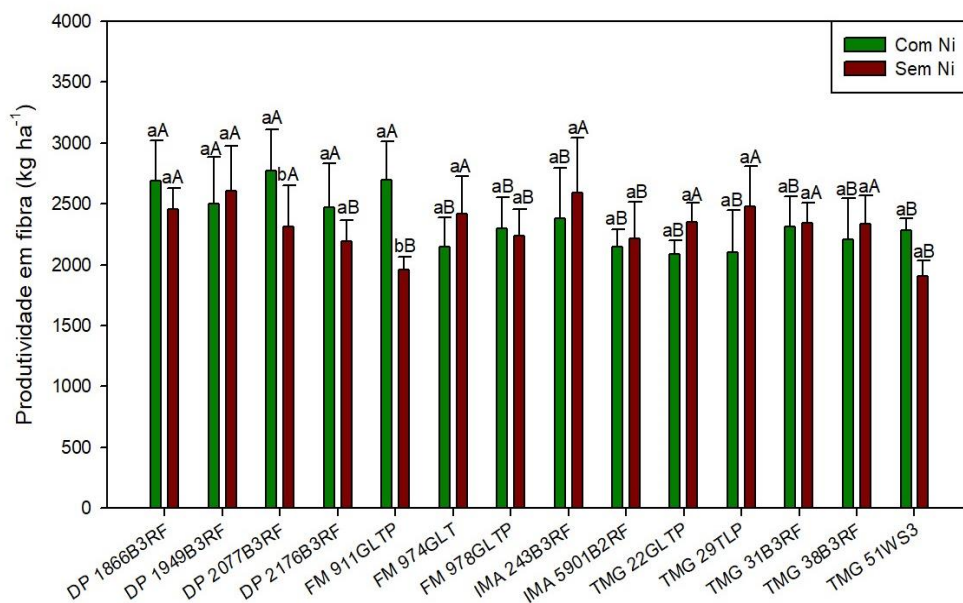
### FIGURAS E TABELAS



**Figura 1.** Temperatura máxima, mínima, precipitação, radiação e déficit de pressão de vapor durante o cultivo do algodão.

**Tabela 1.** Componentes de produção e produtividade do algodoeiro em resposta às cultivares e aplicação de níquel.

Cultivar (C)	NC	PMC	Produtividade algodão em caroço	RF	Produtividade algodão em fibra
	m-2	g	kg ha <sup>-1</sup>	%	kg ha <sup>-1</sup>
DP 1866B3RF	136,4 a	4,18 c	5652 a	45,4 a	2573 a
DP 1949B3RF	145,0 a	3,82 c	5485 a	46,5 a	2555 a
DP 2077B3RF	137,5 a	4,00 c	5463 a	46,4 a	2543 a
DP 2176B3RF	125,4 a	4,17 c	5178 a	44,9 a	2331 b
FM 911GLTP	98,0 b	5,40 a	5191 a	44,8 a	2328 b
FM 974GLT	109,8 b	4,63 b	4979 a	45,9 a	2281 b
FM 978GLTP	130,4 a	3,85 c	4936 a	45,8 a	2265 b
IMA 243B3RF	118,0 b	4,66 b	5412 a	45,9 a	2484 a
IMA 5901B2RF	100,5 b	5,10 a	5070 a	43,0 b	2182 b
TMG 22GLTP	108,2 b	4,73 c	5097 a	43,5 b	2220 b
TMG 29TLP	119,7 b	4,3 c	5059 a	45,3 a	2293 b
TMG 31B3RF	123,5 a	4,23 c	5176 a	45,0 a	2329 b
TMG 38B3RF	128,7 a	3,98 c	5090 a	44,6 a	2271 b
TMG 51WS3	107,4 b	4,44 c	4663 a	45,0 a	2095 b
Níquel (Ni)					
Com	120,9 a	4,43 a	5226 a	45,2 a	2364 a
Sem	120,3 a	4,35 a	5124 a	45,1 a	2314 a
C	0,0001	0,0001	0,11	0,0002	0,0127
Ni	0,85	0,35	0,35	0,89	0,33
CxNi	0,31	0,53	0,0015	0,99	0,0023
CV%	15,2	10,6	11,2	3,2	11,7



**Figura 2.** Produtividade em fibra em diferentes cultivares de algodão com ou sem aplicação de Ni. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de scottknott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam com ou sem níquel e letras maiúsculas comparam as cultivares.

**Tabela 2.** Qualidade em fibra em diferentes cultivares de algodão com ou sem aplicação de Ni. Médias seguidas por letras iguais não se diferenciam pelo teste de scottknott a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparam as cultivares e letras maiúsculas comparam com ou sem aplicação de níquel.

Cultivar (C)	MIC	COMP	RESIST	UNIF	SFI
	$\mu\text{g in}^{-1}$	mm	$\text{gF Tex}^{-1}$	%	%
DP 1866B3RF	4,6 c	29,7 b	30,9 a	83,9 b	7,6 a
DP 1949B3RF	4,7 c	29,2 c	29,1 b	84,9 a	7,1 a
DP 2077B3RF	4,4 c	32,9 c	30,9 a	83,8 b	4,4 b
DP 2176B3RF	4,9 c	30,0 b	30,1 a	85,2 a	6,9 a
FM 911GLTP	5,1 b	28,7 c	30,3 a	84,2 b	7,4 a
FM 974GLT	4,8 c	29,8 b	31,2 a	84,0 b	7,7 a
FM 978GLTP	4,4 c	29,2 c	31,7 a	84,3 b	7,4 a
IMA 243B3RF	4,8 c	29,3 c	28,1 b	83,6 b	7,7 a
IMA 5901B2RF	4,9 b	29,6 c	29,4 b	83,8 b	7,6 a
TMG 22GLTP	5,3 a	29,0 c	30,6 a	83,6 b	7,8 a
TMG 29TLP	5,4 a	29,1 c	31,7 a	84,3 b	7,7 a
TMG 31B3RF	4,4 c	29,8 b	30,2 a	83,9 b	7,4 a
TMG 38B3RF	4,6 c	30,8 a	30,6 a	83,7 b	7,2 a
TMG 51WS3	4,6 c	31,0 a	31,9 a	85,5 a	5,3 b
Níquel (Ni)					
Com	4,7a	29,9 a	30,4a	84,2 a	7,1 a
Sem	4,8 a	29,8 a	30,6 a	84,2 a	7,0 a
C	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Ni	0,41	0,74	0,32	0,68	0,73
CxNi	0,95	0,44	0,44	0,026	0,15
CV%	7,3	2,9	4,4	1	16,8

## **DESEMPENHO AGRÔNOMICO E FISIOLÓGICO DE ALFACES CRESPA E AMERICANA COM A APLICAÇÃO DE BIOMOLECULAS**

Bruna Oliveira Reinheimer Spolaor<sup>1</sup>, Elisa Patrícia Ramos de Melo<sup>1</sup>, João Lucas Pires Leal<sup>1</sup>, Tais Costa Pinto<sup>1</sup>, Adriana Lima Moro<sup>1</sup>, Maria Albertina Monteiro dos Reis<sup>1</sup>, Bruna Wurr Rodak<sup>1</sup>, Edgard Henrique Costa Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Faculdade de Ciências Agrárias – Presidente Prudente - SP ([brunaspolaor@hotmail.com](mailto:brunaspolaor@hotmail.com); [lisaramosmelo@hotmail.com](mailto:lisaramosmelo@hotmail.com); [joaolucaspiresleal@gmail.com](mailto:joaolucaspiresleal@gmail.com); [taiscp99@gmail.com](mailto:taiscp99@gmail.com); [adrianamoro@unoeste.br](mailto:adrianamoro@unoeste.br); [mariareis@unoeste.br](mailto:mariareis@unoeste.br); [bruwurr@gmail.com](mailto:bruwurr@gmail.com); [edgard@unoeste.br](mailto:edgard@unoeste.br) )

### **PROBLEMÁTICA**

O cultivo protegido pode ser utilizado para a produção sustentável de hortaliças durante todo o ano, e pode ser considerado uma das opções para superar o desafio do aumento da produção agrícola (THOMAS et al., 2021). Assim como a aplicação de bioestimulantes, podem influenciar de forma positiva no desenvolvimento e na fisiologia de plantas de alface cultivadas em sistema protegido. Diante o exposto, busca-se avaliar como a aplicação de melatonina e dopamina pode influenciar as respostas fisiológicas e de crescimento de alfaces cultivadas em condições de sistema protegido.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família Asteraceae. Ocupa um lugar de destaque na economia global, sendo o sexto produto mais cultivado no mundo. No Brasil, a preferência do consumidor se concentra na alface crespa, que representa cerca de 70% do mercado, seguida pela americana (15%) (SUINAGA et al., 2013; DEMARTELAERE et al., 2020).

A aplicação de bioestimulantes, como os hormônios dopamina e melatonina podem ainda influenciar de forma positiva no desenvolvimento e na fisiologia de plantas de alface cultivadas em sistema protegido.

A melatonina é uma indolamina produzida de forma endógena em todo o reino vegetal e animal (REITER et al., 2015). Possui ampla gama de funções fisiológicas nas plantas, muitas pesquisas sobre a melatonina exógena influenciar o crescimento e desenvolvimento das plantas e a tolerância aos estresses abióticos foram realizadas (XIE et al., 2018). A dopamina, é um tipo de catecolamina encontrada nos reinos vegetal e animal (LIU et al., 2020). Regula o metabolismo da planta, melhora a absorção de nutrientes, aumenta a capacidade fotossintética e aumenta a concentração de clorofila (FAROUK et al., 2023).

São escassos os estudos sobre os efeitos fisiológicos da aplicação exógena de dopamina e melatonina em alfices do tipo “crespa” e “americana”. Essas substâncias podem causar modificações no metabolismo das plantas, ocasionando diferentes respostas bioquímicas e fisiológicas que poderão de alguma forma influenciar de maneira positiva o desenvolvimento, crescimento e, pôr fim, a produtividade da cultura da alface em sistema de cultivo protegido.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

A pesquisa foi realizada em condições de casa de vegetação, nas dependências do Centro de Estudo em Ecofisiologia Vegetal do Oeste Paulista- CEVOP, na UNOESTE, em Presidente Prudente- SP. As mudas foram obtidas por meio de viveiro certificado, padronizadas com duas folhas cada. As mudas foram transplantadas para vasos plásticos de capacidade de 3 litros, preenchidos com substrato a base de esterco bovino e terra vegetal (fabricante Bioterra), com irrigação diária.

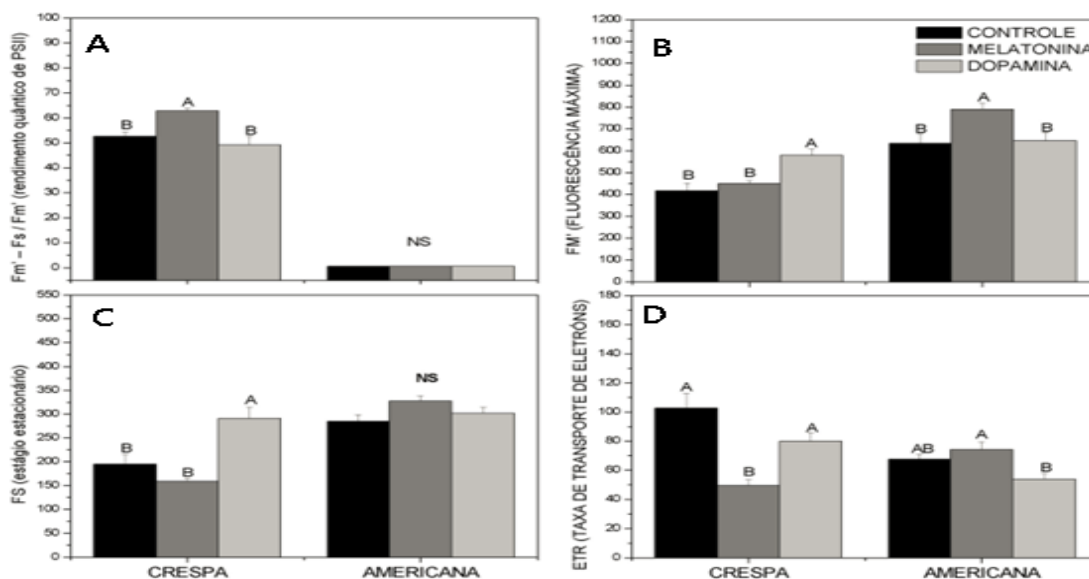
Foram realizados dois experimentos simultaneamente, com duas cultivares de alface ‘BRS Leila’ (crespa) e ‘Amélia’ (americana), compostos por delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram: controle (água destilada), aplicação de melatonina (30  $\mu$ mol) e aplicação de dopamina (30  $\mu$ mol). Foram realizadas 2 aplicações, a primeira aplicação ocorreu quando as plantas de alface atingiram cinco folhas totalmente expandidas, e a segunda, dez dias após a primeira aplicação. As soluções foram aplicadas via foliar até ponto de gotejamento. Foram realizadas medidas instantâneas de pigmentos, com o medidor multi-pigmentos (Multi-Pigment-Meter MPM-100, ADC), medidas de absorbância foliar, com o medidor portátil Y(II), ambas medidas realizadas dez dias após a segunda aplicação. Ainda, foram realizadas medidas biométricas e biomassa, análises bioquímicas de pigmentos, carboidratos totais e fenóis totais, 35 dias após o transplântio.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar.

### **RESULTADOS**

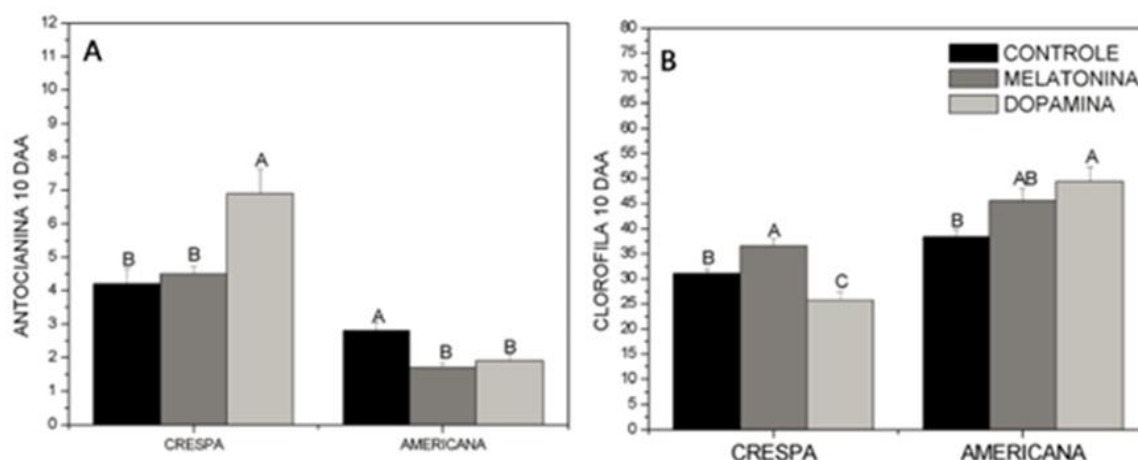
A aplicação foliar de melatonina resultou em aumento no rendimento quântico do fotossistema II (PSII) de alface crespa, mas não afetou a cultivar do tipo americana (Figura 1A). Em plantas de alface crespa, tratadas com dopamina, houve aumento na fluorescência máxima, enquanto alfices americanas, a aplicação de melatonina proporcionou um aumento significativo (Figura 1B). Sob estresse de cromo (Cr), a melatonina melhorou a eficiência de PSII e protegeu o PSII da fotoinibição na canola (AYYAZ et al. 2020). O tratamento com dopamina proporcionou aumento no estágio

estacionário do PSII de alfaces crespas (Figura 1C). Em pepino os resultados indicaram que a dopamina aliviou efetivamente a inibição dos parâmetros de fluorescência da clorofila pelo estresse de nitrato (LAN et al., 2020). O tratamento com melatonina acarretou na diminuição da taxa de transporte de elétrons (ETR), em plantas de alface crespas. Nas alfaces americanas, a dose de dopamina proporcionou diminuição no ETR, comparado ao controle (Figura 1D).



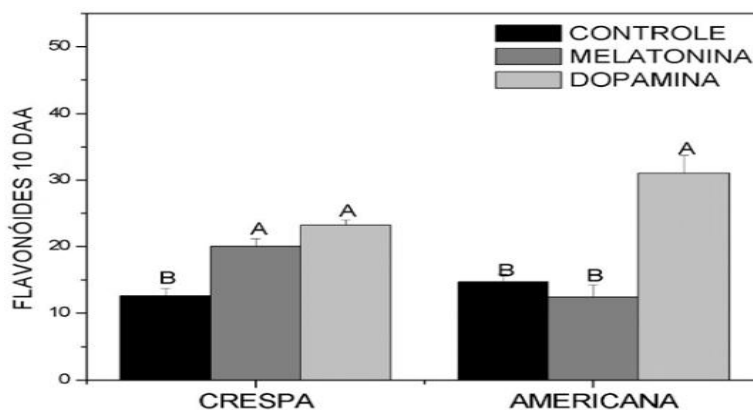
**Figura 1.** Efeitos da aplicação de melatonina ( $\mu\text{Mol}$ ) e dopamina ( $\mu\text{Mol}$ ) no rendimento quântico do PSII, na fluorescência máxima, no estágio estacionário e na taxa de transporte de elétrons, em duas cultivares de alface. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre as doses no mesmo cultivar.

Alfaces crespas tratadas com dopamina obtiveram aumento de antocianina, comparada com o tratamento controle. Alfaces americanas tratadas com dopamina e melatonina, apresentaram diminuição significativa da antocianina (Figura 2A). A melatonina proporcionou aumento na clorofila, em alfaces crespas, aplicação de melatonina melhorou o conteúdo de clorofila em plantas de alecrim sob estresse de arsênio (Farouk e Al-Amri, 2020). A dopamina proporcionou aumento a clorofila em alfaces americana (Figura 2B), resultado semelhante foi encontrado por Farouk et al. (2023), onde a pulverização de dopamina aumentou significativamente a concentração de clorofila a, clorofila b e clorofila total em plantas de alface americana sob deficiência de nitrogênio



**Figura 2.** Efeitos da aplicação de melatonina ( $\mu\text{Mol}$ ) e dopamina ( $\mu\text{Mol}$ ) na antocianina (A) e na clorofila (B), em duas cultivares de alface. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre as doses no mesmo cultivar.

De acordo com os valores de flavonoides, ambos os tratamentos proporcionaram aumento significativo comparado ao controle em alfaces crespas (Figura 3). Em alfaces americanas, houve um aumento significativo de flavonoides quando tratado com dopamina (Figura 3). Em maçã a melatonina e a dopamina levaram à resistência ao alagamento ao aumentar a abundância de substâncias benéficas, como aminoácidos e flavonoides (Cao et al., 2024).

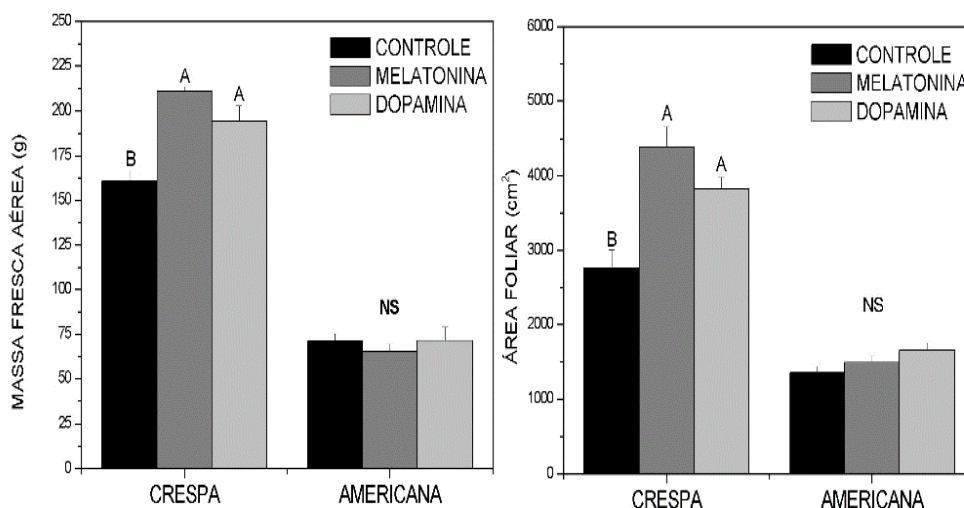


**Figura 3.** Efeitos da aplicação de melatonina ( $\mu\text{Mol}$ ) e dopamina ( $\mu\text{Mol}$ ) em flavonoides, em duas cultivares de alface. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre as doses no mesmo cultivar.

Em relação a massa fresca área de alfaces crespas, os tratamentos com melatonina e dopamina proporcionaram um aumento significativo quando comparado ao tratamento controle (Figura 4A). Da mesma forma, houve aumento significativo na área foliar em ambos biorreguladores (Figura 4B). O número de folhas e a massa seca aérea não diferiram, independentes do tratamento ou cultivar. Ambas moléculas, interagem com

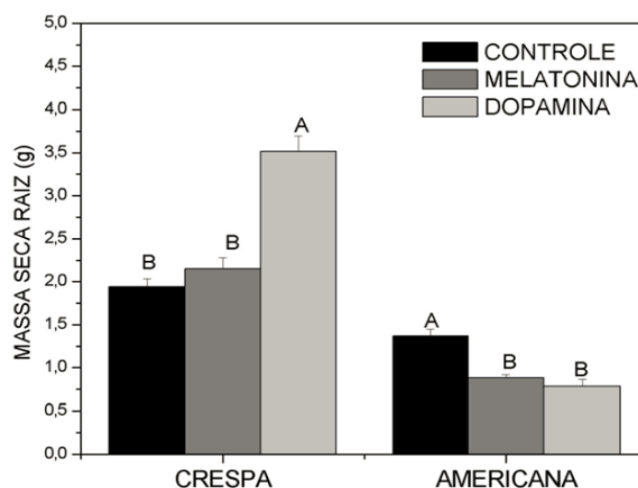


hormônios vegetais, justificando o aumento da biometria, (Liu et al.,2020)., o que pode ter ocasionado um melhor desempenho entre os cultivares, foi o sinergismo.



**Figura 4.** Efeitos da aplicação de melatonina ( $\mu\text{Mol}$ ) e dopamina ( $\mu\text{Mol}$ ) na massa fresca aérea (A) e área foliar (B), em duas cultivares de alface. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre as doses no mesmo cultivar.

O tratamento de dopamina aumentou a massa seca de raiz, em plantas de alface crespa, demonstrando interação positiva. Por outro lado, os dois biorreguladores ocasionaram uma queda da massa seca de raiz da alface americana (Figura 5), segundo CAO et al. (2024) ambas biomoléculas, tem atuação na regulação de crescimento vegetal.



**Figura 5.** Efeitos da aplicação de melatonina ( $\mu\text{Mol}$ ) e dopamina ( $\mu\text{Mol}$ ) na massa seca de raiz, em duas cultivares de alface. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre as doses no mesmo cultivar.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

Com base nos dados obtidos, conclui-se, que a aplicação de biorreguladores melatonina e dopamina, traz benefícios fisiológicos, bioquímicos e na biomassa quando utilizados. Agregando no desenvolvimento, crescimento e, por fim, na qualidade e produtividade, em especial no cultivo das alfaces crespas e americanas.

## LEITURA CITADA

AYYAZ, A. et al. Melatonin induced changes in photosynthetic efficiency as probed by OJIP associated with improved chromium stress tolerance in canola (*Brassica napus* L.). **Heliyon** 6(7):e04364, 2020.

CAO, Yang et al. Melatonin and dopamine alleviate waterlogging stress in apples by recruiting beneficial endophytes to enhance physiological resilience. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 23, n. 7, p. 2270-2291, 2024.

DEMARTELAERE, Andréa Celina Ferreira et al. O cultivo hidropônico de alface com água de reuso. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 90206-90224, 2020.

FAROUK, SAAD et al. Effect of Dopamine on Growth, Some Biochemical Attributes, and the Yield of Crisphead Lettuce under Nitrogen Deficiency. **Horticulturae**, v. 9, n. 8, p. 945, 2023.

FAROUK, S. et. Alxogenous melatonin-mediated modulation of arsenic tolerance with improved accretion of secondary metabolite production, activating antioxidant capacity and improved chloroplast ultrastructure in rosemary herb. **Ecotoxicol Environ Saf** 180:333–347, 2019.

LAN, Guangpu et al. Effects of dopamine on growth, carbon metabolism, and nitrogen metabolism in cucumber under nitrate stress. **Scientia Horticulturae**, v. 260, p. 108790, 2020.

LIU, Qianwei et al. Functions of dopamine in plants: A review. **Plant signaling & behavior**, v. 15, n. 12, p. 1827782, 2020.

REITER, R. J.; TAN, D. X.; ZHOU, Z.; CRUZ, M. H. C.; FUENTES-BROTO, L.; GALANO, A. Phytomelatonin: assisting plants to survive and thrive. **Molecules**, v. 20, n. 4, p. 7396-7437, 2015.

SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. da S. Métodos de avaliação do florescimento precoce e identificação de fontes de tolerância ao calor em cultivares de alface do grupo varietal crespa. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 4 p. 2013. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 89).

THOMAS, T., BIRADAR, M.S., CHIMMAD, V.P. et al. Growth and physiology of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars under different growing systems. **Plant Physiol. Rep.** 26, 526–534, 2021.

XIE, Yongdong et al. Effects of exogenous melatonin on photosynthetic physiology of lettuce seedlings under salt stress. In: **2018 3rd International Conference on Advances in Materials, Mechatronics and Civil Engineering (ICAMMCE 2018)**. Atlantis Press, 2018. p. 81-84, 2018.

## **GENE *SRO* EM FEIJÃO-COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.): CARACTERIZAÇÃO IN SILICO**

Luís Gustavo Gomes Lobo<sup>1</sup>, Bruno Da Rocha Toroco<sup>1</sup>, Diliane Harumi Yaguinuma<sup>1</sup>,  
Jardel de Oliveira<sup>1</sup> e Tiago Benedito dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Presidente Prudente, SP, Brasil. E-mail: [gustavo2620@outlook.com](mailto:gustavo2620@outlook.com)/[dossantos@unoeste.br](mailto:dossantos@unoeste.br)

### **PROBLEMÁTICA**

SRO (do inglês SIMILAR TO RCD ONE) é uma família de proteínas pequenas específicas de plantas que desempenham um papel importante no crescimento e desenvolvimento, bem como, em respostas a estresses ambientais. Embora sua caracterização tenha sido realizada em algumas espécies de plantas, não se sabe nenhum relato para o feijoeiro. Objetivou-se identificar através das ferramentas de bioinformática o gene *SRO* de *Phaseolus vulgaris* L. (feijão-comum).

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

As SROs (do inglês SIMILAR TO RCD ONE) desempenham um papel importante no crescimento e desenvolvimento das plantas e na resposta aos estresses abióticos (XIAO et al., 2022; JIANG et al., 2024). Estudos mostram, por exemplo, seis genes homólogos de *SRO* foram identificados em *Arabidopsis thaliana*, nomeadamente *AtRCD1*, *AtSRO1-AtSRO5* (LI et al., 2013). Além da planta modelo *A. thaliana*, estudos funcionais dos genes *SROs* também foram conduzidos e relatados em outras espécies de plantas: arroz (*Oryza sativa*) (YOU et al., 2013), maçã (*Malus domestica*) (LI et al., 2017), algodão (*Gossypium hirsutum*) (LYU et al., 2017), banana (*Musa nana*) (ZHANG et al., 2019), e suas funções têm se tornado cada vez mais claras na literatura. Embora pesquisas tenham sido realizadas para genes *SROs* em várias espécies de plantas, nenhuma pesquisa sistemática sobre a família de genes *SRO* em feijão foi relatada. Diante o exposto, o presente estudo trouxe um maior o entendimento sobre os genes *SROs*.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

Buscou-se as sequências codificadora do gene *SRO* utilizando o genoma de *P. vulgaris* L. depositado no banco de dados *Phytozome* ([https://phytozome-next.jgi.doe.gov/info/Pvulgaris\\_v2\\_1](https://phytozome-next.jgi.doe.gov/info/Pvulgaris_v2_1)). As sequências de aminoácidos *AtSROs* relatadas para *A. thaliana* (JASPERS et al., 2010) foram usadas como sequências de consulta para identificar as sequências do feijoeiro. Todas as sequências identificadas no banco de dados (genômicas, aminoácidos e CDS – *Coding DNA Sequence*/sequência codificadora), foram armazenadas em arquivo txt em formato FASTA para posteriores análises *in silico*. A ferramenta *ExPASy* (<https://web.expasy.org>) verificou as características físico-químicas: aminoácidos (aa), ponto isoelétrico (pI), peso molecular (kDa), e índice de propriedade hidrofílica/hidrofóbica (*GRAVY - hydropathy index - Grand average of hydropathy*). A previsão de localização subcelular dos genes *SROs* foi realizada utilizando o programa *Plant-mPLoc* (<http://www.csbio.sjtu.edu.cn/bioinf/plant-multi/>). Para

determinar a posição cromossômica, as posições inicial e final de cada gene identificado foi mapeado nos cromossomos correspondentes usando o *software MapChart*. A estrutura gênica foi elaborada usando a programa *Gene Structure Display Server (GSDS 2.0 - <http://gsds.cbi.pku.edu.cn/>)*. *PlantCARE* foi utilizado para pesquisar os *cis*-elementos regulatórios das regiões promotoras dos genes. Adicionalmente, o padrão de expressão tecido-específico dos genes *SRO* de *P. vulgaris* L. foram determinados empregando perfis transcricionais obtidos pelos valores de *FPKM* (do inglês *Fragments per kilobase of exon per million fragments mapped*) depositados no banco de dados *Phytozome* ([https://phytozome-next.jgi.doe.gov/info/Pvulgaris\\_v2\\_1](https://phytozome-next.jgi.doe.gov/info/Pvulgaris_v2_1)). Em seguida, o perfil transcricional de cada gene alvo e de cada respectiva biblioteca foi expresso e apresentado em figura (*Heatmap*) com o auxílio da ferramenta *CIMMiner* (<http://discover.nci.nih.gov/cimminer>).

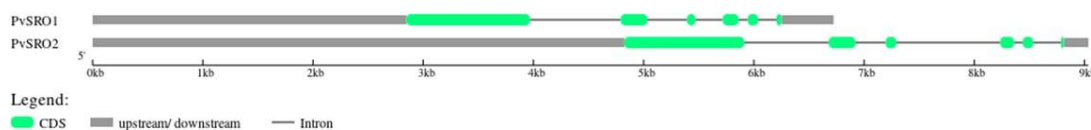
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, utilizaram-se sequências de aminoácidos de *A. thaliana* (*AtSROs*) visando identificar as possíveis correspondências no genoma do feijão. O feijoeiro continha dois genes *SRO* (Tabela 1). A análise das propriedades físico-químicas das proteínas mostrou que o comprimento dos aminoácidos da família *SRO* variou de 558 (*PvSRO2*) a 575 aa (*PvSRO1*), o peso molecular variou de 63.25 (*PvSRO2*) a 64.60 kDa (*PvSRO1*), o pI variou de 7.03 (*PvSRO1*) a 8.65 (*PvSRO2*), o valor GRAVY variou de -0.403 (*PvSRO1*) a -0.412 (*PvSRO2*) (Tabela 1). O número de gene pode variar entre as espécies. No genoma do trigo (*Triticum aestivum*), por exemplo, foram identificados 30 membros do gene *SRO* (JIANG et al., 2020). Quatro genes *SRO* foram identificados no genoma do gergelim (*Sesamum indicum* L.- LIU et al., 2021). A localização subcelular (Tabela 1) mostrou que a família *SRO* está em regiões do cloroplasto e núcleo do feijoeiro. Análises de previsão de localização subcelular mostraram que em *Brassica napus* L. a maioria dessas proteínas podem estar localizadas no núcleo, enquanto o restante pode estar localizado no citoplasma, cloroplastos ou peroxissomos (JIANG et al., 2024).

**Tabela 1.** Propriedades físico-química do gene *PvSRO* no feijoeiro.

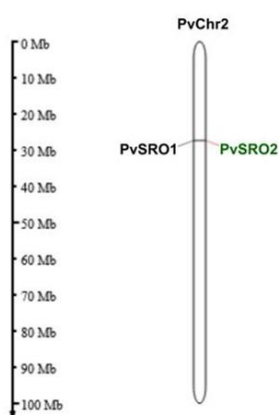
Gene	Gene ID	Localização cromossômica	Proteína (aa)	pi	kDa	GRAVY	Localização subcelular
<i>PvSRO1</i>	Phvul.002G137500.1	Chr02:28352062..28358786 reverse	575	7.03	64.60	-0.403	Cloroplasto
<i>PvSRO2</i>	Phvul.002G137600.1	Chr02:28361299..28370334 reverse	558	8.65	63.25	-0.412	Cloroplasto/Núcleo

As diferenças estruturais éxon-íntron são fontes importantes de variação da família genética e da biodiversidade vegetal. Diferentes estruturas determinam a função diferencial e a expressão dos genes (XU et al., 2012). No presente estudo, ambos os genes continham a mesma quantidade de éxons (seis - regiões codificadoras do gene) (Figura 1).



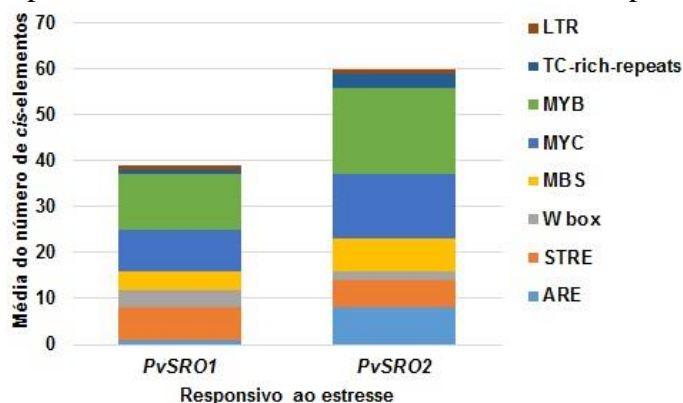
**Figura 1.** A estrutura dos genes *PvSRO* no feijoeiro. As caixas verdes indicam éxons, as caixas cinzas indicam a região UTR (região não traduzida) e as linhas pretas indicam íntrons.

Também foram mapeados os genes da família *PvSRO* nos cromossomos do feijoeiro de acordo com a anotação. Ambos os genes *PvSROs* foram atribuídos no mesmo cromossomo (Figura 2).



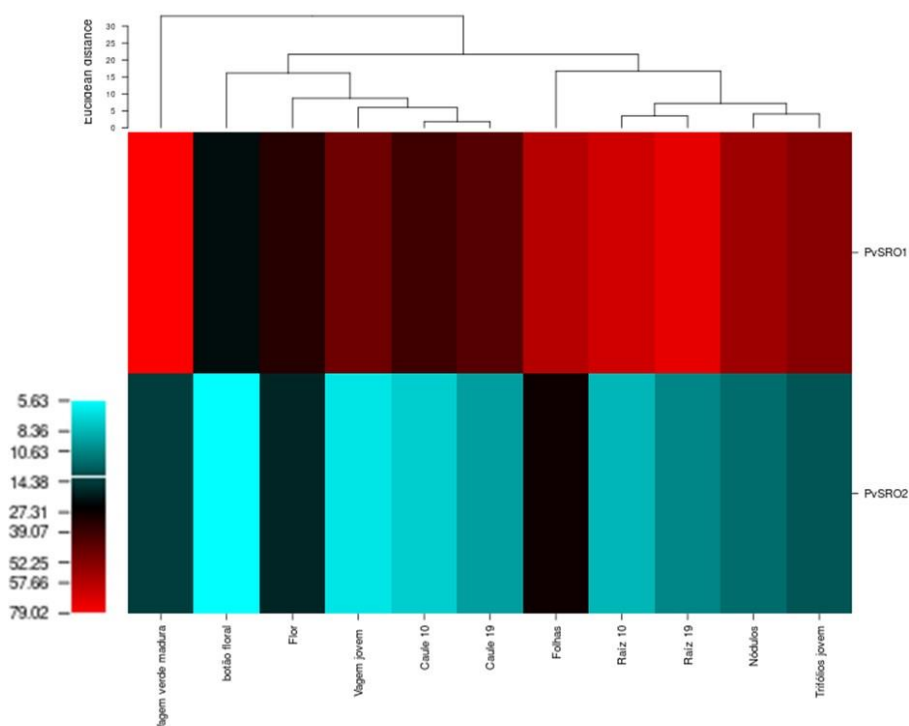
**Figura 2.** Ilustração do mapeamento cromossômico dos genes *PvSRO* do feijoeiro. O tamanho de cada cromossomo e sua distribuição correspondente foram obtidos no genoma de *P. vulgaris* L.

Os *cis*-elementos controlam a expressão gênica combinando-se com fatores de transcrição específicos, e a distribuição de *cis*-elementos na região promotora está intimamente relacionada à função gênica (BILAS et al., 2016). Previmos os *cis*-elementos na sequência de 1.500 pb (pares de base) a montante de todos os genes *SRO* através do *site online Plantcare* (Figura 3). A região promotora dos genes *SRO* no feijoeiro continha um grande número de elementos de resposta a diferentes estresses (Figura 3). Estes resultados indicaram que os genes *SRO* estavam amplamente envolvidos em diversas atividades vitais da planta. Resultados semelhantes são observados por Jiang et al. (2024).



**Figura 3.** Distribuição de diferentes *cis*-elementos em feijoeiro indicados por diferentes cores, elementos de resposta ao estresse.

Dados de expressão gênica *in silico* do sequenciamento de RNA-seq *FPKM* (do inglês *Fragments per kilobase of exon per million fragments mapped*) de *P. vulgaris* L. indicou que o gene *SRO* pode regular o crescimento e desenvolvimento das plantas, por isso a sua expressão em diferentes partes dos tecidos do feijoeiro (Figura 4). Dados do transcriptoma do gergelim (*S. indicum* L.) revelaram diferentes padrões de expressão dos genes *SiSROs* em vários tecidos (LIU et al., 2021).



**Figura 4.** Expressão *in silico* dos genes *PvSRO* em diferentes tecidos do feijoeiro. Os tecidos estudados foram: botão floral, flor, vagem verde madura, folhas, nódulos, raiz 10, raiz 19, caule 10, caule 19, vagem jovem e trifólios jovem.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Com a catalogação desse gene e as informações geradas por este estudo podem fornecer base teórica para uma futura investigação mais aprofundada da expressão funcional dos genes *PvSRO* do feijoeiro, além de fornecer potenciais recursos genéticos para o melhoramento do feijão visando uma maior tolerância dessa cultura os estresses ambientais.

### AGRADECIMENTOS

Os autores BRT (mestrado), LGGL (mestrado), JO (doutorado) agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsas.

### LITERATURA CITADA

BIŁAS, R., SZAFRAN, K., KONKA, K.H., KONONOWICZ, K.A., 2016. Cis-regulatory elements used to control gene expression in plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 127, 269–287.

JASPERS, P., OVERMYER, K., WRZACZEK, M., VAINONEN, J.P., BLOMSTER, T., SALOJÄRVI, J., REDDY, R.A., KANGASJÄRVI, J., 2010. The RST and PARP-like domain containing SRO protein family: Analysis of protein structure, function and conservation in land plants. *BMC Genomics*. 11, 170.

JIANG, H., ZHANG, Y., LI, J., TANG, R., LIANG, F., TANG, R., ZHOU, Y., ZHANG, C., 2024. Genome-wide identification of SIMILAR to RCD ONE (SRO) gene family in rapeseed (*Brassica napus* L.) reveals their role in drought stress response. *Plant Signaling & Behavior*, v. 19, n. 1, p. 2379128.

JIANG, W., GENG, Y., LIU, Y., CHEN, S., CAO, S., LI, W., CHEN, H., MA, D., YIN, J., 2020. Genome-wide identification and characterization of SRO gene family in wheat: Molecular evolution and expression profiles during different stresses. *Plant Physiology and Biochemistry*, 154, 590–611.

LI, B.Z., ZHAO, X., ZHAO, X.L., PENG, L., 2013. Structure and Function Analysis of *Arabidopsis thaliana* SRO Protein Family. *Hereditas (Beijing)* 35, 1189–1197.

LI, H. LI, R., QU, F., YAO, J., WANG, X., YOU, C., 2017. Identification of the SRO Gene Family in Apples (*Malus domestica*) with a Functional Characterization of MdRCD1. *Tree Genet. Genomes*. 13, 94.

LIU, A., WEI, M., ZHOU, Y., LI, D., ZHOU, R., ZHANG, Y., ZHANG, X., WANG, L. YOU, J., 2021. Comprehensive analysis of SRO gene family in *Sesamum indicum* (L.) reveals its association with abiotic stress responses. *International journal of molecular sciences*, 22(23), 13048.

LYU, Y.J., YANG, W.J., ZHAO, L.J., YAO, J.B., CHEN, W., LI, Y., ZHANG, Y.S., 2017. Genome-wide identification and expression analysis of SRO genes family in *Gossypium hirsutum* L. *Acta Agron. Sin.*, 43(10), pp. 1468–1479.

XU, G., GUO, G., SHAN, H., KONG, H., 2012. Divergence of duplicate genes in exon–intron structure. *Proceedings of the national academy of sciences*, 109(4), 1187–1192.

XIAO, L., ZHOU, Z., ZHU, C., ZHAO, J., HU, Z., LIU, S., ZHOU, Y., 2022. Molecular Cloning, Characterization, and Expression Analysis of SIMILAR TO RCD-ONE (SRO) Family Genes Responding to Abiotic and Biotic Stress in Cucumber. *Horticulturae*, 8(7), 634.

YOU, J., ZONG, W., DU, H., HU, H., XIONG, L., 2014. A Special Member of the rice SRO Family, OsSRO1c, Mediates Responses to Multiple Abiotic Stresses through Interaction with Various Transcription Factors. *Plant Mol. Biol.* 84, 693–705.

ZHANG, L., ZHOU D., HU, H., LI, W., HU, Y., XIE, J., HUANG, S., WANG, W., 2019. Genome-wide Characterization of a SRO Gene Family Involved in Response to Biotic and Abiotic Stresses in Banana (*Musa Spp*). *BMC Plant Biol.* 19, 211.

## **COMPARAÇÃO DE QUALIDADE NUTRICIONAL DE LARANJAIS COM A PRESENÇA DE *CREASING***

Mateus Modesto Bosisio<sup>1</sup>, Beatriz Viezel Moraes<sup>1</sup>, Elisa Patrícia Ramos de Melo<sup>1</sup>, João Lucas Pires Leal<sup>1</sup> e José Eduardo Creste<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Oeste Paulista- UNOESTE, [mateusbosisio@gmail.com](mailto:mateusbosisio@gmail.com), [beatrizviezel.bv@gmail.com](mailto:beatrizviezel.bv@gmail.com), [lisaramosmelo@hotmail.com](mailto:lisaramosmelo@hotmail.com), [joaolucasliresleal@gmail.com](mailto:joaolucasliresleal@gmail.com), [jcreste@unoeste.br](mailto:jcreste@unoeste.br).

### **PROBLEMÁTICA**

A produção de citros de mesa enfrenta desafios variados que afetam a qualidade dos frutos comercializados. Uma dessas desordens é o colapso do albedo, também chamado de *creasing*, considerado um dos principais problemas nutricionais que afetam a aparência dos frutos para sua comercialização, causando perdas consideráveis para os produtores e impactando a economia agrícola deste setor.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

O Brasil se destaca na produção de citros, com a laranja sendo a principal fruto cultivado. Em 2022, foram colhidas mais de 16 milhões de toneladas de laranja em uma área de cultivo superior a 568 mil hectares. Essa produção expressiva, concentrada principalmente no estado de São Paulo, impulsiona a indústria de suco de laranja, um importante produto de exportação do país e gerador de emprego e renda para milhares de famílias (IBGE, 2023).

O *creasing* é uma desordem fisiológica que ocorre nas frutas cítricas, especificamente na parte branca, denominada albedo. Essa condição, também conhecida como colapso do albedo, torna a casca do fruto enrugada ou com a presença de sulcos. Embora a causa exata desse problema ainda não seja totalmente compreendida, as rugas são a característica mais evidente desse distúrbio, afetando a aparência e a qualidade do fruto para mesa (PHIRI, 2010).

O colapso do albedo é um processo gradual que se inicia nas primeiras fases de desenvolvimento do fruto, mas seus efeitos se tornam mais evidentes à medida que o fruto amadurece e, em muitos casos, só se manifestam após a colheita. Os frutos com a desordem apresentam um albedo mais fino e um maior conteúdo de suco, com redução da acidez. Apesar disso, o teor de sólidos solúveis não é alterado (LEGAZ et al., 2000). Essas alterações comprometem a firmeza e a resistência dos frutos, tornando-os mais suscetíveis a danos durante o transporte até a comercialização (AGUSTÍ, 2003).

Devido aos danos causados pela desordem fisiológica, objetivou-se avaliar o efeito do *creasing* na qualidade de frutos dos pomares de laranja comercial ‘Pera’, ‘Natal’ e ‘Valência’.



## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado em um pomar comercial irrigado localizado no município de Bauru- SP (23° 02' 45" S e 49° 10' 09" W), a 526 m de altitude, com relevo levemente ondulado. A coleta dos frutos foi realizada no mês de novembro de 2023. O clima da região é classificado como CWa de inverno seco, segundo a classificação de Koppen, com precipitação próxima a 970 mm no ano safra (Tabela 1). O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. O experimento utilizou-se de um delineamento em blocos casualizados, sendo um esquema fatorial 3x2, onde o primeiro fator são as variedades de laranja (Pera, Valência e Natal) e o segundo fator a presença ou não da desordem.

A área experimental foi composta por laranjeiras 'Pera' enxertadas em tangerineira Sunki, pomar com 17 anos; laranjeiras 'Natal', enxertadas em *Citrumelo swingle*, pomar com 13 anos; e, laranjeiras 'Valência', enxertadas em *Citrumelo swingle*, pomar com 12 anos. Os pomares apresentaram densidade populacional de 476, 571 e 571 plantas por hectare, respectivamente.

Análise química de solo foram realizadas (Tabela 2), considerando a camada de 0 a 20 cm de profundidade e análise química foliar geral (Tabela 3), considerando folhas coletadas em ramos frutíferos. A adubação foi realizada aplicando 200-100-150 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O respectivamente, que foram divididos em três parcelas durante o ciclo de cultivo.

A amostragem foi realizada retirando-se 40 frutos com sintomas e 40 frutos sem sintomas, de cada tratamento. As amostras foram coletadas nas faces da copa correspondentes aos pontos cardeais norte, sul, leste e oeste, sempre na altura mediana das plantas. A análise de massa fresca e seca dos frutos foi realizada em uma balança analítica de precisão (0,000g). A matéria seca dos frutos foi realizada em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72h (LACERDA *et. al*, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as variedades de laranja avaliadas, não houve diferenças significativas na incidência de *creasing*. Os resultados obtidos na análise foliar (Tabela 4) indicam que as variedades apresentaram teores de N, Ca, Mg, B e Mn abaixo do recomendado em ambas as condições, com e sem o distúrbio fisiológico. Ao comparar a presença e ausência de *creasing*, verificou-se que as variedades com a desordem apresentaram teores nutricionais menores em N, P, K, Ca, Mg, S e os micronutrientes B, Cu, Mn e Zn do que as suas contrapartes sem a desordem. Os frutos que apresentaram a desordem foram menores em comparação com a sua respectiva variedade na matéria fresca/fruto e matéria seca/fruto (Figura 1). Em relação ao grau de umidade do fruto (Figura 2), os resultados foram semelhantes quando comparados com a variedade correspondente.

Embora os achados variem entre os dados nutricionais das folhas, o grau de umidade dos frutos se relaciona com o aspecto de qualidade do fruto, o que pode indicar que a presença de *creasing* em pomares de laranja com tratamentos culturais adequados se assemelha à de frutos sem a desordem, possibilitando a convivência com a desordem.

Adubações com os macronutrientes cálcio e potássio, e os micronutrientes boro e zinco, podem auxiliar na manutenção da parede celular e na preservação de sua

integridade (LI; CHEN, 2017), uma vez que a combinação adequada de nutrientes e boa irrigação pode reduzir a incidência de *creasing* nos frutos.

Os baixos teores de Ca e Zn (Tabela 4) podem indicar uma alta demanda do pomar em relação à remediação da anomalia nutricional, sendo que a adição de cálcio em adubações foliares em pomares cítricos é o manejo recomendado (WANG et al., 2024). Por outro lado, o déficit de Zn reduz a qualidade dos frutos, levando a perdas na produtividade (LI; CHEN, 2017).

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

O manejo adequado com adubações regulares de macro e micronutrientes nos cultivares de laranja pode tornar a planta mais resiliente à desordem fisiológica do *creasing*, possibilitando a convivência com a anomalia.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unoeste.

### **LITERATURA CITADA**

AGUSTÍ, M. Citricultura. 2. ed. Madrid: **Mundi-Prensa Libros S.A.**, 2003.422 p.  
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de Laranja no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/laranja/br>. Acesso em: 24 de agosto de 2024.

LACERDA, M.J.R.; FREITAS, K.R.; SILVA, J.W. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. **Bioscience Journal**, v.25, n.3, p.185-190, 2009.

LEGAZ, F.; SERNA, M. D.; BAÑULS, J.; PRIMO-MILLO, E. Alteraciones producidas por deficiências y excesos de elementos minerales en los cítricos. In: DURAN-VILA, MORENO, P. (Ed.). **Enfermedades de los cítricos**. Madrid: Sociedad Española de Fitopatología, p.107-114.2000.

LI, J.; CHEN, J. Citrus Fruit-Cracking: Causes and Occurrence. **Horticultural Plant Journal**, v. 3, n. 6, p. 255–260, 1 nov. 2017.

MAGALHÃES, A. F. de J.; SOUZA, L. da S. Calagem e adubação para laranjeiras, tangerineiras e híbridos. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá. Cruz das Almas, BA: **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2009. p. 74-91.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. Piracicaba: **Potafos**, 1989. 153 p.

N.; MORENO, P. (Ed.). **Enfermedades de los cítricos**. Madrid: Sociedad Española de Fitopatología, 2000. p.107-114.

PHIRI, Zanele Penelope. *Creasing studies in citrus*. 2010. Tese de Doutorado. Stellenbosch: University of Stellenbosch.

WANG, T. et al. Mitigating citrus fruit cracking: the efficacy of chelated calcium or silicon foliar fertilizers in ‘Okitsu no. 58’ citrus fruit. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, 24 jul. 2024.

**TABELAS E FIGURAS**

**Tabela 1:** Precipitação no ano safra 2023/2024.

Fazenda	jul/23	ago/23	set/23	out/23	nov/23	dez/23	jan/24	fev/24	mar/24	abr/24	mai/24	jun/24	Total
	0,3	19,6	33,3	203,9	78	108,2	97,5	123,6	133,3	65,8	70	40	973,5

**Tabela 2:** Análise química do solo do ano agrícola 2023/2024.

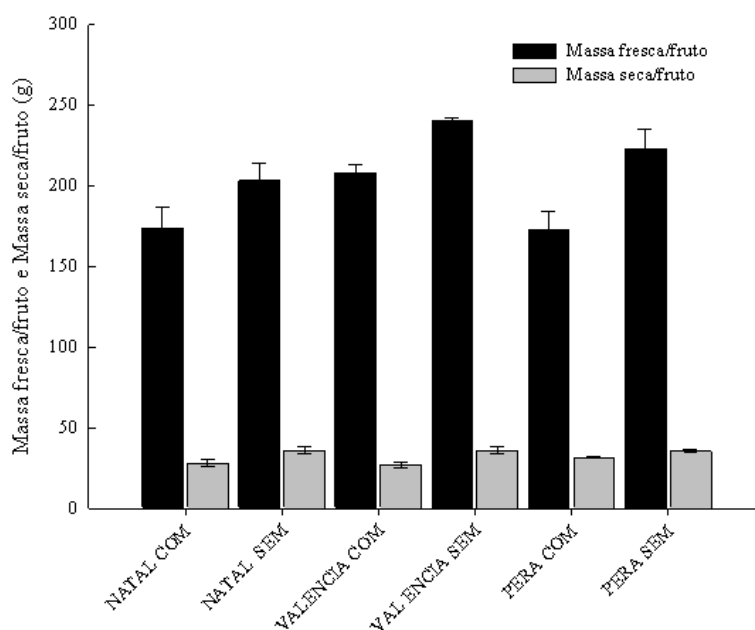
Cult.	pH	M.O.	P <sub>(resina)</sub>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	SO <sub>4</sub>	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	-----mmol/dm <sup>3</sup> -----						-----mg/dm <sup>3</sup> -----							
Pera	6,1	10	52,6	0	11	2,5	34,6	5,8	42,9	53,9	79,1	4,6	0,4	14	17	4,1	6
Natal	5,4	10,5	23,9	0,2	16,2	2,7	24,9	7,1	34,7	50,9	68,1	6,9	0,5	8,7	24,8	6,3	4,6
Valência	5,7	8,6	13,7	0,1	12,7	1,6	19,6	5,8	26,9	39,7	68	4,2	0,3	6,4	20,3	6,4	3,2

**Tabela 3:** Análise química foliar geral do ano agrícola 2023/2024 da área agrícola da fazenda para adubação de cobertura das plantas.

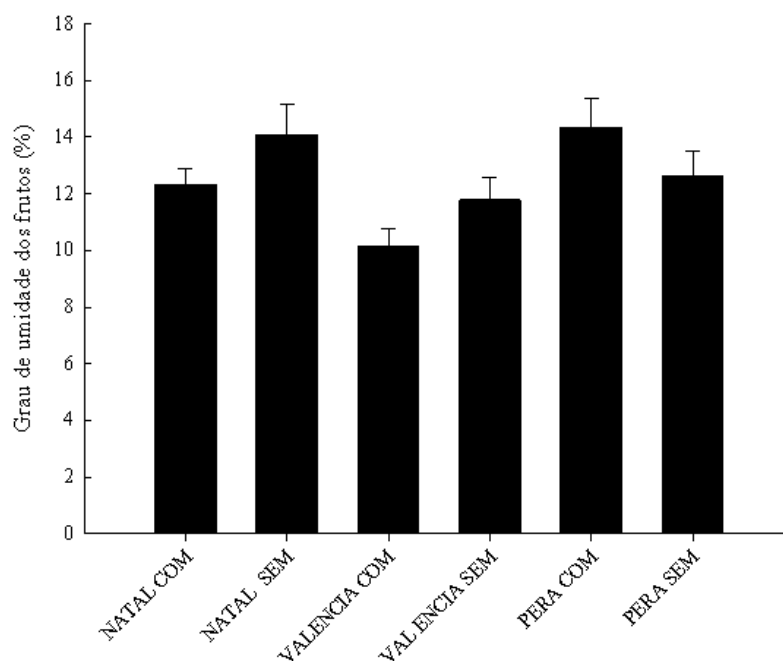
Cult.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g.kg <sup>-1</sup> -----						-----mg.kg <sup>-1</sup> -----				
Pera	27,4	1,5	14,6	22	2,6	2,6	71,3	83,5	74,6	47,6	26,8
Natal	31,4	1,8	16,4	23	3,1	2,8	95,3	36,5	58,1	26,0	15,3
Valência	29,8	1,8	13,7	23	3,2	2,7	69,2	51,2	56,6	24,5	14,1

**Tabela 4:** Avaliação química foliar das folhas colhidas na amostragem das plantas com e sem a doença.

Cult.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g.kg <sup>-1</sup> -----						-----mg.kg <sup>-1</sup> -----				
Pera com doença	12,1	0,9	16,3	2,8	0,7	1,0	11,5	8,9	93,1	6,7	16,6
Pera sem doença	12,7	1,0	15,3	3,6	0,7	1,1	13,6	10,7	95,7	7,6	13,9
Natal com doença	10,6	0,8	14,6	3,3	0,7	1,0	11,8	7,2	108,5	6,9	13,3
Natal sem doença	12,1	0,8	13,8	4,1	0,8	1,0	15,6	9,6	124,4	7,1	14,5
Valência com doença	1,0	15,3	3,5	0,7	1,0	10,8	6,9	78,5	7,5	12,0	148,0
Valência sem doença	14,7	1,1	18,8	4,0	0,8	1,0	12,4	4,9	101,9	7,3	14,9



**Figura 1:** Massa fresca por fruto e massa seca por fruto de diferentes cultivares comerciais de laranja com *creasing* (COM), e sem *creasing* (SEM).



**Figura 2:** Grau de umidade dos frutos (%), de diferentes cultivares comerciais de laranja com *creasing* (COM), e sem *creasing* (SEM).

**RESPOSTA DE CULTIVARES DE FEIJÃO À INOCULAÇÃO COM *Rhizobium tropici* EM DOIS AMBIENTES DE PRODUÇÃO: IRRIGADO E SEQUEIRO**

Tiago Aranda Catuchi<sup>1</sup>, Alexandrius de Moraes Barbosa<sup>1</sup> e Wellington Eduardo Xavier Guerra<sup>1</sup>

*Docente do curso de Agronomia – Universidade do Oeste Paulista; E-mail: tiago@unoeste.br*

**PROBLEMÁTICA**

A cultura do feijão possui grande importância para agricultura e para alimentação da população brasileira por ser uma excelente fonte de proteína. A área total cultivada com feijão no Brasil é de aproximadamente 2,8 milhões de ha, com produção de 3,2 milhões de t de grãos, sendo o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) a principal espécie cultivada (CONAB 2024).

O nitrogênio (N) é o elemento requerido em maior quantidade pelas plantas e, geralmente, o nutriente mais limitante para a produtividade das culturas. Assim, o uso de adubação nitrogenada na cultura do feijão é uma prática utilizada para se obter rentabilidade produtiva, mas é responsável por elevar os custos da produção agrícola, uma vez que parte do total aplicado pode ser perdido por diferentes vias como lixiviação e volatilização. Para contornar esta situação, práticas mais sustentáveis têm sido difundidas na cultura do feijão-comum, a exemplo da inoculação da planta com bactérias do gênero *Rhizobium* que promovem fixação simbiótica de nitrogênio (FBN).

**CONHECIMENTO PRÉVIO**

A resposta da cultura do feijão-comum a inoculação com bactérias do gênero *Rhizobium* podem variar em razão do cultivar de feijão a ser utilizado e as condições climáticas durante o ciclo da cultura. Segundo Coelho et al (2021) cultivares que apresentam maior ramificação da parte aérea e maior área foliar, além daquelas que apresentam uma resposta melhor e mais rápida aos estímulos que dão início à formação dos nódulos, geralmente, demonstram maior eficiência de FBN.

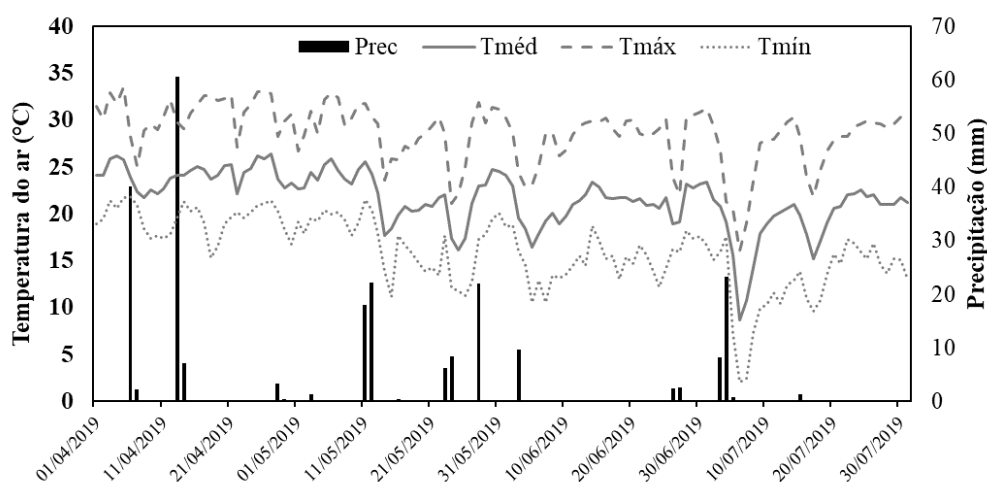
**DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

Os experimentos foram conduzidos durante o ano de 2019 na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista, localizada em Presidente Bernardes, estado de São Paulo (latitude 22° 17'05.04" S, longitude 51° 40'40.22" W e altitude de 396 m). As condições climáticas durante a condução do experimento estão disponíveis na Figura 1.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho distroférrico (Santos et al. 2013). As características químicas das áreas experimentais estão apresentadas na Tabela 1.

O trabalho foi composto por dois experimentos, sendo em condições de sequeiro (Exp. I) e irrigado (Exp. II). Em ambos os experimentos foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial de 4 x 2 e 6 x 2, respectivamente, para os Exp. I e II, com tratamentos compostos por cultivares

de feijão-comum e dois tratamentos, com e sem inoculação com *Rhizobium tropici*. A inoculação com *R. tropici* foi realizada com aplicação de 6 doses (480 mL ha<sup>-1</sup>) de inoculante líquido aplicado direto no sulco de semeadura com o auxílio de injetor de inoculante acoplado à semeadora.



**Figura 1.** Temperatura média, máxima e mínima do ar (°C) e precipitação (mm) durante o período experimental (abril a julho de 2019, Presidente Bernardes-SP).

**Tabela 1.** Características químicas do solo nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m, determinadas antes da instalação dos experimentos.

Profundidade	pH (CaCl <sub>2</sub> )	M.O.	P (resina)	H+Al	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	CTC	V
m		g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%
Experimento I									
0,0-0,20	5,8	18,8	17,6	18	1,6	16,9	9,3	45,8	60,7
0,20-0,40	5,7	14,2	22,9	19,8	1,3	12,6	5	38,7	48,8
Experimento II									
0,0-0,20	5,6	20,9	31,8	15,1	2,6	13,8	8	39,5	61,8
0,20-0,40	5,0	12,6	6,2	18,8	1,2	7,6	5,6	33,2	43,4

Cada unidade experimental foi constituída por sete fileiras de 6 m de comprimento, com espaçamento de 0,45 m entre fileiras. Para as avaliações foram consideradas as duas fileiras centrais, desprezando-se 0,5 m nas extremidades de cada fileira de avaliação.

As cultivares de feijão foram semeadas em solo manejado sobre Sistema Plantio Direto com uma semeadora-adubadora (Semeato, modelo SHM 15/17) que foi regulada para distribuir 15 sementes de cada cultivar de feijão por metro de sulco. Na adubação de semeadura foram aplicados 300 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 04-30-10. Ambos os experimentos (Exp. I e Exp. II) foram semeados no dia 12/04/2019 e colheita realizada no dia 30/07/20219.

Para o Exp. I a cultura foi irrigada durante todo o ciclo, com lâminas de irrigação entre 7 e 10 mm a cada 4 dias, sendo aplicadas através do método de irrigação por aspersão (sistema convencional).

Aos 30 dias após a semeadura foi realizada a adubação de cobertura com aplicação de 48 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) e 35 kg ha<sup>-1</sup> de N (sulfato de amônio).

O estudo estatístico foi realizado pela análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ambiente sequeiro (Tabela 2), não houve interação entre os cultivares e inoculação. O maior número de vagens por planta foi observado para o cultivar BRS Requite, o número de grãos por vagem foi no cultivar BRS Pérola, já a maior massa de 100 grãos foi obtida pelo cultivar BRS Requite.

**Tabela 2.** Componentes da produção e produtividade de cultivares de feijão em razão da presença ou ausência da inoculação com *Rhizobium tropici*, no sistema sequeiro. (Presidente Bernardes, Ano Agrícola 2019).

Tratamentos	Nº de vagens por planta	Nº de grãos por vagem	Massa de 100 Grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Cultivar (CV)</b>				
BRS Requite	14,2a	4,0ab	21,3b	1089,6a
BRS Pérola	6,4b	4,4a	24,2a	590,6b
BRS Estilo	7,2b	3,8ab	24,3a	984,2a
TAA Dama	8,4b	3,7b	24,5a	978,2a
<b>Inoculação (I)</b>				
Sem	8,73a	3,97a	23,49a	815,7b
Com	9,34a	3,98a	23,68a	1.005,5a
<b>Interação CV x I</b>				
CV(%)	ns	ns	ns	ns
	16,6	12,0	7,3	18,5

<sup>(1)</sup>Medias seguidas de letras na coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% probabilidade. <sup>(ns)</sup> Não significativo.

Em relação a produtividade de grãos para o ambiente sequeiro (Tabela 2), a menor produtividade foi do cultivar BRS Pérola. Neste mesmo ambiente de produção, em relação a inoculação, houve efeito para a variável produtividade grãos, com maiores valores (1.005 kg ha<sup>-1</sup>) para o tratamento que recebeu a inoculação com *Rhizobium tropici* via sulco de semeadura.

Nas condições de ambiente irrigado (Tabela 3), não houve interação entre os cultivares e inoculação. O maior número de vagens por planta foi observado no cultivar BRS Pérola, sendo que a massa de grãos foi superior para o cultivar ANFC 09. Houve ausência de resposta das variáveis à inoculação no ambiente irrigado.

**Tabela 3.** Componentes da produção e produtividade de cultivares de feijão em razão da presença ou ausência da inoculação com *Rhizobium tropici*, no sistema irrigado. (Presidente Bernardes, Ano Agrícola 2019).

Tratamentos	Nº de vagens por planta	Nº de grãos por vagem	Massa de 100 Grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Cultivar (CV)</b>				
BRS Requite	20,7ab	5,2a	23,2b	2.746,1a
BRS Pérola	22,2a	4,4a	28,4ab	2.785,5a
BRS Estilo	17,4b	4,4a	26,9ab	2.804,8a
TAA Dama	19,0ab	4,9a	24,8ab	2.651,7a
AFNC 09	17,5b	5,1a	29,5a	2.164,7a
AFNC 05	18,2b	4,5a	26,8ab	3.038,0a
<b>Inoculação (I)</b>				
Sem	19,8a	4,6a	26,4a	2.761,6a
Com	18,6a	4,9a	26,8a	2.635,3a
<b>Interação CV x I</b>				
CV(%)	ns	ns	ns	ns
	11,9	12,0	13,3	23,4

<sup>(1)</sup>Medias seguidas de letras na coluna, dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% probabilidade. <sup>(ns)</sup> Não significativo.

A produtividade de grãos foi 66% menor no ambiente sequeiro (910 kg ha<sup>-1</sup>) em relação ao ambiente irrigado (2.698 kg ha<sup>-1</sup>), destacando a importância do planejamento com irrigação para cultivo de segunda safra em culturas com alta sensibilidade ao estresse hídrico, como feijão-comum.

Durante períodos de seca, o feijão pode apresentar redução na taxa de crescimento das raízes e formação de grãos, resultando em perdas significativas na colheita. Para mitigar os efeitos do estresse hídrico, é fundamental adotar práticas de manejo sustentável, como a seleção de variedades mais resistentes, a implementação de técnicas de irrigação eficiente e a conservação do solo. Essas estratégias ajudam a garantir a produção de feijão mesmo em condições climáticas adversas.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Por ser uma prática com custo reduzido, a inoculação da cultura do feijão com *Rhizobium tropici* permite respostas positivas em ambientes limitantes, a exemplo de condições de sequeiro. Para alcançar boas produtividades a irrigação é indispensável para o cultivo de feijão de segunda safra na região Oeste Paulista.

### LITERATURA CITADA

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Safra Brasileira de Grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>. Acesso em 06 ago. 2024.

COELHO, L. G. F. et al. A inoculação do feijoeiro no Brasil: alternativas para aumentar a produtividade utilizando microrganismos promotores do crescimento vegetal. Documentos – Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2021.

SANTOS, H.G. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília: **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2013. 353 p.



## **USO DE MICORRIZAÇÃO NA PRODUÇÃO INICIAL DE MUDAS DE ORQUÍDEAS**

Joice Yuri Minamiguchi<sup>1</sup>; Ceci Castilho Custódio<sup>1</sup>; Nelson Barbosa Machado-Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> - UNOESTE, FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRARIAS, Rodovia Raposo Tavares Km 572, limoeiro, Presidente Prudente –SP. Brasil. 19014-110

### **PROBLEMÁTICA**

A propagação de orquídeas, comercialmente, é sempre feita em laboratórios especializados e que necessitam de meios muito definidos e algumas vezes dispendiosos, com um problema adicional que é a fragilidade das plântulas ao processo de aclimatização. Na natureza estas sementes são dispersas e necessitam de um fungo que infecte as sementes e forneça às mesmas os nutrientes necessários à germinação, este processo é pouco eficiente pois necessita que as sementes encontrem o fungo certo para germinar e crescer (Rasmussen *et al.*, 2015), o que diminui a eficiência da germinação das orquídeas, todavia, as mudas obtidas nesta modalidade são mais resilientes (Rasmussen *et al.*, 2016).

A obtenção de fungos micorrízicos eficientes e que possam ser cultivados em meios mais simples poderia facilitar a propagação destas espécies por cultivadores de pequeno porte e de forma muito eficiente poderiam diminuir a pressão de coleta por produzirem mudas mais eficientemente e mais tolerantes à aclimatização.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

Micorrizas orquidóides são comuns em plantas silvestres, mas muito pouco se sabe sobre estes organismos em orquidários/cultivos amadores ou comerciais. As micorrizas são importantes para as plantas e em especial para as orquídeas que não tem raízes secundárias finas, pois se espalham por sobre o substrato e podem absorver os nutrientes de matérias brutas, transferindo-os para as plantas de orquídeas, que por sua vez fornecem metabólitos primários, como açúcares simples, para os fungos (Batty *et al.*, 2001; Rasmussen; Rasmussen, 2009).

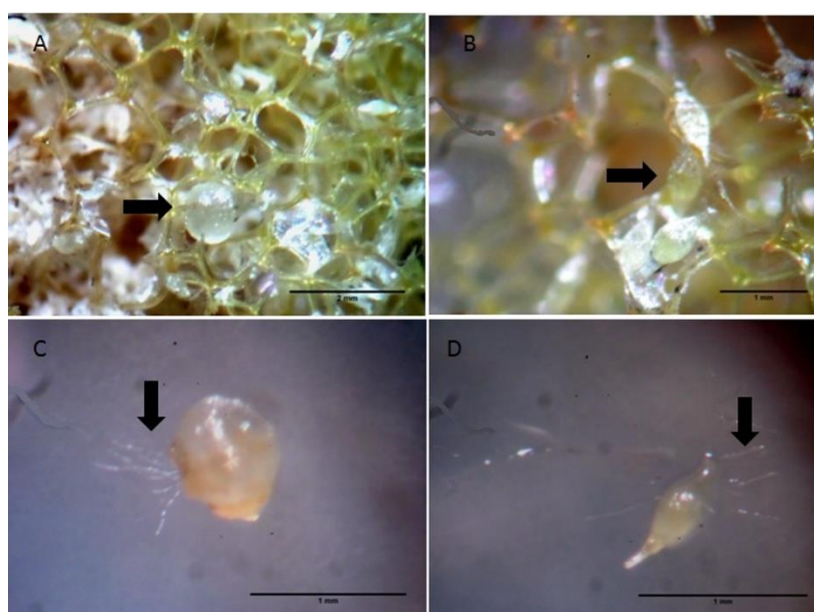
A síntese de moléculas sinalizadoras pelas micorrizas também é uma possibilidade pois torna a planta colonizada mais resiliente a mudanças ambientais (Cevallos *et al.*, 2017; Phillips *et al.*, 2024; Phillips; Reiter; Peakall, 2020). Estas simbioses são importantes não apenas para a germinação, mas para o crescimento e manutenção do vegetal saudável, evitando inclusive infecção por fungos fitopatogênicos.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

A pesquisa foi realizada com diversos inóculos de orquídeas obtidos por duas metodologias distintas: a) coleta das micorrizas nas raízes das plantas ou b) por captura das micorrizas em armadilhas contendo sementes de orquídeas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A desinfecção das raízes e dos protocormios foi feita em hipoclorito de sódio (NaClO) comercial a 20% adicionados de 100  $\mu\text{L.L}^{-1}$  de Tween80 por 1,5 minutos e lavados 2 vezes em água destilada e esterilizada, as quais foram transferidas para placas de Petri contendo meio PDA. Quando observado o crescimento dos micélios (FIGURA 1C e 1D), foram repicados para o meio PDA com Rosa Bengala e sequencialmente para meio PDA com antibióticos (Valadares *et al.*, 2015) inibindo o crescimento de fungos esporulantes e outros microorganismos. Dezesete acessos de micorrizas foram isolados (Tabela 1)



**Figura 1.** A: Sementes de *Cattleya walkeriana* e B: *Cattleya tigrina* ambas germinando após 70 dias. C: micélio crescendo após 2 dias do isolamento da semente (*C. walkeriana*), D: micélio crescendo após 2 dias do isolamento da semente (*C. tigrina*).

Os fungos foram multiplicados em Agar Aveia e um centímetro quadrado do meio contendo o fungo foi inoculado no centro de uma placa contendo Agar-Aveia estéril e seis espécies de orquídeas (*Cattleya brevicaulis*, *C. labiata*, *C. tigrina*, *C. walkeriana*, *Encyclia cordigera* e *Dendrobium signatum*) foram desinfetadas em solução DCCA (dicloroisocianurato de sódio, 3 g  $\text{L}^{-1}$ ) e colocadas para germinar.

Os acessos isolados micorrízicos tanto de raízes como de protocórmios foram eficientes em promover a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de diversas espécies, mas não houve uma micorriza que fosse mais eficiente para todas as espécies

## APLICAÇÃO PRÁTICA

O uso de alguns desses isolados micorrízicos como o A96, o W1 e T2 apresentam baixa especificidade e são efetivos para germinação de diversas espécies baseados na massa seca total das plântulas.



TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1.** Isolados de micorrizas orquidoides obtidos de diversas fontes.

Espécie	Total de isolados	Rizoctonióides anamorfos	Código do isolado
<i>Prescotia sp.</i>	14	6	P55, P56, P57P63, P66, P65
<i>Oeceoclodes maculata</i>	16	2	O30, O31
<i>Arundina bambusifolia</i>	11	1	A96
<i>Trichocentrum pumilum</i>	20	0	x
<i>Bletilla striata</i>	17	0	x
<i>Epidendrum</i>	7	0	x
<i>Vanda sp.</i>	4	0	x
<i>Cattleya tigrina</i>	4	0	x
<i>Cattleya walkeriana</i>	5	0	x
<b>Total</b>	98	9	

**Tabela 2.** Avaliação de desenvolvimento de plântulas de orquídeas inoculados com diferentes isolados 180 dias após a semeadura

Espécie	Inóculo	Comprimento (cm)		Massa Seca (mg)		
		Parte aérea	Raiz	Parte Aérea	Raiz	Total
<i>Cattleya brevicaulis</i>	Test	0,22 b	0,00 b	0,48 b	0,00 b	0,48 b
	A96	1,10 a	2,03 a	2,30 a	1,80 a	4,09 a
	P66	0,57 b	0,44 b	0,48 b	0,22 b	0,71 b
	T1	0,37 b	0,00 b	0,39 b	0,00 b	0,39 b
	T2	0,33 b	0,24 b	0,21 b	0,12 b	0,33 b
	W1	0,44 b	0,54 b	0,53 b	0,36 b	0,90 b
<i>Cattleya labiata</i>	Test	0,44 b	0,90 b	0,75 b	0,91 b	1,65 b
	A96	0,51 b	0,17 b	0,28 b	0,10 b	0,38 b
	P66	0,10 b	0,00 b	0,01 b	0,00 b	0,01 b
	T1	0,47 b	0,27 b	0,36 b	0,07 b	0,43 b
	T2	0,99 a	2,02 a	2,25 a	3,05 a	5,31 a
	W1	0,83 a	1,74 a	1,55 a	1,87 a	3,43 a
<i>Cattleya tigrina</i>	Test	0,30 a	0,00 a	0,43 b	0,00 b	0,43 b
	A96	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
	P66	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
	T1	0,36 a	0,12 b	1,01 a	0,32 b	1,33 b
	T2	0,54 a	0,98 a	1,69 a	2,42 a	4,12 a
	W1	0,73 a	1,09 a	1,79 a	1,43 a	3,23 a
<i>Cattleya walkeriana</i>	Test	0,57 a	1,86 a	1,65 b	4,11 a	5,76 a
	A96	0,25 a	0,67 b	0,43 b	0,59 b	1,03 b
	P66	0,35 a	0,66 b	0,33 b	0,67 b	1,01 b
	T1	0,37 a	0,60 b	0,59 b	0,87 b	1,47 b
	T2	0,76 a	1,33 b	3,29 a	4,12 a	7,41 a
	W1	0,54 a	1,47 a	1,30 b	2,44 a	3,75 b
<i>Dendrobrium signatum.</i>	Test	0,59 b	0,46 a	1,89 a	0,83 a	2,72 a
	A96	0,39 b	0,26 a	0,63 b	0,16 b	0,79 b
	P66	1,00 a	0,45 a	1,38 b	0,90 a	2,29 a
	T1	0,43 b	0,25 a	1,75 b	0,28 b	1,05 b
	T2	1,03 a	0,74 a	2,91 a	0,96 a	3,87 a
	W1	0,33 b	0,12 a	0,59 b	0,05 b	0,64 b
<i>Encyclia cordigera</i>	Test	0,43 b	1,88 a	0,61 b	1,54 a	2,16 b
	A96	0,33 b	0,42 b	0,13 b	0,26 a	0,39 b
	P66	0,63 b	1,65 a	1,39 b	1,92 a	3,71 a
	T1	0,63 b	1,23 a	0,98 b	2,32 a	2,85 b
	T2	1,14 a	1,55 a	2,81 a	1,88 a	5,81 a
	W1	0,46 b	2,00 a	0,43 b	1,92 a	2,35 b

Fonte: Dados elaborados pelo próprio autor. Nota: letras distintas na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

## BIBLIOGRAFIA

BATTY, A. L. *et al.* Constraints to symbiotic germination of terrestrial orchid seed in a mediterranean bushland. **New Phytologist**, [s. l.], v. 152, n. 3, p. 511–520, 2001.

CEVALLOS, Stefania *et al.* Are there keystone mycorrhizal fungi associated to tropical epiphytic orchids?. **Mycorrhiza**, [s. l.], v. 27, p. 225–232, 2017. Disponível em: [https://idp.springer.com/authorize/casa?redirect\\_uri=https://link.springer.com/article/10.1007/s00572-016-0746-8&casa\\_token=C3guU\\_Q\\_co4AAAAA:78iKPK-Mg2ZfwvTMCWAS5sUpUWjGQq4qHtrA4jL\\_I4DKcVIAziWcwasbA5oCga9GmwWfPI9Pu\\_sZvvU](https://idp.springer.com/authorize/casa?redirect_uri=https://link.springer.com/article/10.1007/s00572-016-0746-8&casa_token=C3guU_Q_co4AAAAA:78iKPK-Mg2ZfwvTMCWAS5sUpUWjGQq4qHtrA4jL_I4DKcVIAziWcwasbA5oCga9GmwWfPI9Pu_sZvvU). Acesso em: 18 set. 2024.

PHILLIPS, Ryan D. *et al.* Resilience to summer bushfire in the threatened orchid, *Caladenia tessellata*, in terms of pollination success, herbivory, and mycorrhizal associations. **Botanical Journal of the Linnean Society**, [s. l.], p. boad079, 2024. Disponível em: <https://academic.oup.com/botlinnean/advance-article-abstract/doi/10.1093/botlinnean/boad079/7612028>. Acesso em: 18 set. 2024.

PHILLIPS, Ryan D.; REITER, Noushka; PEAKALL, Rod. Orchid conservation: from theory to practice. **Annals of Botany**, [s. l.], v. 126, n. 3, p. 345–362, 2020. Disponível em: <https://academic.oup.com/aob/article-abstract/126/3/345/5837070>. Acesso em: 18 set. 2024.

RASMUSSEN, Hanne N. *et al.* Germination and seedling establishment in orchids: a complex of requirements. **Annals of Botany**, [s. l.], v. 116, n. 3, p. 391–402, 2015.

RASMUSSEN, S. R. *et al.* Intraradical colonization by arbuscular mycorrhizal fungi triggers induction of a lipochitooligosaccharide receptor. **Scientific reports**, [s. l.], v. 6, p. 29733, 2016.

RASMUSSEN, Hanne N.; RASMUSSEN, Finn N. Orchid mycorrhiza: implications of a mycophagous life style. **Oikos**, [s. l.], v. 118, n. 3, p. 334–345, 2009.

VALADARES, Rafael Borges da Silva *et al.* The epiphytic orchids *Ionopsis utricularioides* and *Psycmorchis pusilla* associate with different *Ceratobasidium* lineages at Valle del Cauca, Colombia. **Acta Botanica Brasílica**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 40–44, 2015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062015000100040&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062015000100040&lng=en&tlng=en). Acesso em: 4 abr. 2018.

**PRODUTIVIDADE POTENCIAL E ATINGÍVEL DO AMENDOIM EM  
DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA NO OESTE PAULISTA**

Alexandrius de Moraes Barbosa<sup>1</sup>; Carlos Felipe dos Santos Cordeiro<sup>2</sup>;  
Tiago Aranda Catuchi<sup>1</sup>; Lucas Bezerra Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unoeste – Universidade do Oeste Paulista; E-mail: alexandrius@unoeste.br

<sup>2</sup>Unesp-Botucatu – Universidade Estadual Paulista; E-mail: cordeirocfs@gmail.com

**PROBLEMÁTICA**

Nos últimos anos a modelagem agrometeorológica tem sido muito usada para a determinação da produtividade potencial, atingível e do Yield Gap (lacunas de produtividade) das culturas. Entende-se por produtividade potencial ( $Y_p$ ) o rendimento de uma cultura em condições em que o desenvolvimento da planta não é limitado pela falta de água e nutrientes e também por estresses bióticos. Já a produtividade atingível ( $Y_a$ ) é a produtividade da cultura limitada pela água. A diferença entre  $Y_p$  e  $Y_a$  tem sido comumente denominada de “Yield Gap” (YG) (Lobell et al., 2009; Van Ittersum et al., 2013; Sentelhas et al., 2016). O Yield Gap pode ser relacionado ao déficit hídrico ( $YG_{WD}$ ) e também ao manejo ( $YG_{CM}$ ) (Battisti et al., 2018). Através da modelagem agrometeorológica é possível simular a produtividade da cultura com base em dados históricos, e assim, quantificar o efeito do déficit hídrico sobre a cultura, como também, determinar a melhor época de semeadura.

**CONHECIMENTO PRÉVIO**

O Brasil é o terceiro maior produtor de amendoim da América, ficando atrás dos Estados Unidos e da Argentina (USDA, 2024). A produtividade média do amendoim em casca no Brasil é de 4.500 kg ha<sup>-1</sup>. No entanto, o potencial produtivo das cultivares modernas tipo runner é entre 6.500 e 7.000 kg ha<sup>-1</sup> (Godoy et al., 2023).

Nos últimos dez anos o cultivo de amendoim aumentou 134% no estado de São Paulo (CONAB, 2023), sendo que em 2022, as cinco regiões com maior área de cultivo no estado foram: Jaboticabal (24,3 mil ha<sup>-1</sup>), Marília (19,5 mil ha<sup>-1</sup>), Tupã (19,3 mil ha<sup>-1</sup>), Presidente Prudente (15,5 mil ha<sup>-1</sup>) e Assis (11,0 mil ha<sup>-1</sup>) (IEA-SP, 2024).

O déficit hídrico é o fator ambiental que mais limita o potencial produtivo das culturas no mundo (Kambiranda et al., 2011). No Oeste Paulista, a seca também tem impactado a produtividade do amendoim, mas manejos agronômicos podem amenizar as perdas de produtividade (Cordeiro et al., 2023). A quantificação do impacto do déficit hídrico sobre a produtividade das culturas pode ser realizada através da modelagem agrometeorológica (Pilau et al, 2017).

Estudos com modelagem agrometeorológica já foram realizados na cultura do amendoim, no entanto, a maioria dos estudos foram realizados para as condições edafoclimáticas da América do Norte, África e Ásia. Na América do Sul e no Brasil poucos estudos de modelagem agrometeorológica foram realizados com a cultura do amendoim.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Foi utilizado no estudo o modelo agrometeorológico DSSAT-CROPGRO-Peanut (versão 4.8.2). Na simulação considerou-se o solo Argissolo Vermelho-Amarelo. A calibração dos parâmetros da cultivar foi realizada baseando-se em estudos publicados no Brasil no Estado de São Paulo com base em cultivares de ciclo médio. Foram utilizados dados climáticos diários de temperatura máxima e mínima do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), precipitação (mm) e radiação global ( $\text{MJ dia}^{-1}$ ) do período de janeiro de 1990 a junho de 2024 oriundos do centro de estudos climatológicos Unoeste Clima.

No estudo foram simuladas 34 safras (1990/91 a 2023/24) em quatorze épocas de semeadura (21 de agosto a 01 de janeiro, espaçadas entre períodos de 10 dias). Foi realizada a estimativa da produtividade potencial ( $Y_p$ ) e atingível ( $Y_a$ ) e o Yield Gap relacionado ao déficit hídrico ( $Y_{G_{WD}}$ ) da cultura do amendoim. No estudo considerou-se a produtividade do amendoim em casca. Para o cálculo do  $Y_{G_{WD}}$  foi utilizada a Equação ( $Y_{G_{WD}} = Y_p - Y_a$ ).

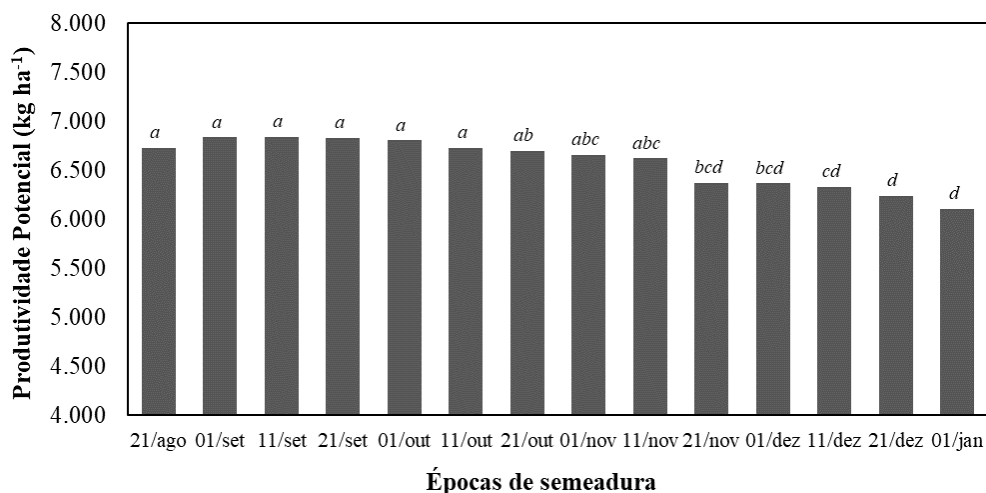
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior produtividade potencial ( $Y_p$ ) da cultura do amendoim no Oeste Paulista se deu principalmente nos cultivos realizados entre 21 de agosto a 11 de outubro, sendo que a média da  $Y_p$  desse período foi de  $6.797 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 1). Observou-se ainda que a produtividade potencial é reduzida com o atraso da semeadura, tendo uma queda mais pronunciada em semeaduras realizadas após 21 de novembro.

A maior produtividade potencial do amendoim observada entre agosto e outubro deve-se ao fato de que o período de enchimento das vagens coincide com um período de boa disponibilidade de radiação solar e temperatura do ar. Nas semeaduras realizadas tardiamente, a fase de enchimento de vagens coincide com um período de redução da radiação (fotoperíodo) e da temperatura do ar.

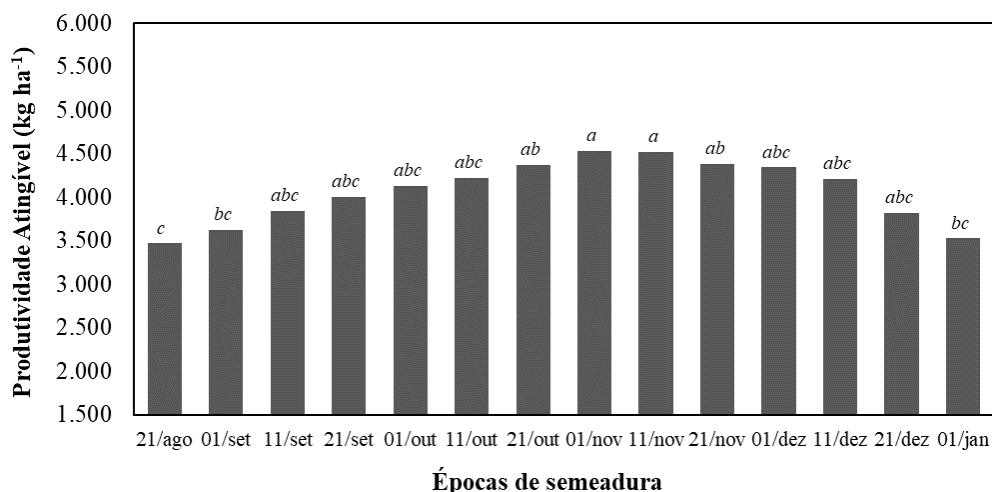
Observou-se ainda, que o ciclo do amendoim foi maior (134 dias – usando como base as cultivares precoces) em semeaduras antecipadas, e menor nas semeaduras mais tardias (121 dias) (dados não mostrados), ou seja, o ciclo do amendoim é maior em semeaduras realizadas no fim de agosto e início de setembro, pelo fato de que semeaduras nesse período coincidem com a ocorrência de temperaturas baixas típicas do fim do inverno na região.

Portanto, em cultivos irrigados é possível a obtenção de elevadas produtividades no Oeste Paulista, no entanto, o produtor deve estar atento ao aumento do ciclo e suas consequências no manejo da cultura. A adoção de cultivares superprecoces pode ser uma estratégia para semeaduras realizadas no fim do inverno.



**Figura 1.** Produtividade potencial (Yp) da cultura do amendoim (em casca) em função da época de semeadura com base nas condições climáticas de 1990 a 2024 no oeste paulista.

Já em relação a produtividade atingível (Ya), que leva em consideração os típicos períodos de estiagem da região, observou-se que as maiores produtividades se deram nas semeaduras realizadas entre 21 de outubro a 21 de novembro, com maior Ya obtida nas semeaduras realizadas entre 01 a 11 de novembro (4.525 kg ha<sup>-1</sup>) (Figura 2). Em cultivos de sequeiro, a produtividade atingível é reduzida em semeaduras antecipadas (agosto e setembro) devido aos frequentes episódios de estiagem. E nas semeaduras tardias (dezembro e janeiro) a produtividade atingível é reduzida devido a redução das chuvas no período de enchimento de vagens, sendo que a partir de 21 de novembro há redução de 222,0 kg ha<sup>-1</sup> para cada dez dias de atraso da semeadura.

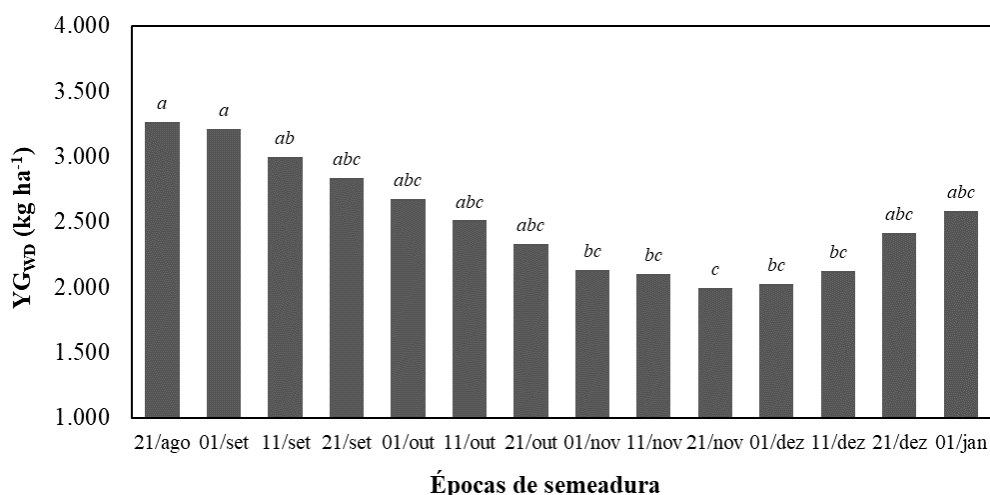


**Figura 2.** Produtividade atingível (Ya) da cultura do amendoim (em casca) em função da época de semeadura com base nas condições climáticas de 1990 a 2024 no Oeste Paulista.

Com base no histórico climático de 34 safras do Oeste Paulista, determinou-se que o menor Yield Gap relacionado ao déficit hídrico na região é de 1.994 kg ha<sup>-1</sup> (21 de



novembro). Já nas semeaduras antecipadas o  $YG_{WD}$  pode chegar  $3.264 \text{ kg ha}^{-1}$ , como também, há perda de produtividade relacionada ao déficit hídrico em semeaduras realizadas a partir de 11 de dezembro.



**Figura 3.** Yield Gap relacionado ao déficit hídrico ( $YG_{WD}$ ) da cultura do amendoim (em casca) em função da época de semeadura com base nas condições climáticas de 1990 a 2024 no Oeste Paulista.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Determinou-se no estudo que a maior produtividade atingível da cultura do amendoim ocorre nas semeaduras realizadas entre 21 de outubro a 21 de novembro, e que historicamente há uma perda mínima de  $1.994 \text{ kg ha}^{-1}$  na produtividade devido a ocorrência de períodos de déficit hídrico. Observou-se ainda, que a produtividade potencial do amendoim é maior em semeaduras antecipadas (fim de agosto e início de setembro) devido ao melhor aproveitamento da radiação solar. No entanto, tal situação só é possível de ser obtida em cultivos irrigados.

### LITERATURA CITADA

BATTISTI, R.; SENTELHAS, P.C.; PASCOALINO, J.A.L.; SAKO, H.; DANTAS, J.P.S.; MORAES, M.F. Soybean Yield Gap in the Areas of Yield Contest in Brazil. **International Journal of Plant Production**, 12, 159–168, 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Amendoim. Safra 2023/24, 2º levantamento, 2023

CORDEIRO, C. F. D. S., PILON, C., ECHER, F. R., ALBAS, R., TUBBS, R. S., HARRIS, G. H., & ROSOLEM, C. A. Adjusting peanut plant density and potassium fertilization for different production environments. *Agronomy Journal*, 115(2), 817-832. 2023.

GODOY, I.J.; MICHELOTTO, M.D.; SANTOS, J.F.; MORAES, A.R.A.; BOLONHEZI, D.; FREITAS, R. S.; NAKAYAMA F.; GALLO, P. B. **Cultivares de amendoim IAC e a inovação trazida pela característica “alto oleico”**. Boletim de



Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – UNOESTE, v. 5, p. 1-7, 2023.

KAMBIRANDA, D.M.; VASANTHAI AH, H.K.N.; KATAM, R.; ANANGA, A.; BASHA, S.M; NAIK, K. Impact of drought stress on peanut (*Arachis hypogaea* L.) productivity and food safety. In: VASANTHAI AH, H. KN.; KAMBIRANDA, D. (org.). **Plants and Environment**. Rijeka: IntechOpen, 2011. p. 249-272.

LOBELL, D.B.; CASSMAN, K.G.; FIELD, C.B. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. **Annual Reviews Further**. v. 34, p. 179-204, 2009.

PILAU, F. G.; MARIN, F.R.; VIANNA, M.S. Modelo Agrometeorológico Genérico de Produção Vegetal (MAGé). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo- ESALQ, 2017. Disponível em < <https://sites.usp.br/gepema/wp-content/uploads/sites/156/2016/08/MAGE.pdf>>. Acesso em abr. 2024.

SENTELHAS, P.C.; BATTISTI, R.; MONTEIRO, L.M.; DUARTE, Y.C.; VISSÉS, F. **Yield Gap – conceitos, definições e exemplos**. Informações Agronômicas n.155, IPNI (International Plant Nutrition Institute), 2016.

USDA - United States Department of Agriculture. Foreign Agriculture Service. Disponível em < <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview>>. Acesso em ago. 2024.

VAN ITTERSUM, M.K.; CASSMAN, K.G.; GRASSINI, P.; WOLF, J.; TITTONELL, P.; HOCHMAN, Z. Yield gap analysis with local to global relevance – A review. **Field Crops Research**. v. 143, p. 4-17, 2013.

## **AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Alexandrius de Moraes Barbosa<sup>1</sup>

*Unoeste – Universidade do Oeste Paulista – alexandrius@unoeste.br  
Fito-Cana - Grupo de Pesquisas Fitotécnicas em Cana-de-Açúcar*

### **PROBLEMÁTICA**

A cana-de-açúcar pertence à família *Poaceae* e ao gênero *Saccharum* L.. Os atuais cultivares são híbridos interespecíficos, recebendo a designação *Saccharum* spp. (Toppa et al., 2010). A cana-de-açúcar é uma espécie C4, em cultivos comerciais apresenta ciclo semi-perene e o seu desenvolvimento se dá na forma de touceiras. Após o plantio o ciclo é denominado de cana-planta, e após o corte, o ciclo é denominado de cana-soca. O acompanhamento do desenvolvimento da cana-de-açúcar pode ser realizado através de frequentes avaliações biométricas, sendo de grande importância conhecer como os parâmetros biométricos da cana-de-açúcar são modificados em função das variações climáticas, ambientes de produção e dos diferentes manejos realizados. Ainda, a padronização das avaliações biométricas permite a comparação de pesquisas e melhor compreensão dos resultados obtidos na cultura.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

O desenvolvimento da cana-de-açúcar é dividido em quatro fases (brotação, perfilhamento, crescimento vegetativo e maturação) (Câmara, 1993). A fase de brotação duração de 20 a 40 dias. A fase de perfilhamento ocorre até 120 a 150 dias após o plantio ou corte da cultura. Já as fases de crescimento vegetativo e maturação são dependentes das condições climáticas.

O crescimento vegetativo ocorre em condições de alta luminosidade, altas temperaturas e boa disponibilidade de água no solo. Nessa fase é onde ocorre a definição da produtividade de colmos (TCH, toneladas de colmos por hectare). Já na fase de maturação é desejável que a cultura passe por um período de estresse de modo que o crescimento vegetativo seja inibido e a cultura passe a armazenar açúcar (sacarose) nos colmos. Temperaturas baixas e baixa umidade do solo estimulam a maturação e é nessa fase que ocorre a definição do açúcar total recuperável (ATR). Portanto, a produtividade de açúcar (TAH, toneladas de açúcar por hectare) se dá em função do TCH e do ATR (Barbosa, 2024).

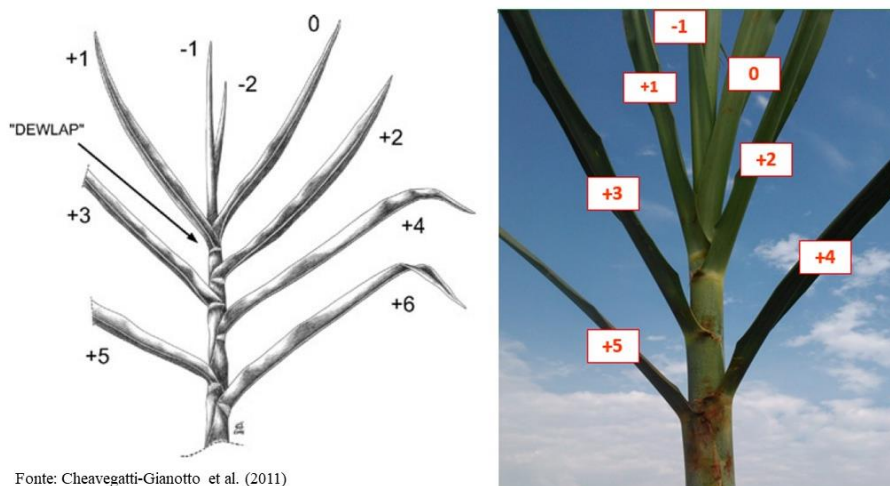
O aumento da produtividade de colmos pode se dar por meio da maior quantidade de colmos (população de plantas) ou pelo maior peso dos colmos. Por sua vez, o peso de colmos é influenciado pelo diâmetro e comprimento de colmos. Os parâmetros biométricos da cana-de-açúcar estão fortemente correlacionados. Dessa maneira, compreender a dinâmica de desenvolvimento da cana-de-açúcar pode auxiliar na adoção de manejos que potencializem o rendimento de colmos e de açúcar da cultura.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

No estudo considerou-se dois tipos de avaliações biométricas (biometria do desenvolvimento e biometria de produtividade) baseadas em diversos estudos realizados com a cultura. A biometria de desenvolvimento é baseada em avaliações não destrutivas que tem por objetivo o acompanhamento do desenvolvimento das plantas ao longo do ciclo (mensalmente ou bimestralmente). Já a biometria de produtividade é realizada no final do ciclo, na ocasião da colheita (destrutiva) e tem por objetivo avaliar os componentes de produtividade da cultura.

Recomenda-se que em estudos realizados à campo adote-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, em que as parcelas experimentais tenham no mínimo quatro linhas de plantio e 6,0 m de comprimento, sendo o ideal parcelas experimentais com seis a oito linhas de plantio e 8,0 a 10,0 m de comprimento. Recomenda-se que as coletas sejam realizadas nas linhas centrais da parcela desconsiderando 1,5 m da extremidade de cada linha (bordaduras).

Na Figura 1 é possível observar o sistema de numeração de folhas da cana-de-açúcar conforme metodologia de Kuijper's (1952).



Fonte: Cheavegatti-Gianotto et al. (2011)

**Figura 1.** Sistema de numeração de folhas da cana-de-açúcar conforme Kuijper's. Considera-se por folha +1 a primeira folhar superior com o Dewlap visível.

Alguns parâmetros biométricos da cana-de-açúcar podem ser avaliados conforme as Equações abaixo.

Equação 1 – Área foliar por planta (AF, cm<sup>2</sup>) conforme Hermann e Câmara (1999).  
[1]  $AF = C * L * 0,75 * (NFV + 2)$

Onde, C (comprimento da folha +3, cm); L (largura da folha +3, cm); NFV (número de folhas verdes com pelo menos 20% de área verde).

Equação 2 – Índice de área foliar (IAF, m<sup>-2</sup> m<sup>-2</sup>) conforme Marafon (2012).  
[2]  $IAF = (NC * AF) / S$

Onde, NC (número de colmos, m); AF (área foliar por planta, m<sup>2</sup>); S (área do terreno utilizada para avaliação).

Equação 3 - Produtividade de colmos estimada (TCH, Mg ha<sup>-1</sup>) conforme Landell e Silva (2004)

$$[3] TCH = (0,007854 * D^2 * NC * A) / E$$

Onde, D (diâmetro do colmo, mm – mensurado no meio do colmo); NC (número de colmos por metro); A (Altura das plantas da base do solo até o dewlap da folha +3), m); E (espaçamento entrelinhas, m).

Equação 4 - Produtividade de colmos obtida (TCH, Mg ha<sup>-1</sup>)

$$[4] TCH = (ML * NC * PC) / 1.000$$

Onde, ML (metros lineares, sendo 6.666 m no espaçamento de 1,5 x 1,5 m e 8.333 m no espaçamento de 1,5 x 0,9 m); NC (número de colmos por metro) e PC (peso de 1 colmo, kg).

Equação 5 – Estimativa do ATR (kg ton de colmo), conforme Barbosa e Tiritan (2023).

$$[5] ATR = 7,6427 * Brix - 10,109$$

Onde, Brix (sólidos solúveis em água – média do Brix da base, meio e ápice do colmo).

Equação 6 - Produtividade de açúcar por hectare (TAH, Mg ha<sup>-1</sup>)

$$[6] TAH = (TCH * ATR) / 1.000$$

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Pode-se observar na Tabela 1 os principais parâmetros biométricos avaliados durante o desenvolvimento da cana-de-açúcar. A área foliar pode ser avaliada por meio da medida de área foliar ou pode ser estimada por meio da Equação 1 de Hermann e Câmara (1999). Durante o desenvolvimento é possível estimar a produtividade de colmos ao longo do ciclo através de uma coleta não destrutiva elaborada por Landell e Silva (2004) (Equação 3).

**Tabela 1.** Avaliações biométricas realizadas durante o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar

Parâmetros	Descrição	<sup>1</sup> Amostragem	Unidade
<sup>2</sup> Número de perfilhos (NP)	Contagem do número de perfilhos	3,0 a 5,0 m	perfilhos/m
<sup>3</sup> Número de colmos (NC)	Contagem do número de colmos industrializáveis	3,0 a 5,0 m	colmos/m
Altura de plantas (A)	Base do solo até dewlap da folha +1	10 plantas	m
<sup>4</sup> Diâmetro de colmo (D)	2° entrenó (a partir da base da planta)	10 plantas	mm
Largura da folha +3 (L)	Medida realizada na área central da folha	10 plantas	mm
Comprimento da folha +3 (C)	Comprimento da lâmina foliar	10 plantas	m
Número de folhas verdes (NFV)	Contagem do número de folhas verdes por planta	10 plantas	folhas/planta
Área foliar (AF)	Conforme Equação 1	10 plantas	cm <sup>2</sup>
Número de entrenós (NE)	Contagem do número de entrenós visíveis por colmo	10 plantas	entrenós/colmo
Índice de área foliar (IAF)	Conforme Equação 2	por parcela	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>
TCH estimada	Conforme Equação 3	por parcela	Mg ha <sup>-1</sup>

<sup>1</sup>Amostragem por parcela experimental; <sup>2</sup>Avaliação realizada até o fim do perfilhamento, após, essa avaliação será substituída pela avaliação do número de colmos; <sup>3</sup>A contagem do número de colmos iniciará a partir da fase de crescimento vegetativo, com o aparecimento dos primeiros entrenós. <sup>4</sup>Pode ser avaliado os entrenós do meio do colmo e também do ápice (3° entrenó visível de cima para baixo)

Os parâmetros biométricos avaliados na cultura da cana-de-açúcar na ocasião da colheita podem ser visualizados na Tabela 2. Em relação ao peso de colmo, devido a variação do peso individual de cada colmo, recomenda-se que sejam coletados no mínimo 30 colmos por parcela. Recomenda-se a coleta de 15 colmos em sequência de duas linhas de na área central da parcela experimental.

**Tabela 2.** Avaliações biométricas realizadas no final do ciclo da cultura da cana-de-açúcar

Parâmetros	Descrição	<sup>1</sup> Amostragem	Unidade
NC, D, L, C, NFV, AF, NE e IAF	Conforme Tabela 1	-	-
Comprimento do colmo (CC)	Comprimento do colmo (base ao ápice)	10 colmos	m
Peso de colmo (PC)	Peso médio individual por colmo	30 a 50 colmos	kg
TCH obtida	Conforme Equação 4	por parcela	Mg ha <sup>-1</sup>
<sup>3,4</sup> Parâmetros tecnológicos	Brix, Pol, ATR, Pureza, Fibra e AR	10 colmos	-
Parâmetros tecnológicos estimados	Conforme Equação 5	10 colmos	-
TAH	Conforme Equação 6	por parcela	Mg ha <sup>-1</sup>

<sup>1</sup>Amostragem por parcela experimental; <sup>2</sup>Considera-se por comprimento de colmo a parte industrializável do colmo (retirada do ponteiro do ponto de quebra); <sup>3</sup>Brix (sólidos solúveis), Pol (teor de sacarose aparente no caldo); ATR (Açúcar total recuperável, kg ton de colmo); Pureza, Fibra e AR (açúcar redutor). <sup>4</sup>Parâmetros calculados conforme Fernandes (2011).

## APLICAÇÃO PRÁTICA

Os parâmetros biométricos apresentados neste trabalho permitem um acompanhamento detalhado do desenvolvimento da cana-de-açúcar, além de possibilitar a análise do padrão de resposta dos componentes de produtividade da cultura em relação aos tratamentos aplicados em pesquisas experimentais.

## LITERATURA CITADA

BARBOSA, A.M.; TIRITAN, C.S. Estimativa da Pol e do ATR em função dos valores de Brix na cultura da cana-de-açúcar. Boletim do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Unoeste. v. 4, p.51-54, 2023.

BARBOSA, A.M. Agrometeorological aspects of sugarcane. In: Sustainable Agroecosystems – Principles and Practices. Eds. Meena, V.S. IntechOpen, 2024. DOI: 10.5772/intechopen.1005365

CÂMARA, G. M. S. Ecofisiologia da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G. M. S.; OLIVEIRA, E. A. M. **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.31-64.

HERMANN, E.R.; CÂMARA, G.M. S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. Revista da STAB, v. 17, n. 5, p. 32-34, 1999.

FERNANDES, A.C. Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar. 3ed. Piracicaba, SP : STAB, 2011.

LANDELL, M.G.L.; SILVA, M.A. As estratégias de seleção da cana em desenvolvimento no Brasil. Revista Visão Agrícola, n.1, p.18-23, 2004.

MARAFON, A.C. Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar: uma introdução ao procedimento prático. Documento Embrapa 168, 29p. 2012.

TOPPA, E.V.; JADOSKI, C.J.; JULIANETTI, A.; HULSHOF, T.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Aspectos da fisiologia da produção (*Saccharum officinarum* L.). Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, v.3, p.215-221, 2010.

## **PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM AFETADA PELO SISTEMA DE PREPARO E CORREÇÃO DO SOLO**

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro<sup>1</sup>; Antonio Cesar Padovan<sup>2</sup>; Giovanna Maniezzo de Mattos<sup>2</sup>; Leonardo Vesco Galdi<sup>2</sup>; Paulo Roberto Costa<sup>2</sup>; Ceci Castilho Custódio<sup>2</sup>; Fábio Rafael Echer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unesp-Botucatu – Universidade Estadual Paulista; E-mail: [cordeirocfs@gmail.com](mailto:cordeirocfs@gmail.com)

<sup>2</sup>Unoeste – Universidade do Oeste Paulista; E-mail: [fabioecher@unoeste.br](mailto:fabioecher@unoeste.br)

### **PROBLEMÁTICA**

Uma parte significativa do amendoim brasileiro é cultivada em ambientes de solos arenosos, que estão sujeitos ao déficit hídrico. Além disso, utiliza-se principalmente o sistema de preparo do solo convencional, que por sua vez, aumenta o risco de produção do amendoim, principalmente em anos com ocorrência de veranicos. Uma das estratégias para reduzir o risco de produção do amendoim é o uso do sistema de semeadura direta, que além de melhorar a conservação do solo, pode aumentar a produtividade e reduzir o custo de produção. Adicionalmente, a correção do solo associada à fixação biológica do nitrogênio (FBN) podem potencializar o aporte de nitrogênio no sistema e o crescimento radicular do amendoim, assim potencializando os benefícios do sistema de semeadura direta da cultura.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A área de cultivo de amendoim no Brasil é de cerca de 250.000 mil hectares, e 85% dessa área se dá no estado de São Paulo, sendo o oeste do estado a principal região produtora (IEA-SP, 2024). Nessa região, prevalecem os solos arenosos, com baixa capacidade de retenção de água e o sistema de semeadura direta tem sido uma boa alternativa para aumentar o estoque de carbono nesses solos (Cordeiro et al., 2022), aumentar a produtividade das culturas e reduzir o risco de produção (Silva et al., 2021). No entanto, ainda faltam estudos nesse ambiente com a cultura do amendoim, principalmente quando o sistema de semeadura direta (SSD) é associado às técnicas de correção do solo.

Em sistema com renovação de canaviais há incremento de produtividade do amendoim no SSD ou cultivo mínimo quando comparado ao sistema de semeadura convencional (SSC) do solo (Betiol et al., 2023). Além disso, a inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio resulta de incremento de produtividade de até 17% em solos arenosos (Steiner et al., 2020).

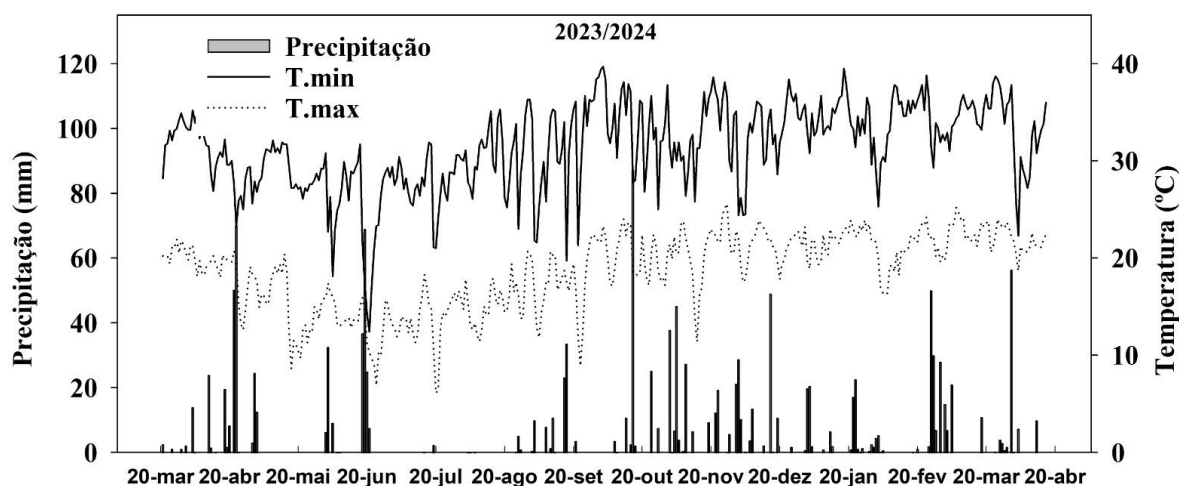
Quando o amendoim é cultivado em solos de baixa fertilidade, o uso de calcário e gesso agrícola é fundamental para aumentar a produtividade (Yang et al., 2022). Entretanto são raros os estudos que associam métodos de correção do solo com o sistema de semeadura direta na cultura do amendoim.



Nesse cenário o sistema de semeadura direta associado a correção do solo e a FBN pode tornar o cultivo de amendoim mais sustentável, especialmente em ambientes de solos arenosos.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado na safra 2023/2024 na Fazenda Experimental da UNOESTE em Presidente Bernardes, São Paulo, Brasil, (22°11'53"S, 51°40'30"O, altitude de 401 m), cujo clima é tropical com inverno seco (Aw – Sistema de Classificação de Köppen). O solo da área de estudo é arenoso (13,5% de argila, na camada de 0,00-0,20 m), e as propriedades químicas antes da correção eram: pH: 4,9, matéria orgânica: 11 g dm<sup>-3</sup>, fósforo: 4 mg dm<sup>-3</sup>, enxofre: 3 mg dm<sup>-3</sup>, potássio, cálcio, magnésio e CTC de 0,6, 15, 4 e 44 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e boro, cobre, ferro, manganês e zinco 0,1, 0,2, 23, 0,8 e 0,3 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Durante o ciclo do amendoim houve precipitação de 558 mm e a temperatura média foi de 27,7 °C (Figura 1).



**Figura 1** – Precipitação, temperatura máxima e mínima durante da condução do estudo – 2023/2024.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas pelos sistemas de preparo do solo: sistema de semeadura convencional e sistema semeadura direta. As subparcelas foram compostas pelos manejos de correção do solo e inoculação do amendoim: (i) sem correção do solo, (ii) calagem, (iii) calagem+gesso agrícola, (iv) calagem+gesso agrícola+inoculação do amendoim com *Bradyrhizobium* - SEMIA 6144. As parcelas tiveram dimensões de 10 (comprimento) x 7,2 m (largura) (72 m<sup>2</sup>) e as subparcelas de 10 (comprimento) x 3,6m (largura) (36m<sup>2</sup>).

A área estava em pousio nos últimos dois anos. Em 17/03/2023 foi realizada aplicação 1,3 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (31% CaO e 21% MgO) nos tratamentos com calagem de acordo com a recomendação de Quaggio e van Raij (1997). Logo em seguida foi realizado o preparo da área com uso de uma grade intermediária e um grade niveladora. No dia 29/03/2023 foi realizada a aplicação de 1 t ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola nos tratamentos com gesso de acordo com a recomendação de Quaggio e van Raij (1997) e

incorporado com uma grade niveladora. Nas parcelas do SSD foram semeadas a *Urochloa brizantha* cv. Piatã com 9 kg ha<sup>-1</sup> de sementes viáveis e as parcelas com sistema de semeadura convencional permaneceram em pousio.

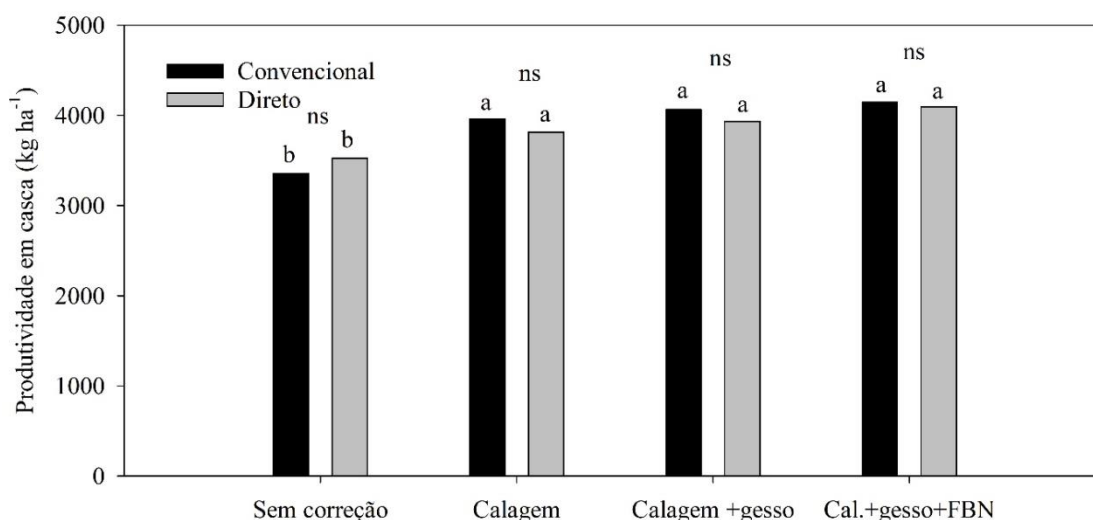
No dia 12/10/2023 foi realizada a dessecação da área com aplicação de 3 L ha<sup>-1</sup> de glifosato – volume de palha estimado de 3,5 ton ha<sup>-1</sup>. Nas parcelas com sistema de semeadura convencional foi realizado mais uma gradagem intermediária e niveladora antes da semeadura do amendoim. Em 06/11/2023 foi realizada a semeadura do amendoim (cultivar IAC 503 – ciclo tardio) com 16 sementes por metro de linha, com espaçamento de 90 cm entre linhas. No momento da semeadura foi realizada a inoculação com inoculante a base de *Bradyrhizobium* sp (Estirpes SEMIA 6144), no sulco de semeadura, utilizando cinco doses por hectare (uma dose equivale a 100 ml do produto), com volume de calda de 50 L ha<sup>-1</sup>. A adubação foi de 16, 120 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, e 540, 240, 600, 30 e 2700 g ha<sup>-1</sup> de B, Cu, Mn, Mo e Zn, respectivamente. Também foi realizada aplicação de molibdênio via foliar aos 30 DAE – 50 g ha<sup>-1</sup>.

Quando o amendoim atingiu 70% das vagens maduras (estádio R8 e R9), realizou-se o arranquio das plantas de forma mecanizada. Em seguida as plantas de dois metros de linha de cada parcela foram colhidas para estimar a produtividade em casca. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Devido a baixa precipitação na safra 2023/2024 –558 mm e alta temperatura – média de 27,7 °C a produtividade média do amendoim foi baixa (3.865 kg ha<sup>-1</sup>). Além disso não houve efeito dos tratamentos nos componentes de produção (número de vagens, número de grãos e peso de grãos) e maturação das vagens.

Não houve diferença de produtividade entre o sistema de semeadura direta e semeadura convencional, independentemente do método de correção do solo. Porém a ausência de correção do solo resultou em uma produtividade 16% (560 kg ha<sup>-1</sup>) menor em relação aos tratamentos que receberam correção do solo e FBN (Figura 2).



**Figura 2.** Produtividade do amendoim em casca em função do sistema de semeadura (convencional e direta) e métodos de correção do solo (sem correção, calagem, calagem + gesso agrícola e calagem + gesso agrícola + FBN), safra 2023/2024.

Esses resultados corroboram com outras pesquisas publicadas com apenas um ano de experimentação onde não foi relatado diferença de produtividade entre os dois sistemas de preparo do solo, ou houve um pequeno incremento de produtividade no sistema de semeadura direta (Crusciol et al., 2009; Betiol et al., 2023).

### APLICAÇÃO PRÁTICA

No primeiro ano de implantação dos sistemas não foi reportado diferença na produtividade do amendoim quando cultivado no sistema de semeadura convencional ou sistema de semeadura direta. Além disso, é fundamental que a calagem seja realizada em todos os sistemas de preparo do solo.

### LITERATURA CITADA

BETIOL, O., BOLONHEZI, D., LEAL, É. R. P., GRUENER, C. E., MICHELOTTO, M. D., FURLANI, C. E. A., & RUIZ, F. F. Conservation agriculture practices in a peanut cropping system: Effects on pod yield and soil penetration resistance. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 47, e0230004. 2023.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Amendoim. Safra 2023/24, 2º levantamento, 2023

CORDEIRO, C. F. D. S., PILON, C., ECHER, F. R., ALBAS, R., TUBBS, R. S., HARRIS, G. H., & ROSOLEM, C. A. Adjusting peanut plant density and potassium fertilization for different production environments. *Agronomy Journal*, 115(2), 817-832. 2023.

CORDEIRO, C. F. D. S., RODRIGUES, D. R., SILVA, G. F. D., ECHER, F. R., & CALONEGO, J. C. Soil organic carbon stock is improved by cover crops in a tropical



sandy soil. **Agronomy Journal**, 114(2), 1546-1556. 2022. CRUSCIOL, C. A., & SORATTO, R. P. Nitrogen supply for cover crops and effects on peanut grown in succession under a no-till system. **Agronomy Journal**, 101(1), 41-46. 2009.

STEINER, F., QUEIROZ, L. F. M., ZUFFO, A. M., SILVA, K. C., & LIMA, I. M. D. O. Peanut response to co-inoculation of Bradyrhizobium spp. and Azospirillum brasilense and molybdenum application in sandy soil of the Brazilian Cerrado. **Agronomy Journal**, 113(1), 623-632. 2021.

SILVA, P. C. G., TIRITAN, C. S., ECHER, F. R., Cordeiro, C. F.S, REBONATTI, M. D., & SANTOS, C. H. No-tillage and crop rotation increase crop yields and nitrogen stocks in sandy soils under agroclimatic risk. **Field Crops Research**, 258, 107947. 2020.

QUAGGIO, J.A., VAN RAIJ, B. Soil acidity correction. In: van Raij, B., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (Eds.). Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo, IAC, Campinas (14-19 p.), 1997.

YANG, R., HOWE, J. A., HARRIS, G. H., & BALKCOM, K. B. Uptake and timing of calcium in runner peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Field Crops Research**, 277, 108429. 2022.

## **REGIMES HÍDRICOS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA BATATA-DOCE 'MINEIRINHA'.**

João Lucas Pires Leal<sup>1</sup>, Elisa Patrícia Ramos de Melo<sup>1</sup>, Maria Albertina Monteiro dos Reis<sup>1</sup>, Edgard Henrique Costa Silva<sup>1</sup>

*Centro de Estudo em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista (CEOFOP) – Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). [joaolucaspiresleal@gmail.com](mailto:joaolucaspiresleal@gmail.com), [lisaramosmelo@hotmail.com](mailto:lisaramosmelo@hotmail.com), [mariareis@unoeste.br](mailto:mariareis@unoeste.br), [edgard@unoeste.br](mailto:edgard@unoeste.br).*

### **PROBLEMÁTICA**

A produtividade da cultura da batata-doce está abaixo do máximo potencial genético. Dentre os principais motivos para o baixo rendimento, destacam-se o uso de genótipos obsoletos ou pouco adaptados à região, problemas fitossanitários e deficiência hídrica. A batata-doce é comumente cultivada em regiões de clima quente e seco e solo arenoso, por esse motivo é comum que a considerem tolerante à seca, porém, a cultura é afetada negativamente pela deficiência hídrica. Entre os genótipos comerciais cultivados, há poucos estudos a respeito da necessidade hídrica, havendo a necessidade de identificar o melhor manejo hídrico para a cultura.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A cultura da batata-doce apresenta múltiplas aptidões, podendo ser destinada para produção animal, produção de etanol, utilização como planta ornamental e, com maior destinação, para alimentação humana, sendo a quinta hortaliça mais consumida pelos brasileiros. Atualmente, o estado de São Paulo é o maior produtor nacional da cultura, sendo o Oeste Paulista a maior região produtora de batata-doce.

O clima do Oeste Paulista é caracterizado por duas estações bem definidas, sendo quente e úmida na primavera e verão, e outra fria e seca, no outono e inverno, com períodos de estiagem recorrentes (BARBOSA & FEITOSA, 2021). Apesar de o Oeste Paulista ser o maior produtor do estado, observa-se produtividade aquém do esperado devido a cultura ser afetada por precipitação irregular durante o ciclo, aliado a altas temperaturas na região (VAN VUGT & FRANKE, 2018; WIJEWARDANA et al., 2018; LOW et al., 2020).

A deficiência hídrica induz estresse fisiológico que compromete significativamente a produtividade da batata-doce. Os processos fotossintéticos e a translocação de fotoassimilados são severamente afetados, resultando em declínio tanto no crescimento da parte aérea quanto no desenvolvimento das raízes tuberosas (GAJANAYAKE et al., 2014; GUIMARÃES et al., 2021).

Embora a batata-doce demonstre certa resiliência às condições de seca, a irrigação oferece maior controle sobre o suprimento hídrico adequado, permitindo otimizar o desenvolvimento vegetativo e de raízes tuberosas, e, conseqüentemente, aumentar os rendimentos e a uniformidade dos produtos. Nesse sentido, identificar qual o melhor manejo hídrico pode auxiliar em melhor aproveitamento dos recursos hídricos aliado a aumento na produtividade.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Unoeste, localizada em Presidente Prudente - SP. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições em esquema fatorial 6x6. O primeiro fator foi constituído de seis regimes hídricos (RH), estabelecidos com base na capacidade de campo (CC), sendo 0% CC, 40% CC, 60% CC, 80% CC, 100% CC e 120% CC. O segundo fator foi constituído de avaliações semanais, durante seis semanas.

Cada unidade experimental constituiu de um vaso de nove litros com uma planta. Os vasos foram preenchidos com solo de barranco e areia lavada na proporção de 2:1. Foi utilizado o genótipo comercial de batata-doce 'Mineirinha', que possui coloração de polpa branca/creme. As ramas foram padronizadas com 12 gemas, sendo oito gemas depositadas abaixo do solo no momento do plantio.

Foram utilizadas fitas gotejadoras para realizar a irrigação, durante o período de seis semanas. O manejo da irrigação foi realizado via solo com auxílio da TDR (Reflectometria no Domínio do Tempo), com prévia calibração do equipamento, sendo o monitoramento da umidade do solo realizado em três plantas de cada tratamento.

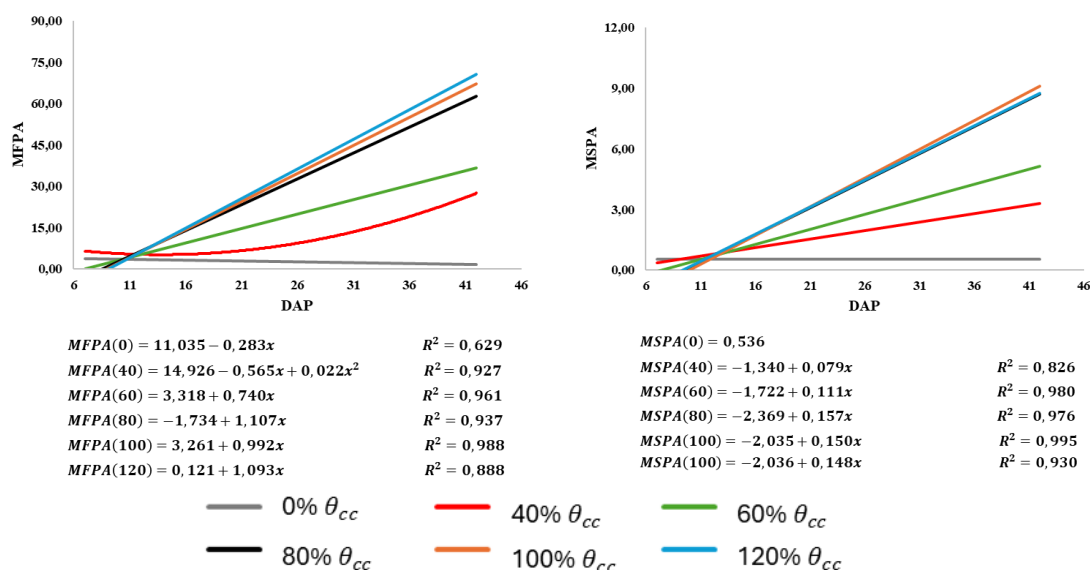
Foram avaliados semanalmente durante seis semanas três vasos por tratamento a fim de determinar os parâmetros de massa seca e fresca da raiz e da parte aérea (MFR e MFPA). A massa fresca da raiz e da parte aérea foram obtidas com auxílio de balança, e encaminhadas a estufa de circulação de ar forçada a temperatura de 65°C, durante 72 horas.

As pressuposições da análise de variância (ANAVA) foram verificadas. Os dados foram submetidos a ANAVA e, quando significativo, a análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

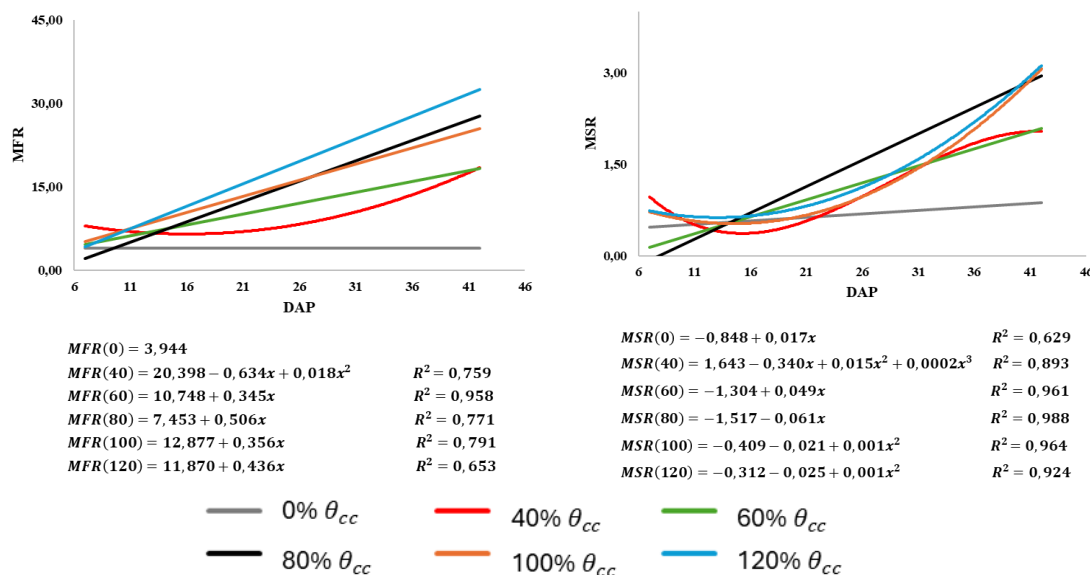
Todas as variáveis analisadas apresentaram interação significativa entre os fatores semana de avaliação e regime hídrico. Houve aumento linear de MFPA para todos os regimes hídricos, com exceção do regime hídrico de 40%CC (Figura 1a). Os regimes hídricos de 80%CC, 100%CC e 120%CC mostraram maior desempenho, aproximadamente, 62% de MFPA comparada aos demais regimes hídricos. O RH de 120%CC proporcionou maior acúmulo de MFPA ao longo das seis semanas de cultivo da batata-doce, chegando à 67,8 g planta<sup>-1</sup>.

Comportamento similar foi observado para a variável MSPA (Figura 1b), na qual foi observado aumento de aproximadamente 57% nos regimes hídricos de 80%CC, 100%CC e 120%CC, comparado aos demais RH. O RH de 100%CC apresentou maior MSPA ao final do experimento, com 11,4 g planta<sup>-1</sup>.



**Figura 1.** Massa fresca (MFPA) e massa seca (MSPA) da parte aérea em batata-doce ‘Mineirinha’ em seis regimes hídricos em forma de porcentagem da capacidade de campo.

A MFR apresentou aumento linear ao longo dos dias, com exceção do RH de 40%CC (Figura 2a). A MSR apresentou similar incremento linear, com exceção dos RH de 40%CC, 100%CC e 120%CC (Figura 2b). A maior MFR foi observada no tratamento de 120%CC, com 30,2 g planta<sup>-1</sup>.



**Figura 2.** Massa fresca (MFR) e massa seca (MSR) da raiz em batata-doce ‘Mineirinha’ em seis regimes hídricos em forma de porcentagem da com diferentes capacidades de campos.

Para todas as variáveis analisadas, a batata-doce conduzida em condição de sequeiro (0%CC) apresentou o pior desempenho. Sem a reposição hídrica a cultura teve seu desenvolvimento impedido, comprometendo toda a fisiologia da planta.

As seis primeiras semanas após o plantio da batata-doce são críticas, pois é nesta fase que as raízes de absorção e tuberosas são definidas. Logo, aferir o efeito de regimes hídricos nesse período é estratégico, podendo-se inferir que se a planta for afetada, certamente a produtividade e a qualidade de raízes tuberosas também será afetada. Estima-se que estresses por deficiência hídrica ocorridos durante as seis primeiras semanas após plantio podem causar de 40 a 60% de perda de produtividade (Makhubu et al., 2024). Ademais, outros estresses associados, como temperaturas elevadas, podem potencializar as perdas de produção e qualidade.

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A partir do estudo realizado e da revisão feita sobre o assunto, em que se procura estabelecer o melhor manejo da irrigação para a cultura da batata-doce, pode-se afirmar que a batata-doce necessita de reposição hídrica ao longo do seu ciclo de desenvolvimento. O estudo mostra que o manejo da irrigação realizado com regimes hídricos abaixo de 80% da capacidade de campo do solo causa limitação ao desenvolvimento da planta, podendo acarretar perdas de produtividade e qualidade de raízes tuberosas. Todavia, são necessários estudos para avaliar o efeito da irrigação na produtividade da batata-doce, visando validar os resultados obtidos no trabalho em tela.

### **AGRADECIMENTOS**

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP – processo 2022/03120-6) pelo apoio financeiro, e ao Centro de Estudos em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista (CEOFOP) pelo apoio durante as atividades.

### **LITERATURA CITADA**

BARBOSA, A.M.; FEITOSA, L.G.A. Episódios de estiagem em Presidente PrudenteSP. Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Unoeste, v. 02, p. 13-16, 2021.

GAJANAYAKE, B.; REDDY, K.R.; SHANKLE, M.W.; ARANCIBIA, R.A. Growth, development, and physiological responses of two sweetpotato (*Ipomoea batatas* L. [Lam]) cultivars to early season soil moisture deficit. *Scientia Horticulturae*, v. 168, p. 218-228, 2014.

GUIMARÃES, G.F.; GORNI, P.H.; VITOLO, H.F.; CARVALHO, M.E.A.; PACHECO, A.C. Sweetpotato tolerance to drought is associated to leaf concentration of total chlorophylls and polyphenols. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, v. 33, p. 385-396, 2021.

LOW, J.W.; ORTIZ, R. VANDAMME, E.; ANDRADE, M.; BIAZIN, B.; GRÜNEBERG, W.J. Nutrient-dense orange-fleshed sweetpotato: advances in drought-tolerance breeding and understanding of management practices for sustainable next-generation cropping systems in Sub-Saharan Africa. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 4, article, 50, 2020. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00050>





MAKHUBU, F.N.; LAURIE, S.M.; RAUWANE, M.E. FIGLAN, S. Trends and gaps in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) improvement in sub-Saharan Africa: Drought tolerance breeding strategies. *Food and Energy Security*, v. 13, e545, p. 1-21, 2024. <https://doi.org/10.1002/fes3.545>

VAN VUGT, D.; FRANKE, A.C. Exploring the yield gap of orange-fleshed sweet potato varieties on smallholder farmers' fields in Malawi. *Field Crops Research*, v. 221, p. 245-256, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.11.028>

WIJewardana, C.; RAJA REDDY, K.; SHANKLE, M.W.; MEYERS, S.; GAO, W. Low and high-temperature effects on sweetpotato storage root initiation and early transplant establishment. *Scientia Horticulturae*, v. 240, p. 38-48, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.05.052>

## **DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO REPOLHO EM PRESIDENTE PRUDENTE - SP**

Renato Sales Coelho<sup>1</sup>, João Lucas Pires Leal<sup>1</sup>, Beatriz Viezel Moraes<sup>1</sup>, Elisa Patrícia Ramos de Melo<sup>1</sup>, Edgard Henrique Costa Silva<sup>2</sup>

*Discentes de Mestrado e Doutorado<sup>1</sup>, Docentes PPG Agronomia Unoeste<sup>2</sup> -,  
Universidade do Oeste Paulista; [renato.sales.agro@gmail.com](mailto:renato.sales.agro@gmail.com), [joaolucaslresleal@gmail.com](mailto:joaolucaslresleal@gmail.com),  
[beatrizviezel.bv@gmail.com](mailto:beatrizviezel.bv@gmail.com), [lisaramosmelo@hotmail.com](mailto:lisaramosmelo@hotmail.com), [edgard@unoeste.br](mailto:edgard@unoeste.br)*

### **PROBLEMÁTICA**

Grande parte do conhecimento técnico que possuímos no cultivo de repolho está relacionado a regiões de clima temperado e úmido, que possuem características ideais para o seu cultivo. Entretanto, com o surgimento de cultivares híbridas tropicalizadas e o aumento da demanda comercial por cabeças menores, surgiu a viabilidade de se cultivar o repolho em regiões tropicais, mesmo em épocas de clima quente (SILVA, 2012). O conhecimento técnico do manejo nutricional dessa hortaliça para essas regiões é muito limitado, não considerando as características edafoclimáticas, que influenciam diretamente no comportamento da planta e dos nutrientes no solo. O nitrogênio (N) exibe papel fundamental no desenvolvimento das plantas, variando de acordo com as condições ambientais e estágio de desenvolvimento que a planta se encontra (XIUIE, 2022). Portanto, encontrar o equilíbrio certo na fertilização nitrogenada é fundamental para maximizar a produtividade e a qualidade do cultivo de repolho. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho agrônômico de repolho submetido a doses crescentes de N em cobertura no Oeste Paulista.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) é considerada uma das hortaliças mais eficientes, com alta taxa de crescimento, ciclos curtos e de alto valor nutritivo, com grande presença na mesa dos brasileiros (SILVA, 2012). Devido ao seu sabor, é utilizado em uma variedade de pratos da culinária brasileira, desde saladas até sopas e refogados. Aproximadamente tem-se hoje no Brasil 38 mil unidades produtoras de repolho, as quais produziram cerca de 467 mil toneladas anuais, com produtividade média de 40 t ha<sup>-1</sup>. Dentre os estados produtores, destaca-se com maior produção o estado de São Paulo (148.403 toneladas) (IBGE, 2023).

O cultivo do repolho se dá em sistemas intensivos de cultivo, com a necessidade de atender de forma eficiente a demanda de nutrientes, nos diferentes estágios de desenvolvimento da planta, pois o desequilíbrio nutricional é um fator estressante para a planta (FURLANI; PURQUERIO, 2010). O nitrogênio (N) é um exemplo claro disso, sendo um nutriente de alta demanda, mobilidade, tóxico em altas concentrações e que se perde facilmente por lixiviação ou volatilização (XIUIE, 2022). O N desempenha papel na composição das biomoléculas, como ATP, NADH, NADPH, aminoácidos, ácidos nucleicos, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (XIUIE, 2022; FILGUEIRA, 2008).

Esse nutriente está atrelado a maior acréscimo de produtividade, coloração e sabor mais agradável.

Em muitos sistemas de produção, sua disponibilidade é quase sempre condição limitante, induzindo o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente. Nas hortaliças folhosas, a alta necessidade de N é o fator responsável pela utilização de doses elevadas de fertilizantes nitrogenados ao longo do ciclo de cultivo, que feito de forma adequada estimula o crescimento vegetativo do repolho, agindo na formação de biomoléculas e expansão da área fotossintética (ZAGO et al., 2008).

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi levado a campo no dia 13 de junho e colhido no dia 15 de setembro de 2023 na área experimental da UNOESTE, campus de Presidente Prudente – SP. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por T1 – 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, T2 – 75 kg ha<sup>-1</sup> de N, T3 – 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, T4 – 300 kg ha<sup>-1</sup> de N e T5 - 450 kg ha<sup>-1</sup> de N. As doses foram divididas em 3 aplicações, 15 dias após o transplântio, 30 dias após o transplântio e 45 dias após o transplântio.

Foram utilizadas mudas da cultivar Astrus previamente desenvolvidas por 30 dias em bandejas plásticas de 128 células preenchidas com substrato comercial. As mudas foram transplantadas para canteiros com 1 m de largura e 25 cm de altura. A adubação de base consistiu de 500 kg ha<sup>-1</sup> do formulado N, P (fósforo) e K (potássio) 04-28-16 no plantio. As parcelas foram constituídas por duas linhas com cinco plantas por linha, sendo o espaçamento de 0,5 m entre plantas em arranjo espacial no formato triangular, totalizando 2,5 m<sup>2</sup> de canteiro por parcela. A área útil para avaliação foram as seis plantas centrais de cada parcela.

As características avaliadas foram:

Diâmetro de cabeça (cm): Medida com régua graduada, foi feito um corte na vertical, e medida o diâmetro da cabeça de repolho. Número de folhas descartadas: Contado o número de folhas que foram descartadas na colheita do repolho. Produtividade t ha<sup>-1</sup>: Foram pesadas as plantas da área útil e estimadas para hectare. Dose econômica N<sup>2</sup>: estimada conforme Pimentel-Gomes (FEALQ, 2022). Os valores utilizados para as variáveis foram R\$ 1.500,00/t de cabeça de repolho e R\$ 3,88/kg de N<sup>2</sup>.

$$x^* = \frac{\hat{a}_1 - t/w}{-2\hat{a}_2}$$

Onde t é o valor por kg de nutriente, w valor por tonelada da cultura, sendo a dose mais econômica calculada baseando-se na derivada da equação de regressão entre a produção de raízes e as doses de N<sup>2</sup>, a<sub>1</sub> a taxa de incremento de produção e a<sub>2</sub> o ponto de máxima produção.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade e normalidade de Shapiro wilk (p=0,05), foi feita à análise de variância (Teste F) e análise de regressão. Foi utilizado o *software* estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JR., 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas para o efeito de dose para as características de diâmetro de cabeça (cm), número de folhas (Nº) e, conseqüentemente, produtividade (t ha<sup>-1</sup>).

O diâmetro estimado do repolho variou de 17,99 a 21,65 cm com resposta quadrática à adubação nitrogenada (Figura 1). Na ausência de adubação com N, o diâmetro foi de 18,76 cm com resposta crescente até 21,76 cm na dose de 302,5 kg ha<sup>-1</sup> de N estimado pela equação. O ponto máximo de diâmetro de cabeça de repolho é de 21,65 cm na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup>.

Nascimento (2017) relatou que o diâmetro da cabeça é influenciado com a elevação da dose de N, que influencia em sua compactação, tendo como dose de N ótima para produção de 277,8 kg N ha<sup>-1</sup>, o valor ótimo estimado do diâmetro longitudinal, foi de 16,9.

O número de folhas descartadas variou de 11,12 a 7,5 em resposta linear a adubação nitrogenada (Figura 2). Na ausência de adubação com N, a perda de folhas foi de 11,12 folhas por plantas, reduzindo até 7,2 folhas na dose de 450 t ha<sup>-1</sup> de N, sendo esse o ponto de menor número de folhas descartadas de repolho estimado pela equação.

No presente estudo constatou-se que com o aumento da dose, o número de folhas que são perdidas por senescência ou toalete e que não fizeram parte da formação da cabeça comercial reduziu, tornando a planta mais eficiente na utilização de suas estruturas.

O pré-processamento do repolho inclui a remoção de suas folhas não comerciais, sendo as (folhas externas que não fazem parte da cabeça ou danificadas), corte em pedaços menores, e até mesmo o branqueamento para preservação.

A produtividade do repolho variou de 55,06 t ha<sup>-1</sup> em aplicação de N ao ponto de máxima de 93,12 t ha<sup>-1</sup> com a aplicação de 300 kg ha<sup>-1</sup> em resposta quadrática as diferentes doses de adubação nitrogenada (Figura 3). A melhor dose estimada pela equação é de 286,38 t ha<sup>-1</sup> de N para a produtividade de 90,36 t de repolho. Moreira (2011) relata que doses reduzidas de N podem resultar em baixa produtividade e cabeças menores, devido à reduzida área foliar. Portanto, é necessário manejar adequadamente o programa de adubação de N na cultura. A dose econômica viável estimada é de 283,14 kg e N por ha, representando ganho de 32,8 t a mais quando não utilizada da adubação nitrogenada, atingindo produtividade de 90,35 t ha<sup>-1</sup>. O valor da máxima eficiência econômica da utilização de um fertilizante é ponto chave para a geração de novas recomendações e aplicabilidade dos estudos realizados sobre adubação, que possibilita o aumento da eficiência econômica nos sistemas de cultivo.

No entanto, é importante ressaltar que a aplicação excessiva de N pode levar a efeitos negativos, como crescimento vegetativo excessivo, suscetibilidade a doenças e custos adicionais. Portanto, encontrar o equilíbrio certo na fertilização nitrogenada é fundamental para maximizar a produtividade e a qualidade do cultivo de repolho.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

A adubação nitrogenada afeta diretamente no diâmetro da cabeça de repolho, aumentando seu tamanho até a dose estimada de 277,8 kg N ha<sup>-1</sup>.

O aumento das doses de N influencia diretamente na redução da perda de folhas, reduzindo até 7,2 uma variação de 4,92 entre a não utilização de N e a dose estimada de 440 kg ha<sup>-1</sup> de N.

A dose máxima estimada de N para a produtividade de repolho é de 286,38 kg ha<sup>-1</sup>, atingindo um rendimento de 90,36 t ha<sup>-1</sup>.

A melhor dose econômica estimada e recomendada pela equação e de 283,14 kg ha<sup>-1</sup> de N, com produtividade de 90,35 t por hectare.

### LITERATURA CITADA

BARBOSA, J. C. & MALDONADO J. W. Experimentação agrônômica e AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Multipress, 2015.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viosa, MG: UFV, 2008.

FURLANI, Pedro Roberto; PURQUERIO, Luis Felipe Villani. Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças**, p. 45-62, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de Repolho, 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/repolho/br>>; Acesso em: 04 de maio de 2024.

PIMENTEL, G. F. Curso de estatística experimental. Piracicaba: FEALQ. p. 249-263, 15ª edição, 2022.

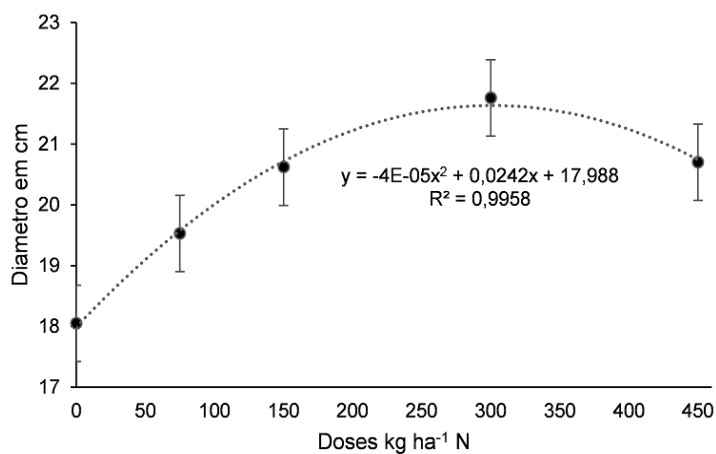
ZAGO, V. C. P. et al. Influência de diferentes fontes e doses de adubos nitrogenados nos teores de n-nitrato e na produtividade de alface. **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 15-24, 2008.

SILVA, K. S. et al. Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de boro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 520-525, 2012.

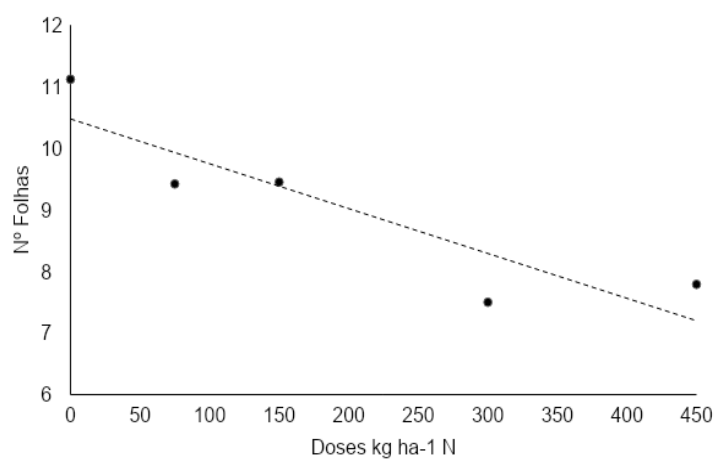
Xiujie L. et al. Nitrogen assimilation in plants: current status and future prospects. **Journal of Genetics and Genomics**, Volume 49, Issue 5, 2022, Pages 394-404, ISSN 1673-8527, <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2021.12.006>.

NASCIMENTO, M. V. et al. Manejo da adubação nitrogenada nas culturas de alface, repolho e salsa. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 1, p. 65-71, 2017.

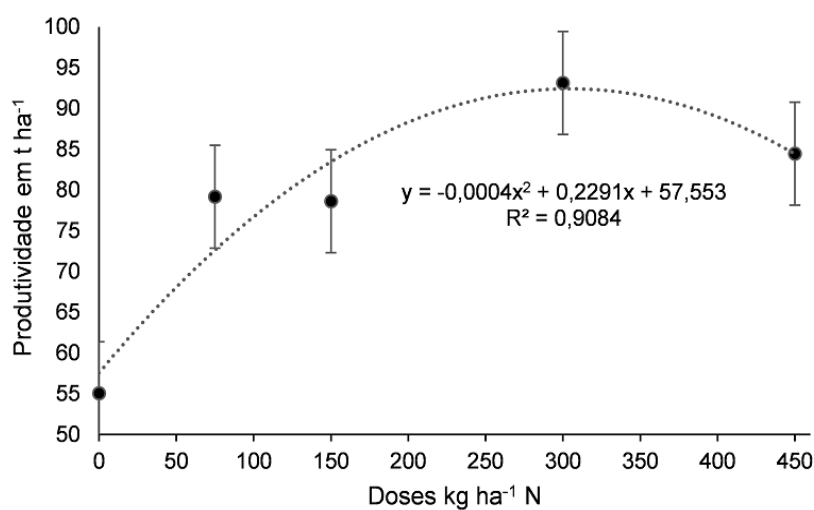
MOREIRA, M. A. et al. Crescimento e produção de repolho em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 117-121, 2011.



**Figura 1.** Curva de resposta do diâmetro da cabeça de repolho da variedade Astrus em função de doses de N (Ureia) aplicado em cobertura aos 15, 30 e 45 dias após o transplântio, em Presidente Pudente – SP.



**Figura 2.** Curva de resposta do número de folhas da cabeça de repolho da variedade Astrus em função de doses de N (Ureia) aplicado em cobertura aos 15, 30 e 45 dias após o transplântio, em Presidente Pudente – SP.



**Figura 3.** Curva de resposta da produtividade de repolho da variedade Astrus em função de doses de (Ureia) aplicado em cobertura aos 15, 30 e 45 dias após o transplântio, em Presidente Pudente – SP.

## **TRANSPORTADOR DE UREIA EM *Vicia faba* L.: IDENTIFICAÇÃO ATRAVÉS DA BIOINFORMÁTICA**

Bruno da Rocha Toroco<sup>1</sup>, Luís Gustavo Gomes Lobo<sup>1</sup>, Diliane Harumi Yaguinuma<sup>1</sup>, Jardel de Oliveira<sup>1</sup> e Tiago Benedito dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Presidente Prudente, SP, Brasil. E-mail: [bruno-taroco@hotmail.com](mailto:bruno-taroco@hotmail.com)/[dossantos@unoeste.br](mailto:dossantos@unoeste.br)

### **PROBLEMÁTICA**

O nitrogênio (N) é um macronutriente indispensável para o crescimento, desenvolvimento e rendimento das culturas. O N pode ser adquirido e assimilado de diversas fontes, como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e ureia [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ]. O objetivo deste estudo foi identificar o gene *DUR3* (transportador de ureia) de *Vicia faba* L. baseado em métodos de bioinformática.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

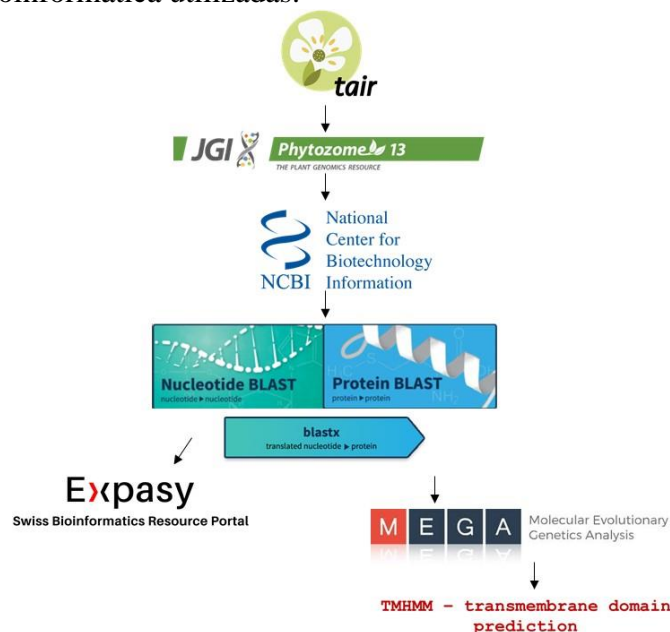
As leguminosas, são uma fonte sustentável de alimentos ricos em proteínas, e amplamente cultivadas em todo o mundo. Entre as leguminosas, o feijão fava (*Vicia faba* L.), é descrito como uma das culturas mais antigas cultivadas no mundo (MÍNGUEZ; RUBIALES, 2021). Os países mediterrâneos, bem como Etiópia, Egito, China, Afeganistão, Índia, Norte da Europa e Norte de África, são grandes produtores do feijão fava (MÍNGUEZ; RUBIALES, 2021). Esta planta também é considerada importante do ponto de vista ecológico, nutricional e econômico (XIAO et al., 2021). É uma cultura multiuso que fornece vários serviços ecossistêmicos, ou seja, cultivada principalmente como fonte de alimento para a população humana, como ração/silagem animal (ZHOU et al., 2018). As plantas podem absorver e assimilar nitrogênio (N) de uma variedade de fontes, incluindo nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), ureia [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ] e até mesmo alguns aminoácidos (DE CARVALHO FERREIRA et al., 2024). Também ao longo de sua evolução as plantas desenvolveram mecanismos que permitem a captação da ureia disponível no solo, que é realizada pelo transportador de ureia, o gene *DUR3*. O transportador de ureia já foi identificado e caracterizado em várias espécies de plantas: planta modelo-*Arabidopsis thaliana* (KOJIMA et al., 2007), arroz-*Oryza sativa* (WANG et al., 2012; BEIER et al., 2019), milho-*Zea mays* (ZANIN et al., 2014; LIU et al., 2015), café-*Coffea arabica* L. (DOS SANTOS et al., 2021), algas (PECHKOVSKAYA et al., 2020), forrageiras-*Megathyrus maximus* (DE CARVALHO FERREIRA et al., 2024), entre outras espécies. É importante mencionar que não há relatos desse gene em *V. faba* L. Este estudo identificou o gene *DUR3* através do genoma de *V. faba* L., com as ferramentas da bioinformática.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

Primeiramente, foi utilizado a sequência de *A. thaliana* (AT5G45380.1) como isca contra o genoma do feijão fava ([https://phytozome-next.jgi.doe.gov/info/Vfaba\\_v1\\_1](https://phytozome-next.jgi.doe.gov/info/Vfaba_v1_1)). A busca feita utilizou a ferramenta *BlastP*. Toda característica físico-química da sequência



identificada está descrito na Tabela 1. Na figura 1 pode se observar o esquema e as ferramentas de bioinformática utilizadas.



**Figura 1.** Esquema ilustrativo com as ferramentas (*softwares*) utilizados para obtenção dos resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

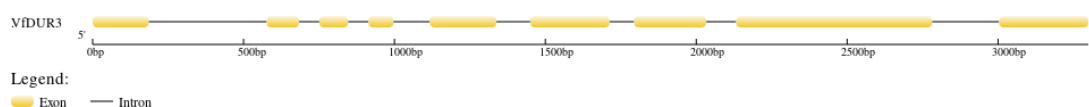
As plantas adquirem N através de seus sistemas radiculares durante seu ciclo fenológico e, dependendo da fonte de N e da quantidade disponível, podem ocorrer sérios problemas com o desenvolvimento das plantas (GOJON, 2017). A ureia é a fonte de N mais comumente utilizada nas culturas em todo o mundo. As plantas podem absorver a ureia do solo através do transportador de ureia de alta afinidade que é mediado pelo gene *DUR3* (KOJIMA et al., 2007). Por exemplo, a caracterização molecular e fisiológica do gene *DUR3* foi bem documentada em plantas modelo como *A. thaliana* (KOJIMA et al., 2007; WANG et al., 2008), milho-*Z. mays* (LIU et al., 2015) e arroz-*O. sativa* (BEIER et al., 2019). Dados da sequência genômica, codificadora do gene (CDS) e proteica foram obtidas no banco de dados *Phytozome* ([https://phytozome-next.jgi.doe.gov/info/Vfaba\\_v1\\_1](https://phytozome-next.jgi.doe.gov/info/Vfaba_v1_1)), possibilitando a investigação do gene transportador de ureia em *V. faba* L.. Neste estudo, foi previsto um gene candidato e suas informações estão descritas na tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição das principais propriedades físico-química do gene *VfDUR3*.

Nome do gene	Número de identificação	Localização cromossômica (aa) <sup>a</sup>	pI <sup>b</sup>	kDa <sup>c</sup>	GRAVY <sup>d</sup>	Localização subcelular	
<i>VfDUR3</i>	Vfaba.Hedin2.R1.1g342200.1	chr1L:937898142..937901441	713	8.95	77.08	0.538	Membrana celular/ Aparato de Golgi

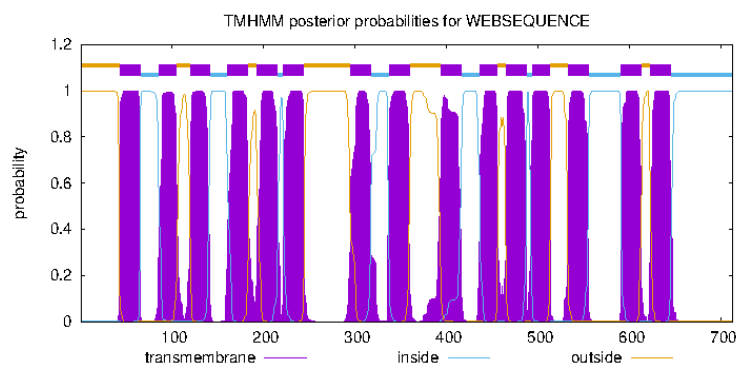
O comprimento da proteína (aa)<sup>a</sup> foi de 713, com ponto isoelétrico (pI)<sup>b</sup> de 8.95, peso molecular (kDa)<sup>c</sup> previsto de 77.08 (Tabela 1). O índice GRAVY<sup>d</sup> positivo é

indicativo de ser uma proteína hidrofóbica (Tabela 1). A possível localização do gene é na membrana celular e no aparato de golgi (Tabela 1). Essas informações são consistentes com descrições anteriores na literatura. O transporte de nutrientes nas plantas é facilitado por diversas famílias de proteínas transportadoras encontradas na membrana celular, que podem mediar a absorção de várias formas orgânicas (por exemplo, ureia) e inorgânicas de N do solo (MATIZ et al., 2019; DE CARVALHO FERREIRA et al., 2024). A estrutura éxon-íntron do gene *VfDUR3* no feijão fava também foi predito (Figura 2).



**Figura 2.** Estrutura do gene *VfDUR3* do feijão fava. As caixas amarelas representam a sequência de codificação (CDS), as linhas cinzas representam os íntrons.

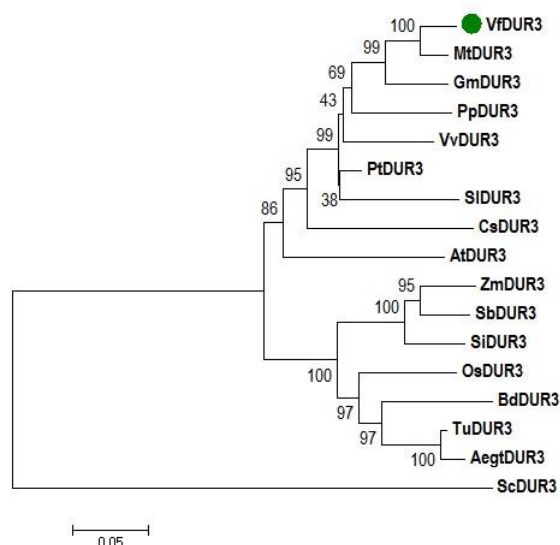
Acredita-se que variações na estrutura e no número de genes podem ser causadas por mutações específicas, rearranjos genéticos e outros mecanismos durante a divisão de espécies monocotiledôneas e dicotiledôneas (HU et al., 2015). Foi relatado anteriormente que a proteína DUR3 de *A. thaliana* possui 14 domínios transmembranares que se projetam no lado externo da membrana (LIU et al., 2003). Neste estudo, previu-se que a proteína DUR3 possui 15 domínios transmembranares (Figura 3), concordando com membros previamente descritos da família *Poaceae*, como arroz (WANG et al., 2012) e milho (ZANIN et al., 2014; LIU et al., 2015).



**Figura 3.** Domínios transmembranares da proteína *VfDUR3* predita com a ferramenta TMHMM.

Para investigar as relações filogenéticas entre as proteínas DUR3, uma árvore filogenética foi construída com base em um alinhamento de múltiplas sequências (Figura 4).

Como esperado, a sequência da proteína DUR3 do feijão fava se agrupou com espécies dicotiledônea (WANG et al., 2008). DUR3 é um gene único em espécies diplóides como *A. thaliana* e arroz (KOJIMA et al., 2007; LIU et al., 2003). De acordo com nossas descobertas, apenas uma sequência foi encontrada no banco de dados *Phytozome*. As informações obtidas do gene *VfDUR3* são estratégias benéficas para melhorar a absorção de N do fertilizante de ureia.



**Figura 4.** Análise filogenética das proteínas DUR3. Utilizou-se a sequência proteica de: *Saccharomyces cerevisiae* (Sc, AAA34582), *Z. mays* (Zm, KJ652242), *O. sativa* (Os, NP\_001065513), *A. thaliana* (At, NP\_199351), *Aegilops tauschii* (Aegt, EMT22254), *Triticum urartu* (Tu, EMS63712.1), *Brachypodium distachyon* (Bd, XP\_003571687), *Setaria italica* (Si, XP\_004965066), *Sorghum bicolor* (Sb, XP\_002438118), *Cucumis sativus* (Cs, XP\_004146194.1), *Vitis vinifera* (Vv, XP\_002263043), *Populus trichocarpa* (Pt, XP\_002303472.1), *Solanum lycopersicum* (Sl, XP\_004245999), *Prunus persica* (Pp, EMJ11521.1), *Medicago truncatula* (Mt, XP\_003612583), *Glycine max* (Gm, XP\_003523904).

### APLICAÇÃO PRÁTICA

A identificação de genes candidatos envolvidos no transporte de N em uma leguminosa são fundamentais para obter uma melhor compreensão da absorção de N via ureia e desenvolver futuras estratégias biotecnológicas para melhorar a absorção e eficiência de N nesta espécie.

### AGRADECIMENTOS

Os autores BRT (mestrado), LGGL (mestrado), JO (doutorado) e DHY (doutorado) agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsas.

### LITERATURA CITADA

BEIER, M.P., FUJITA, T., SASAKI, K., KANNO, K., OHASHI, M., TAMURA, W., KONISHI, N., SAITO, M., IMAGAWA, F., ISHIYAMA, K., MIYAO, A., YAMAYA, T., KOJIMA, S., 2019. The urea transporter DUR3 contributes to rice production under nitrogen-deficient and field conditions. **Physiol. Plant.** 167, 75–89.

DE CARVALHO FERREIRA, J., BAVARESCO, L. G., FIGUEIREDO, M. D. O. V., DOS SANTOS, T. B., RIBAS, A. F. 2024. Urea transporter *DUR3* gene in grasses: In silico characterization and relative expression in *Megathyrsus maximus* under different nitrogen sources. **Plant Gene**, 37, 100444.

DOS SANTOS, T.B., BABA, V.Y., VIEIRA, L.G.E., PEREIRA, L.F.P., DOMINGUES, D. S., 2021. The urea transporter DUR3 is differentially regulated by abiotic and biotic stresses in coffee plants. **Physiol. Mol. Biol. Plants** 27, 203–212.

GOJON, A., 2017. Nitrogen nutrition in plants: rapid progress and new challenges. **J. Exp. Bot.** 68, 2457–2462.

KOJIMA, S., BOHNER, A., GASSERT, B., YUAN, L., VON WIRÉN, N., 2007. AtDUR3 represents the major transporter for high-affinity urea transport across the plasma membrane of nitrogen-deficient Arabidopsis roots. **Plant J.** 52, 30–40.

LIU, G.W., SUN, A.L., LI, D.Q., ATHMAN, A., GILLIHAM, M., LIU, L.H., 2015. Molecular identification and functional analysis of a maize (*Zea mays*) DUR3 homolog that transports urea with high affinity. **Planta** 241, 861–874.

MATIZ, A., CAMBUÍ, C.A., RICHET, N., MIOTO, P.T., GOMES, F., PIKART, F.C., CHAUMONT, F., GASPAR, M., MERCIER, H., 2019. Involvement of aquaporins on nitrogen-acquisition strategies of juvenile and adult plants of an epiphytic tank-forming bromeliad. **Planta** 250, 319–332.

MÍNGUEZ, M. I., RUBIALES, D. 2021. Faba bean. In V. O. Sadras & D. F. Calderini (Eds.), *Crop Physiology Case Histories for Major Crops* (pp. 452–481). **Academic Press**.

PECHKOVSKAYA, S.A., KNYAZEVA, N.A., MATANTSEVA, O.V., EMELYANOV, A.K., TELESH, I. V., SKARLATO, S.O., FILATOVA, N.A., 2020. Dur3 and nrt2 genes in the bloom-forming dinoflagellate *Prorocentrum minimum*: Transcriptional responses to available nitrogen sources. **Chemosphere** 241, 125083.

XIAO, J. X., ZHU, Y. A., BAI, W. L., LIU, Z. Y., LI, T. A. N. G., ZHENG, Y. 2021. Yield performance and optimal nitrogen and phosphorus application rates in wheat and faba bean intercropping. **Journal of Integrative Agriculture**, 20(11), 3012–3025.

WANG, W.H., KÖHLER, B., CAO, F.Q., LIU, G.W., GONG, Y.Y., SHENG, S., SONG, Q.C., CHENG, X.Y., GARNETT, T., OKAMOTO, M., QIN, R., MUELLER-ROEBER, B., TESTER, M., LIU, L.H., 2012. Rice DUR3 mediates high-affinity urea transport and plays an effective role in improvement of urea acquisition and utilization when expressed in Arabidopsis. **New Phytol.**, 193, 432–444.

WANG, W.H., KÖHLER, B., CAO, F.Q., LIU, L.H., 2008. Molecular and physiological aspects of urea transport in higher plants. **Plant Sci.** 175, 467–477.

ZHOU, R., HYLDGAARD, B., YU, X., ROSENQVIST, E., UGARTE, R. M., YU, S., WU, Z., OTTOSEN, C. O., ZHAO, T. 2018. Phenotyping of faba beans (*Vicia faba* L.) under cold and heat stresses using chlorophyll fluorescence. **Euphytica**, 214, 68.

ZANIN, L., TOMASI, N., WIRDNAM, C., MEIER, S., KOMAROVA, N.Y., MIMMO, T., CESCO, S., RENTSCH, D., PINTON, R., 2014. Isolation and functional characterization of a high affinity urea transporter from roots of *Zea mays*. **BMC Plant Biol.** 14, 222.

## **APLICAÇÃO DE UM CONTROLADOR DE CRESCIMENTO SOBRE *Urochloa brizantha* CV. MARANDU**

Maria Regina Rocha<sup>1,2</sup>; Tiago Aranda Catuchi<sup>1,3</sup>, Nelson Barbosa Machado Neto<sup>1,3</sup>,  
Ceci Castilho Custódio<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> - UNOESTE, FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRARIAS, Rodovia Raposo Tavares Km 572, Limoeiro, Presidente Prudente –SP. Brasil. 19014-110; <sup>2</sup> mestranda Programa de Pós-Graduação em Agronomia. <sup>3</sup> docentes Programa de Pós-Graduação em Agronomia

### **PROBLEMÁTICA**

De acordo com Dübben de Souza *et al.* (2015) a produção comercial de sementes forrageiras apresenta um histórico de manejo agrônomo e apesar da grande importância da produção de sementes no país, a qualidade das sementes produzidas do gênero *Urochloa* spp. é variável e os investimentos em pesquisa nesta área são escassos (Dias Filho, 2011). Isto se deve, pois, as espécies deste gênero são plantas não melhoradas e tem crescimento continuado formando perfilhos vegetativos que cobrem a coroa da planta e desfavorecem a formação de perfilhos reprodutivos e que vão se formando desuniformemente, produzindo diversas frutificações por ciclo, o que ocasiona a formação de sementes de diversas idades (Catuchi *et al.*, 2017). O uso de reguladores de crescimento durante o ciclo da cultura pode colaborar para reduzir o crescimento dos perfilhos e torná-los mais produtivos.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

O uso de reguladores de crescimento é uma estratégia para diminuir o tamanho das plantas e reduzir o problema de acamamento em culturas de importância econômica (Fialho *et al.*, 2009). Diante deste contexto a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl pode reduzir o crescimento vegetativo da planta, aumentar a incidência de luz no dossel vegetal potencializando a atividade fotossintética e conseqüentemente a produtividade e qualidade da semente.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

Os tratamentos foram realizados em vasos com a aplicação de um produto comercial (Moddus<sup>®</sup>) a base de Trinexapac-ethyl como ingrediente ativo, de acordo com os seguintes tratamentos: T1 = Controle; T2 = 1 aplicação no estágio fenológico GS31/32 (200 g ia ha<sup>-1</sup>); T3 = 2 aplicações nos estágios fenológicos GS31/32 e GS37 (200 g ia ha<sup>-1</sup>) constituindo no total 400 g ia ha<sup>-1</sup>; T4 = 1 aplicação no estágio fenológico GS31/32 (400 g ia ha<sup>-1</sup>); T5 = 2 aplicações no estágio fenológico GS31/32 e GS37 (400 g ia ha<sup>-1</sup>) constituindo no total 800 g ia ha<sup>-1</sup>. Os estágios fenológicos nos quais ocorreram as aplicações do regulador de crescimento e os correspondentes dias após emergência (DAE) se encontram na Tabela 1.

Analísaram-se componentes de produção vegetativos e reprodutivos com marcação, dos perfilhos emitidos com cores (Figura 1) como do número de perfilhos

(NP), número de nós por perfilho (NN), número de folhas por perfilho (NF), altura 120 dias após a emergência (A120) e final (AF, aproximadamente 270 dias após emergência), índice de velocidade de crescimento da lâmina foliar (IVC), comprimento do entrenó (CE), massa da matéria seca do perfilho (MSP), massa da matéria seca por vaso (MSV) e utilizando a avaliação da viabilidade pelo teste de tetrazólio (Figura 2), teste de germinação e cálculo de velocidade de germinação por meio do IVG para avaliação da qualidade das sementes.

Foram conduzidos cinco vasos por tratamento com uma planta por vaso, cada vaso representando uma repetição, em delineamento inteiramente casualizado, em área do Viveiro Pontal Flora, Presidente Venceslau – SP. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e, quando significativo, as médias foram comparadas por teste Tukey com 5% de probabilidade utilizando o pacote estatístico SISVAR.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados da aplicação do Trinexapac-ethyl (Moddus®) no comportamento vegetativo podem ser visualizados na Tabela 2. Resumidamente o tratamento 2 aumentou o número de perfilhos e a massa da matéria seca por vaso, embora este último diferenciando-se apenas do controle. Os dados sobre os parâmetros reprodutivos podem ser observados na Tabela 3 e resumidamente o tratamento 5 tenha colaborado para aumentar a porcentagem de germinação e a velocidade de germinação embora sem diferir do controle e do tratamento 2.

Estes resultados demonstram a possibilidade em se utilizar o produto trinexapac-ethyl para aumentar o número de perfilhos, a massa de matéria seca por vaso e a qualidade das sementes produzidas (porcentagem e velocidade de germinação). Assim, considerando os resultados mais promissores com menor utilização do princípio ativo e menor custo de aplicação, os resultados permitem a indicação do tratamento 2, ou seja, uma aplicação de Moddus® no estágio fenológico GS31/32 (primeiro e segundo nós detectáveis) na dose de 200 g ia ha<sup>-1</sup>.

## **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A produção de sementes com maior qualidade, significam uma vantagem para o produtor de sementes e seus usuários. Para os usuários é vantajosa a germinação mais rápida, cobrindo o solo e diminuindo o uso de herbicidas nas pastagens, produzindo forrageiras sem resíduos e melhorando a conservação de solos e águas. O uso de reguladores de crescimento como o trinexapac-ethyl é promissor para a produção de sementes de forrageiras do gênero *Urochloa*.

## **BIBLIOGRAFIA**

CATUCHI, T.A. *et al.* Nitrogen Management, Nitrogen Use Efficiency, and Seed Yield and Quality of Creeping Signalgrass. **Crop Science**, [s. l.], v. 57, n. 5, p. 2865–2874, 2017. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci2017.02.0096>. Acesso em: 30 abr. 2024.



DIAS FILHO, M B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista brasileira de zootecnia**, [s. l.], v. 40, n. sSuplemento Especial, 2011.

DÜBBEN DE SOUZA, F H *et al.* Manejo de campos de produção de sementes de *Urochloa humidicola* "comum": II - Efeito de práticas culturais. **Boletim de Indústria Animal**, v. 72, n. 3, p. 209–220, 2015. Disponível em: <https://35.198.24.243/index.php/bia/article/view/468>. Acesso em: 29 maio 2024.

FIALHO, C. M. T. *et al.* Caracteres morfoanatômicos de *Brachiaria brizantha* submetida à aplicação de Trinexapac-Ethyl. **Planta daninha**, [s. l.], v. 27, p. 533–539, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/QxSXTTH4Cc96fcRs7ngVnwz/?lang=pt>. Acesso em: 1 set. 2024.

ZADOKS, J. C; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v. 14, p. 415–421, 1974. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x>. Acesso em: 2 set. 2024.

TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1.** Descrição dos estágios de desenvolvimento da planta com épocas de aplicação do produto Trinexapac-ethyl de acordo com a escala Zadoks.

Estágio de Crescimento	Descrição do Estágio	Aplicação do produto
<b>Desenvolvimento da planta</b>		
GS 13	3 folhas desenvolvidas	40 DAE
<b>Alongamento do colmo</b>		
GS 31	Primeiro nó detectável	94 DAE
GS 32	Segundo nó detectável	
GS 37	Folha bandeira apenas visível	114 DAE
GS 39	Folha bandeira completamente visível	127 DAE

Fonte: ZADOKS; CHANG; KONZAK (1974)

**Tabela 2.** Resultados médios do número de perfilhos (NP), número de nós por perfilho (NN), número de folhas por perfilho (NF), altura 120 dias após a emergência (A120) e final (AF, aproximadamente 270 dias após emergência), índice de velocidade de crescimento da lâmina foliar (IVC), comprimento do entrenó (CE), massa da matéria seca do perfilho (MSP) e massa da matéria seca por vaso (MSV) avaliados após a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl a partir do estágio reprodutivo da planta.

	NP	NN	NF	A120	AF	IVC	CE	MSP	MSV
	n°		cm			(cm/dia)	cm	g	
<b>T1</b>	33,20 b	8,76 a	9,40 a	56,04 a	70,78 a	1,88 a	8,28 a	18,2 a	67,7 b
<b>T2</b>	44,80 a	9,08 a	9,16 a	59,76 a	73,12 a	1,98 a	8,43 a	18,9 a	104,7 a
<b>T3</b>	38,00 b	9,04 a	8,56 a	63,26 a	73,08 a	2,10 a	8,35 a	21,6 a	90,0 ab
<b>T4</b>	35,40 b	8,08 a	9,04 a	59,27 a	70,75 a	1,96 a	10,34 a	20,2 a	76,8 ab
<b>T5</b>	35,60 b	8,28 a	8,57 a	66,59 a	69,55 a	2,17 a	8,66 a	19,5 a	73,1 ab
<b>CV%<sup>1</sup></b>	17,00	23,36	21,75	28,20	26,65	28,23	48,41	19,5	23,6

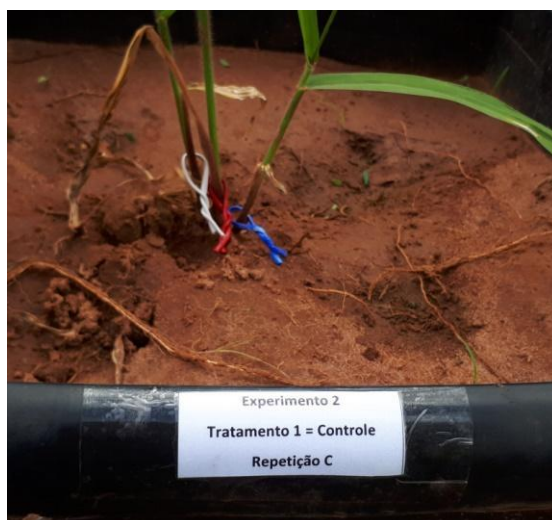
\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Tukey a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>CV = coeficiente de variação. T1 = Controle; T2 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (200 g ia ha<sup>-1</sup>); T3 = 2 aplicações de Moddus nos estágios fenológicos GS31/32 e GS37 (200 g ia ha<sup>-1</sup>) – Total: 400 g ia ha<sup>-1</sup>; T4 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (400 g ia ha<sup>-1</sup>); T5 = 2 aplicações de Moddus no estágio fenológico GS31/32 e GS37 (400 g ia ha<sup>-1</sup>) – Total: 800 g ia ha<sup>-1</sup>

**Tabela 3.** Resultados médios do teste de tetrazólio (TZ), porcentagem de germinação (GE) e índice de velocidade de germinação (IVG) avaliados após a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl nos estágios fenológicos Zadoks GS13, GS31/32 e GS39.

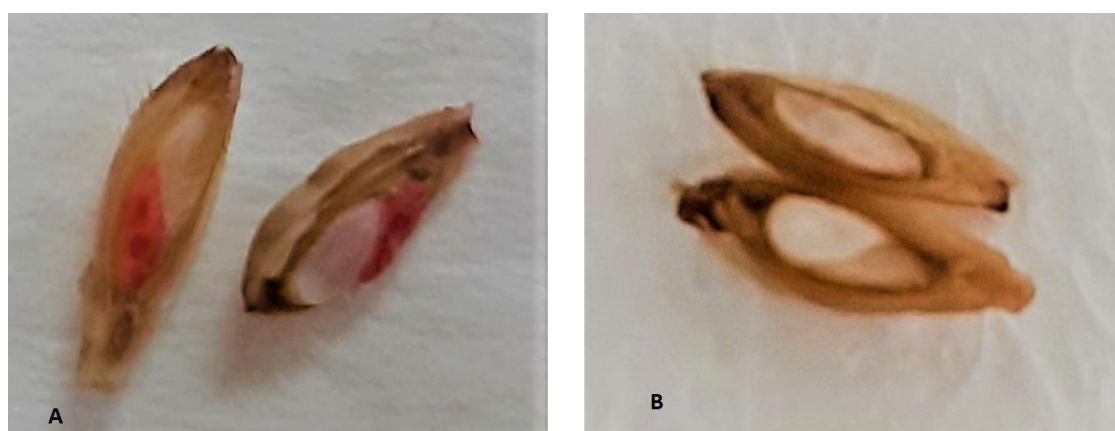
Tratamento	TZ	GE	IVG
	%		
<b>T1</b>	87,50 a	57,80 ab	3,68 ab
<b>T2</b>	93,75 a	51,60 abc	3,17 abc
<b>T3</b>	91,67 a	34,60 c	1,98 c
<b>T4</b>	79,17 a	38,20 bc	2,45 bc
<b>T5</b>	89,58 a	72,20 a	4,76 a
<b>CV%<sup>1</sup></b>	9,04	23,27	27,01

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Tukey a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>CV = coeficiente de variação. T1 = Controle; T2 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (200 g ia ha<sup>-1</sup>); T3 = 2 aplicações de Moddus nos estágios fenológicos GS31/32 e GS37 (200 g ia ha<sup>-1</sup>) – Total: 400 g ia ha<sup>-1</sup>; T4 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (400 g ia ha<sup>-1</sup>); T5 = 2 aplicações de Moddus no estágio fenológico GS31/32 e GS37 (400 g ia ha<sup>-1</sup>) – Total: 800 g ia ha<sup>-1</sup>





**Figura 1.** Identificação dos perfilhos através de cores para acompanhamento dos Parâmetros Vegetativos e Produtivos.



**Figura 2.** Sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetidas ao teste de tetrazólio (A-Viável; B-Não viável).

**BIODISPONIBILIDADE DE FÓSFORO A PARTIR DO EFEITO  
RIZOSFÉRICO DAS PLANTAS DE *Urochloa brizantha***

Julia Roberta Sanches De Pieri<sup>1</sup>; Gabriel Almeida de Farias<sup>1</sup>; Fabio Fernando de Araujo<sup>1</sup>;  
Carlos Sérgio Tiritan<sup>1</sup>; Marcelo Raphael Volf<sup>1</sup>.

*Universidade do Oeste Paulista- UNOESTE.*

**PROBLEMÁTICA**

Tendo em vista a necessidade do melhor uso do solo, aumento na eficiência do uso de fertilizantes, assim como a diminuição dos passivos ambientais produzidos a partir da produção agropecuária, são necessários estudos que possam elucidar o papel das forrageiras do gênero *Urochloa* na disponibilidade e dinâmica do P no solo.

**CONHECIMENTO PRÉVIO**

As características físicas e químicas dos solos interferem de forma direta ou indireta na eficiência de todos os elementos minerais na nutrição das plantas. O fósforo (P) sofre forte influência em sua disponibilidade em função da mineralogia dos solos, o que faz esses solos tropicais intemperizados apresentarem alta capacidade de fixação de P (NOVAIS e SMYTH, 1999). O uso de plantas de cobertura em rotação com as culturas econômicas visando maior eficiência de uso dos nutrientes, seja evitando perdas, seja pela melhoria na ciclagem no sistema. Isso foi demonstrado para o nitrogênio (ROSOLEM et al., 2017), o fósforo e o potássio (ROSOLEM e CALONEGO, 2013).

O uso de plantas de cobertura como as *U. Brizantha* pode melhorar a disponibilidade de P (MERLIN, 2015; ALMEIDA et al., 2018) bem como auxiliar na redução da capacidade de fixação deste nutriente. Os microrganismos com a capacidade de aumentar a disponibilidade de P no solo auxiliam na nutrição desse nutriente as plantas (RICHARDSON; SIMPSON, 2011). Por meio da liberação de enzimas fosfatases (ácida e alcalina) que atua na mineralização de P; imobilizando o P na biomassa microbiana evitando a sua adsorção aos óxidos de Fe e Al; excreção de ácidos orgânicos que competem com o P nos sites de adsorção do solo e na liberação de polissacarídeos que beneficia o desenvolvimento radicular da planta e conseqüentemente aumentando a absorção de P (GYANESHWAR et al., 2002; SHARMA et al., 2013).

**DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

Os tratamentos foram compostos por 2 manejos, com e sem bactérias *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (inoculante), e 4 fontes de P mais o controle (sem aplicação de P) (Tabela 1), gerando assim um fatorial 2x5, com 8 repetições, sendo estas dispostas de forma casualizada, o qual foi conduzido em casa de vegetação. Para o estudo do P foi

utilizada a técnica de rizosfera planar (Volf et al., 2018) (Figura 5), obtida por meio do cultivo das plantas utilizando recipientes de PVC divididos em duas partes, na superior, onde ficaram as plantas e outro PVC que foi acondicionado o solo, tais partes foram separadas por uma malha afim de evitar o contato direto das raízes com o solo. Para se verificar o efeito da rizosfera na solubilização do P, na colheita das plantas foram feitas amostragens de solo a partir do tapete de raízes formado pela gramínea a partir de 0-1; 1-2; 2-3; 3-4; 4-5 e 5-10 mm.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A associação do fertilizante fosfato monoamônico-MAP com inoculante proporcionou maior matéria seca de parte aérea e raiz, no tratamento controle sem inoculante ocorreu maior matéria seca de parte aérea e raiz e maior acúmulo de P na planta. O teor de Presin no solo variou de acordo com as fontes e respondeu ao uso das bactérias. Todas as fontes, disponibilizaram mais Presin do que o controle, em qualquer distância da rizosfera. O MAP, próximo da rizosfera 0-1mm, proporcionou 30% mais Presin com inoculante do que sem. Em 5-10mm da rizosfera o inoculante aumentou a disponibilidade de Presin em 20%, independente da fonte. O uso do inoculante mantém o teor estável por maior distância, a queda do teor de Presin no controle com inoculante ocorre após os 3mm, no entanto, sem inoculante, após 1mm. A exsudação ácida da rizosfera do gênero *Uroclhoa* pode favorecer a liberação de P lábil ou mesmo diminuir a disponibilidade do P.

A matéria seca das raízes (MSR) da *U. brizantha* foi influenciada pelas fontes e pelo inoculante. Composto+P e MAP aumentaram 48% e 20%, respectivamente, MSR com o inoculante. O MAP, tanto com quanto sem inoculante, proporcionou maior MSR. Na ausência do inoculante o Composto+P produziu 53% menos MSR do que o controle. A produtividade matéria seca de parte aérea (MSPA) somente foi beneficiada pelo inoculante com MAP, no entanto, o controle e GAFSA proporcionaram maior produtividade de MSPA sem inoculante do que com. O uso do inoculante somente proporcionou maior acúmulo de P no MAP, sendo cerca de 40% mais P com do que sem inoculante. O inoculante não foi capaz de melhorar a disponibilidade de P das demais fontes. Na ausência do inoculante o controle forneceu mais P do que composto, composto+P e GAFSA. Nos parâmetros da planta de *U. brizantha* o uso do inoculante somente favorece a fonte mais solúvel de P, a ausência de inoculante potencializa a liberação de P pelo controle, a adição de rocha no composto não beneficia o esterco.

A atividade da arilsulfatase (ASFT) somente teve interação fonte inoculante próximo da rizosfera (0-1 e 1-2 mm). Nesta porção de solo, exceto no composto, na ausência de inoculante aumentou a atividade da ASFT em todas as fontes. O MAP teve a maior diferença sendo 46% superior com do que sem inoculante em 0-1 mm. A partir de 2 mm até 10 mm a ausência do inoculante propiciou maior atividade da ASFT do que com inoculante, independente da fonte.

O uso do inoculante não foi capaz de proporcionar atividade da FACD maior que o controle em nenhuma das fontes. Por outro lado, a ausência do inoculante com aplicação de GAFSAe MAP, mais próximo da rizosfera (0-1mm) proporcionou 64% e 42% mais atividade da FACD do que o controle. Atividade da  $\beta$  glicosidase (BGCS) teve interação entre fontes e inoculante. A ausência de fonte de P (controle), com inoculante, proporcionou maior atividade da BGCS do que sem inoculante e o composto + P teve maior atividade até 5 mm, no entanto, em 5-10 mm a BGCS no controle com inoculante, foi superior. Na ausência do inoculante, nenhuma das fontes proporcionou maior atividade da BGCS que o controle. As interações entre as raízes das plantas e os microrganismos, presentes no solo, podem mobilizar o fósforo presente nas fontes de maneira mais eficiente na ausência de inoculação.

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A disponibilização de P está mais relacionada a fontes e o quão estas são influenciadas pelas raízes do que ao uso de inoculante com potencial poder de solubilização de P, portanto a associação rizosfera fontes é o principal fator responsável pela liberação do P dos fertilizantes. Esses resultados ressaltam a complexidade das interações entre as fontes de fósforo, os microrganismos do solo e a atividade enzimática, destacando a importância de considerar esses fatores em estudos de microbiologia do solo e fertilidade.

### **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo bolsa concedida.

### **LITERATURA CITADA**

NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C. Phosphorus and potassium budget in the soil-plant system in crop rotations under no-till. *Soil & Tillage Research*, 126, 127–133, 2013. Doi:10.1016/j.still.2012.08.003.

ROSOLEM, C.A., MERLIN, A., Bull, J.C.L. Soil phosphorus as affected by Congo grass and P fertilizer. *Sci. Agric.*, 71, 309-315, 2014.

MERLIN, A., ROSOLEM, C.A., He, Z.L. Non-Labile Phosphorus Acquisition by Brachiarias. *Journal of Plant Nutrition* 11/2015; DOI: 10.1080/01904167.2015.1109117.

ALMEIDA, D.S., MENEZES-BLACKBURN, D., ZHANG, H., HAYGARTH, P.M., ROSOLEM, C.A. Phosphorus availability and dynamics in soil affected by long-term ruzigrass cover crop. *Geoderma*, 337, 434-443. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.09.056>.

RICHARDSON, A. E.; SIMPSON, R. J. Soil microorganisms mediating phosphorus availability update on microbial phosphorus. *Plant Physiology*, v. 156, p. 989-996, 2011.

GYANESHWAR, P.; KUMAR, G. N.; PAREKH, L. J.; POOLE, P. S. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant and Soil*, v. 245, n. 83., p. 133-143, 2002.

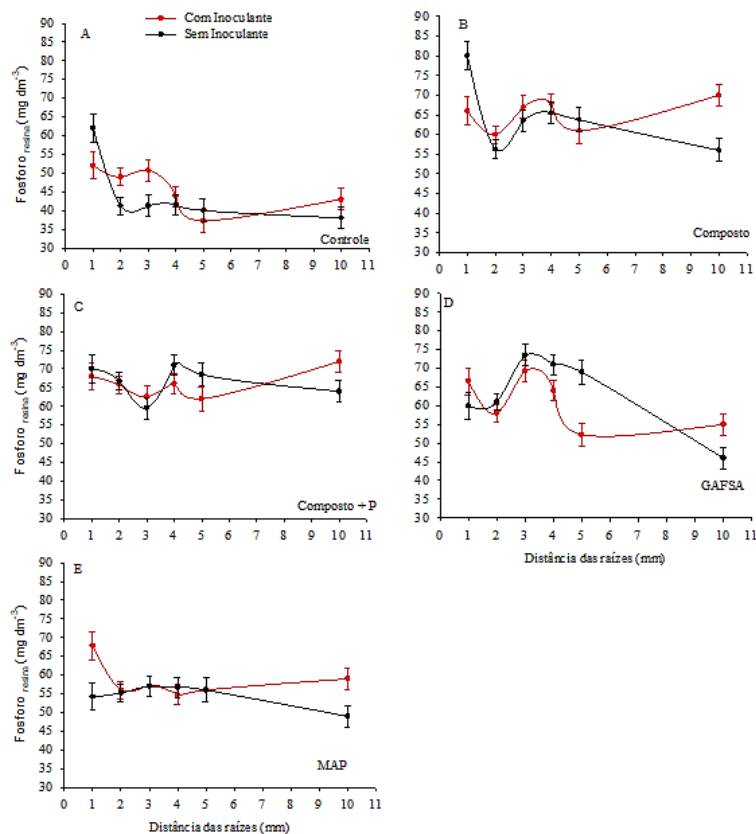
### TABELAS E FIGURAS

**Tabela 01.** Características químicas dos fertilizantes utilizados como fonte de P.

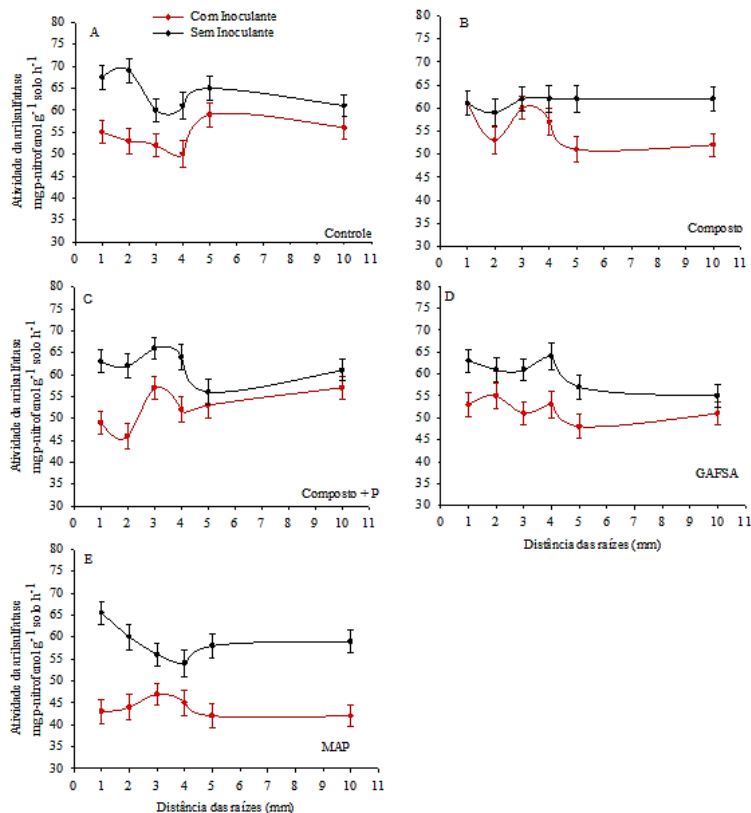
Tratamentos	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		M.O (%)	C/N	C. Orgânico (%)
		Ac.Cit. (%)	Total (%)			
Controle						
Composto		1,2	1,3	59	12	27
Composto+P*	1,9	1,6	2,2	51	14	23
GAFSA	1,8	14	29	0	0	3,99
MAP	11		52			

**Tabela 2.** Caraterização do solo.

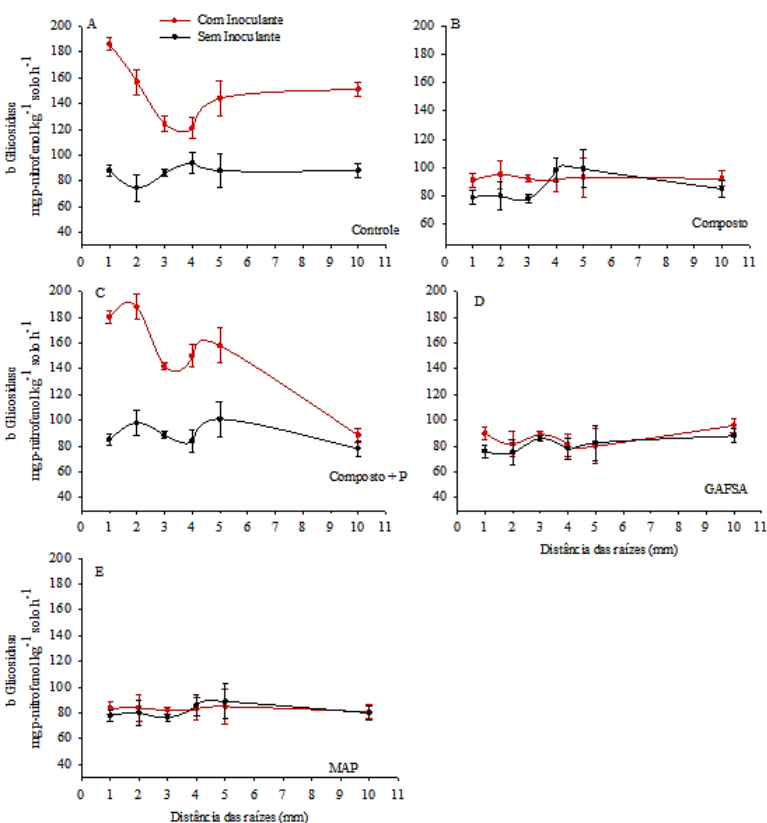
pH CaCl <sub>2</sub>	mg/dm <sup>3</sup> P (meh)	mmol/dm <sup>3</sup> K	cmolc/dm <sup>3</sup>				V%	M.O.	g/dm <sup>3</sup>			
			Ca	Mg	Al	H+Al			CTC	área	Silte	Argila
5,5	47	1,3	2,4	1,8	0	1,8	4,5	60	14	702	184	114



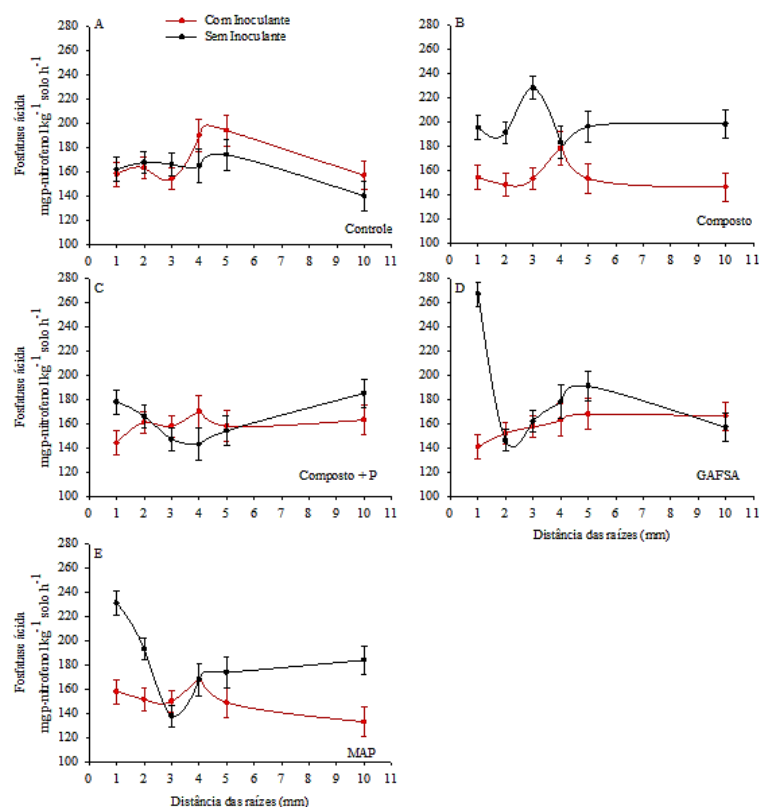
**Figura 1.** O fósforo do solo ( $P_{res}$ ) afetado pelas fontes, controle (A) composto (B) composto+P (C) GAFSA (D) e MAP (E) e o uso das bactérias *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (inoculante). As barras verticais mostram o LSD ( $p < 0,05$ ) e compare os tratamentos dentro de cada distância da rizosfera *uroclhoa brizantha*.



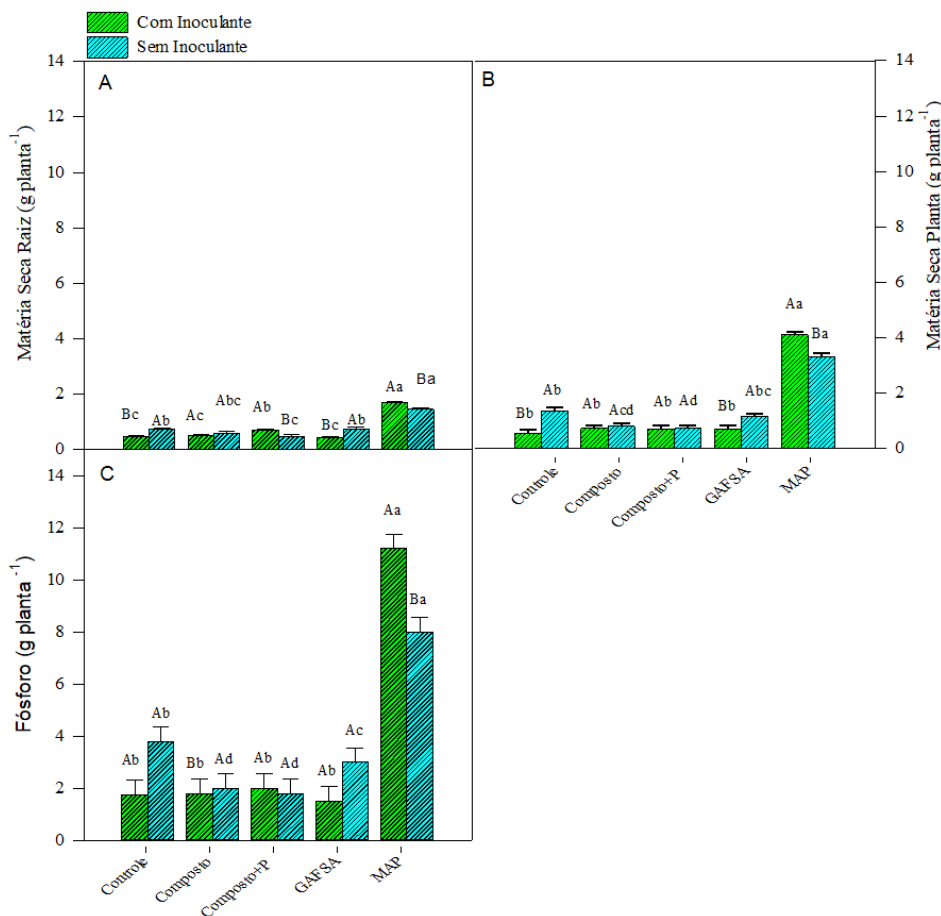
**Figura 2.** Atividade da enzima arilsulfatase no solo afetado pelas fontes, controle (A) composto (B) composto+P (C) GAFSA (D) e MAP (E) e o uso das bactérias *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (inoculante). As barras verticais mostram o LSD ( $p < 0,05$ ) e compare os tratamentos dentro de cada distância da rizosfera *uroclhoa brizantha*.



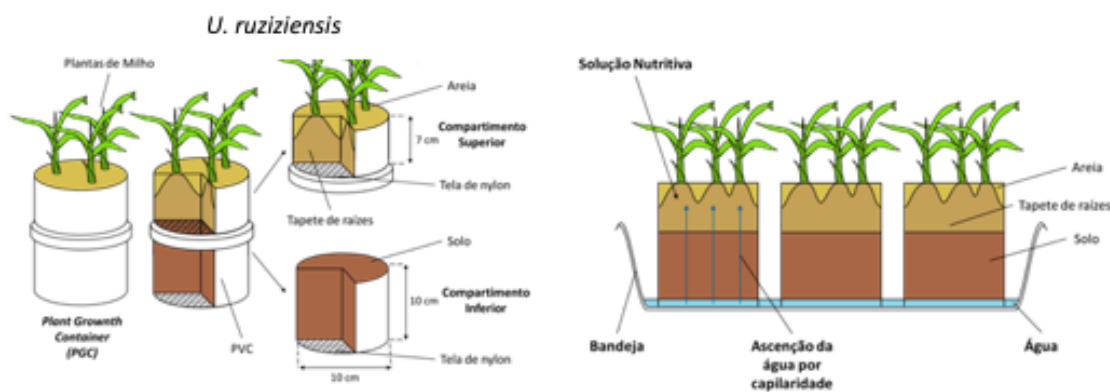
**Figura 3.** Atividade da enzima  $\beta$  glicosidase no solo afetado pelas fontes, controle (A) composto (B) composto+P (C) GAFSA (D) e MAP (E) e o uso das bactérias *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (inoculante). As barras verticais mostram o LSD ( $p < 0,05$ ) e compare os tratamentos dentro de cada distância da rizosfera *uroclhoa brizantha*.



**Figura 4.** Atividade da enzima fosfatase ácida no solo afetado pelas fontes, controle (A) composto (B) composto+P (C) GAFSA (D) e MAP (E) e o uso das bactérias *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (inoculante). As barras verticais mostram o LSD ( $p < 0,05$ ) e compare os tratamentos dentro de cada distância da rizosfera *uroclhoa brizantha*.



**Figura 5.** Matéria seca das raízes (A) matéria seca da parte aérea (B) e fósforo acumulado nas plantas de *U. brizantha* (C) em função das fontes de fósforo e do uso das bactérias *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (inoculante). Diferentes letras maiúsculas mostram diferenças significativas entre o uso ou não do inoculante, e letras minúsculas indicam diferença entre as fontes  $p \leq 0,05$  de acordo com o teste LSD. Barra de erro mostra o erro padrão da média.



**Figura 6.** Esquema de caracterização dos recipientes de PVC que receberam os solos e os tapetes de raiz.



**SINERGISMO DE NÍQUEL E MELATONINA NA BIOMASSA DE PLANTAS  
DE SOJA CULTIVADA EM SOLOS ARENOSOS SOB ESTRESSE POR  
DÉFICIT HÍDRICO.**

Bruna Oliveira Reinheimer Spolaor<sup>1</sup>, Daniele Silva Sukert<sup>1</sup>, Héliida Regina Sala<sup>1</sup>, Tais Costa Pinto<sup>1</sup>, Bruno Felipe Picoli de Oliveira<sup>1</sup>, Thainá Ferreira Moraes do Nascimento<sup>2</sup>, Mariane Aleixo da Silva<sup>2</sup>, Luís Fernando de Paiva Lourenção<sup>2</sup>, Diogo Totti Silva<sup>2</sup>, Tainá Costa Pinto<sup>2</sup>, Bruna Wurr Rodak e Adriana Lima Moro<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Pós-graduando – Programa de Pós-Graduação de Agronomia - Universidade do Oeste Paulista  
([brunaspolaor@hotmail.com](mailto:brunaspolaor@hotmail.com); [danielesukert@hotmail.com](mailto:danielesukert@hotmail.com); [helidahrs@hotmail.com](mailto:helidahrs@hotmail.com);  
[taiscp99@gmail.com](mailto:taiscp99@gmail.com); [brunpicoli2008@hotmail.com](mailto:brunpicoli2008@hotmail.com) )

<sup>2</sup> Graduando - Universidade do Oeste Paulista

([thainan253@gmail.com](mailto:thainan253@gmail.com); [marianealeixo7@gmail.com](mailto:marianealeixo7@gmail.com); [lfpl1000@gmail.com](mailto:lfpl1000@gmail.com);  
[diogototti.2005@gmail.com](mailto:diogototti.2005@gmail.com); [tainacostapinto04@gmail.com](mailto:tainacostapinto04@gmail.com))

<sup>3</sup> Docente – Programa de Pós-Graduação de Agronomia - Universidade do Oeste Paulista  
([adrianamoro@unoeste.br](mailto:adrianamoro@unoeste.br) )

**PROBLEMÁTICA**

A sustentabilidade agrícola é crucial devido ao aumento populacional e à escassez de recursos naturais. Diante das mudanças climáticas e da limitação de novas áreas de cultivo, o setor agrícola busca alternativas tecnológicas para garantir a produção em solos arenosos e condições climáticas instáveis. O déficit hídrico, intensificado pelas mudanças climáticas, impacta fortemente culturas como a soja, que dependem de chuvas e água armazenada no solo. O estresse por déficit hídrico é especialmente prejudicial para a cultura da soja, que é sensível a essas condições (Jogawat et al., 2021).

A soja, originária da China, é uma leguminosa essencial para a economia global, com alto teor de proteína (40%). O Brasil é o maior produtor mundial, representando 42% da produção global. O manejo de nutrientes, especialmente o nitrogênio (N), é crucial para a sustentabilidade do cultivo, especialmente em solos arenosos tropicais (Cordeiro et al., 2022). A fixação biológica de nitrogênio (FBN), realizada por rizóbios, é uma estratégia eficiente adotada no Brasil para suprir a demanda de N sem fertilizantes químicos. Contudo, a FBN enfrenta desafios em solos com déficit hídrico, com resultados negativos sobre a nodulação e o rendimento da cultura.

Nesse contexto, se faz necessário estudos sobre o uso de novas tecnologias de produção que contribuam para a sustentabilidade agrícola, como, por exemplo a utilização de biomoléculas como a Melatonina (MEL) e a emergente fertilização com o micronutriente níquel (Ni).

## CONHECIMENTO PRÉVIO

Os biorreguladores vegetais são moléculas naturais ou sintéticas que demonstram a capacidade de influenciar positivamente o crescimento e desenvolvimento das plantas quando aplicados. A MEL é um biorregulador vegetal que tem se destacado em estudos recentes, mostrando benefícios para o cultivo de diversas espécies vegetais, incluindo a soja (Erland et al., 2019; Oliveira-Spolaor et al., 2022). Esse biorregulador tem efeitos positivos na mitigação de estresses por desempenhar papel na regulação do crescimento. Recentes estudos de He et al. (2023) relatam efeitos benéficos do uso exógeno de MEL no metabolismo de nitrogênio (N), através do processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN).

O Ni foi o último elemento a ser reconhecido como micronutriente para as plantas, desempenhando funções benéficas no metabolismo de N quando suplementado em doses adequadas (Eskew et al., 1984 e Eskew et al., 1983). Esse micronutriente compõe e regula o sítio ativo da enzima urease, que hidrolisa a ureia em duas moléculas de amônia e gás carbônico (CO<sub>2</sub>), desempenhando função direta no metabolismo de N, bem como cofator catalítico enzimático da glioxalase (González-Guerrero et al., 2014). Abd et al. (2022) demonstraram que a fertilização emergente de Ni em doses agronômicas promove a tolerância das plantas sob estresse abiótico.

Alguns estudos abordam a importante ação da junção de biorreguladores vegetais e micronutrientes em plantas, todavia, poucos estudos abordam essa junção para efeito de mitigação de estresses bióticos ou abióticos. Segundo nosso melhor conhecimento, até o presente momento não há estudo que reporte a eficácia do uso combinado de MEL e Ni. Assim, nesta a pesquisa propusemos um estudo inédito sobre aplicação exógena de MEL e Ni em plantas de soja sob condição de estresse por déficit hídrico.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em condições de casa de vegetação, nas dependências do Centro de Estudos em Ecofisiologia Vegetal do Oeste Paulista- CEVOP, na UNOESTE, em Presidente Prudente- SP. Para investigar o efeito da MEL e do Ni em plantas de soja cultivadas em solo arenoso sob déficit hídrico foram testados os seguintes tratamentos: 1) Controle - Sem aplicação de MEL e Ni; 2) Com aplicação exógena de MEL; 3) Com aplicação de Ni; e 4) Com aplicação exógena combinada de MEL e Ni, sob dois regimes hídricos – sem e com suspensão hídrica. Portanto, o experimento consistiu em um fatorial duplo, com arranjo 4 x 2 (4 formas de aplicação de MEL/Ni x 2 regimes hídricos), totalizando oito tratamentos, que foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições (80 parcelas experimentais).

O cultivar de soja TMG 2158 foi cultivado em vasos (8 L) preenchidos com solo de classe textural arenosa e com baixos teores disponíveis de Ni. Antes da semeadura, foi realizada a correção do pH do solo e adubação. A inoculação de bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> via tratamento de sementes foi realizada com espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* (estirpes, Semia 5019 e Semia 5079).

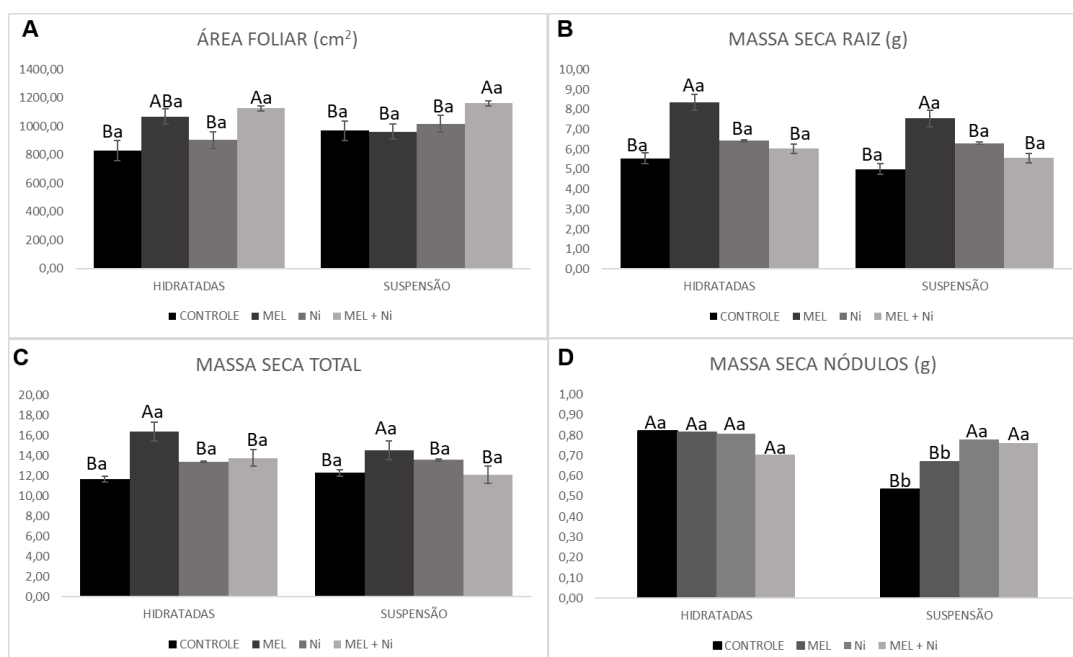
A MEL e o Ni foram fornecidos via tratamento de sementes e pulverização foliar. O fornecimento de MEL nas sementes foi realizado por meio de embebição em solução de 10  $\mu\text{M}$  por 24 h (Spolaor-Oliveira et al., 2022) e, no estágio fenológico V4 – terceiro trifólio completamente expandido (Fehr, Caviness, 1977), a pulverização foliar foi realizada com solução de 100  $\mu\text{M}$  de MEL (Kaya et al., 2023). Para o fornecimento de Ni, no momento da semeadura, após embebição das sementes em MEL, uma solução na dose de 45 mg de Ni  $\text{kg}^{-1}$  foi aplicada sobre a superfície das sementes (Lavres et al., 2016). Em V4, concomitantemente com a aplicação da MEL, a pulverização foliar da solução de Ni na dose 20 g  $\text{ha}^{-1}$  foi realizada (Barcelos et al., 2017). As fontes usadas para o fornecimento de MEL e Ni foram Melatonina Sigma-Aldrich (C<sub>13</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e sulfato de níquel (NiSO<sub>4</sub>.6H<sub>2</sub>O), e, respectivamente.

Após a aplicação dos tratamentos via foliar, foi iniciada a suspensão hídrica nos tratamentos sob condição de estresse hídrico. Após 24 h foram iniciadas medições pontuais de trocas gasosas com monitoramento do potencial hídrico até atingir o valor de -1,0 MPa. Em seguida, as plantas foram reidratadas até o solo atingir a capacidade de campo, realizando-se o monitoramento das mesmas até que atingissem o potencial hídrico próximo a 0,3 MPa.,

As avaliações e coleta das amostras foram realizadas em R2 (florescimento pleno). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar.

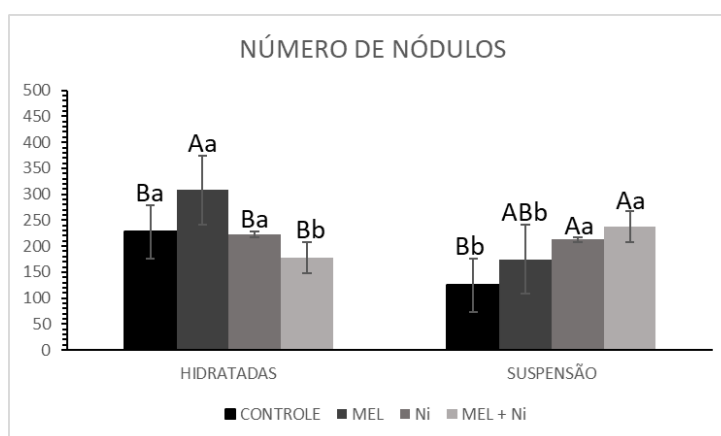
## **RESULTADOS**

Foram avaliados parâmetros biométricos e de biomassa 56 dias após emergência (DAP), em R2. A área foliar, aumentou em plantas tratadas com MEL+Ni, em ambas condições hídricas (Figura 1A). As massas secas de raiz e massa seca total de plantas tratadas com MEL aumentaram, em ambas as condições de regime hídrico (Figura 1B-C), também houve aumento de massa seca da raiz (Figura 1B) em suspensão hídrica. A massa seca dos nódulos aumentou nas plantas tratadas com Ni e MEL+Ni, na condição de suspensão hídrica (Figura 1D).



**Figura 1.** Área foliar (AF) (A), massa seca de caule (MSC) (B), massa seca de raiz (MSR) (C), massa seca nódulos (D), em plantas de soja hidratadas e submetidas a regime de suspensão hídrica, 56 DAE. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre os tratamentos na mesma condição hídrica. Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as condições hídricas dentro do mesmo tratamento.

Os tratamentos MEL+Ni, seguido por Ni e MEL, aumentaram o número de nódulos radiculares de plantas submetidas ao regime de suspensão hídrica (Figura 2).



**Figura 2.** Número de nódulos em plantas de soja hidratadas e submetidas a regime de suspensão hídrica, 56 DAE. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre os tratamentos na mesma condição hídrica. Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as condições hídricas dentro do mesmo tratamento.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

O uso isolado e combinado de melatonina e níquel pode promover aumento na biomassa e nodulação da soja, em ambientes diversos. Frente ao cenário de estresse por déficit hídrico, estes compostos podem auxiliar na mitigação dos efeitos adversos.

## LITERATURA CITADA

EL-SAMAD, A.B.D et al. Effect of zinc and nickel treatments on improvement of the osmotic defense system of wheat plant under salinity stress. **Acta Agrobotanica**, v. 75, n. 1, 2022.

CORDEIRO, C. F. S.; ECHER, F. R.. Interactive effects of nitrogen-fixing bacteria inoculation and nitrogen fertilization on soybean yield in unfavorable edaphoclimatic environments. *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, p. 15606, 2019.

ERLAND, L.A.; SAXENA, P.K.; MURCH, S.J. Melatonin in plant signalling and behaviour. **Functional Plant Biology**, v. 45, n. 2, p. 58-69, 2019.

ESKEW D.L., WELCH R.M., CARY E.E. Nickel: an essential micronutrient for legumes and possibly all higher plants. **Science** v.222, p.621–623, 1983.

ESKEW D.L., WELCH R.M., NORVELL W.A. Nickel in higher plants: further evidence for an essential role. **Plant Physiology**, v. 76, n. (3), p.691–693, 1984.

GONZÁLEZ-GUERRERO, MANUEL, et al. Fixating on metals: new insights into the role of metals in nodulation and symbiotic nitrogen fixation. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, p. 77003, 2014.

JOGAWAT, A. et al. Crosstalk between phytohormones and secondary metabolites in the drought stress tolerance of crop plants: a review. **Physiologia Plantarum**, v. 172, n. 2, p. 1106-1132, 2021.

OLIVEIRA-SPOLAOR, B. et al. Exogenous MELatonin induces tolerance to drought stress damage in seedlings and soybean plants. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 82, n. 4, p. 515-526, 2022.