

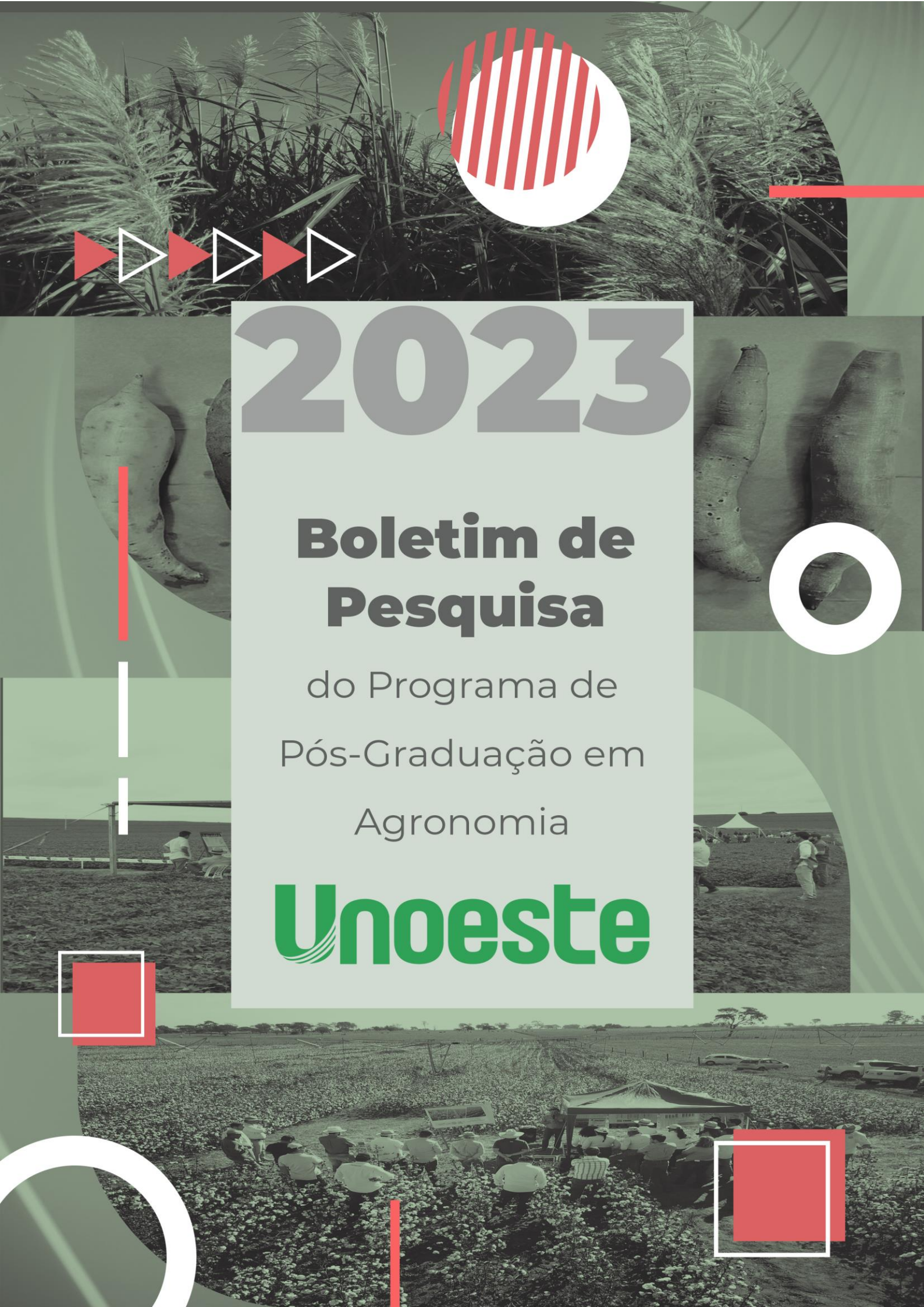


# 2023

## Boletim de Pesquisa

do Programa de  
Pós-Graduação em  
Agronomia

**Unoeste**





# BOLETIM DE PESQUISA

   /Unoeste

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

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

**Volume 4**

**ISSN 2763-7522**

**PRESIDENTE PRUDENTE-SP, 2023**



## Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Unoeste

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

Capa: e Editoração: NEAD – Unoeste

630  
B688d

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: Unoeste, 2023.  
102f.: il.

v.4  
Anual  
ISSN 2763-7522

1. Agronomia – Pesquisa Científica. 2. Nutrição da Planta. 3. Fisiologia Vegetal. 4. Melhoramento Genético.  
I. Título.

Catálogo na fonte: Michele Mogni - CRB 8/6204



## APRESENTAÇÃO

O Boletim de Pesquisa chega a sua 4ª edição e consolida a missão do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unoeste na difusão dos resultados de pesquisa gerados por professores e alunos. Nesta edição as culturas do algodão, amendoim, batata-doce, pastagens, soja, cana-de-açúcar e feijão foram contempladas com informações sobre o seu manejo. A linguagem científica dá lugar à linguagem técnica e dessa forma produtores rurais e técnicos podem se apropriar do conhecimento gerado pela academia.

Desejamos uma excelente leitura e que este boletim sirva para melhorar processos e técnicas de cultivo, mas sobretudo a vida das pessoas envolvidas com a produção agrícola.

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



# BOLETIM DE PESQUISA

f x o /Unoeste

## APOIO



Fundação do Oeste Paulista de Inovação





## Sumário

IMPORTÂNCIA DA BIOINFORMÁTICA: IDENTIFICAÇÃO DA FAMÍLIA DE GENES DA GLUTATIONA PEROXIDASE EM PHASEOLUS VULGARIS L. ....	6
SIMBIOSE TRIPARTITE FAVA-RIZÓBIO-MICORRIZA EM SOLO TROPICAL DE BAIXA FERTILIDADE: EFEITO NO CRESCIMENTO VEGETAL .....	11
AÇÃO DA ACETILCOLINA DURANTE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DA SOJA CULTIVADA SOB ALTA TEMPERATURA E DEFICIÊNCIA HÍDRICA.....	17
PRODUÇÃO DE BROTO DE FEIJÃO-MUNGO COM MAIOR ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....	23
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE ALGODÃO NO OESTE PAULISTA – SAFRA 2022/2023.....	26
ATENUAÇÃO DO EFEITO DO SOMBREAMENTO COM CLORETO DE MEPIQUAT NO ALGODOEIRO .....	31
EFEITO DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NA CULTURA DA SOJA CULTIVADA EM ROTAÇÃO COM A CANA-DE-AÇÚCAR.....	37
AJUSTANDO A DENSIDADE DE PLANTAS PARA O AMENDOIM EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE LINHA SIMPLES E LINHA DUPLA EM FUNÇÃO DO HISTÓRICO DE CULTIVO .....	42
DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE FEIJÃO COMUM SEMEADOS SOBRE DOIS SISTEMAS DE CULTIVO.....	47
ESTIMATIVA DA POL E DO ATR EM FUNÇÃO DOS VALORES DE BRUX NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR .....	51
ÍNDICE DE PREVISÃO DO FLORESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR .....	55
INOCULAÇÃO DO ALGODOEIRO COM MICORRIZAS ( <i>Rhizophagus irregularis</i> ) EM DIFERENTES SISTEMAS DE ROTAÇÃO .....	59
CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA EM UM SOLO ARENOSO DO OESTE PAULISTA .....	65
SECAGEM E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES: UMA QUESTÃO DE SEGURANÇA ALIMENTAR E GENÉTICA .....	70
PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM AFETADA PELA ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES VIA SOLO.....	73
ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO NO SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA ....	79
TRIAGEM RÁPIDA DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE QUANTO À TOLERÂNCIA A SECA EM CASA-DE-VEGETAÇÃO .....	84
EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES POR CULTIVARES MODERNAS DE AMENDOIM.....	88
<i>Urochloa brizantha</i> : MUTAÇÃO INDUZIDA - UMA NOVA ABORDAGEM NO MELHORAMENTO DE PLANTAS PARA ESTA ESPÉCIE .....	94

# IMPORTÂNCIA DA BIOINFORMÁTICA: IDENTIFICAÇÃO DA FAMÍLIA DE GENES DA GLUTATIONA PEROXIDASE EM PHASEOLUS VULGARIS L.

Wuesly de Melo Rufino da Silva<sup>1</sup>, Luís Gustavo Gomes Lobo<sup>2</sup>, Jardel de Oliveira<sup>2</sup> e Tiago Benedito dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduação em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Presidente Prudente, SP, Brasil. <sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Presidente Prudente, SP, Brasil. E-mail: wuesleyrufino18@gmail.com/dossantos@unoeste.br

## PROBLEMÁTICA

As plantas estão sujeitas a uma variedade de estresses abióticos, tais como, estresse hídrico, salinidade, temperaturas extremas e radiação ultravioleta, que podem afetar negativamente seu crescimento, desenvolvimento e produtividade. Para sobreviver a essas condições adversas, as plantas têm desenvolvido mecanismos de defesa e resposta complexos. A família de genes da glutaciona peroxidase desempenha um papel crítico na proteção das células vegetais contra danos oxidativos causados por espécies reativas de oxigênio (EROs). Essas enzimas do sistema antioxidantes estão envolvidas na redução de peróxidos, como o peróxido de hidrogênio, utilizando a glutaciona como cofator. Além disso, as glutaciona peroxidases estão envolvidas na regulação do estresse oxidativo e desempenham um papel fundamental na resposta adaptativa das plantas a diferentes estresses bióticos e abióticos. Assim sendo, o objetivo deste estudo foi caracterizar *in silico* os genes *GPXs* no genoma de *Phaseolus vulgaris* L. utilizando abordagens que envolve a bioinformática.

## CONHECIMENTO PRÉVIO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) pertence à família das leguminosas (Fabaceae). Essa família é uma das maiores e mais importantes do reino vegetal, abrangendo uma ampla variedade de espécies vegetais com características semelhantes (SÁNCHEZ-MONGE *et al.*, 2019). As glutacionas peroxidases vegetais (GPX; EC 1.11.1.9) são as principais enzimas do sistema de defesa antioxidante que sustentam a homeostase do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e normalizam a reação das plantas às condições de estresse abiótico. Essas enzimas são amplamente distribuídas em organismos vivos, incluindo plantas, animais e microrganismos, e estão envolvidas na neutralização de peróxidos orgânicos e outras EROs, contribuindo para a manutenção do equilíbrio redox celular (PASSAIA *et al.*, 2019). As GPXs das plantas contêm cisteína (Cys) em seus locais de funcionamento, enquanto geralmente as GPXs dos mamíferos contêm resíduos de selenocisteína (SeCys) como substitutos da Cys (BELA *et al.*, 2015; ISLAM *et al.*, 2015). No passado recente, várias investigações mostraram que o aumento/regulação da atividade/expressão da enzima GPX e dos genes *GPX* ajudam as plantas a lidar com vários estresses ambientais. Por exemplo, o aumento da atividade GPX ajuda diferentes plantas a melhorar a tolerância ao estresse oxidativo em mudas de pepino (*Cucumis sativus* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.) (NARESHKUMAR *et al.*, 2020); estresse hídrico em trigo (*Triticum aestivum* L.) (POUR-ABOUGHADAREH *et al.*, 2020); estresse de salinidade induzido por ácido salicílico em tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (SREELAKSHMY *et al.*, 2021). Até onde sabemos, a família de genes *GPX* não foi

documentada no feijoeiro. Portanto, pela primeira vez, no presente estudo executamos uma análise de todo o genoma para documentar os genes *GPX* de *Phaseolus vulgaris* L.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Com base em buscas feitas na ferramenta *BlastP* contra o genoma do feijoeiro ([https://phytozome-next.jgi.doe.gov/info/Pvulgaris\\_v2\\_1](https://phytozome-next.jgi.doe.gov/info/Pvulgaris_v2_1)) empregando as oito proteínas *Arabidopsis thaliana* (*AtGPXs*) como busca, obtivemos um total de sete genes *GPX* e presumidos foram reconhecidos no genoma completo de *P. vulgaris* L. (Tabela 1). Doravante, esses genes foram denominados “*PvGPX1-PvGPX7*” (Tabela 1). A figura 1 mostra resumidamente todos os *sites* utilizados no presente estudo.



**Figura 1.** Softwares utilizados para obtenção de resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

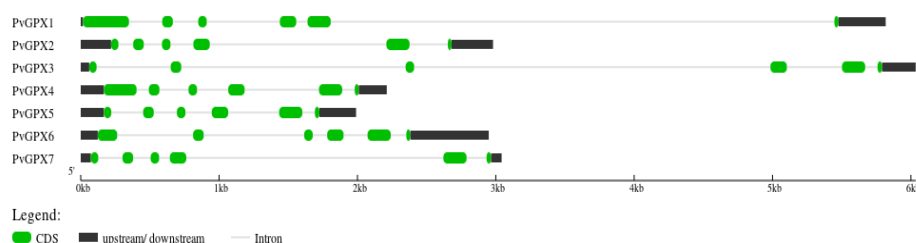
O comprimento dos genes variou de 504 pb (*PvGPX2*) a 786 pb (*PvGPX1*) com 6 éxons em as sequências (Figura 1). O comprimento do CDS variou de 789 pb (*PvGPX1*) a 693 pb (*PvGPX4*), enquanto o comprimento da proteína variou de 168 (*PvGPX2*) a 262 (*PvGPX1*) aminoácidos (aa)<sup>a</sup> (Tabela 1). Os pesos moleculares (kDa)<sup>b</sup> previstos dos 7 genes *PvGPX* variaram de 18.83 kDa (*PvGPX2*) a 29.73 kDa (*PvGPX1*) e os pontos isoelétricos (pI)<sup>c</sup> variaram de 4.97 (*PvGPX3*) a 9.68 (*PvGPX1*) (Tabela 1). Os resultados da localização subcelular anteciparam que 5 proteínas *PvGPX* estão localizadas no cloroplasto, 6 proteínas estão localizadas na mitocôndria e 1 proteína está localizada no núcleo (Tabela 1). Os índices *GRAVY*<sup>d</sup> negativos de todas as proteínas testadas demonstraram sua baixa afinidade com a água.

**Tabela 1.** Informações dos sete genes *PvGPX* descobertos no genoma de *P. vulgaris* L.

Gene	Sequência ID	Localização cromossômica	(aa) <sup>a</sup>	kDa <sup>b</sup>	pI <sup>c</sup>	GRAVY <sup>d</sup>	Localização subcelular <sup>e</sup>	Homólogo - <i>A. thaliana</i> <sup>f</sup>
<i>PvGPX1</i>	Phvul.001G041100.1	Chr01:4301661..4307479	262	29.73	9.68	-0.340	Cloroplasto/Mitocôndria	AT2G25080.1
<i>PvGPX2</i>	Phvul.001G149000.1	Chr01:39601912..39604892	168	18.83	9.31	-0.440	Cloroplasto/Mitocôndria	AT2G48150.1
<i>PvGPX3</i>	Phvul.002G157200.1	Chr02:31176242..31182277	170	19.09	4.97	-0.315	Cloroplasto/Mitocôndria	AT1G63460.1
<i>PvGPX4</i>	Phvul.002G288700.1	Chr02:45758208..45760420	230	25.61	8.76	-0.256	Mitocôndria	AT4G11600.1
<i>PvGPX5</i>	Phvul.002G288800.1	Chr02:45763463..45765453	170	19.35	5.90	-0.399	Cloroplasto/Mitocôndria	AT1G63460.1
<i>PvGPX6</i>	Phvul.002G322400.1	Chr02:48735635..48738584	198	22.54	5.94	-0.169	Cloroplasto/Mitocôndria	AT2G43350.2
<i>PvGPX7</i>	Phvul.007G169601.1	Chr07:28622157..28625199	170	19.12	9.28	-0.456	Núcleo	AT2G48150.1

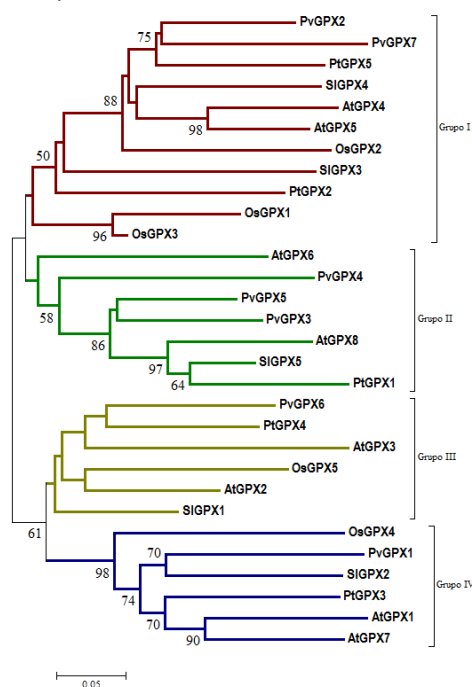


Ao investigar as estruturas éxon/intron dos genes *PvGPXs* no feijoeiro, é possível compreender a organização desses genes em termos das sequências codificantes e não codificantes (Figura 2). Isso fornece informações valiosas sobre a estrutura genômica do feijoeiro e a expressão desses genes, contribuindo para a compreensão de sua função e regulação no contexto da resposta antioxidante e de estresse oxidativo no feijoeiro.



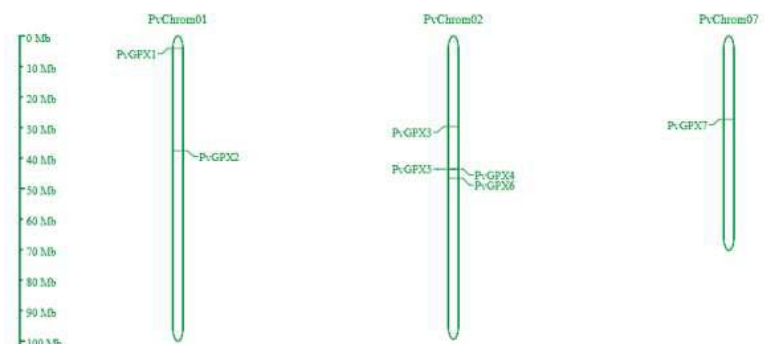
**Figura 2.** Estrutura gênica dos genes *PvGPX* do feijoeiro. As barras verdes representam a sequência de codificação (CDS), as linhas representam o íntron e as barras pretas representam a região não traduzida (UTR).

A presença de um homólogo de cada proteína *PvGPX* em *A. thaliana* sugere uma possível conservação evolutiva desses genes entre as duas espécies. A similaridade entre os genes *GPX* do feijão e de *A. thaliana*, por exemplo, pode indicar funções semelhantes dessas proteínas na resposta antioxidante e proteção celular contra danos oxidativos (Figura 3).



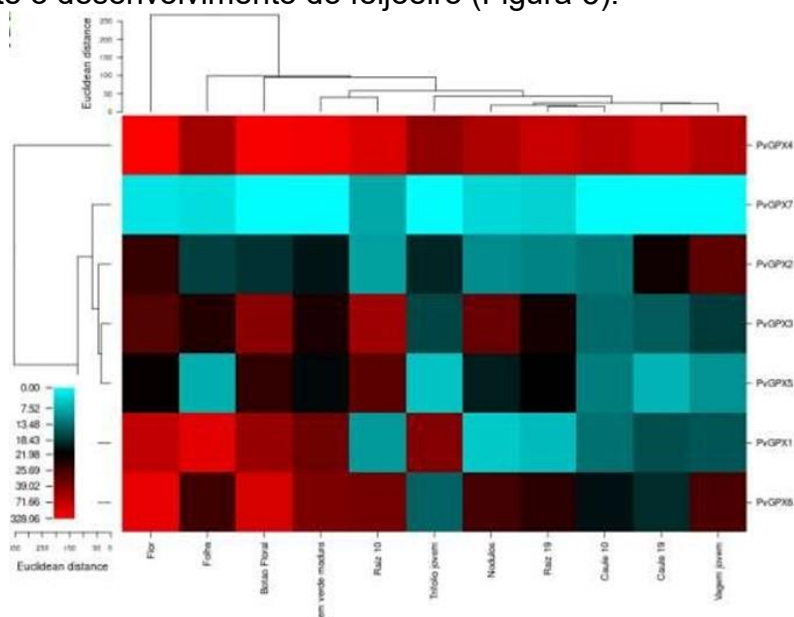
**Figura 3.** Análise filogenética das proteínas *PvGPX* do feijoeiro e demais organismos vegetais: *A. thaliana* (At) *Solanum lycopersicon* (Sl), *Populus trichocarpa* (Pt) e *Oriza sativa* (Os). As sequências foram alinhadas usando a função ClustalW de MEGA7.0, e a árvore filogenética foi construída usando o método *Neighbor-Joining* (NJ) com análise *bootstrap* (1000 réplicas).

Na figura 4, podemos observar o mapeamento cromossômico dos genes *PvGPXs*, ou seja, refere-se à localização dos genes dessa família específica no genoma do feijão nos diferentes cromossomos.



**Figura 4.** Distribuição cromossômica dos genes *PvGPX* do feijoeiro.

Como resultados, as proteínas *PvGPX* foram identificadas a presença de três motivos altamente conservados. Os genes *PvGPXs* mostraram expressão diferencial *in silico* em diversos tecidos e órgãos (vagem jovem, caule 10, caule 19, botão floral, flor, raiz 10, nódulos, raiz 19, vagem verde madura, folha e trifólio jovem), a partir dos dados de RNAseq, indicando que esses genes desempenham papéis específicos durante o desenvolvimento do feijoeiro (Figura 5).



**Figura 5.** Perfis de expressão dos genes *PvGPX* em vários tecidos em diferentes estágios de crescimento do feijoeiro.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

Este estudo identificou pela primeira vez sete genes *PvGPX* de feijão-comum, distribuídos em três cromossomos e contendo o domínio específico da *GPX*. A análise da árvore filogenética mostrou que os sete genes *PvGPX* estavam intimamente relacionados à família de proteínas *AtGPX* de *A. thaliana* (planta modelo). Essas

descobertas abrem caminho para pesquisas futuras sobre os genes *PvGPXs* no feijoeiro. Estudos funcionais adicionais podem ser realizados para investigar as funções específicas desses genes e como eles contribuem para a resposta do feijoeiro a estresses bióticos e abióticos.

### AGRADECIMENTOS

Em especial a Unoeste (Universidade do Oeste Paulista-Unoeste), que propicia e enfatiza a busca pela pesquisa e extensão, visando garantir a sustentabilidade da sociedade.

### LITERATURA CITADA

ALTSCHUL, S. F. *et al.* (1997). Gapped BLASTb and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. **Nucleic Acids Research**, 25: 3389–3402.

BELA, K. *et al.* (2015). Plant glutathione peroxidases: Emerging role of the antioxidant enzymes in plant development and stress responses. *J. Plant Physiol.* 176, 192–201.

ISLAM, T. *et al.* (2015). Glutathione peroxidase of *Pennisetum glaucum* (*PgGPx*) is a functional Cd<sup>2+</sup> dependent peroxiredoxin that enhances tolerance against salinity and drought stress. **PLoS ONE**. 10, e0143344.

MITTLER, R. *et al.* (2017). ROS are good. **Trends in Plant Science**, v. 22, n. 2, p. 11-19.

MOREIRA, A.L.N. *et al.* (2018). Anatomia do lenho e características fisiológicas de progênies de meios-irmãos de feijoeiro. **Coffe Science**, v. 13, n. 2, p. 168-180.

NARESHKUMAR, A. *et al.* (2020). Enzymatic and non-enzymatic detoxification of reactive carbonyl compounds improves the oxidative stress tolerance in cucumber, tobacco and rice seedlings. *J. Plant Growth Regul.* 39, 1359–1372.

OLIVEIRA, G.H. *et al.* (2019). Differential expression. Of glutathione peroxidase genes in maize (*Zea mays* L.) under paraquat-induced oxidative stress. **Genetics and Molecular Biology**, v. 42, n. 3, p. 678-684.

PASSAIA, G. *et al.* (2019). Glutathione peroxidases as redox sensor proteins in plant cells. **Plant Science**, v. 283, p. 449-445.

POUR-ABOUGHADAREH, *et al.* (2020). Wild relatives of wheat respond well to water deficit stress: A comparative study of antioxidant enzyme activities and their encoding gene expression. **Agriculture**. 10, 415.

SREELAKSHMY, V *et al.* (2021). Salicylic acid pre-treatment induced physiological and biochemical changes in *Solanum lycopersicum* L. under salinity stress. **Not. Sci. Biol.** 13, 10917.

## **SIMBIOSE TRIPARTITE FAVA-RIZÓBIO-MICORRIZA EM SOLO TROPICAL DE BAIXA FERTILIDADE: EFEITO NO CRESCIMENTO VEGETAL**

Bruna Wurr Rodak<sup>1</sup>, Douglas Siqueira Freitas<sup>2</sup>, Daniel Venâncio de Paula Correia<sup>3</sup>, Pedro Heinrich Panzner<sup>1</sup>, Gabriel Santana Marques<sup>1</sup>, Manoel Antônio Garcez Costa<sup>1</sup>, Tawany Vieira da Silva<sup>2</sup>, Thauane Medeiros Lima<sup>2</sup> e Matheus Martins Alvarenga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Oeste Paulista (Unoeste), brunarodak@unoeste.br

<sup>2</sup>Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Lavras (UFLA)

### **PROBLEMÁTICA**

As práticas de manejo nutricional são essenciais para garantir a sustentabilidade da agricultura em solos tropicais usualmente de baixa fertilidade natural. Estes solos apresentam baixos níveis de nutrientes, com destaque para os macronutrientes fósforo (P) e nitrogênio (N).

A principal causa da baixa disponibilidade de P para as plantas em solos intemperizados é a elevada estabilidade dos fosfatos com a fase sólida do solo, decorrente da formação de compostos com alta energia de ligação e especificidade com os coloides, especialmente os oxi-hidróxidos de ferro (Fe) e de alumínio (Al). Esse fenômeno é denominado de “fixação de P” ou “P não-lábil”, caracterizado pela baixa reversibilidade do P para a solução do solo, tornando-se indisponível para absorção pelas plantas. Em termos práticos, faz-se necessário a aplicação de altas doses de fertilizantes fosfatados para garantir os índices produtivos (Tiessen, 2005).

Em relação ao N, a matéria orgânica do solo (MOS) é a principal reserva desse macronutriente para as plantas. A mineralização da matéria orgânica é um dos principais mecanismos de liberação de N no solo, mediado pela atividade de microrganismos decompositores. Em condições tropicais, caracterizadas por elevadas temperaturas e intensa precipitação pluviométrica, a taxa de mineralização geralmente é elevada, resultando em uma rápida liberação de N. Essa rápida liberação, juntamente com a precipitação pluviométrica, pode causar perdas de N por lixiviação. Durante esse processo, a água percola no perfil do solo, carregando consigo o N e tornando-o indisponível para as plantas. Contudo, sob altas temperaturas, a produção de biomassa vegetal aumenta, o que contrabalança o efeito das elevadas taxas de mineralização. Além disso, a interação da matéria orgânica com os minerais predominantes nos solos tropicais proporciona grande estabilidade para MOS. Isso significa que, mesmo em condições climáticas favoráveis à atividade microbiana, a decomposição é reduzida. Dessa forma, nas condições de cultivo tropicais, são amplamente adotadas estratégias de manejo para superar as limitações impostas pela baixa disponibilidade de N às plantas. Por exemplo, a manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo, com a adoção do plantio direto, o cultivo de espécies leguminosas que realizam o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) e a aplicação da adubação nitrogenada (Martius et al., 2002).

Nesse cenário, o emprego de abordagens de manejo biológicas combinadas/integradas, como a inoculação de fungos micorrizicos arbusculares (FMAs) e bactérias fixadoras de gás nitrogênio (N<sub>2</sub>), pode se tornar uma estratégia

ideal para atender à demanda desses macronutrientes pelas plantas cultivadas em solos com baixa fertilidade.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

A “simbiose” é uma interação biológica entre organismos diferentes, resultando em benefícios mútuos. Do ponto de vista do manejo nutricional de sistemas agrícolas, destaque deve ser dado à simbiose tripartite entre certas espécies de plantas leguminosas (família *Fabaceae*), fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de N<sub>2</sub>. Essa associação simbiótica promove maior absorção de água e nutrientes, beneficiando o crescimento das plantas (Antunes, Goss, 2005). Os FMAs estabelecem estruturas especializadas chamadas arbúsculos nas raízes, aumentando a capacidade das plantas em absorver água e nutrientes, especialmente P, uma vez que o volume do solo explorado pelas raízes das plantas é ampliado (Baum et al., 2015). Já a FBN é uma interação complexa e específica entre bactérias diazotróficas, com destaque para o gênero *Bradyrhizobium*, comumente conhecidos como rizóbios, e plantas leguminosas, resultando na formação de nódulos radiculares. Nesses nódulos, ocorrem a conversão do N<sub>2</sub> atmosférico a formas nitrogenadas que podem ser assimiladas pelas plantas (Garg, Geetanjali, 2009).

Em termos práticos, o emprego da simbiose tripartite é uma prática de manejo viável e sustentável em sistemas agrícolas desenvolvidos em solos tropicais de baixa fertilidade, uma vez que possibilita superar as limitações nutricionais, principalmente dos macronutrientes N e P (Barea et al., 2005). Nesse contexto, destaca-se o cultivo de leguminosas alternativas, como o feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), que é comumente realizado por agricultores familiares em solos de baixa fertilidade no Brasil (Barbosa, Arriel, 2018). O objetivo deste estudo foi investigar o efeito sinérgico da co-inoculação de FMAs e da FBN no crescimento das plantas de feijão-fava cultivadas em um solo com baixos teores disponíveis de N e P.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Em casa de vegetação plantas de feijão-fava foram cultivadas em vasos (3,5 L) contendo solo com baixos teores dos macronutrientes N e P, onde quatro tratamentos foram testados: 1) Sem inoculação – controle (nomeadamente de –F–B); 2) Com inoculação isolada de bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> (–F+B); 3) Com inoculação isolada de FMAs (+F–B); e 4) Com inoculação combinada de bactérias e fungos (+F+B). Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições.

O solo utilizado no experimento foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (Embrapa Solos, 2018), classe textural muito argilosa, com teores de 13,4 g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica (método Walkley e Black) e 0,56 mg de P kg<sup>-1</sup> (extrator Mehlich-1). O solo foi esterilizado em autoclave a 120 °C por 2 h por dois dias consecutivos. Em seguida, o pH foi corrigido com calagem e a adubação realizada no momento da semeadura conforme preconizado por Embrapa Cerrados (2004), exceto para N e P – os quais foram manejados em doses baixas visando apenas estimular o desenvolvimento inicial dos microrganismos simbióticos. Para reduzir a carga microbiana, as sementes de feijão-fava foram desinfetadas com etanol e hipoclorito de sódio, em seguida, realizou-se a semeadura. Nesse momento, para aplicação dos tratamentos –F+B e +F+B as sementes foram inoculadas com 2 mL de uma

suspensão de bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> – *Bradyrhizobium japonicum*, contendo 10<sup>9</sup> unidades formadoras de colônia por mililitro. Já o inóculo dos FMAs, constituído de 50 cm<sup>3</sup> de uma mistura de solo com 60 esporos de *Glomus macrocarpum* e 40 esporos de *Acaulospora colombiana*, foi aplicado ao solo dos vasos dos tratamentos +F–B e +F+B. Na condução do experimento, a irrigação foi realizada diariamente com água deionizada, mantendo a umidade do solo próximo à capacidade de campo.

No estágio fenológico R6 – primeira flor aberta em 50% das plantas (Fernández et al., 1986), correspondente a 55 dias após a semeadura, as plantas foram colhidas para determinação da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular.

Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade, seguida da análise de variância e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação de FMAs e bactérias fixadoras de N<sub>2</sub>, isolada ou combinada, afetou o crescimento das plantas de feijão-fava. Nas condições estudadas de deficiência de P e N no solo, o tratamento +F+B aumentou 1,6 vezes a matéria seca da parte aérea e 2,4 vezes a matéria seca do sistema radicular em comparação ao controle (–F–B). Os tratamentos com inoculação isolada +F–B e –F+B não se sobressaíram ao +F+B. Esses resultados demonstraram o efeito sinérgico da co-inoculação no crescimento das plantas (Figura 1).

A inoculação de FMAs contribuiu para um maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas de fava, provavelmente resultando em uma maior absorção de água e nutrientes, especialmente P. Esse macronutriente desempenha diversas funções essenciais nas plantas, como a síntese e transferência de energia durante a fotossíntese, por atuar na conversão da luz solar em energia química nas células vegetais. Além disso, o P participa da transferência e armazenamento de energia, da síntese de ácidos nucleicos, da ativação de enzimas e da regulação de processos metabólicos relacionados à produção de proteínas. Também desempenha um papel importante na divisão celular, formação de tecidos vegetais e produção de hormônios de crescimento, afetando diretamente o crescimento e desenvolvimento das plantas (Hawkesford et al., 2022).

Presumivelmente, o melhor status de P nas plantas de feijão-fava beneficiou a FBN no tratamento +F+B. Isso se deve principalmente à função desempenhada pelo P na síntese, transferência e armazenamento de energia nas plantas. No processo de FBN, é necessária energia para converter o N<sub>2</sub> atmosférico em formas assimiláveis pelas plantas. Nesse contexto, o tratamento –F+B evidencia esse comportamento, uma vez que foi observado um efeito negativo no crescimento das plantas, com os valores de matéria seca da parte aérea e raiz igual ou inferior ao controle (Figura 1). Esse resultado pode ser justificado pela deficiência de P, levando a um déficit energético no sistema.

A melhoria do status nutricional de N é fundamental para o crescimento das plantas. O N é componente dos aminoácidos, que são os precursores das proteínas. As proteínas, por sua vez, desempenham funções vitais em processos metabólicos, transporte de nutrientes, regulação hormonal e resposta a estresses. Além disso, o N é essencial para a síntese da clorofila, o pigmento responsável pela captura da luz solar durante a fotossíntese. Esse macronutriente também participa da ativação de

várias enzimas envolvidas em vias metabólicas e é componente essencial dos ácidos nucleicos. Além disso, o N desempenha um papel no transporte de elétrons em várias vias metabólicas, incluindo a respiração celular e a FBN (Hawkesford et al., 2022).

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A co-inoculação de FMAs e bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> apresentou um sinergismo para o crescimento das plantas de feijão-fava, sugerindo melhorias no status nutricional das plantas, principalmente para os macronutrientes P e N. Esse sinergismo otimiza o sistema de cultivo dessa leguminosa, possibilitando aumento da produtividade em função do maior desenvolvimento das plantas. Além disso, a co-inoculação colabora para a melhoria da fertilidade do solo, o que pode levar a redução da necessidade de uso de fertilizantes fosfatados e nitrogenados. Isso não só apenas minimiza os impactos ambientais, mas também diminui os custos de produção.

Tecnologias de manejo agrícola que aumentam a produtividade e a rentabilidade, como a simbiose tripartite entre leguminosas, rizóbios e micorrizas, desempenham um papel fundamental na permanência de agricultores familiares no campo, como os produtores brasileiros de feijão-fava.

Nosso estudo está alinhado com a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas que busca promover os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com destaque para “fome zero e agricultura sustentável”, “ação contra a mudança global climática” e “trabalho descente e crescimento econômico” (ONU, 2023).

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem as agências de fomento Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), bem como a Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) pela parceria técnico-científica nessa pesquisa.

### **LITERATURA CITADA**

ANTUNES, P. M.; GOSS, M. J. Communication in the tripartite symbiosis formed by arbuscular mycorrhizal fungi, rhizobia and legume plants: A review. In: ZOBEL, R. W.; WRIGHT, S. F. **Roots and soil management: interactions between roots and the soil**. Wisconsin: American Society of Agronomy-Crop Science Society of America-Soil Science Society of America, 2005. p. 199–222. doi:10.2134/agronmonogr48.c11

BAUM, C.; EL-TOHAMY, W.; GRUDA, N. Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi: A review. **Scientia Horticulturae**, v. 187, p. 131–141, 2015.

BARBOSA, G. J.; ARRIEL, N. H. C. Feijão-fava e a agricultura familiar de Serraria, PB. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 35, n. 3, p. 387–403, 2018.

BAREA, J. M.; WERNER, D.; AZCÓN-GUILAR, C.; AZCÓN, R. Interactions of arbuscular mycorrhiza and nitrogen-fixing symbiosis in sustainable agriculture. In: WERNER, D.; NEWTON, W. E. (Eds.) **Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology, and the environment. nitrogen fixation: origins, applications, and**

**research progress.** Dordrecht: Springer, 2005. p. 199–222. doi:[10.1007/1-4020-3544-6\\_10](https://doi.org/10.1007/1-4020-3544-6_10)

EMBRAPA CERRADOS. **Cerrado: Correção do solo e adubação.** 2. ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2004. 416 p.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos – revista e ampliada.** 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

FERNÁNDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPES, M. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).** Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1986. 33 p.

GARG, N.; GEETANJALI. Symbiotic nitrogen fixation in legume nodules: Process and signaling: a review. In: LICHTFOUSE, E.; NAVARRETE, M.; DEBAEKE, P.; VÉRONIQUE, S.; ALBEROLA, C. (Eds.). **Sustainable agriculture.** Dordrecht: Springer, 2009. p. 519–531. doi:10.1051/agro:2006030

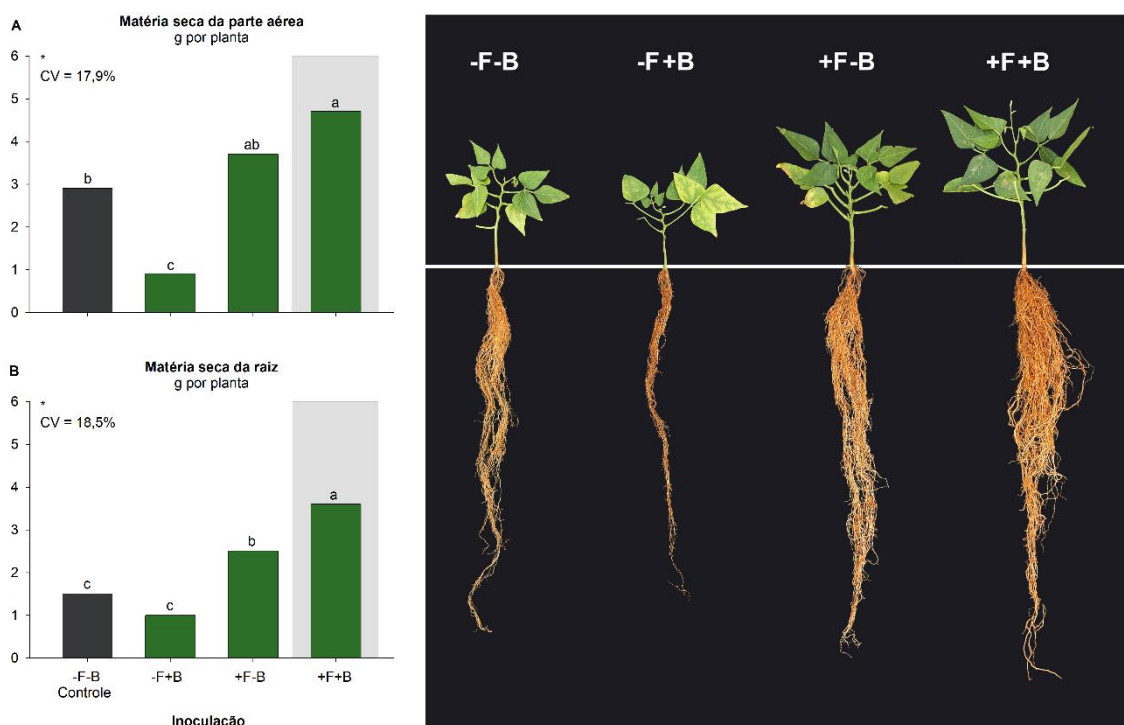
HAWKESFORD, M. J.; CAKMAK, I.; COSKUN, D.; KOK, L. J.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J. K.; WHITE, P. J. Functions of macronutrients. In: RENGEL, Z.; CAKMAK, I.; WHITE, P. J. **Marschners’s mineral nutrition of plants.** 4. ed. London: Elsevier, 2022. p. 201–282.

MARTIUS, C.; TIESSEN, H.; VLEK, P. L. G. **Managing organic matter in tropical soils: scope and limitations.** Dordrecht: Springer, 2002. 236 p. doi: 10.1007/978-94-017-2172-1

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (2023). **17 objetivos de desenvolvimento sustentável.** Disponível em <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> (Acessado 21 Jun. 2023)

TIESSEN, H. Phosphorus dynamics in tropical soils. In: SIMS, T.; SHARPLEY, A. N. (Eds.). **Phosphorus: Agriculture and the environment.** Wisconsin: The American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America, 2005. p. 253–262. doi: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr46.c8>





**Figura 1.** Efeito da inoculação isolada e combinada de bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> e fungos micorrízicos arbusculares no crescimento da parte aérea **(A)** e raízes **(B)** de plantas de feijão-fava no início da floração (R6). -F e +F, sem e com inoculação de fungos, respectivamente. -B e +B, sem e com inoculação de bactérias, respectivamente. \* Significativo pelo Teste de F a  $p < 0,05$ . Valores médios de cinco repetições. Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey a  $p < 0,05$ . CV, coeficiente de variação. Os retângulos cinzas destacam os tratamentos mais responsivos.

## **AÇÃO DA ACETILCOLINA DURANTE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DA SOJA CULTIVADA SOB ALTA TEMPERATURA E DEFICIÊNCIA HÍDRICA**

Bruno Felipe Picoli de Oliveira, Bruna Oliveira Reinheimer Spolaor, Helida Regina Sala, Daniele Silva Sukert, Mateus Modesto Bosisio, Tais Costa Pinto, Adriana Lima Moro & Ana Claudia Pacheco  
*brunopicoli2008@hotmail.com, brunaspolaor@hotmail.com, helidahrs@hotmail.com, danieleskert@hotmail.com, mateusbosisio@gmail.com, taiscp99@gmail.com, adrianamoro@unoeste.br, anaclau@unoeste.br*

### **PROBLEMÁTICA**

O acúmulo de ações antrópicas vem ocasionando bruscas mudanças climáticas, resultando em veranicos, que são longos períodos de altas temperaturas associadas com a deficiência hídrica do solo. Os veranicos ocorrem principalmente na região do Oeste Paulista, acarretando em ambientes hostis para as culturas e ameaçando a produção agrícola.

Sob influência de altas temperaturas, as plantas sofrem um desequilíbrio no seu metabolismo, sendo que os danos primários ocorrem no aparato fotossintético e nas mitocôndrias, afetando conseqüentemente a fotossíntese e a respiração, devido à desestruturação físico-química das biomembranas (Vital, 2019).

Por outro lado, sob efeito de seca, as plantas têm respostas negativas em sequência, ou seja, começam em suas raízes, com perda de turgescência, redução de seu potencial hídrico e diminuição na condutância estomática. Conseqüentemente, a fotossíntese fica prejudicada, resultando em taxas de crescimento e produção de biomassa reduzidas. Paralelamente, haverá maior dissipação de energia luminosa e altos níveis de fotorrespiração gerando espécies reativas de oxigênio (ROS), que causam danos às células vegetais, incluindo peroxidação lipídica e desestruturação de proteínas (DAS; ROYCHOUDHURY, 2014; PASALA; MINHAS; WAKCHAURE, 2017).

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A soja (*Glycine max* (L.) Merr.] é uma oleaginosa pertencente à família Fabaceae e apresenta metabolismo fotossintético tipo C3 (TEJO et al., 2019). A alta adaptabilidade da soja para o cultivo em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, somada ao seu alto valor proteico, produção de óleo e alta valorização no mercado de commodities agrícolas fizeram com que aumentasse substancialmente sua produção, levando o Brasil ser o maior produtor de soja do mundo (XIMENES et al. 2023). Embora tenham sido lançados novos híbridos e cultivares desenvolvidos para uma maior tolerância aos estresses abióticos, ainda assim ocorrem diminuições na sua produtividade (Rocha et al., 2018).

Uma forma de mitigar os efeitos dos estresses abióticos é a aplicação de biorreguladores, que são compostos orgânicos não nutricionais, de ocorrência natural, produzidos na planta, e que, em baixas concentrações, promovem, inibem ou modificam processos fisiológicos do vegetal. Os biorreguladores exercem papel fundamental nas atividades metabólicas da planta, alterando os principais processos físico-químicos e suas estruturas, possibilitando uma melhoria no rendimento vegetal quando se encontra em ambientes hostis (ZULFIGAR et al., 2021).

Sendo uma amina quaternária e tendo a presença de um éster acético (C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>NO<sub>2</sub>) (KURCHII, 2009), a acetilcolina (ACh) é gerada a partir dos compostos Acetil-CoA mais colina, sendo que a enzima colina acetiltransferase atua como catalisador nesta reação. Quando a ACh é hidrolisada pela enzima acetilcolinesterase (AChE) formam-se os metabólitos colina e acetato (DANELLUZI, 2012). Estudos recentes sugerem o envolvimento de ACh em diversos processos metabólicos das plantas, entre eles, a germinação, reprodução, crescimento, desenvolvimento e no metabolismo celular.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado nas dependências Centro de Estudos em Ecofisiologia Vegetal do Oeste Paulista (CEVOP-UNOESTE), em Presidente Prudente-SP. As plantas foram semeadas em casa de vegetação em vasos de 9 kg com terra vegetal, onde foram mantidas até a fase fenológica R3 (final da floração) (Buratto et al., 2018). Neste momento, as plantas foram pulverizadas com doses de Acetilcolina (ACh) (0 e 2 mM) e transferidas para câmara de crescimento (fitroton). Durante cinco dias as plantas foram expostas a uma combinação de alta temperatura (38/28°C dia/noite) e deficiência hídrica (irrigação com 30% da capacidade de campo), com recuperação das condições normais no sexto dia. As plantas controle permaneceram na casa de vegetação, com condições adequadas de umidade (irrigação com 100% da capacidade de campo) e temperatura (28/20°C dia/noite).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com fatorial 2 x 2 (com e sem estresse e com e sem aplicação de ACh), totalizando 4 tratamentos e 9 repetições. Foram realizadas análises de trocas gasosas na recuperação, com auxílio de medidor portátil IRGA modelo 6400 (Licor). Os parâmetros de crescimento foram avaliados ao final do experimento, no sétimo dia. Os dados obtidos foram submetidos a ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

No final do período de estresse, as plantas apresentaram reduções na altura e número de folhas, quando comparadas às plantas controle, não havendo efeito da aplicação de ACh. Houve diminuição da massa seca da parte aérea (MSPA) em resposta à aplicação de ACh, tanto em plantas controle como em plantas sob estresse. Já a massa seca da raiz (MSR) foi maior nas plantas sob estresse e tratadas com ACh (Figura 1).

Nas medidas realizadas após a recuperação, verificou-se que para as plantas em condições controle não houve efeito da aplicação de ACh, com exceção dos parâmetros taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Pn) e eficiência de carboxilação (EC), nos quais houve redução de valores. Entretanto, nas plantas submetidas ao estresse e tratadas com ACh houve aumento de 147,7% na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Pn); 46,66% na condutância estomática (gs); 146,15% na eficiência de carboxilação (EC); 96,07% eficiência de uso da água (EUA) e 21,31% na taxa de transporte de elétrons (ETR) (Figuras 2 e 3).

Resultados semelhantes foram encontrados em plantas de *Nicotiana benthamiana* sob estresse salino (QUIN et al., 2019), onde os autores afirmam que o papel da ACh é o de fazer a manutenção do metabolismo da clorofila, fotossíntese, homeostase iônica, condutividade hidráulica e equilíbrio hídrico por meio da regulação

da relação  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , juntamente com a diminuição da peroxidação lipídica. Aliado a isso, Hengbin et al. (2003) propôs em seu trabalho que ACh está ligada na transdução de sinal da raiz e planta, ou seja, o mesmo observou que em mudas de *Vicia faba* em condição normais ocorre síntese de ACh nas raízes e transportando para as folhas onde exerce controle direto do movimento estomático. Paralelamente, autores que expuseram as plantas sob estresse térmico com aplicação de ACh, como o feijão, rabanete e pepino (MOMONOKI et al., 1993) e milho (MOMONOKI et al., 1996) mostraram que a atividade enzimática aprimorada nas células da epiderme foliar está relacionada à regulação da homeostase da água durante o estresse, prevenindo a transpiração epidérmica e controlando o equilíbrio hídrico e iônico. Além disso, o aumento da atividade da acetilcolinesterase em células endodérmicas entre o córtex e as células estelares ao redor dos feixes vasculares da raiz, juntamente com  $\text{Ca}^{2+}$  atuam como gatilho para a ativação dos canais iônicos, otimizando a absorção de nutrientes.

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

Concluiu-se que a ACh promoveu a alocação de carboidratos da parte aérea para o sistema radicular durante o desenvolvimento inicial de plantas de soja cultivadas sob estresse combinado de seca e calor. Os efeitos da ACh nas trocas gasosas, quando medidas na fase de recuperação do estresse, foram verificados pela melhor performance fotossintética e pelo aumento da eficiência de uso da água.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Centro de Estudo de Ecofisiologia Vegetal do Oeste Paulista (CEVOP/UNOSTE), à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) (pelas taxas concedidas).

### **LITERATURA CITADA**

BURATTO, W. et al. Aplicação foliar de nitrogênio na soja em diferentes fases fenológicas e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. **Nativa**, v. 6, n. 4, p. 333-337, 2018.

DANELUZZI, G. S. Uma abordagem neurofisiológica da acetilcolina em plantas de milho hidratadas e sob condições de estresse hídrico. 2012. **Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.**

DAS, K.; ROYCHOUDHURY, A. Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. **Frontiers in Environmental Science**, v. 2, p. 53, 2014.

KURCHII, B. A. Acetylcholine and ethylene: do they share similar receptors and biological action. **Ukrainica Bioorganica Acta**, v.7, n.1, p. 36-44, 2009.

MOMONOKI, Y. S.; MOMONOKI, T. Changes in acetylcholine-hydrolyzing activity in heat-stressed plant cultivars. **Japanese Journal of Crop Science**, v. 62, n. 3, p. 438-446, 1993.

MOMONOKI, Y. S.; MOMONOKI, T.; WHALLON, J. H. Acetylcholine as a Signaling System to Environmental Stimuli in Plants: I. Contribution of Ca<sup>2+</sup> in heat-stressed *Zea mays* seedlings. **Japanese Journal of Crop Science**, v. 65, n. 2, p. 260-268, 1996.

PASALA, R. K.; MINHAS, P. S.; WAKCHAURE, G. C. Plant bioregulators: a stress mitigation strategy for resilient agriculture. In: **Abiotic Stress Management for Resilient Agriculture**, p. 235-259, Springer, Singapore, 2017.

QIN, C. et al. Acetylcholine mechanism of action to enhance tolerance to salt stress in *Nicotiana benthamiana*. **Photosynthetica**, v. 57, n. 2, 2019.

ROCHA, B.G.R. et al. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 376-384, 2018.

SHEN, H. et al. Characteristics of leaf photosynthesis and simulated individual carbon budget in *Primula nutans* under contrasting light and temperature conditions. **Journal of Plant Research**, v. 121, n. 2, p. 191–200, 2008.

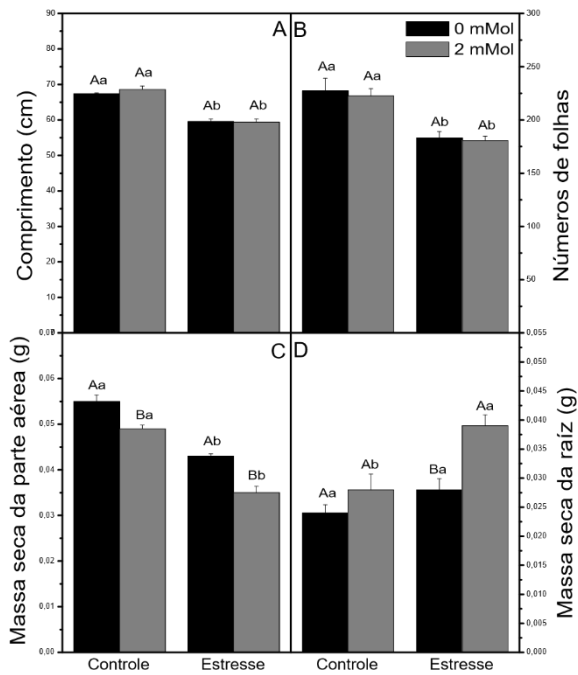
TEJO, Débora Perdigão; FERNANDES, Carlos Henrique dos Santos; BURATTO, J. S. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia da FAEF**, v. 35, n. 1, p. 1-9, 2019.

VITAL, R.G. **Mecanismos da tolerância ao déficit hídrico e à alta temperatura em cultivares de soja**. 2019. 90f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Câmpus Rio Verde. Goiás, 2019.

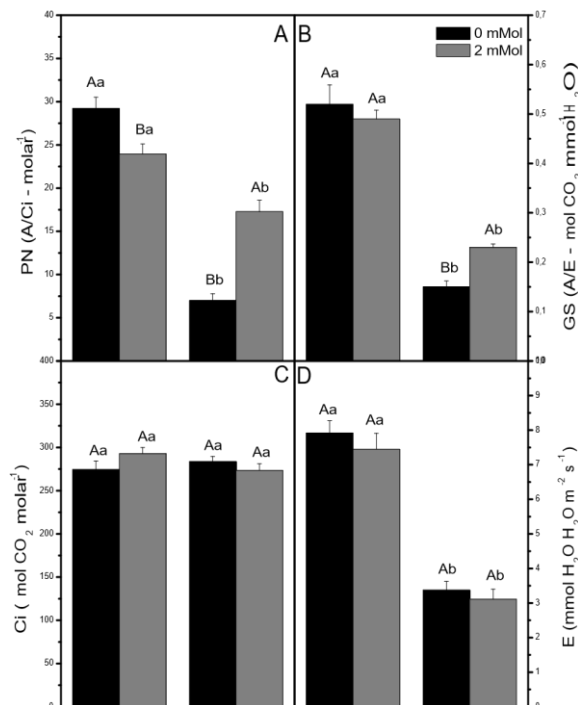
XIMENES, L. F.; COÊLHO, J. D. Agropecuária: Soja. Fortaleza: BNB, ano 8, n. 287, maio 2023

ZULFIQAR, F.; ASHRAF, M. Bioregulators: unlocking their potential role in regulating the plant's oxidative defense system. **Plant Molecular Biology**, v. 105, n. 1, p. 11-41, 2021.

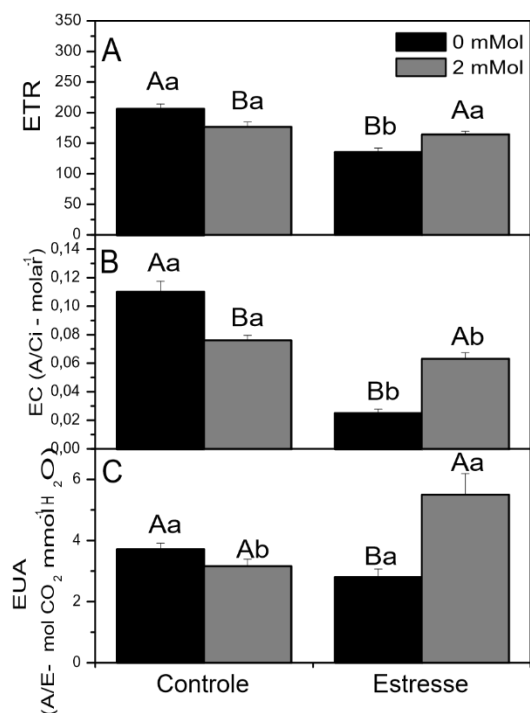
## TABELAS E FIGURAS



**Figura 1.** Efeitos de diferentes concentrações de Acetilcolina (mMol) no comprimento (cm), número de folhas (B), massa seca da raiz (g) (C) e massa seca da parte aérea (g) (D), em plantas de soja submetidas à condição de estresse (deficiência hídrica e alta temperatura). Onde que letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre as doses de ACh na mesma condição e letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as condições dentro da mesma dose pelo teste de Tukey ( $P < 0.05$ ).



**Figura 2.** Efeitos de diferentes concentrações de Acetilcolina (mMol) na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (PN) (A), na condutância estomática (GS) (B), na concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) (C) e na transpiração (E) (D), em plantas de soja submetidas a condição de controle e condição de estresse (déficit hídrico + alta temperatura) no 6º dia de leitura. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre as doses na mesma condição. Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as condições dentro da mesma dose pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



**Figura 3.** Efeitos de diferentes concentrações de Acetilcolina (mMol) na taxa de transporte de elétrons (ETR) (A), na eficiência do uso da água (EUA) (B) e na eficiência da carboxilização (EC), em plantas de soja submetidas a condição de controle e condição de estresse (déficit hídrico + alta temperatura) no 6º dia de leitura. Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre as doses na mesma condição. Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as condições dentro da mesma dose pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## **PRODUÇÃO DE BROTOS DE FEIJÃO-MUNGO COM MAIOR ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

Marcelo Duarte<sup>1</sup>, Verônica Letícia da Silva<sup>1</sup>, Ana Cláudia Pacheco<sup>2</sup>, Nelson Barbosa Machado Neto<sup>2</sup>, Ceci Castilho Custódio<sup>2</sup>

*Discentes de Mestrado e Graduação Unoeste<sup>1</sup>, Docentes PPG Agronomia Unoeste<sup>2</sup> -, ceci@unoeste.br*

### **PROBLEMÁTICA**

Os brotos de feijão são produzidos em condições controladas e são conhecidos por suas propriedades nutricionais e benéficas a saúde. A mudança de semente para broto torna muitos compostos mais assimiláveis e colabora na saúde humana porque eles são ricos em compostos fenólicos, enzimas, vitaminas e minerais. Tais compostos atuam como antioxidantes, auxiliando na supressão de radicais livres associados ao surgimento de doenças do envelhecimento, como câncer, diabetes e Alzheimer, entre outras. Existe compostos que são chamados de elicitores e que, se utilizados durante a produção dos brotos, podem otimizar a disponibilidade dos compostos benéficos à saúde por aumentar o metabolismo secundário dos brotos.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

Brotos em geral, e de pulses em particular (ervilha, lentilha, alfafa e feijão-mungo), são excelentes alternativas de alimentos prontos para consumo, principalmente de vegetais ricos em proteínas. Apresentam em torno de 55 – 65% de peso em carboidratos, 21-26% em proteínas e apenas 1 – 4% de lipídeos, e são bem documentados por possuírem propriedades pró-saúde como fibras, aminoácidos essenciais, compostos antioxidantes e vitaminas (IRITI; VARONI, 2017). A germinação promove a conversão de formas complexas a mais digeríveis tornando melhor a absorção pelo trato intestinal. Tang et al. (2014) apontaram as mudanças nos metabólitos durante a conversão de semente à broto e ganho nas atividades biológicas relacionadas, incluindo antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias, antidiabéticas, anti-hipertensivas e antitumorais. Os brotos apresentam até 2,7 vezes mais vitamina C que a semente madura (EBERT et al., 2017).

O uso de alguns compostos pode promover a biossíntese e atividade biológica de compostos secundários, constituindo em tecnologia com grande potencial para ser aplicada na produção de brotos para potencializar suas já destacadas propriedades. Tais compostos são denominados “elicitores” e podem ser aplicados durante a produção de brotos.

O presente estudo avaliou diferentes elicitores (ácido salicílico [AS], ácido ascórbico [AA] e tocoferol [TOC]) em brotos de feijão-mungo verde e verificou os efeitos de doses nos aspectos biométricos e bioquímicos.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

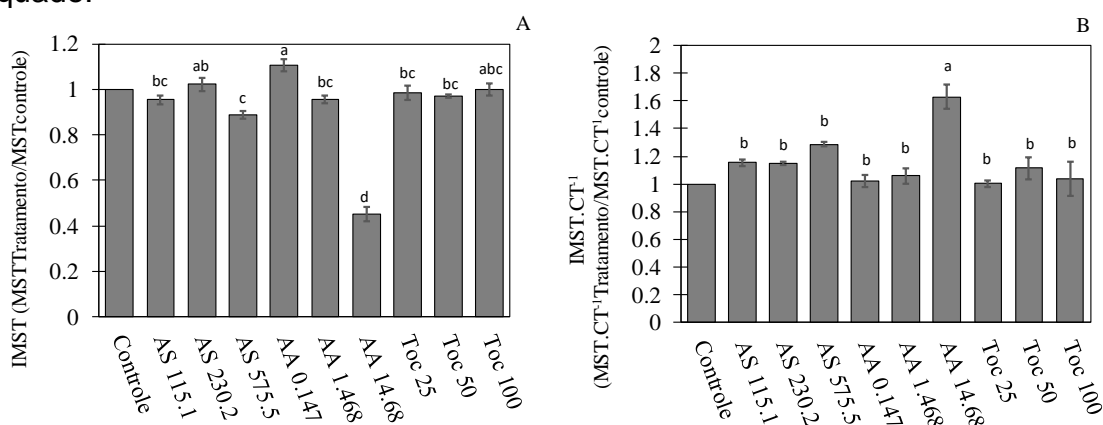
Sementes de feijão-mungo verde (*Vigna radiata* L.) foram obtidas com 80% de germinação e 12% de teor de água. As sementes foram germinadas, 50 sementes umedecidas com 12 mL de água destilada por recipiente plástico para germinação, em germinador a 25 °C por 24 h no escuro. As sementes com emissão de raiz foram



selecionadas para compor quatro repetições de 50 brotos uniformes para aplicação dos tratamentos e continuidade do crescimento no germinador a 25 °C no escuro. Os tratamentos foram definidos em doses de aplicação dos elicitores, AS nas concentrações 0; 115,1; 230,2 e 575,5 mg L<sup>-1</sup>; AA nas concentrações 0; 0,147; 1,468 e 14,680 g L<sup>-1</sup>; TOC nas concentrações 0, 25, 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> e os brotos, com cinco dias foram seccionados em parte aérea e raiz, as partes foram medidas com régua graduada, colocadas em sacos de papel, secas em estufa 65 °C por 48h e pesadas para obtenção da massa seca. Foram calculados índices em relação aos brotos que cresceram só com uso de água (controle). O índice de massa seca total (IMST) foi calculado pela divisão da massa seca total obtida nos tratamentos pela do controle e o índice de massa seca total por comprimento total (IMST. CT<sup>-1</sup>) foi obtido pela divisão da massa seca pelo comprimento dos brotos (MST.CT<sup>-1</sup>) e seguir o valor obtido para cada tratamento foi dividido pelo valor obtido pelo controle. Os tratamentos que diferiram menos do controle em relação aos resultados biométricos foram utilizados para análises bioquímicas com determinação da atividade antioxidante usando a metodologia do DPPH em extrato etanólico em brotos congelados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

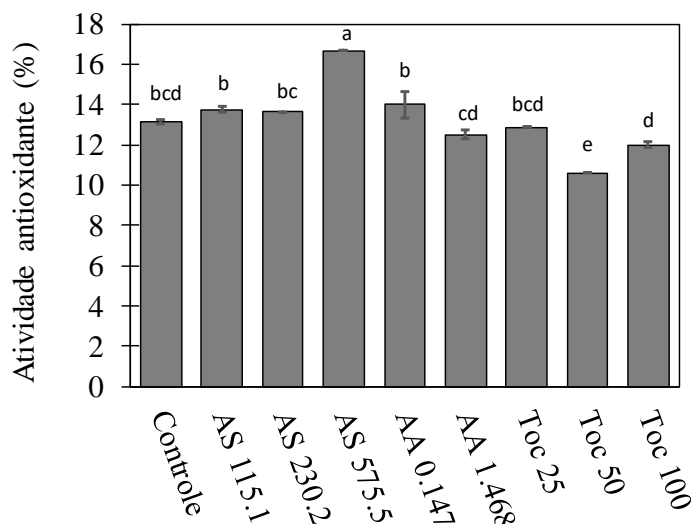
Os resultados biométricos, em relação ao controle crescido em água, indicaram que o elicitador ácido ascórbico (AA) na dose de 0,147 g L<sup>-1</sup> foi superior aos demais elicitores, com exceção do AS 230,2 mg L<sup>-1</sup> e TOC 100 mg L<sup>-1</sup>, na produção de brotos com maior massa seca (Figura 1 A). Em relação a densidade dos brotos avaliada pela relação da massa total dividida pelo comprimento total dos brotos (Figura 1 B) apenas o AA na dose 14,68 g L<sup>-1</sup> se tornou mais denso que os demais e, portanto, menos adequado.



**Figura 1** – Índice de Massa Seca Total (IMST - A) e Índice de Massa Seca Total por Comprimento Total (IMST. CT<sup>-1</sup>) dos brotos de feijão-mungo verde tratados com elicitores. Letras distintas indicam médias distintas pelo Teste de Tukey (5% de significância). Ácido salicílico [AS] nas concentrações 0; 115,1; 230,2 e 575,5 mg L<sup>-1</sup>; Ácido ascórbico [AA] nas concentrações 0; 0,147; 1,468 e 14,680 g L<sup>-1</sup>; Tocoferol [TOC] nas concentrações 0, 25, 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>.

A atividade antioxidante foi estimulada nos brotos por todos os elicitores, com exceção da concentração mais elevada de ácido ascórbico e das duas maiores concentrações de tocoferol (Figura 2). Outros autores também verificaram a possibilidade de aumentar a atividade antioxidante de vegetais, como Rady e

Mohamed (2015) em feijão-comum e Dutra et al. (2017) em feijão-vigna, ambos com AS. Autores também verificaram que tocoferol e ácido ascórbico também colaboram para aumentar a atividade de enzimas antioxidantes como em Dutra et al. (2017), Sadiq et al. (2018, 2019) e Farooq et al. (2013).



**Figura 2** –Atividade antioxidante, em porcentagem, do extrato etanólico dos brotos de feijão-mungo verde tratados com elicitores. Letras distintas indicam médias distintas pelo Teste de Tukey (5% de significância). Ácido salicílico [AS] nas concentrações 0, 115,1; 230,2 e 575,5 mg L<sup>-1</sup>; Ácido Ascórbico [AA] nas concentrações 0, 0,147; 1,468 e 14,680 g L<sup>-1</sup>; Tocoferol [TOC] nas concentrações 0, 25, 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>.

Todos os elicitores estimularam as funções antioxidantes dos brotos e, nas maiores concentrações, reduziram os parâmetros biométricos (comprimento e massa); assim, concentrações mais baixas foram mais eficientes.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Os elicitores em doses baixas podem ser utilizados para produção de brotos com maior atividade antioxidante, podendo ser um diferencial de valor ao produto comercializado.

### AGRADECIMENTOS

À CAPES pela taxa concedida a MD e ao CNPq pela bolsa de IC a VLS.

### LITERATURA CITADA

DUTRA, W. F. et al. Antioxidative responses of cowpea cultivars to water deficit and salicylic acid treatment. **Agronomy Journal**, v.109, n.3, p.895–905, 2017.

EBERT, A. W. et al. Nutritional composition of mung bean and soybean sprouts compared to their adult growth stage. **Food Chemistry**, v.237, p.15–22, 2017.

FAROOQ, M. et al. Seed priming with ascorbic acid improves drought resistance of wheat. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.199, n.1, p.12–22, 2013.

IRITI, M.; VARONI, E. Pulses, healthy, and sustainable food sources for feeding the planet. **International Journal of Molecular Sciences**, v.18, n.2, p.255, 2017.

RADY, M. M.; MOHAMED, G. F. Modulation of salt stress effects on the growth, physio-chemical attributes and yields of *Phaseolus vulgaris* L. plants by the combined application of salicylic acid and *Moringa oleifera* leaf extract. **Scientia Horticulturae**, v.193, p.105–113, 2015.

SADIQ, M et al. Alpha-tocopherol-induced regulation of growth and metabolism in plants under non-stress and stress conditions. **Journal of Plant Growth**, 2019. v.38, n.4, p.1325–1340, 2019.

SADIQ, M. et al. Impact of exogenously applied tocopherol on some key physio-biochemical and yield attributes in mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] under limited irrigation regimes. **Acta Physiologia Plantarum**, v.40, n.7, p.1–14, 2018.

TANG, D. et al. A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common food mung bean and its sprouts (*Vigna radiata*). **Chemistry Central Journal**, v.8, n.1, p.1–9, 2014.

## **DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE ALGODÃO NO OESTE PAULISTA – SAFRA 2022/2023**

Caio Augusto Bais, Adenilson José de Souza, Ana Flávia de Souza Rorato, Caroline Honorato Rocha, Gilmar Santos Martins Junior, Gustavo Ricardo Aguiar Silva, Leonardo Vesco Galdi, Lucas Facholi dos Santos, Fábio Rafael Echer.

*caio.bais93@gmail.com, souza.adenilsonj@gmail.com, ana.rrt@outlook.com, honoratorochac@gmail.com, gilmartinsjnr@gmail.com, aguiarg.agro@gmail.com, leo.galdi@gmail.com, lucas.facholi.santos@gmail.com, fabioecher@unoeste.br*

### **PROBLEMÁTICA**

As diferentes regiões produtoras de algodão possuem condições climáticas e de solo distintas. Desta forma, buscar cultivares que melhor se adaptam ao ambiente de produção é uma alternativa para melhorar o desempenho agronômico da cultura.

Na região do Oeste Paulista, temperaturas elevadas com ocorrência de veranicos durante o ciclo da cultura e a predominância de solos arenosos, podem afetar o potencial produtivo do algodoeiro. Esse estudo permite com que os produtores locais saibam posicionar melhor as cultivares de acordo com o ambiente de produção.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

Cultivares que melhor se adaptam a uma determinada região são fundamentais para obtenção de altas produtividades, para isto vários fatores devem ser considerados, tais como época de semeadura, qualidade de sementes, resistência às principais doenças e qualidade das fibras produzidas (PESKE et al., 2012).

A região do Oeste Paulista possui clima com temperatura média em torno dos 25°C e regime pluvial com oscilações durante o ano, com período chuvoso entre outubro e março e seco entre abril e setembro, com textura do solo predominantemente arenosa (PERES, 2018). A interação entre genótipo e ambiente de produção, pode não possibilitar que um se adapte em ambientes distintos, devido a este fator, deve ser realizada mais de uma avaliação a campo com o material que pretende ser cultivado (CARVALHO et al., 1995).

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi conduzido na fazenda experimental da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE em Presidente Bernardes – SP, na safra 2022/23. O solo é classificado como Latossolo de textura arenosa. A região apresenta clima do tipo Aw, de inverno seco e verão chuvoso (Koppen).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de 12 cultivares de algodão: FM 912GLTP, FM 974GLT, FM 978GLTP, FM 976TLP, FM 942TLP, TMG 30B3RF, TMG 31B3RF, TMG 21GLTP, TMG 22GLTP, TMG 44B2RF, DP 1866B3RF e DP 1949B3RF. Cada parcela foi demarcada com 3,6 m de largura e 10 m de comprimento, com quatro linhas de algodão.

O algodão foi cultivado no sistema de semeadura direta, sobre a palhada de mix de plantas de cobertura (*Crotalaria spectabilis* + Milheto + Nabo forrageiro + *Brachiaria ruziziensis*), dessecadas no dia 17/10/2022. No dia 06/08/2022 e

07/08/2022 foi aplicado calcário e dolomito, respectivamente, ambos na dose de 2 t ha<sup>-1</sup>. A semeadura foi realizada no dia 06/12/2022 objetivando estande de 7-8 plantas m<sup>-1</sup> com espaçamento de 0,9 m entre linhas. A adubação de base e cobertura (N e K) foi de 120, 100, 145, 3, 2, 1 e 0,6 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, B, Mn, Zn e Cu respectivamente.

A colheita foi realizada aos 158 dias após a emergência (DAE), por ocasião da maturidade fisiológica, foram determinados os componentes de produção: número de capulhos (m<sup>2</sup>), peso médio de capulhos (g), e a produtividade em caroço (kg ha<sup>-1</sup>).

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

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A maior média de produtividade foi obtida com a cultivar FM 974GLT produzido 5544 kg ha<sup>-1</sup> de algodão em caroço. As demais cultivares obtiveram médias estatisticamente menores que esta cultivar, exceto a cultivar DP 1866B3RF que produziu 4712 kg ha<sup>-1</sup> de algodão em caroço.

O maior número de capulhos foi obtido pela cultivar FM 974GLT sendo 66% maior que a cultivar TMG 21GLTP, que apresentou o menor número de capulhos, junto com as cultivares FM 912GLTP, FM 976TLP e FM 94TLP. O número de capulhos é um dos componentes de produção que está correlacionado positivamente com a produtividade (ECHER et al., 2020), o que justifica os resultados. A cultivar FM 912GLTP obteve o maior peso médio de capulhos, 39% maior que a cultivar FM 978GLTP, com 4,88 g e 3,49 g respectivamente, podendo estar relacionado ao fato da cultivar apresentar menor número de capulhos. O peso de capulhos é um dos componentes de produção que está correlacionado com a produtividade (ECHER e ROSOLEM, 2015), porém, não foi observado relação nesta pesquisa.

### **APLICAÇÃO NA PRÁTICA**

Para as condições edafoclimáticas da safra 2022/23, com a semeadura do algodão na primeira quinzena de dezembro, as cultivares FM 974GLT, de ciclo médio/tardio e DP 1866B3RF, de ciclo precoce/médio, obtiveram maiores produtividades, mostrando maior adaptação as condições do oeste paulista.

### **AGRADECIMENTOS**

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

### **LITERATURA CITADA**

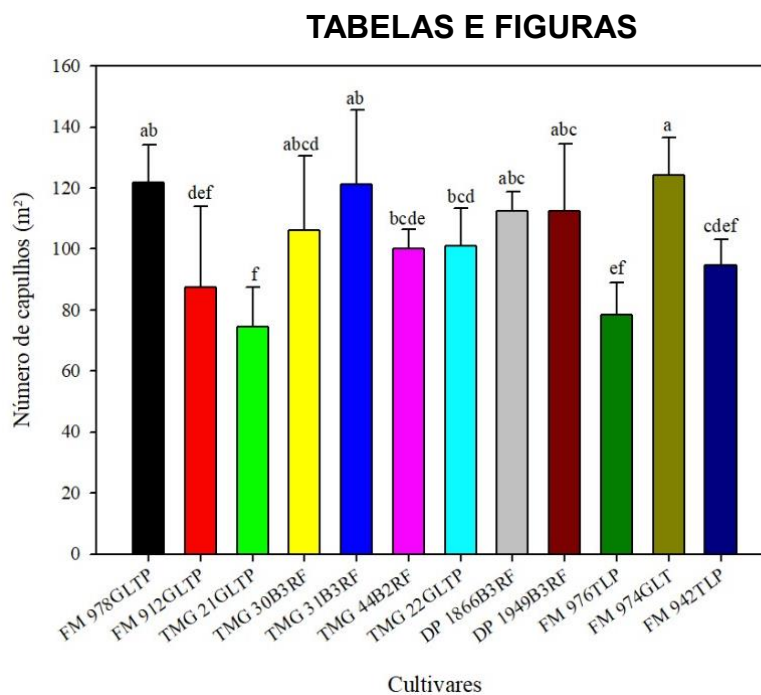
CARVALHO, L. P.; COSTA, J. N. da.; SANTOS, J. W. DOS.; ANDRADE, F. P. de. Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.30, n.2, p.207-213, 1995.

ECHER, Fábio Rafael; PERES, Vinicius José Souza; ROSOLEM, Ciro Antonio. Potassium application to the cover crop prior to cotton planting as a fertilization strategy in sandy soils. Scientific Reports, v. 10, n. 1, p. 20404, 2020.

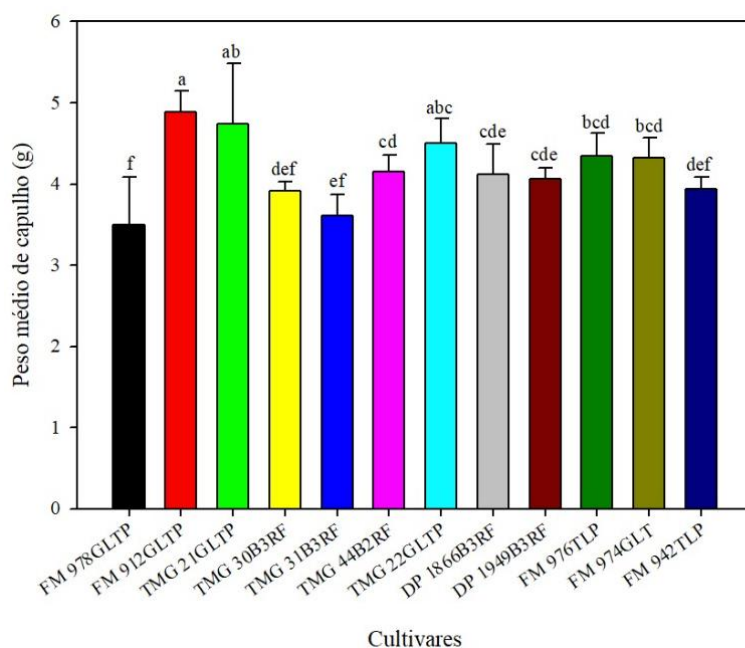
ECHER, Fábio R.; ROSOLEM, Ciro A. Cotton yield and fiber quality affected by row spacing and shading at different growth stages. *European Journal of Agronomy*, v. 65, p. 18-26, 2015.

PERES, Vinicius José Souza et al. Sincronismo de liberação de potássio de resíduos de *Urochloa ruziziensis* e sua absorção por cultivares de algodoeiro. 2018.

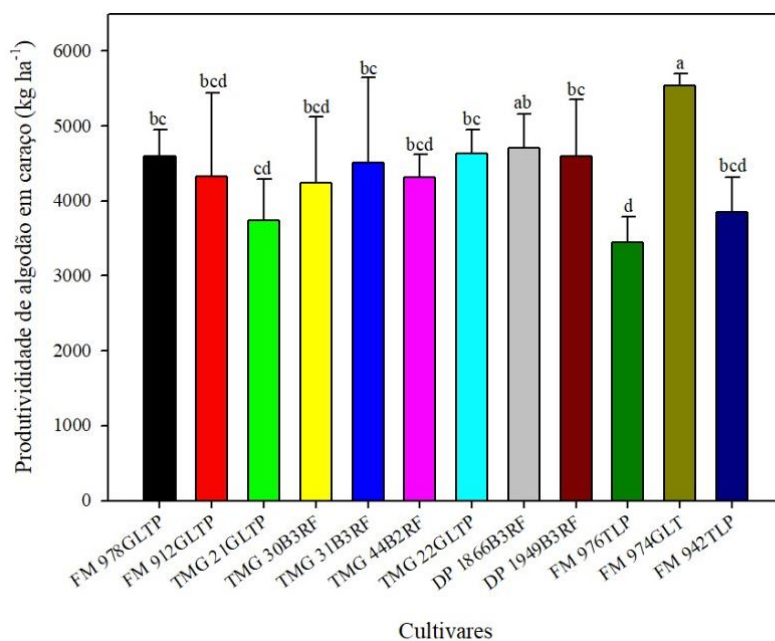
PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELO, G. Produção de sementes. In: SilmarTeichertPeske; Francisco Amaral Villela; Geri Meneguelo. *Fundamentos Científicos e Tecnológicos*. 3ªed. ver.eampl. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2012, 564p.



**Figura 1.** Número de capulhos de cultivares de algodão. Presidente Bernardes – SP, safra 2022/2023. Médias dos tratamentos com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade  $a>b$ .



**Figura 2.** Peso médio de capulhos de cultivares de algodão. Presidente Bernardes – SP, safra 2022/2023. Médias dos tratamentos com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade  $a > b$ .



**Figura 3.** Produtividade de algodão em caroço de cultivares de algodão. Presidente Bernardes – SP, safra 2022/2023. Médias dos tratamentos com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade  $a > b$ .

## **ATENUAÇÃO DO EFEITO DO SOMBREAMENTO COM CLORETO DE MEPIQUAT NO ALGODOEIRO**

Ana Flávia de Souza Rorato<sup>(1)</sup>, Carlos Felipe Cordeiro do Santos<sup>(2)</sup>, Caroline Honorato Rocha<sup>(3)</sup>, Adenilson José de Souza<sup>(4)</sup>, Fábio Rafael Echer<sup>(5)</sup>.

*(1) Pós-graduanda - Unoeste - ana.rrt@outlook.com; (2) Pós – graduando - Unesp - cordeirocfs@gmail.com; (3) Pós graduanda - Unoeste – honorato-carol@hotmail.com; (4) Graduando-Unoeste - souza.adenilsonj@gmail.com; (5) Dr. Professor – Unoeste – fabioecher@unoeste.br.*

### **PROBLEMÁTICA**

O sombreamento é um dos principais causadores de estresses abióticos com potencial de reduzir a produtividade e qualidade de fibra do algodoeiro, o que é causado quando há crescimento vegetativo vigoroso, deste modo, a radiação não chega ao terço inferior do dossel, contribuindo para o aumento do abortamento de estruturas reprodutivas no terço médio e inferior da planta.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A falta de radiação necessária para o bom desenvolvimento do algodoeiro reduz diversos componentes importantes para a planta, como os teores de clorofila, atividade fotossintética, síntese de sacarose e atividade enzimática (Li et al., 2019). O sombreamento também pode ser causado pelo crescimento vegetativo excessivo, por isso é fundamental ajustar a arquitetura da planta, para alcançar altas produtividades (MC Garry et al. 2016).

O uso de reguladores de crescimento promove e redução do comprimento dos internódios dos ramos reprodutivos, ramos vegetativos e menor índice de área foliar, contribuindo para a maior retenção de estruturas reprodutivas pois há redução no gasto energético com folhas e ramos (Chiavegato et al. 2014). O principal regulador de crescimento utilizado na cultura do algodoeiro é o cloreto de mepiquat; o qual retarda o crescimento das plantas, melhora o crescimento radicular, aumenta a concentração de carboidrato nas folhas, acelera a maturidade e evita perdas de produção (Srivastava, 2003; Gao et al., 2019; Tung et al., 2019).

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi conduzido na safra 2020/2021, em ambiente irrigado, em Martinópolis – SP. O solo da área é classificado como Latossolo, de textura arenosa e o clima regional é classificado como tropical chuvoso (Aw Koppen). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram: 1) com sombra sem regulador (CSSR); 2) com sombra e regulador aos -4, 0, 4 e 8 dias após o início do florescimento (CSCR4); 3) com sombra e regulador 0 e 8 dias após o florescimento (CSCR2); 4) com sombra e regulador 8 dias após o florescimento (CSCR1); 5) sem sombra e sem regulador (SSSR) e 6) sem sombra e com regulador nas aplicações normais para controle de altura (SSCRDP).

As aplicações de cloreto de mepiquat (CM) foram realizadas com auxílio do pulverizador pressurizado a CO<sub>2</sub>, com volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>. A primeira aplicação foi 4 dias antes do início do florescimento, a segunda aplicação no início do



florescimento, a terceira aplicação foi realizada nos tratamentos que continham a aplicação aos 4 dias após o início do florescimento, a aplicação seguinte foi 8 dias após o início do florescimento, nesse momento foi utilizado adjuvante para que aumentasse a eficiência do regulador, já que estava marcando chuva no dia, todas as aplicações citadas anteriormente foram utilizadas a dose de 110 ml ha<sup>-1</sup> de Legend® (CM a 25%). Aos 67, 76 e 87 DAE, foi aplicado 80, 150 e 64 ml ha<sup>-1</sup> de Legend® (CM a 25%), respectivamente, no tratamento que foi definido para seguir as recomendações do produtor. A capação do algodoeiro (terminação do crescimento) aconteceu aos 121 DAE com 1000 ml ha<sup>-1</sup> de Legend®.

O sombreamento foi aplicado por oito dias, no início do florescimento da cultura (F1), utilizando sombrite de cor preta com 50% de redução da radiação. As parcelas tinham dimensões de 7 m x 3,6 m. Na pré-semeadura do algodoeiro foi aplicado 600 kg ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola. O algodão foi semeado dia 16 de novembro de 2020, no espaçamento entrelinhas de 0,9 m com 10 sementes por metro. A adubação de semeadura constou da aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamônico (MAP) (20 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente). As adubações de cobertura foram realizadas aos 25 e 45 DAE, com aplicação de 120 kg de N e K<sub>2</sub>O, ureia e cloreto de potássio (50% da dose em cada cobertura), respectivamente, visando uma produtividade de 4000 kg ha<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas foi 14%, 20%, 21% e 9% menores nos tratamentos CSCR1, CSCR2, CSCR4, CSSR e SSCRDP respectivamente, em relação ao manejo sem sombra sem regulador (SSSR)(Figura 1 – a). O número de nós (Figura 1 – b) e rendimento de fibra (Figura 2 – e) não apresentaram diferença entre os tratamentos. O efeito do regulador sobre o rendimento de fibra depende das condições ambientais e de cultivo, uma vez que pode haver redução ou aumento (Cook e Kennedy, 2000; Mao et al.,2014). O tratamento SSCRDP teve o maior peso médio de capulhos (Figura 1 – c), no entanto, obteve menor número de capulhos por m<sup>2</sup> (Figura 1 – d), assim como o tratamento SSSR apresentou menor peso médio de capulhos e maior número de capulhos. A produtividade em fibra (Figura 1 – f) foi maior com o tratamento com sombra e com regulador aos -4, 0, 4 e 8 dias após o início do florescimento (CSCR4) comparado aos tratamentos CSCR1, CSSR, SSCRDP e SSSR, mas similar ao CSCR2, apesar de ter sido cerca de 10% maior no CSCR4. Este tratamento apresentou maior área foliar aos 52 DAE comparado á ausência de sombra e regulador (SSSR). Já aos 61 DAE não houve diferença entre os tratamentos e aos 73 DAE os tratamentos com menor índice de área foliar foram CSCR1 e CSCR2 (Figura 2), ou seja, a com sombra e regulador 0 e 8 dias após o florescimento (CSCR2); 4) com sombra e regulador 8 dias após o florescimento (CSCR1).

Um ambiente úmido, com altas temperaturas e solo fértil, pode resultar no crescimento excessivo da planta, causando sombreamento e diminuindo a carga frutífera da planta (Echer & Rosolem, 2015; Grundy et al., 2020). O uso de CM reduz a altura das plantas, contribuindo para a colheita mecanizada (Leal, 2020), apesar da diferença de altura, não altera o número de nós (Silva e Santos, 2011). O uso do CM concentra a produção no terço médio e inferior da planta, o que resulta em capulhos mais pesados, elevando o peso médio de capulhos, no qual é um componente importante para produtividade (Mao et al., 2015).

## **APLICAÇÃO PRÁTICA**

O sombreamento prejudica a retenção de frutos do algodoeiro, refletindo na produtividade, o que pode ser mitigado pelo uso do cloreto de mepiquat. Neste trabalho, a maior produtividade do algodoeiro sob condição de restrição luminosa foi atingida com 4 aplicações de CM aos -4, 0, 4 e 8 DAE após o início do florescimento.

## **AGRADECIMENTOS**

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

## **LITERATURA CITADA**

CHIAVEGATO, E. J.; BERNARDES, M. S.; CARVALHO H. D. R.; Estratégias para melhorar o aproveitamento da luminosidade na cultura do algodão; Instituto MatoGrossense do algodão (IMAmt); Pag 43-61; 2014;

COOK, D. R.; KENNEDY, C. W.; Early flower bud loss and mepiquat chloride effects on cotton yield distribution. *Crop Sci*; 40; 1678–1684; 2000; <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4061678x>

ECHER, F. R.; ROSOLEM, C. A.; Cotton leaf gas exchange responses to irradiance and leaf aging. *Biologia Plantarum*. v.59, p.366-372,2015b. <http://dx.doi.org/10.1007/s10535-015-0484-3>

GAO, H., MA, H., KHAN, A., XIA, J., HAO, X., WANG, F., LUO, H. Moderate Drip Irrigation Level with Low Mepiquat Chloride Application Increases Cotton Lint Yield by Improving Leaf Photosynthetic Rate and Reproductive Organ Biomass Accumulation in Arid Region; *Agronomy*; vol 9; p. 834; 2019. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120834>

LEAL, A.J.F., PIATI, G.L., LEITE, R.C., ZANELLA, M.S., OSORIO, C.R.W.S., LIMA, S.F. Nitrogen and mepiquat chloride can affect fiber quality and cotton yield; *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.24, p.238-243, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n4p238-243>

LI, TING; DAÍ, J.; ZHANG, Y.; KONG, X.; LI, C.; DONG, H; Topical shading substantially inhibits vegetative branching by altering leaf photosynthesis and hormonal content in cotton plants; *Field Crops Research*; Vol 238; Pag 18-26; 2019; <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.04.019>

GRUNDY, P. R.; YEATES, S. J.; BELL, K. L.; Cotton production during the tropical monsoon season. I-The influence of variable radiation on boll loss, compensation and yield; *Field Crops Research*; Vol 254; 2020; <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107790>MAO, L.;

MAO, L.; ZHANG, L.; EVERS, J. B.; WERF, W.; LIU, S.; ZHANG, S.; WANG, B.; LI, Z.; Yield components and quality of intercropped cotton in response to mepiquate chloride and plant density; *Field crops research*; Vol 179; p 63-71; 2015; <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.04.011> MAO, L.; ZHANG, L.; ZHAO, X.; LIU, S.; WERF, W.; ZHANG, S.; SPIERTZ, H.; LI, Z.; Crop growth, light utilization and yield of relay intercropped cotton as affected by plant density and a plant growth regulator; *Field crops research*; Vol 155; p 67-76; 2014; <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.09.021>

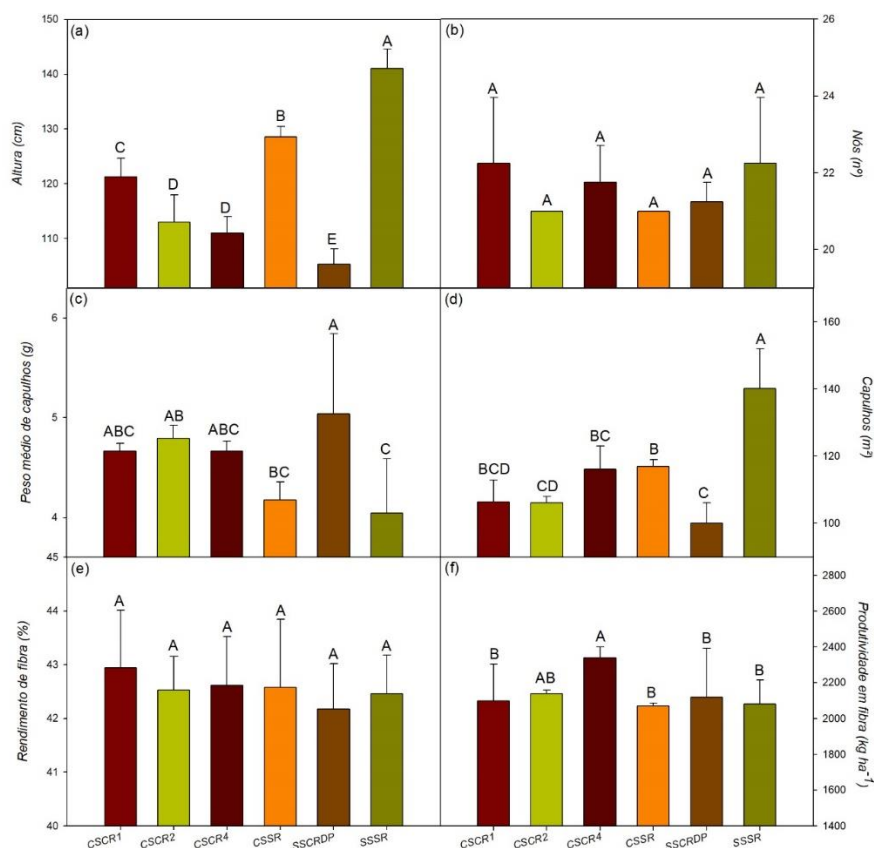
MCGARRY, R. C.; PREWITT, S. F.; CULPEPPER, S.; ESHED, Y.; LIFSCHITZ, E.; AYRE, B. G.; The architecture of the monopodial and sympodial branching of cotton is differentially regulated by orthologs of *Gossypium hirsutum*; *New Phytologist*; vol 212; p. 244-258; 2016; <https://doi.org/10.1111/nph.14037>

SILVA, R. A.; SANTOS, A. M.; Comportamento fisiológico e produtivo do algodoeiro a diferentes modos de aplicação de cloreto de mepiquat; 8º congresso brasileiro; p 504-511; 2011

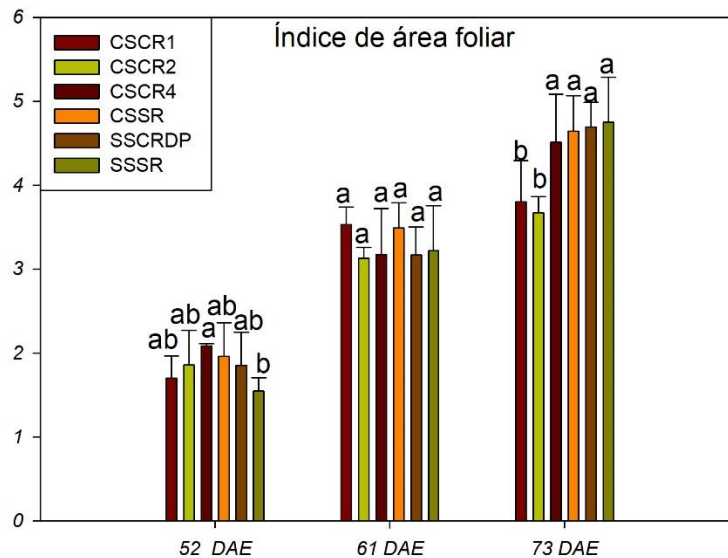
SRIVASTAVA, L. M. Gibberellins. In: \_\_\_\_\_. *Plant growth and development: hormones and the environment*. Oxford: Academic Press, 2002. p. 171-190. OOSTERHUIS, D. M.; Miley, W. N.; Growth and Development of a Cotton Plant; *Crop Science*; 1990; <https://doi.org/10.2134/1990.nitrogennutritionofcotton.c1>

TUNG, S. A.; HUANG, Y.; ALI, H.; HAFEEZ, A.; SHAH, A. N.; MA, X.; AHMAD, S.; LIU, A.; ZHANG, Z.; YANG, G. Z.; Mepiquat chloride effects on potassium acquisition and functional leaf physiology as well as lint yield in highly dense late-sown cotton. *IndCrop Prod*. 129:142-155. 2019. <https://doi:10.1016/j.indcrop.2018.11.056>

## TABELAS E FIGURAS



**Figura 01** – Altura das plantas (a), número de nós (b), peso médio de capulhos (c), número de capulhos (d), rendimento de fibra (e) e produtividade do algodoeiro em fibra (f) de acordo com a presença de sombra e aplicações de cloreto de mepiquat. A>B pelo teste t ao nível mínimo de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). Com sombra e com uma aplicação de regulador aos 8 dias após o início do florescimento (CSCR1), com sombra e com aplicação de regulador aos 0 e 8 dias após o início do florescimento (CSCR2), com sombra e com regulador aos -4, 0, 4 e 8 dias após o início do florescimento (CSCR4), com sombra e sem aplicação de regulador (CSSR), sem sombra e com aplicações de regulador nas condições do produtor (SSCRDP) e sem sombra e sem regulador (SSSR).



**Figura 02** - Índice de área foliar do algodoeiro aos 52, 61 e 73 dias após a emergência. Médias seguidas por letras maiúsculas comparam os tratamentos e as minúsculas as épocas pelo teste t ao nível mínimo de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). Com sombra e com aplicação de regulador aos 8 dias após o início do florescimento (CSCR1), com sombra e aplicação de regulador aos 0 e 8 dias após o início do florescimento (CSCR2), com sombra e regulador aos -4, 0, 4 e 8 dias após o início do florescimento (CSCR4), com sombra e sem aplicação de regulador (CSSR), sem sombra e aplicações de regulador nas condições do produtor (SSCRDP) e sem sombra e sem regulador (SSSR).

# **EFEITO DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NA CULTURA DA SOJA CULTIVADA EM ROTAÇÃO COM A CANA-DE-AÇÚCAR**

Luciano José dos Santos Garrido<sup>1</sup>, Julia Roberta Sanches De Pieri<sup>1</sup>,  
Carlos Sérgio Tiritan<sup>1</sup>, Marcelo Raphael Volf<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE

## **PROBLEMÁTICA**

A cultura da cana-de-açúcar tem a necessidade de renovação devido, na grande maioria das vezes, a queda de produtividade. A queda de rendimento pode estar relacionada a grande presença de plantas daninhas. A rotação de culturas pode auxiliar no manejo deste problema. A cultura da soja pode ser importante estratégia para rotacionar com a cana-de-açúcar auxiliando, na recuperação do solo e por meio do uso de herbicidas diferentes dos usados na cana-de-açúcar, auxiliar no manejo de plantas daninhas. No momento de sua renovação, a cultura deixa grande volume de palha no solo. Uma das formas para se obter cobertura em quantidade e qualidade é a rotação de culturas (FRANCHINI et al., 2011).

As plantas daninhas competem diretamente com as culturas implantadas, e essa competição, muitas vezes, pode causar problemas irreversíveis, competindo por água e nutrientes e recursos naturais com muita eficiência e alto poder de propagação (NASCIMENTO et al., 2021). A prática do plantio direto aplicado auxilia no manejo de plantas daninhas. Atua como barreira física ou efeitos bioquímicos causando a inativação de sementes e brotos (ARAÚJO et al., 2021; CARVALHO; SOUSA, 2021). Contudo a deposição da palha pode diminuir a eficácia de alguns herbicidas.

## **CONHECIMENTO PRÉVIO**

O manejo de plantas daninhas, em soja transgênica, mais utilizado antes da semeadura é a dessecação com glifosato, combinado ou não com outros herbicidas pós-emergentes. Após a emergência da cultura, a grande maioria dos produtores fazem uso apenas do glifosato, pois é neste ponto que se encontra o facilitador do manejo da cultura (GUBIANI et al., 2021).

Após as queimadas dos canaviais não ser mais a forma de manejo adotada, houve uma severa mudança no cenário de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Persistia a dominância de gramíneas e atualmente passou a dominar dicotiledôneas e algumas ciperáceas. (HARRI LORENZI, 2014). Portanto, com essa mudança e também a introdução da rotação de cultura soja/cana, passou a ser necessário entender melhor o efeito dos herbicidas em aplicação de pré emergentes, na cultura da soja, com a presença da palha da cana a qual pode prejudicar a eficácia dos produtos que deveriam ter efeito no solo, como é o caso dos herbicidas com ação pré emergentes.

## **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi conduzido em campo na Fazenda Arizona, localizada no município de Ouro Verde - SP, sob as coordenadas geográficas latitude 21.55'S e 51.77'O com altitude de 321 metros, em área de produção de soja sob sistema de plantio direto sobre a palha da cana e resteva de cana-de-açúcar. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, contendo 11 tratamentos (Tabela 1).

Os herbicidas foram aplicados em método plante e aplique posterior a semeadura da cultura da soja. Foi empregado para a aplicação, pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, acoplado com barra, contendo quatro pontas de pulverização do tipo leque XR 110.02. Com volume de calda utilizado à 200 L ha<sup>-1</sup>. As parcelas experimentais possuíram 15 m<sup>2</sup> (2,5 m x 6 m). Os parâmetros avaliados foram de controle das plantas daninhas aos 07, 14, 21 e 45 dias após aplicação (DAA). Como método para infestação, foi utilizado escala percentual de 0%-100%. Para 0% representará ausência total do controle e 100% morte total das plantas daninhas, respectivamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade de plantas de soja não teve diferença entre os tratamentos. Portanto, o uso de herbicidas não restringiu, por meio de morte ou fito toxidez, o número de plantas emergidas aos 14 DAS (dias após a semeadura). A ausência de fitotoxidez ou morte das plantas de soja, mostra que os produtos testados são seletivos para cultura da soja podendo então ser aplicados em pré emergente à cultura.

O controle inicial aos 7 DAA, todos os herbicidas apresentaram controle superior ao controle sem capina, exceto o Diclosulam, todos os outros herbicidas controlaram a *D. horizontalis* de forma semelhante ao controle com capina. Aos 14 DAA os tratamentos compostos por Diclosulam e Diclosulam+S-metolacloro tiveram controle inferior ao controle com capina, porém ainda superior ao sem capina. Aos 21 DAA somente o tratamento com Clomazone+Sulfentrazone proporcionaram os mesmos resultados que o tratamento controle com capina. Para este período de avaliação, todos os herbicidas apresentaram controle superior à sem capina, embora o Diclosulam com percentual o qual não confere a esse herbicida potencial de controle eficiente a ponto de mitigar o efeito de competição das plantas daninhas com a soja. (Tabela 2). Aos 49 DAA ocorreu a queda no percentual de controle de todos os herbicidas. O tratamento com capina foi superior a todos os herbicidas testados, apenas Clomazone+Sulfentrazone, Trifluralina e sulfentrazone+Diuron foram semelhantes a capina. Exceto Diclosulam e Diclosulam+S-metolacloro todos os outros apresentaram controle superior a 80%. Sendo assim os herbicidas que mantiveram os resultados acima de 80% foram capazes de mitigar ou evitar o efeito de competição das plantas de capim colchão com a cultura da soja.

A densidade de plantas de *D. horizontalis* foi influenciada pelo uso dos herbicidas, todos os herbicidas diminuíram o número de plantas em relação ao controle sem capina (Figura 1). Exceto o Diclosulam e Diclosulam+S Metolacloro todos os demais herbicidas propiciaram densidades de plantas de *D. horizontalis* semelhante ao controle com capina.

O uso dos herbicidas proporcionou maior peso de mil grãos (PMG) do que o controle sem capina, independente do herbicida utilizado (Figura 2), No entanto, entre os herbicidas, somente com o uso da trifluralina o PMG foi semelhante ao controle com capina, tratamentos que obtiveram o maior PMG.

A aplicação de Trifluralina e Piroxasulfona+Flumioxazina proporcionou produtividade semelhante ao tratamento que manteve a soja livre das plantas daninhas (controle com capina) (Figura 3). O uso dos herbicidas, a base de Diclosulam e Diclosulam+S Metolacloro, teve a menor produtividade da cultura entre os herbicidas testados.

O herbicida com maior efeito residual foi a associação de clomazone+sulfentrazone, mantendo a área sem presença de plantas daninhas até os 21 DAA. Associação de herbicidas com sinergismo pode potencializar o efeito de controle. O controle sem capina proporcionou a produtividade de 66% da maior produtividade, atingida com o uso dos herbicidas trifluralina e piroxasulfona+flumioxazina.

O uso dos herbicidas, a base de Diclosulam e Diclosulam+S Metolaclo, proporcionou a menor produtividade da cultura entre os herbicidas testados. Enquanto a aplicação de Trifluralina e Piroxasulfona+Flumioxazina teve a produtividade semelhante ao tratamento que manteve a soja livre das plantas daninhas (controle com capina). A competição das plantas daninhas pode reduzir drasticamente a produtividade das culturas (SILVA et al., 2023). Plantas *Poaceae* podem ter maior capacidade de competição com as culturas do que outras famílias (SILVA et al., 2021) portanto mesmo com poucas plantas por m<sup>2</sup> espécies como *D. horizontalis* podem diminuir a produtividade da cultura.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

O uso de herbicidas inibidores da divisão celular, como a Trifluralina isolados ou associados aos da PROTOX como a Piroxufona+Flumioxizina, permitiram que a cultura da soja permanecesse sem competição por plantas daninhas e com conseqüente maior produtividade. O uso de herbicida aplicado em pré-emergência na cultura da soja sob a palha de cana causou ganhos de produtividade devido ao melhor controle das plantas de *D. horizontalis*.

### LITERATURA CITADA

FRANCHINI, J. C. et al. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. 2011.

CARVALHO, J. B.; SOUSA, R. DE M. A importância da palhada de cana-de-açúcar sobre o solo. 2021.

NASCIMENTO, M. R. L. DO et al. Culturas de inverno na supressão de plantas daninhas: relação com o desenvolvimento inicial da cultura da soja (*Glycine max*). **REVISTA INTERDISCIPLINAR DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO**, v. 9, n. 1, p. 58–67, 16 dez. 2021.

ARAÚJO, F. C. DE et al. Plantas de cobertura na entressafra no manejo de plantas daninhas em área de plantio direto. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 1, p. 50–57, 3 mar. 2021.

GUBIANI, J. E. et al. Seletividade e controle de plantas daninhas da mistura formulada de sulfentrazone + diuron na cultura da soja / Selectivity and weed control from the formulated mixture of sulfentrazone + diuron in soybean. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 63320–63333, 25 jun. 2021.

LORENZI, Harri. Manual de identificação e controle de plantas daninhas. **São Paulo: Instituto Plantarum**, 1986, 6.



SILVA, I. F. DA et al. Alternativas de controle antes da semeadura da soja de biótipos de capim-amargoso resistentes ao glifosato. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, v. 17, n. 2, p. 89–93, 16 nov. 2021.

SILVA, P. H. O. et al. Eficiência de herbicidas pré-emergentes no manejo de plantas daninhas na cultura da soja. **Brazilian Journal of Science**, v. 2, n. 4, p. 21–31, 1 abr. 2023.

## TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos, herbicidas aplicados em pré-emergência.

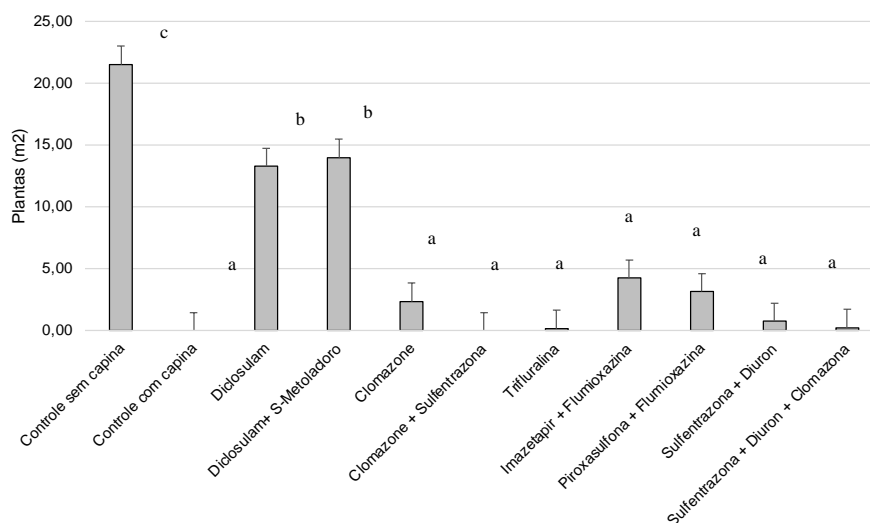
Tratamentos (Princípios ativos)	Produto comercial	Dose (L ou kg ha <sup>-1</sup> )	
		i.a <sup>1</sup>	p.c <sup>2</sup>
Controle sem capina			
Controle com capina			
Diclosulam	Spider	0,036	0,042
Diclosulam+ S-Metolacoloro	Spider + Dual	0,036 + 1,15	0,042+1,5
Clomazone	Gamit Star	0,96	1,2
Clomazone + Sulfentrazone	Gamit Star +	0,96 + 0,25	1,2+0,5
Trifluralina	Trifluralina Gold	1,35	3
Imazetapir + Flumioxazina	Zethamaxx	0,12 + 0,06	0,6
Piroxasulfona + Flumioxazina	Kiojin	0,12 + 0,08	0,4
Sulfentrazone + Diuron	Stone	0,175 + 0,35	1
Sulfentrazone + Diuron +	Stone + Reator	0,175 + 0,35 +	1,0 + 2,2

<sup>1</sup>Ingrediente Ativo, <sup>2</sup> Produto Comercial

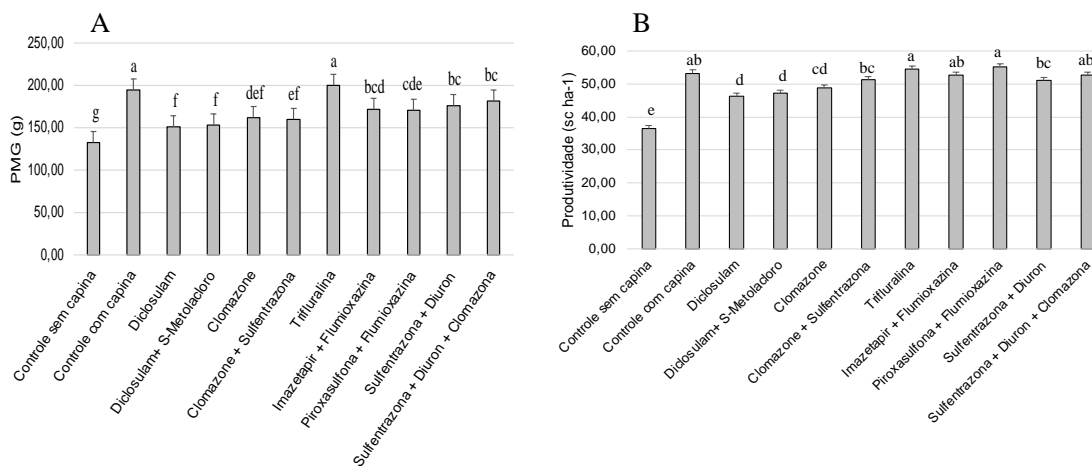
**Tabela 2.** Controle (%) das plantas de *Digitaria horizontalis* (Capim colchão) pela manejo de aplicação de herbicidas em pré-emergente na cultura da soja sobre palhada de cana-de-açúcar. Ouro Verde (SP), safra 2021-2022.

Tratamentos	Controle (%)							
	07 DAA		14 DAA		21 DAA		49 DAA	
Controle sem capina	0,00	c	0,00	d	0,00	E	0,00	E
Controle com capina	100,00	a	100,00	a	100,00	A	100,00	A
Diclosulam	25,00	b	18,00	c	15,00	D	0,00	E
Diclosulam+ S-Metolacoloro	93,75	a	70,00	b	82,50	C	77,50	D
Clomazone	100,00	a	92,50	a	86,25	Bc	82,50	Cd
Clomazone + Sulfentrazone	100,00	a	100,00	a	100,00	A	93,75	Ab
Trifluralina	93,75	a	87,50	a	90,00	Abc	93,75	Ab
Imazetapir + Flumioxazina	96,25	a	95,00	a	82,50	C	83,75	Cd
Piroxasulfona + Flumioxazina	100,00	a	90,00	a	85,00	Bc	85,00	Bcd
Sulfentrazone + Diuron	95,00	a	93,75	a	87,50	Bc	90,00	Abc
Sulfentrazone + Diuron + Clomazona	98,75	a	93,75	a	93,75	Abc	86,25	Bcd
F tratamentos	0,001		0,001		0,001		0,001	
CV (%)	5,43		10,65		12,42		9,53	
D.M.S (<= 0,05)	6,39		11,42		13,61		9,90	

DAA= Dias Após a Aplicação. CV% = Coeficiente de Variação. D.M.S = Diferença Mínima Significativa. Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste *t* ( $p \geq 0,05$ ).



**Figura 1.** Densidade de plantas (plantas m<sup>2</sup>), aos 14 DAA (Dias após a aplicação) de *Digitaria Horizontalis* (Capim colchão) em decorrência da aplicação de herbicidas em aplicados em pré- emergência da cultura da soja, sobre palhada de cana-de-açúcar. Ouro Verde (SP), safra 2021-2022. Barra de erro representa o erro padrão. Letras iguais não diferem significativamente pelo teste t ( $p \geq 0,05$ ).



**Figura 2.** Produtividade de grão (A) de soja (sacas ha<sup>-1</sup>) e peso de mil grãos (PMG) de soja (B) em decorrência da aplicação de herbicidas em aplicados em pré- emergência da cultura da soja, sobre palhada de cana-de-açúcar. Ouro Verde (SP), safra 2021-2022. Barra de erro representa o erro padrão. Letras iguais não diferem significativamente pelo teste t ( $p \geq 0,05$ ).

# **AJUSTANDO A DENSIDADE DE PLANTAS PARA O AMENDOIM EM FUNÇÃO DO SISTEMA DE LINHA SIMPLES E LINHA DUPLA EM FUNÇÃO DO HISTÓRICO DE CULTIVO**

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro<sup>1</sup>, Gilmar Santos Martins Junior<sup>2</sup>, Leonardo Vesco Galdi<sup>2</sup>, Gian Lucas Bresqui Andrade<sup>2</sup>, Antonio Cesar Padovan<sup>2</sup>, Adenilson José de Souza<sup>2</sup>, Fábio Rafael Echer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Estadual Paulista, Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal – UNESP- Botucatu-SP. cordeirocfs@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade do Oeste Paulista, Departamento de Agronomia – UNOESTE-Presidente Prudente-SP. fabioecher@unoeste.br*

## **PROBLEMÁTICA**

A maior parte do amendoim brasileiro é cultivada em solos de baixa fertilidade, pós-pastagem degradada ou em reforma de cana-de-açúcar. Entretanto nos últimos anos tem aumentado o cultivo de amendoim em áreas “repetidas” – de segundo ou terceiro ano de amendoim consecutivo, sendo essas áreas de melhor fertilidade, e isso pode afetar a densidade ideal de plantas, uma vez que solos corrigidos quimicamente favorecem o crescimento vegetativo da cultura. Ainda, os produtores de amendoim utilizam os sistemas de semeadura com linha simples e linha dupla e na maioria das vezes associado à alta densidade de plantas. Esse fato aumenta o custo de produção do amendoim, e pode estar reduzindo a produtividade da lavoura em função do maior consumo de água e auto sombreamento da planta. Assim há necessidade de estudos para ajustar a densidade de plantas para lavouras de amendoim e avaliar se o sistema de semeadura (linha simples ou linha dupla) e o histórico de cultivo podem afetar a densidade de plantas para cultura.

## **CONHECIMENTO PRÉVIO**

O ajuste do espaçamento entre linhas e a densidade de plantas são fundamentais para melhorar a eficiência no uso da água, da energia luminosa e conseqüentemente a produtividade do amendoim. Lavouras com baixa densidade de plantas e espaçamento entre linhas mais largo atrasam o fechamento do dossel, principalmente em solos de baixa fertilidade, e isso aumenta a competição com plantas daninhas, além de limitar a interceptação de energia luminosa. Por outro lado, lavouras com espaçamento entre linhas mais estreito e alta densidade de plantas resultam em rápido fechamento do dossel, principalmente quando cultivados em solos de maior fertilidade, e em alguns casos levam ao sombreamento das folhas que estão na parte inferior da planta, reduzindo a taxa fotossintética e a produtividade (Cordeiro et al., 2023; Haro et al., 2022).

No Brasil os produtores de amendoim utilizam densidade entre 10 e 25 plantas por metro, tanto no sistema de linha simples quanto no de linha dupla. Levando em consideração que o custo de sementes representa até 20% do custo total de produção, é importante definir qual densidade de plantas resulta em maior produtividade. Foi relatado recentemente, em um estudo que utilizou a cultivar Granoleico, na região do Oeste de São Paulo, que a máxima produtividade é obtida com densidade de plantas entre 10 (solos de melhor fertilidade) e 18 plantas por metro

de linha (solos de baixa fertilidade) (Cordeiro et al., 2023). Entretanto ainda não se sabe se o sistema de linha simples e linha dupla modifica a densidade ótima de plantas, e qual a influência do histórico de cultivo da área.

No Brasil não há relatos se o sistema de linha simples é superior ao de linha dupla, porém na Argentina foi relatado que a redução do espaçamento entrelinhas é uma estratégia para melhorar a interceptação da radiação e a produtividade do amendoim (Haro et al., 2022), mas isso ainda precisa ser avaliado nas condições edafoclimáticas regionais brasileiras. Assim o objetivo do estudo foi avaliar a produtividade do amendoim em função do sistema de semeadura (linha simples e linha dupla), densidade de plantas em áreas novas de plantio ou em áreas com histórico de cultivo.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O estudo foi conduzido em área comercial localizada em Regente Feijó- SP (22° 13' 7" S, 51° 18' 21" O e 440 metros de altitude), nas safras de 2021/2022 e 2022/2023, em área de solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO, de textura arenosa. A área de primeiro ano de amendoim (nova) foi após pastagem degradada e tinha baixa fertilidade, já a área com histórico de cultivo teve a rotação nos últimos dois anos com amendoim-pastagem-amendoim.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram com dois arranjos de plantas (linha simples – 0,90 m entre linhas e linha dupla – 0,17x0,73 m entre linhas) combinado com quatro densidades de plantas (8, 10, 12 e 14 plantas m<sup>-1</sup>). A sub-parcela teve dimensões de 3,6 m (largura) (quatro linhas) x 6 m (comprimento). Em todas as áreas foi utilizado a cultivar Granoleico – cultivar tipo *Runner* – ciclo médio-precoce.

A calagem foi realizada no mês de agosto utilizando a dose de 1.600 kg ha<sup>-1</sup> (área nova) e 1.000 kg ha<sup>-1</sup> (área com histórico de cultivo). No mês de setembro foi realizado o preparo convencional em todas as áreas. A semeadura foi realizada durante o mês de outubro de forma mecanizada, utilizando 32 sementes por metro de linha em sistema de linha dupla. A adubação de semeadura nas duas áreas foi realizada com aplicação de 12, 90, 30, 22 e 18 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca e S, respectivamente, também foi aplicado 0,5 kg ha<sup>-1</sup> de B e Zn. Aos 15 dias após a emergência do amendoim foi realizado o desbaste das plantas com objetivo de estabelecer o sistema de linha simples (foi retirada uma das linhas gêmeas, assim ficando espaçamento de 0,9 m entre linhas) e a densidade de plantas desejada em cada tratamento.

Aos 135 dias após a emergência do amendoim (com aproximadamente 70% das vagens maduras – R8-R9 (BOOTE, 1982) foi realizado o arranquio do amendoim de forma mecanizada. Em seguida foi realizado a coleta de todas as plantas de um metro de linha nas duas linhas centrais de cada parcela, para que fosse estimada a produtividade do amendoim em casca. A umidade dos grãos foi corrigida a 7%. O estudo estatístico constou de análise de variância, e as médias dos tratamentos experimentais foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade, utilizando-se software estatístico Sisvar.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A produtividade média do amendoim na safra 2021/2022 foi de 3.409 kg ha<sup>-1</sup> (área nova) e 4.911 kg ha<sup>-1</sup> (área com histórico de cultivo); e na safra 2022/2023 foi de 6.950 kg ha<sup>-1</sup> (área nova) e 6.111 (área com histórico de cultivo). A maior produtividade na safra 2022/2023 pode ser explicada pela maior precipitação, que foi de 1.240 mm durante o ciclo do amendoim contra 819 mm na safra 2021/2022. Curiosamente na safra com menor precipitação (2021/2022) a produtividade do amendoim foi na área com histórico de cultivo, e no ano chuvoso a diferença de produtividade entre as duas áreas foi pequena.

De forma geral houve pouco efeito do sistema de linha simples e linha dupla sobre a produtividade do amendoim. Na primeira safra (2021/2022) o sistema de linha dupla resultou em aumento da produtividade apenas na área nova quando se utilizou 10 plantas m<sup>-1</sup> de linha, e na safra 2022/2023 ocorreu o oposto, ou seja, o sistema de linha simples teve maior produtividade que o sistema de linha dupla quando foi utilizado 10 plantas m<sup>-1</sup> na área nova. Dessa forma, desde que tenha uma distribuição uniforme das plantas, o produtor pode optar tanto pelo sistema de linha simples quanto pelo sistema de linha dupla, sem prejudicar a produtividade da lavoura. É importante mencionar que para que ocorra uma distribuição regular das plantas é fundamental o uso de sementes com alta qualidade fisiológica, sendo importante o uso de sementes certificadas.

A maior produtividade do amendoim foi obtida com densidade entre 10 e 12 plantas por m<sup>-1</sup>, e a partir disso houve redução da produtividade. Em anos com menor precipitação e em áreas de menor fertilidade (novas), densidades menores que 10 plantas m<sup>-1</sup> reduziram a produtividade significativamente. Além disso, na safra com maior precipitação e um solo de maior fertilidade (área com histórico de cultivo), quanto maior a densidade de plantas, menor é a produtividade, principalmente quando essa alta densidade de plantas é associada ao sistema de linha dupla devido ao crescimento vegetativo excessivo do amendoim, reduzindo a formação e o enchimento das vagens.

Resumidamente, stand final de plantas entre 10 e 12 plantas por m<sup>-1</sup> resultam em máxima produtividade e pode contribuir para redução do custo de produção com sementes. Um ponto importante é que a germinação das sementes de amendoim em condições de campo oscila entre 50 e 80% e isso deve ser levado em consideração no momento de decidir com quantas sementes por metro o amendoim será semeado.

## **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A diferença de produtividade do sistema de linha simples e linha dupla é pequena. A máxima produtividade é obtida com densidade entre 10 e 12 plantas por metro de linha para a cultivar Granoleico. Densidades maiores que 12 plantas por metro de linha reduzem a produtividade principalmente em áreas com histórico de cultivo (mais férteis). Novos estudos devem avaliar esse efeito em cultivares de ciclo tardio, que possuem um crescimento vegetativo mais rigoroso.

## AGRADECIMENTOS

Ao produtor Helder Lamberti pelo apoio operacional para condução do ensaio em sua propriedade e a FAPESP pelo financiamento da bolsa de iniciação científica do segundo autor (Processo [2022/15912-4](#)).

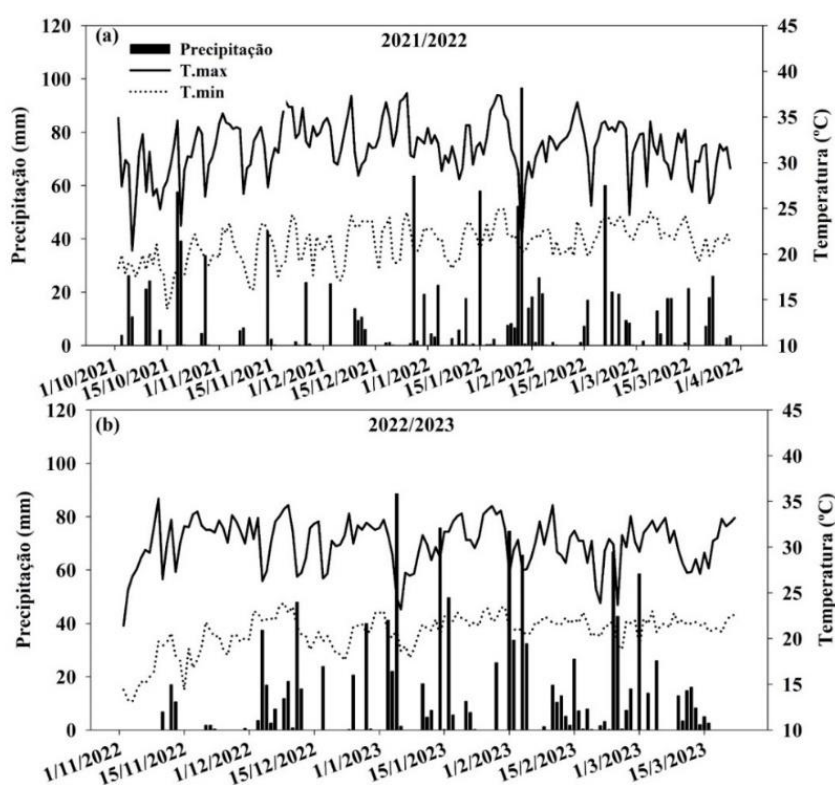
## LITERATURA CITADA

CORDEIRO, Carlos Felipe dos Santos et al. Adjusting peanut plant density and potassium fertilization for different production environments. **Agronomy Journal**, v. 115, n. 2, p. 817-832, 2023.

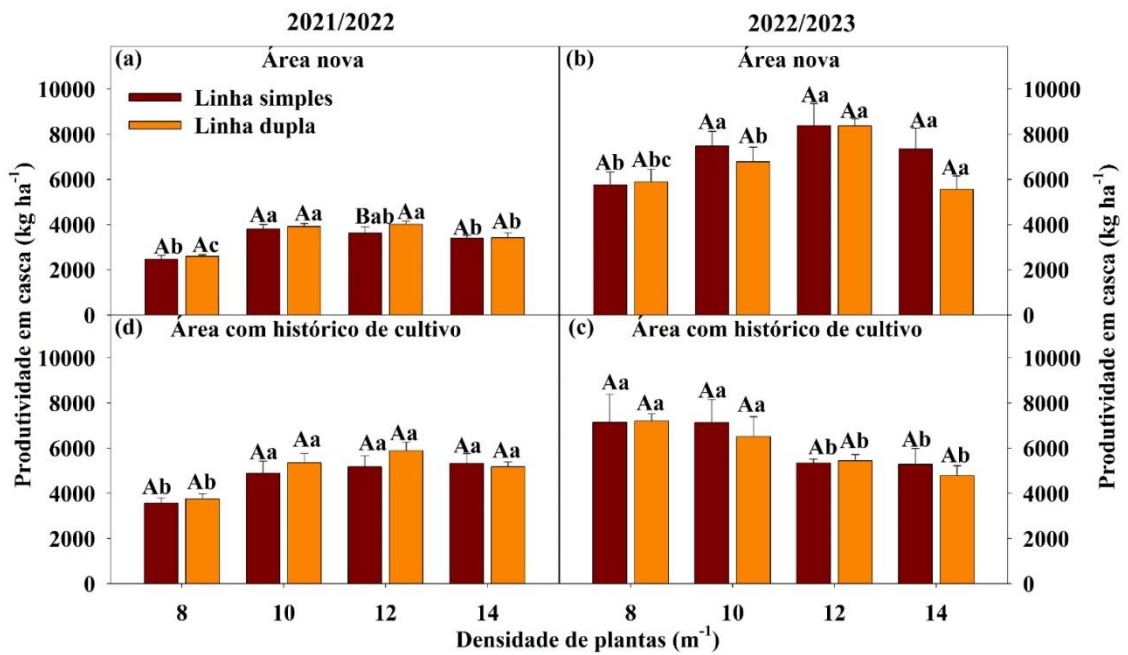
BOOTE, K. J. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Peanut science**, v. 9, n. 1, p. 35-40, 1982.

HARO, Ricardo J.; CARREGA, Willians C.; OTEGUI, María E. Row spacing and growth habit in peanut crops: Effects on seed yield determination across environments. **Field Crops Research**, v. 275, p. 108363, 2022.

## FIGURAS E TABELAS



**Figura 1.** Precipitação, temperatura máxima e mínima, durante a condução do estudo. Regente Feijó-SP. 2021/2022 - 2022/2023.



**Figura 2.** Produtividade de amendoim em casca em função do arranjo e densidade de plantas. Regente Feijó-SP (2021/2022 - 2022/2023). Letras maiúsculas compararam os arranjos de plantas em cada densidade de plantas. Letras minúsculas comparam densidade de plantas em cada arranjo de plantas.

# DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE FEIJÃO COMUM SEMEADOS SOBRE DOIS SISTEMAS DE CULTIVO

Tiago Aranda Catuchi<sup>1</sup>, Alexandrius de Moraes Barbosa<sup>1</sup>, Ivan Komuro Cabral<sup>1</sup>, e Hugo Luciano da Silva Maturano<sup>1</sup>

*Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, E-mail: tiago@unoeste.br*

## PROBLEMÁTICA

A cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) ocupa um grande espaço na agricultura Brasileira devido à sua importância econômica e social. A produção nacional de feijão na safra 2023 está estimada em 3,0 milhões de toneladas, cultivadas em 2,7 milhões de hectare (CONAB, 2023). As épocas recomendadas para semeadura concentram-se, basicamente, em três períodos, o chamado das "águas", nos meses de agosto a novembro, o da "seca" ou safrinha, de janeiro a março, e o de outono-inverno ou terceira época, nos meses de maio a julho. No período que compreende a épocas das águas, especialmente semeadura realizada em agosto na região do Oeste Paulista, tem se observado grande desafio em termos de produtividade, pois há baixas precipitações na época de plantio e elevadas temperaturas próximo ao florescimento da cultura, que ocorre entre os meses de setembro e outubro. Neste contexto, a avaliações de cultivares de feijão com diferentes períodos de duração do ciclo, em sistema contendo palhada no solo, se faz necessário para dar subsídio de informações ao produtor na hora de cultivar feijão na safra das águas, na região do Oeste Paulista.

## CONHECIMENTO PRÉVIO

A região do Oeste Paulista, possui clima com temperatura média de 25°C, e regime hídrico concentrado no verão (BARBOSA, 2022). Os solos da região possuem textura arenoso, com baixa retenção de água no solo.

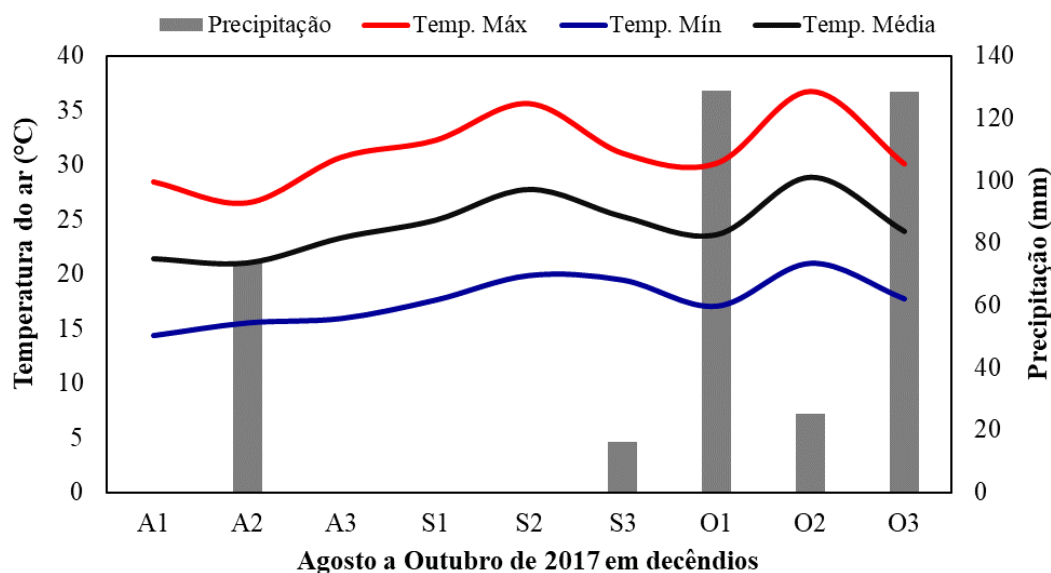
A combinação de ausência de chuvas e aumento das temperaturas pode levar as plantas ao déficit hídrico, além de promover o abortamento de flores e vagens, visto que temperaturas noturnas, diurnas acima de 25 e 30°C, respectivamente, podem afetar negativamente o pegamento dos botões florais e a formação das vagens (BARBOSA; GONZAGA, 2012). A ausência de cobertura do solo pode agravar a ressecamento do solo, além de elevar as temperaturas no dossel inferior das plantas, ocasionado pela radiação incidente diretamente na superfície do solo. Neste contexto, alguns cultivares podem apresentar desempenho produtivo satisfatório quando cultivado sobre palhada.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, em Presidente Bernardes-SP, durante a safra 2017. O solo da área é classificado como Latossolo de textura arenosa (EMBRAPA, 2018). A região apresenta clima do tipo Aw, de inverno seco e verão chuvoso (KOPPEN; GEIGER, 1952). Os dados climáticos durante o período do experimento podem ser observados na Figura 1.



Foi adotado do delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por 2 sistema de cultivo (com e sem palhada), as sub-parcelas foram compostas por 6 cultivares de feijão carioca (BRS estilo, BRS requinte, BRS pérola, IAC imperador, IPR andorinha, IPR curió).



**Figura 1.** Temperatura média, máxima e mínima do ar (°C) e precipitação acumulada (mm) em decêndios no período de agosto a outubro de 2017. Presidente Bernardes-SP.

Anteriormente ao cultivo do feijão, foi semeado *Urochloa ruziziensis* em janeiro de 2017, com dessecação da área em julho de 2017. A produtividade de palhada foi de 6,5 t ha<sup>-1</sup>. Após a dessecação, nas parcelas correspondentes ao sistema sem palhada, foi realizada a retirada da palhada manualmente. Posteriormente a essa operação, o feijão foi semeado no dia 14 de agosto de 2017, no espaçamento de 0,45 cm, com densidade de 15 plantas por metro linear. Por ocasião da semeadura foi aplicado 300 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 04-30-10. Quando as plantas estavam no estágio de desenvolvimento V4, foi aplicado 75 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (fonte ureia) e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (fonte KCl).

A colheita do feijão foi realizada aos 120 dias após a emergência (DAE). Por ocasião da colheita foram avaliadas as seguintes variáveis: plantas por hectare; vagens por planta, grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis população de plantas por hectare e produtividade de grãos obtiveram maiores valores no sistema com palhada (Tabela 1), com aumento de 98% e 27%, respectivamente. A maior produtividade de grãos foi observada no cultivar BRS Requite (1.806,2 kg ha<sup>-1</sup>), seguido pelo cultivar BRS Pérola (1.092,6 kg ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 1.** Componentes da produção e produtividade de feijão em razão do Sistema de cultivo (S) em interação com Cultivares de feijão (C). (Presidente Bernardes, Ano Agrícola 2017).

Tratamento	Peso de 100	Vagens	Grãos	Plantas ha <sup>-1</sup>	Produtividade
	grãos	planta <sup>-1</sup>	vagem <sup>-1</sup>		
	g			kg ha <sup>-1</sup>	
Sistema de cultivo (S)					
Com Palhada	20,7a	13,6b	3,1a	206.479,4a	1.116,5a
Sem Palhada	18,5a	15,6a	3,3a	104.628,6b	867,0b
Cultivar (C)					
IPR Curió	18,9ab	16,1ab	2,8b	142.591,2b	686,7cd
IPR Andorinha	20,0ab	13,1bc	2,9b	196.294,3a	872,9bcd
IAC Imperador	16,3b	9,8c	3,1ab	169.442,8ab	599,2d
BRS Pérola	21,7a	14,8ab	3,5ab	127.776,5bc	1.092,6b
BRS Requite	20,7a	14,7ab	3,7a	206479,4a	1.806,2a
BRS Estilo	20,1ab	19,2a	3,3ab	90739,8c	8.92,7bc
Interação S x C	ns	ns	ns	*	*
CVparcela (%)	14,5	8,7	12,7	6,7	22,1
CVsubparcela (%)	13,7	21,3	14,5	17,9	21,9

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

No desdobramento da interação entre o sistema de produção e os cultivares, houve resposta para as variáveis população de plantas e produtividade de grãos (Tabela 2). Os maiores valores de população de plantas foram observados para o sistema com palhada. Resposta que pode estar relacionado a infestação de Murcha de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*), a qual foi observada no sistema com ausência de palhada, causando a mortalidade de plantas na fase vegetativa.

De acordo com Lobo Junior (2021) medidas de manejo como a rotações de culturas com espécies de braquiárias, pode reduzir a infestação da doença. Esta redução a população de plantas refletiu na produtividade de grãos, onde os cultivares de feijão de ciclo precoce (IPR Curió, IPR Andorinha, IAC Imperador) apresentaram baixa população de plantas e produtividade de grãos, na ausência de palhada sobre o solo.

**Tabela 2.** Desdobramento da interação significativa entre Sistema de cultivo (S) em interação com Cultivares de feijão (C), plantas por hectare e produtividade de grãos do feijoeiro. (Presidente Bernardes, Ano Agrícola 2017).

Sistema de cultivo	Cultivar					
	IPR Curió	IPR Andorinha	IAC Imperador	BRS Pérola	BRS Requite	BRS Estilo
	Plantas ha <sup>-1</sup>					
Com Palhada	222.220,0Ab	292.589,7Aa	205.553,5Abc	159.257,7Acd	248.145,7Aab	111.110,0Ad
Sem Palhada	62.962,3Bc	99.999,0Bbc	133.332,0Bab	96.295,3Bbc	164.813,2Ba	100.369,7Bc
	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )					
Com Palhada	1.023,3b	1.211,0Aab	614,9Abc	1.011,9Ab	1.986,8Aa	1.036,3Ab
Sem Palhada	350,2Bd	534,9Bc	583,5Ac	1.173,3Aab	1.625,6Ba	996,0Ab

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna para o fator Sistema de cultivo, e mesma letra minúscula, na linha para o fator Cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

O cultivo de feijão de terceira safra na região do Oeste Paulista, apresenta-se como período de baixo potencial produtivo, em razão das elevações da temperatura. A presença de palhada no sistema de cultivo, minimiza a perdas de plantas por doença e reflete positivamente na produtividade. Caso a opção seja pelo cultivo na terceira safra, dar opções para utilização de cultivares de ciclo médio.

### LITERATURA CITADA

BARBOSA, Alexandrius de Moraes. Agrometeorological water balance in the west of São Paulo State. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, SP. v. 18, 2022, p. 1-11, 2022.

BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região Central-Brasileira**. Santo Antônio de Goiás: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Arroz e Feijão, 2012. 247 p.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra do feijão 2022/23**. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acessado: 31 de agosto de 2023.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

KÖPPEN, Wladimir; GEIGER, Rudolf. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LOBO JUNIOR, M. Doenças fúngicas do solo. Embrapa Arroz e Feijão. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/doencas/doencas-fungicas/doencas-fungicas-do-solo>>. Acessado: 31 de agosto de 2023.

# **ESTIMATIVA DA POL E DO ATR EM FUNÇÃO DOS VALORES DE BRUX NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Alexandrius de Moraes Barbosa<sup>1</sup> e Carlos Sérgio Tiritan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unoeste – Universidade do Oeste Paulista – Pós-Graduação em Agronomia -  
alexandrius@unoeste.br

## **PROBLEMÁTICA**

O produtor de cana-de-açúcar é remunerado em função da produtividade de colmos e através do preço do açúcar total recuperável (ATR), parâmetro este que representa a qualidade da cana-de-açúcar, ou seja, a capacidade da cana ser transformada em etanol e açúcar. A análise do ATR envolve diversos equipamentos e reagentes, e são realizados em laboratórios localizados nas usinas. Tais procedimentos acabam dificultando o monitoramento da qualidade da cana-de-açúcar no campo. Portanto, a elaboração de métodos de estimativas do ATR no campo pode auxiliar o produtor no monitoramento da qualidade da cultura da cana-de-açúcar.

## **CONHECIMENTO PRÉVIO**

De acordo com Câmara (1993) a cana-de-açúcar possui quatro principais fases de crescimento (brotação, perfilhamento, período de grande crescimento e maturação). Na fase de grande crescimento é onde ocorre o alongamento dos colmos e a definição da produtividade de colmos. A fase de maturação é marcada pelo armazenamento de açúcar no colmo, sendo responsável pela definição dos parâmetros de qualidade.

A qualidade da matéria-prima da cana-de-açúcar é definida pelas características químico-tecnológicas (porcentagem de sólidos solúveis na amostra – Brix; porcentagem aparente de sacarose – Pol; pureza; açúcares totais recuperáveis – ATR e fibra), atendendo às exigências da indústria por ocasião do processamento (SILVA et al., 2015).

A Pol e o ATR são os principais parâmetros tecnológicos, pois eles representam a porcentagem aparente de sacarose e a quantidade de açúcares redutores totais recuperada da cana até o xarope, respectivamente. O ATR por sua vez é o principal parâmetro utilizado no sistema de pagamento da cana-de-açúcar (COSTA et al., 2021).

A análise desses parâmetros é realizada em laboratórios de análise de cana-de-açúcar que envolvem diversos procedimentos, equipamentos e reagentes (CONSECANA, 2015). Nesse sentido, para se obter valores de Pol e ATR faz-se necessário a coleta de amostras a campo, transporte até o laboratório e realização de diversas análises laboratoriais, que por sua vez, resulta em altos custos durante todo o processo.

Já a avaliação do Brix, pode ser realizada a campo, através de análises não destrutivas com o uso de refratômetros, sendo que, os resultados podem ser visualizados logo após a análise, no próprio campo. Dessa maneira, a possibilidade de estimar o ATR e a Pol através do Brix, pode auxiliar o produtor na rápida tomada de decisão quanto ao manejo da cultura da cana-de-açúcar.

O objetivo deste estudo foi elaborar equações de estimativas de ATR e Pol através de valores de Brix.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado com dados de análise laboratorial de matéria-prima de cana-de-açúcar publicados pelo Conselho de Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo (CONSECANA), Organização de Associações de Produtores de Cana do Brasil (ORPLANA) e União de Indústria de Cana-de-Açúcar (ÚNICA) disponíveis no portal Observatório da Cana <[www.observatoriodacana.com.br](http://www.observatoriodacana.com.br)>.

Foram coletados dados de Brix (% , sólidos solúveis do caldo), Pol (% , sacarose aparente do caldo) e ATR (Açúcar total recuperável em kg de ATR por ton de colmo). Utilizou-se dados de quatro Estados (Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo) e de seis regiões do Estado de São Paulo (Assis, Araçatuba, Piracicaba, Ribeirão Preto, São Carlos e São José do Rio Preto), no período de 2015 a 2020, compreendendo os meses de janeiro a dezembro. Utilizou-se o total de 2.576 pontos para cada parâmetro tecnológico.

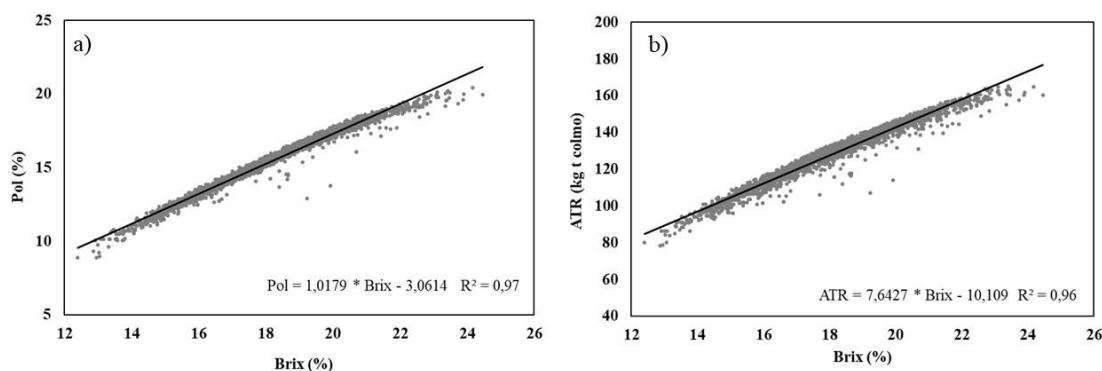
A estimativa da Pol e ATR em função dos valores do Brix foi realizada através da função linear da relação dos parâmetros tecnológicos. Para calibração das equações, foram utilizadas 320 análises tecnológicas obtidas de unidades de produção do Estado de São Paulo, em que, os dados estimados através das equações, foram comparados com os dados observados nos laboratórios. O desempenho da equação de estimativa foi realizado através do coeficiente de correlação (r), o índice de concordância (d) proposto por Willmott (1981) e o índice de confiança (c) proposto por Camargo e Sentelhas (1997).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do ajuste linear (Figura 1), obteve-se as seguintes equações de estimativa da Pol [1] e do ATR [2]:

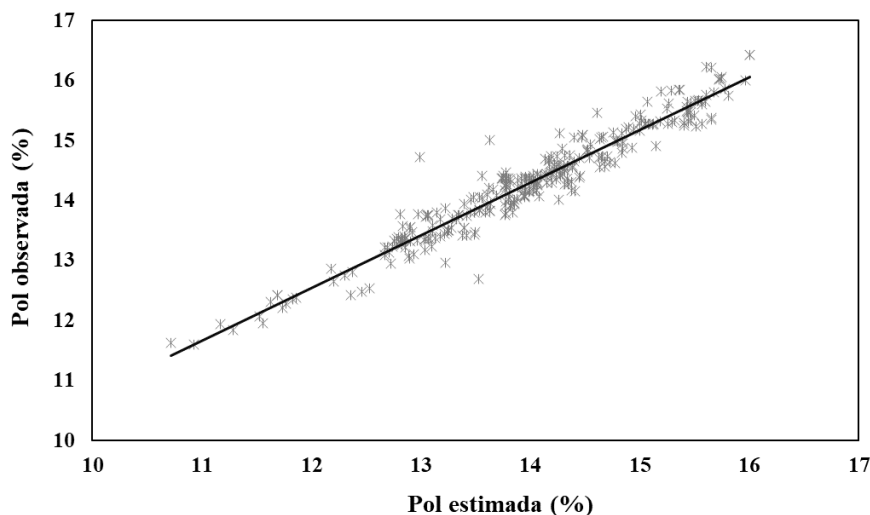
$$\text{Pol (\%)} = 1,0179 * \text{Brix} - 3,0614 \quad [1]$$

$$\text{ATR (kg t colmo)} = 7,6427 * \text{Brix} - 10,109 \quad [2]$$

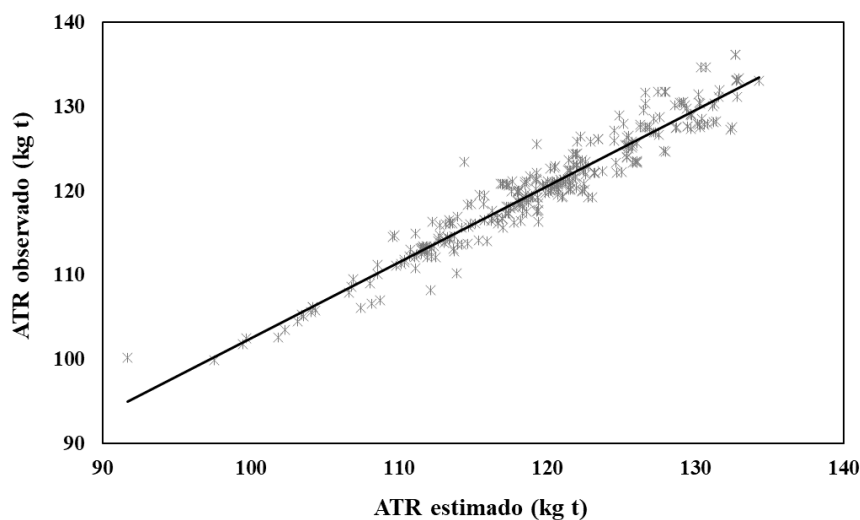


**Figura 1.** Ajuste linear para estimativa da Pol (%) e do ATR (kg t de colmo) em função do Brix (%) (n = 2.576)

Nas Figuras 2 e 3 pode-se observar a correlação entre os valores da Pol e do ATR estimados e observados em laboratório, sendo que, conforme classificação de Hopkins (2000), para ambos os parâmetros se observou correlação quase perfeita.



**Figura 2.** Relação entre os valores observados e estimados da Pol (%) em função do Brix (%).



**Figura 3.** Relação entre os valores observados e estimados de ATR (kg ton de colmo) em função do Brix (%).

Pode-se observar na Tabela 1 os índices de avaliação de desempenho da equação de estimativa da Pol e do ATR em função do Brix. O índice de concordância (d) apresentou valores elevados para as duas equações. O índice de confiança (c) indicou desempenho ótimo ( $c > 0,85$ ) para as duas equações.

**Tabela 1.** Índices de avaliação do desempenho da equação de estimativa da Pol e do ATR

Parâmetros	r	d	c
Pol	0,96	0,96	0,92
ATR	0,96	0,99	0,95

r - coeficiente de correlação; d - índice de concordância; c - índice de confiança;

Os bons ajustes das equações de Pol e Brix deve-se a forte relação existente entre esses parâmetros tecnológicos. O Brix possui relação direta, na prática, com o teor de açúcares no caldo. A cana contém, principalmente, três tipos de açúcares: sacarose, glicose e frutose. Desses açúcares, o maior teor é de sacarose, que está diretamente relacionado com o ponto de maturação da cana (LAVANHOLI, 2010). Por sua vez, a Pol está diretamente relacionada com o ATR, fazendo parte da equação para o cálculo de ATR (CONSECANA, 2015).

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

As equações de estimativa da Pol e do ATR através do Brix, que é um parâmetro que pode ser realizado de maneira rápida à campo, dará ao produtor boa noção da qualidade tecnológica e índice de maturação da lavoura de maneira rápida e sem custo, auxiliando, na rápida tomada de decisão de manejo na cultura da cana-de-açúcar.

### **LITERATURA CITADA**

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.

CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, p. 89-97, 1997.

CONSECANA – Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e etanol do Estado de São Paulo. **Manual de instruções/Edição/CONSECANA-SP**, 2015, 80p.6ªed.

COSTA, M.V.; FONTES, C.H. CARVALHO, G.; MORAES JÚNIOR, E.C. UltraBrix: A Device for Measuring the Soluble Solids Content in Sugarcane. **Sustainability**. v.13, 1227, 2021.

HOPKINS, W. G. Correlation Coefficient. Disponível em: <http://www.sportsci.org/resource/stats/correl.html>. Acesso: 15 de abril, 2015.

LAVANHOLI, M.G.D.P. **Qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de açúcar e álcool**. In: Cana-de-Açúcar / (eds) Dinardo-Miranda, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. Campinas-SP, IAC, 2010, 882p.

SILVA, F.C.; MUTTON, M.J.R.; CESAR, M.A.A.; MACHADO JUNIOR, G.R.; MUTTON, M.A.; STUPIELLO, J.P. **Qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima**. In: (eds) Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos / (eds) SILVA, F.C.; ALVES, B.J.R.; FREITAS, P.L. Brasília-DF, Embrapa, 2015, 586p.

WILLMOTT CJ. On the validation of models. **Physical Geography 2**: p.184–194, 1981

# ÍNDICE DE PREVISÃO DO FLORESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR

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

<sup>1</sup>Unoeste – Universidade do Oeste paulista, Programa de Pós-Graduação em Agronomia –  
alexandrius@unoeste.br

## PROBLEMÁTICA

O florescimento da cana-de-açúcar é um fenômeno indesejável do ponto de vista de rendimento de colmos e de açúcar. O florescimento interrompe a formação de novos entrenós e reduz o acúmulo de açúcar no colmo. O período indutivo ao florescimento da cultura no estado de São Paulo se dá no final de fevereiro ao início de março. Através do monitoramento climático no período pré-indutivo (início de fevereiro) é possível verificar se as condições climáticas estão (ou não) favoráveis para o florescimento da cultura, permitindo ao produtor a realização de manejos que inibam o florescimento. No entanto, ainda existem poucas metodologias de estimativa de florescimento para a cultura da cana-de-açúcar, principalmente, métodos que utilizem de informações da disponibilidade de água no solo e da radiação solar.

## CONHECIMENTO PRÉVIO

O florescimento da cana-de-açúcar é influenciado por diversos elementos climáticos, tais como: fotoperíodo (ALEXANDER, 1973), temperatura do ar (PEREIRA, 1985), disponibilidade de água no solo (MOORE; BERDING, 2014) e radiação solar (ESPINOZA; QUEMÉ, 2014). Em relação ao fotoperíodo, a indução ao florescimento ocorre com a diminuição do comprimento dia, sendo o fotoperíodo ideal de 12 a 12,5 horas para ocorrer a indução floral (CLEMENTS; AWADA, 1967; BERDING, 1995). Tais condições ocorrem próximo de 25 de fevereiro a 20 de março no estado de São Paulo.

Quanto à temperatura do ar, o florescimento é inibido em condições de mínimas abaixo de 18 °C e máximas acima de 32°C (GOSNELL, 1973; LEVI, 1983). Pereira (1985) propôs um índice de previsão de florescimento baseado na temperatura do ar, sendo que, nas condições climáticas da região centro-sul, praticamente todos os anos são favoráveis para o florescimento. No entanto, na prática, nem todos os anos são floríferos.

Em relação a umidade do solo, estudos demonstram que o florescimento da cana-de-açúcar é reduzido em condições de baixa disponibilidade de água no solo (déficit hídrico) no período pré-indutivo da cultura (GOSNELL, 1973; PEREIRA, 1983). Já em relação a radiação solar, relatos demonstraram que dias nublados aumentam o florescimento da cana-de-açúcar, ou seja, a maior incidência de radiação solar pode inibir o florescimento (ESPINOZA; QUEMÉ, 2012).

Nesse sentido, o objetivo do estudo foi apresentar uma proposta de um índice de previsão de florescimento da cana-de-açúcar baseado na disponibilidade de água do solo e na radiação solar.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Para a elaboração do índice de florescimento foram levados em consideração dois fatores: disponibilidade de água no solo e radiação solar, tendo em vista de que anualmente as condições de fotoperíodo e temperatura do ar são favoráveis para o



florescimento no estado de São Paulo. O índice de previsão do florescimento foi elaborado baseando-se nas condições climáticas do período pré-indutivo (01 a 20 de fevereiro).

O índice de previsão do florescimento (IPF) proposto no estudo para a cultura da cana-de-açúcar pode ser observado na Equação (1).

$$IPF = [(ARM / CAD) + IR] / 2 \quad (1)$$

Onde, ARM (armazenamento de água no solo, mm) sendo necessário utilizar o menor valor de ARM observado no período de 01 a 20 de fevereiro. O ARM é obtido através do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955); CAD (capacidade de água disponível do solo, mm); também foi proposta uma classificação da intensidade de florescimento (Tabela 1).

**Tabela 1.** Condições para o florescimento da cana-de-açúcar em função do índice de previsão do florescimento (IPF)

Condições para Florescimento	IPF
Extremamente Favorável	0,90 a 1,0
Muito Favorável	0,76 a 0,9
Favorável	0,51 a 0,75
Mediamente Favorável	0,26 a 0,50
Muito Desfavorável	0 a 0,25

O índice de radiação (IR) se dá em função da transmissividade atmosférica (Tabela 2), calculada conforme Equação (2).

$$TA = Q_g / Q_o \quad (2)$$

Onde, a transmissividade atmosférica (TA) representa a fração da radiação solar que incide na superfície terrestre em relação a radiação que incidente no topo da atmosfera;  $Q_g$  (Radiação solar global em superfície,  $MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$ ), sendo utilizada a média diária do período pré-indutivo (01 a 20 de fevereiro);  $Q_o$  (Radiação solar global no topo da atmosfera,  $MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$ ) sendo utilizada a média diária do período pré-indutivo (01 a 20 de fevereiro) conforme a latitude da região de cultivo.

**Tabela 2.** Índice de radiação (IR) em função da transmissividade atmosférica (TA).

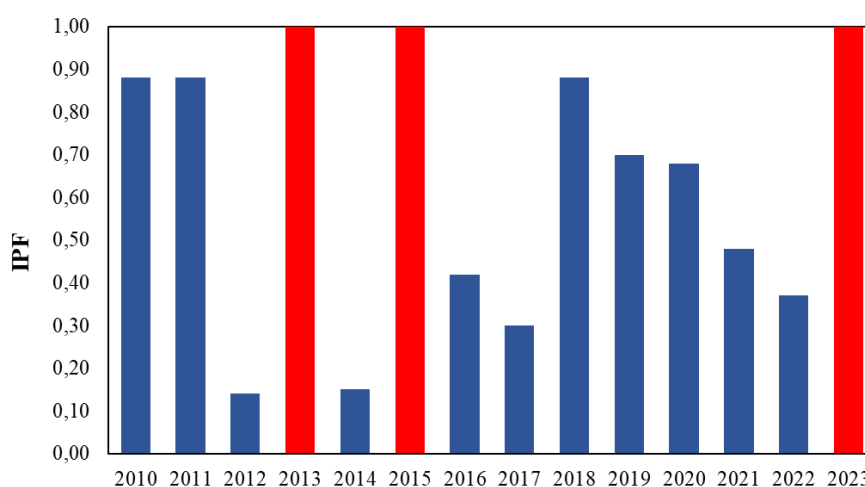
TA*	IR
$\leq 0,5$	1,00
0,501 a 0,525	0,75
0,526 a 0,55	0,50
0,551 a 0,575	0,25
$\geq 0,576$	0,00

\*Calculada conforme Equação 2

Para melhor compreensão do IPF, foi realizado um estudo de caso de aplicação do índice para as condições climáticas de Presidente Prudente-SP (latitude -22,07') nos anos de 2010 a 2023.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1 a variação do índice de previsão do florescimento da cana-de-açúcar (IPF) do ano de 2010 a 2023 nas condições climáticas de Presidente Prudente-SP, sendo que o IPF variou de 0,14 a 1,0. Em três ocasiões (2013, 2015 e 2023) o IPF indicou condições climáticas extremamente favoráveis para o florescimento. Tais informações estão de acordo com observações à campo, onde ocorreu intenso florescimento dos canaviais nos respectivos anos.



**Figura 1.** Índice de previsão do florescimento (IPF) da cana-de-açúcar no período de 2010 a 2023 em Presidente Prudente-SP. As barras vermelhas indicam os anos em que o índice apresentou condições extremamente favoráveis (IPF de 0,91 a 1,0).

Quando o fotoperíodo e a temperatura do ar são favoráveis à indução floral, as diferenças anuais na intensidade de florescimento resultam da variação da umidade do solo (MOORE; BERDING, 2014). Através do índice proposto, foi possível visualizar as variações anuais das condições ao florescimento da cana-de-açúcar em função da disponibilidade de água no solo e do balanço de radiação solar.

A disponibilidade de água no solo é calculada na primeira parte da Equação 1 (ARM/CAD), sendo que valores do ARM igual a CAD, indicam que o solo está com alta umidade (100% da água disponível). O IPF além identificar períodos de déficit hídrico, também permite identificar a variação da umidade do solo em função dos diferentes tipos de solos (solos com maior ou menor CAD). Dessa maneira, tais informações permitem um melhor planejamento no manejo de florescimento da cana-de-açúcar.

Ainda, é importante ressaltar a relação existente entre a disponibilidade de água no solo com a transmissividade atmosférica. Períodos de estiagem, que resultam em baixo armazenamento de água no solo estão associados a altos valores de transmissividade atmosférica, ou seja, maior incidência de radiação solar em virtude da ausência de nuvens.

A ausência de dados históricos do florescimento da cana-de-açúcar ainda é um fator limitante para a validação do IPF. Portanto, é de grande importância o monitoramento do florescimento ano a ano e a realização de estudos com o índice proposto visando sua validação e também futuras melhorias.

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A previsão do florescimento da cultura da cana-de-açúcar contribuí para o melhor manejo de inibidores de florescimento e para elaboração de planejamentos mais assertivos. O índice de previsão do florescimento (IPF) proposto no trabalho permite identificar anos com condições climáticas favoráveis ou não para o florescimento da cana-de-açúcar com base na disponibilidade de água do solo e radiação solar incidente. No estudo considerou-se o período pré-indutivo (01 a 20 de fevereiro) da cana-de-açúcar para a realização do IPF. No entanto, através do índice é possível acompanhar as condições climáticas em outros períodos, sendo possível a previsão do florescimento com algumas semanas de antecedência e também, utilizá-lo como ferramenta de monitoramento em tempo real de previsibilidade do florescimento da cana-de-açúcar.

### **LITERATURA CITADA**

- ALEXANDER, A.G. **Sugarcane physiology**. Amsterdam: Elsevier, 752p, 1973.
- BERDING, N. Improving flowering through breeding: progress and prospects. **Proc Queensland Sugar Technol Assoc**, v.17, p.162-171, 1995.
- CLEMENTS, H.F.; AWADA, M. Experiments on the artificial induction of flowering in sugarcane. **Proc Int Soc Sugar Cane Technol**, v.12, p.795-812, 1967.
- ESPINOZA, G.; QUEMÉ, J.L. **Floración de la caña de azúcar y su manejo**. In: El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala. Ed MELGAR et al.. Guatemala: Artemis Edinter, 512p. 2014.
- GOSNELI, J.M. Some factors affecting flowering in sugarcane. **Proceedings South African Sugar Technologists' Association**, 47, 144–147. 1973.
- LEVI, C.A. Froracion de cana de azucar, determinacion de requerimentos indutivos. **Revista Industrial de Tucuman**, v.60, n.1, p.1-15, 1983.
- MOORE, P.H.; BERDING, N. Flowering. In: **Sugarcane: physiology, biochemistry & functional biology**. Moore, P.H; BOTHA, F.C. (ed): Wiley Blackwell (1ed). p. 379-406, 2014.
- PEREIRA, A.R. Previsão do florescimento em cana-de-açúcar. **Comunicação da Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v. 3, p. 15-16, 1985.
- PEREIRA, A.R.; BARBIERI, V; VILLA NOVA, N.A. Climatic Conditioning of Flowering Induction in Sugarcane, **Agricultural Meteorology**, London, v. 29, p. 103-110, 1983.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology. 1955.

## **INOCULAÇÃO DO ALGODOEIRO COM MICORRIZAS (*Rhizophagus irregulares*) EM DIFERENTES SISTEMAS DE ROTAÇÃO**

Gilmar Santos Martins Junior<sup>1</sup>, Giovanna Maniezzo de Mattos<sup>1</sup>, Lucas Facholi Dos Santos<sup>1</sup>, Adenilson José de Souza<sup>1</sup>, Caio Augusto Bais<sup>1</sup>, Gustavo Ricardo Aguiar<sup>1</sup> e Fábio Rafael Echer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Oeste Paulista, Departamento de Agronomia – UNOESTE - Presidente Prudente-SP. [gilmartinsjnr@gmail.com](mailto:gilmartinsjnr@gmail.com); [giovannamaniezzo433@gmail.com](mailto:giovannamaniezzo433@gmail.com); [lucas.facholi.santos@gmail.com](mailto:lucas.facholi.santos@gmail.com); [souza.adenilsonj@gmail.com](mailto:souza.adenilsonj@gmail.com); [caio.bais93@gmail.com](mailto:caio.bais93@gmail.com); [aguiarg.agro@gmail.com](mailto:aguiarg.agro@gmail.com) e [fabioecher@unoeste.br](mailto:fabioecher@unoeste.br)

### **PROBLEMÁTICA**

A agricultura no Brasil está se expandindo para os solos arenosos, estes que, apresentam menor potencial produtivo devido aos seus baixos teores de matéria orgânica, nutrientes e baixo armazenamento de água. Cultivar nesse tipo de solo, associado às instabilidades climáticas que estão ocorrendo atualmente é um grande desafio.

Buscar maneiras para diminuir os riscos de produzir nesse ambiente é de grande importância, e melhorar o status hídrico da planta é um deles. Introduzir práticas conservacionistas no sistema de produção contribui para o aumento do estoque de carbono e de matéria orgânica que, por consequência, aumenta o armazenamento de água. Além disso, o emprego de novas biotecnologias com inoculação de micorrizas (*Rhizophagus irregularis*) para estimular o desenvolvimento radicular pode ser efetivo e tornar a planta mais resistente ao déficit hídrico.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A seca é um dos fatores de estresse abióticos mais frequente, limitando o crescimento das plantas e a produtividade das culturas. Fatores como infiltração rápida e baixa retenção de água em solos arenosos, devido aos espaços porosos (predomínio de macroporos), que permitem uma drenagem livre da água do solo, torna o crescimento das plantas mais difícil (Qiao et al. 2012, Zhu et al. 2012).

A aplicação de micorrizas (*Rhizophagus irregularis*) pode tornar a planta mais resistente ao déficit hídrico devido à colonização nas raízes, formando uma associação simbiótica e permitindo maior absorção de nutrientes ampliando a zona de alcance do sistema radicular, otimizando o uso dos nutrientes, em consequência um aumento na produtividade.

As micorrizas arbusculares (FMAs) são capazes de formar uma relação simbiótica com 80% das espécies de plantas terrestres (Smith e Read 2008). Muitos estudos observaram que sob condições de estresse hídrico, as plantas que formaram uma relação simbiótica com as FMAs aumentaram o crescimento e são mais resistentes à seca (Augé, 2001). As FMAs são capazes de promover o estado hídrico e fisiológico do hospedeiro, alterando a taxa de movimento da água na planta (Augé, 2001) e afetando a hidratação dos tecidos (Aroca et al. 2008).

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido a campo na Fazenda Experimental da UNOESTE, em Presidente Bernardes – SP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas com cinto repetições. Nas parcelas foram alocadas as culturas de cobertura: Pousio (sem cultivo); Gramínea solteira - *Urochloa ruziziensis*; Gramínea + gramínea (G+G) - *Urochloa ruziziensis* + Milheto; Gramínea + leguminosa (G+L) - Milheto + *Crotalaria Spectabilis*; – MIX de plantas: Milheto + + *Urochloa ruziziensis* + *Crotalaria spectabilis* + Nabo forrageiro, e nas subparcelas alocou-se os tratamentos com e sem inoculação de micorrizas. A semeadura das culturas de cobertura foi realizada no dia 12/08/2022 e dessecadas no dia 17/10/2022. No dia 05/12/2022 ocorreu a semeadura do algodoeiro com uma densidade de 10 sementes por metro. A aplicação do *Rhizophagus irregulares* ocorreu no sulco de semeadura. A aplicação foi feita através do equipamento Microm acoplado na semeadora com a dose recomendada de 200 g ha<sup>-1</sup> do produto comercial, qual concentração de esporos por g no produto? colocar o volume de calda utilizado. Foi aplicado 2 t ha<sup>-1</sup> de dolomito no dia 07/08/2022 e, na semeadura aplicou-se 105, 120, 120 e 2 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, N, K<sub>2</sub>O e B, respectivamente. Aos 47 e 117 DAE do algodoeiro foi realizada as avaliações de condutância estomática e o potencial hídrico foliar após 5 dias da última chuva. Aos 163 DAE do algodoeiro foi realizado a colheita manual do experimento. Dois metros de linha foram colhidos e avaliados a produtividade e componentes de produção (número e peso de capulhos). Os dados foram submetidos à análise de variância e a médias comparadas pelo teste t (LSD).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade do algodoeiro não mostrou diferença entre os tratamentos (Figura 2a), e foi em média, 4792,46 kg ha<sup>-1</sup> de algodão em caroço. A safra de 2022/23 foi atípica em relação às anteriores no Oeste Paulista, acumulando um volume de 1001,6 mm de chuva da semeadura a colheita do algodão (Figura 1), o que permitiu uma condição favorável de desenvolvimento. FERREIRA (2015) discute em seu trabalho que há benefícios na utilização FMAs na produtividade da cultura do algodoeiro, porém, não observamos em nossos resultados, e isso pode estar associado com as condições hídricas adequadas durante o cultivo, não mostrando o efeito benéfico das FMAs.

O número de capulhos mostrou diferença estatística entre os sistemas apenas onde não havia a inoculação (Figura 2b). O MIX aumentou em 27% o número de capulhos m<sup>-2</sup> em relação ao sistema com G+L, e somente no G+L houve diferença entre o manejo com ou sem inoculação, onde a ausência do inoculante diminuiu em 21% o número de capulhos. Apesar do tratamento com G+L apresentar o menor número de capulhos, isso foi compensado pelo peso médio de capulhos (Figura 2c), pois à medida que a carga de frutos é menor na planta, menor é sua competição interna por recursos, aumentando seu peso (ECHER, 2012). O sistema G+L apresentou capulhos 25% mais pesados do que os demais tratamentos onde não havia inoculação no algodoeiro. Além disso, a ausência da inoculação resultou em capulhos 27% mais pesados dentro do sistema G+L, sendo justificado pelo menor número de capulhos (Figura 2c).

Na tabela 1 podemos observar que não houve diferença entre os tratamentos em ambas as variáveis condutância estomática e potencial hídrico aos 47 DAE.

Entretanto, observamos que apenas no tratamento com gramínea solteira houve efeito do inoculante, aumentando em 17% a condutância estomática da planta em relação a ausência do inoculante, o que se assemelha com o estudo de TAVARES et al. (2021) que mostra maior condutância estomática das plantas inoculadas do que as plantas controle.

Aos 117 DAE, observamos que na ausência do inoculante o potencial hídrico foliar no pousio melhorou em média 10% em relação aos tratamentos com gramínea solteira, G+G e MIX (Tabela 2). Ao observarmos a inoculação dentro de cada sistema, há uma melhoria do potencial hídrico em 13 e 14% nos tratamentos com MIX e G+G, respectivamente. Não foi observado diferença entre os sistemas quando houve a inoculação do algodoeiro na condutância estomática (Tabela 2), porém, na ausência do inoculante, houve redução dessa variável em 53% no tratamento com gramínea solteira em relação ao consorcio com G+G. De maneira geral, a FMAs pouco beneficiou planta de algodão, mas há estudos que mostram os benefícios positivos desses fungos na tolerância das plantas agrícolas ao estresse hídrico (PEREIRA et al., 2015; OULEDALI et al., 2018).

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A inoculação com micorrizas (*Rhizophagus irregulares*) não mostrou eficiência no aumento da produtividade do algodoeiro, e pouco melhorou o potencial hídrico e a condutância estomática da folha. Portanto, mais estudos devem ser feitos, principalmente em safras com ocorrências de veranicos, como também da dosagem do produto, para avaliar os benefícios da inoculação com micorrizas no algodoeiro em solo arenoso.

### **AGRADECIMENTOS**

A Fundação Agrisus pelo financiamento da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor, e financiamento da pesquisa (Processo PA 3359/22).

### **LITERATURA CITADA**

AROCA, Ricardo et al. Plant responses to drought stress and exogenous ABA application are modulated differently by mycorrhization in tomato and an ABA-deficient mutant (sitiens). **Microbial ecology**, v. 56, p. 704-719, 2008.

AUGÉ, Robert M. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Mycorrhiza**, v. 11, n. 1, p. 3-42, 2001.

ECHER, Fabio Rafael. Respostas fisiológicas e fitotécnicas do algodoeiro à luminosidade e à elevada temperatura noturna. 2012.

FERREIRA, Bruno da Silva et al. Levantamento populacional de fungos micorrízicos arbusculares e de fitonematoides em áreas produtoras de algodão no estado de Goiás. 2015.

OULEDALI, Sarra et al. Estimating the contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to drought tolerance of potted olive trees (*Olea europaea*). **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 40, p. 1-13, 2018.

PEREIRA, Silvia Caroline Farias. Relação planta-fungos micorrízicos em áreas de Caatinga: respostas à disponibilidade hídrica e perturbações antrópicas. 2020.

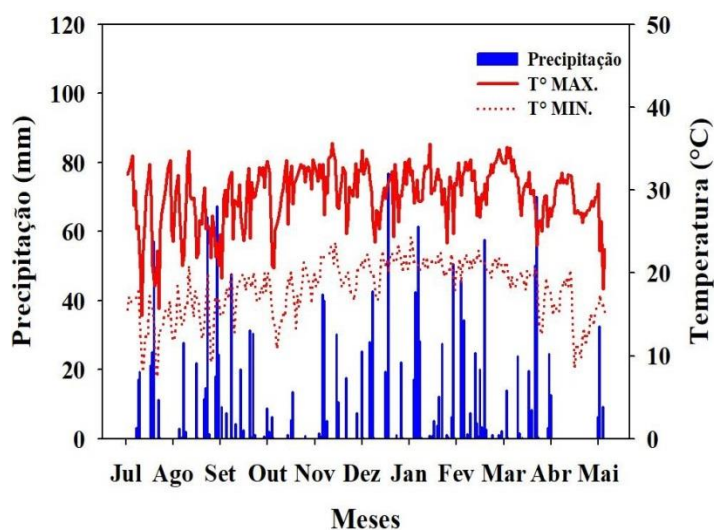
QIAO, Guang et al. Identification of differentially expressed genes preferably related to drought response in pigeon pea (*Cajanus cajan*) inoculated by arbuscular mycorrhizae fungi (AMF). **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 34, p. 1711-1721, 2012.

SMITH, Sally E.; READ, David. The symbionts forming arbuscular mycorrhizas. **Mycorrhizal symbiosis**, p. 13-41, 2008.

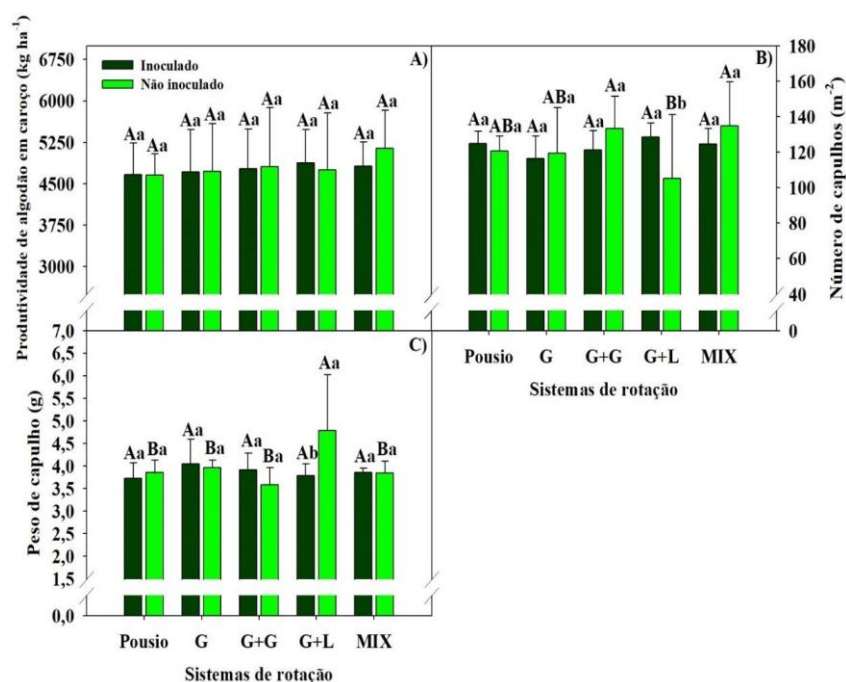
TAVARES, Germanna et al. Alterações Fisiológicas em Plantas de Soja Submetidas a Níveis de Déficit Hídrico e Inoculação com Fungos Micorrízicos Arbusculares. 2021.

ZHU, X. C. et al. Arbuscular mycorrhizae improves photosynthesis and water status of *Zea mays* L. under drought stress. **Plant, Soil and Environment**, v. 58, n. 4, p. 186-191, 2012.

## TABELAS E FIGURAS



**Figura 1.** Precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima durante a condução do experimento.



**Figura 2.** Produtividade de algodão em caroço (A), número de capulhos por metro quadrado (B) e peso médio do capulho (C) em função da inoculação ou não do algodoeiro cultivado em diferentes sistemas de culturas de cobertura. Letras iguais não se diferenciam pelo teste de T (LSD) a 5% de probabilidade. Letra maiuscula (A) compara os sistemas com culturas de cobertura e letra minúscula (a) compara a inoculação.

**Tabela 1.** Potencial hídrico foliar e condutância estomática aos 47 DAE em função da inoculação ou não do algodoeiro cultivado em diferentes sistemas de culturas de cobertura. Letras iguais não se diferenciam pelo teste de T (LSD) a 5% de probabilidade. Letra maiuscula (A) compara os sistemas com culturas de cobertura e letra minúscula (a) compara a inoculação.

Inoculação	Gramínea	MIX	G+L	Pousio	G+G
Potencial hídrico foliar					
Com	1,18 Aa	1,06 Aa	1,02 Aa	1,08 Aa	1,09 Aa
Sem	1,03 Aa	1,13 Aa	1,12 Aa	1,20 Aa	1,15 Aa
CV %	15,51%				
Condutância estomática					
Com	233,06 Aa	240,67 Aa	242,51 Aa	244,83 Aa	269,62 Aa
Sem	198,61 Ab	211,69 Aa	214,33 Aa	220,79 Aa	227,76 Aa
CV %	16,91%				



**Tabela 2.** Potencial hídrico foliar e condutância estomática aos 117 DAE em função da inoculação ou não do algodoeiro cultivado em diferentes sistemas de culturas de cobertura. Letras iguais não se diferenciam pelo teste de T (LSD) a 5% de probabilidade. Letra maiúscula (A) compara os sistemas com culturas de cobertura e letra minúscula (a) compara a inoculação.

Inoculação	Gramínea	MIX	G+L	Pousio	G+G
Potencial hídrico foliar					
Com	1,21 Aa	1,15 Aa	1,23 Aa	1,17 Aa	1,14 Aa
Sem	1,28 Ba	1,30 Bb	1,26 ABa	1,17 Aa	1,30 Bb
CV %	6,45%				
Condutância estomática					
Com	314,81 Aa	317,18 Aa	325,81 Aa	327,98 Aa	346,28 Aa
Sem	236,17 Ca	251,89 BCa	277,24 ABCb	330,44 ABa	362,11 Aa
CV %	22,20%				

## **CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA EM UM SOLO ARENOSO DO OESTE PAULISTA**

Maria Albertina Monteiro dos Reis<sup>1</sup>, Edgard Henrique Costa Silva<sup>1</sup>, Carlos Henrique dos Santos<sup>1</sup>

*Universidade do Oeste Paulista – mariareis@unoeste.br*

### **PROBLEMÁTICA**

O manejo da irrigação no país é realizado, principalmente, pelo balanço climático, sem considerar o armazenamento de água no solo. O solo atua como reservatório de água para a planta, dessa forma, é de extrema importância conhecer sua capacidade de armazenamento de água. A água armazenada no solo é uma das variáveis mais importantes para fins de irrigação. O monitoramento da água no solo permite aumentar a eficiência do uso da água e produtividade da água, fatores de destaque para a gestão sustentável dos recursos hídricos. A retenção de água no solo pode ser afetada pelo tipo de solo, estrutura, presença de matéria orgânica, dentre outros fatores característicos do local e manejo realizado. Os solos arenosos representam um desafio à produção agrícola, devido à alta suscetibilidade à erosão e baixa capacidade de retenção de água. Nesse sentido, o objetivo do trabalho é realizar um estudo preliminar da curva de retenção de água em solo arenoso em Presidente Prudente – SP.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A curva de retenção de água no solo (CRAS) mostra a quantidade de água no solo, em volume ou em peso, em determinadas sucções (W.-J. Sun & Cui, 2020). Esta curva é essencial para compreender o movimento da água no solo. A retenção de água no solo (RAS) é fundamental no entendimento das funções do mesmo afetando diretamente sua produtividade (Laird et al., 2010). A RAS depende da porosidade, estrutura, tamanho e forma dos poros (Moldrup et al., 2013). A estrutura dos poros presente no solo varia conforme a textura do solo, conteúdo de matéria orgânica e manejo do solo (Steponaviciute et al., 2022). O sistema de cultivo adotado também influencia a retenção de água (Munkholme et al., 2012). A CRAS influencia a absorção de água do solo pelas raízes, principalmente em regiões com escassez hídrica (GAO et al., 2002).

Na região do Oeste Paulista há predomínio de Argissolos, os quais necessitam cuidados especiais para seu manejo, pois são solos de textura arenosa a franco-arenosa em superfície, exigindo maiores cuidados para retenção de água e redução da erosão. Os solos arenosos representam um desafio ao desenvolvimento agrícola, devido à alta suscetibilidade à erosão e baixa capacidade de retenção de água.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O estudo foi realizado no Câmpus II da Universidade do Oeste Paulista em Presidente Prudente, São Paulo (22°06'59" S, 51°27'02" W). Foram coletadas amostras de solo indeformadas nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm. As amostras de solo foram saturadas, colocando-se água até metade da altura do anel.

Após a saturação, foi aferida a massa das amostras de solo com auxílio de balança para determinação do conteúdo de água na amostra no ponto de saturação.

As amostras de solo saturadas foram colocadas sobre placa de cerâmica porosa e levadas à câmara de pressão de Richards, e foram submetidas à diferentes tensões: 4, 6, 10, 30, 100, 500 e 1500 kPa. A tensão de 10kPa corresponde a capacidade de campo do solo, quantidade máxima de água que o solo pode reter; e a tensão de 1500 kPa corresponde ao ponto de murcha permanente, em que a água não está disponível para absorção pelas plantas.

Em cada tensão aplicada na câmara de Richards, observou-se a redução na drenagem do excedente de água até cessar. Após cessar a drenagem, as amostras foram retiradas da câmara e a massa foi aferida novamente, a fim de obter a massa de água no equilíbrio entre a tensão aplicada e a umidade relacionada.

Ao final da última tensão, a amostra de solo foi levada para a estufa a 105°C até massa constante para determinação da densidade do solo. O valor da umidade foi determinado com base em massa (Equação 1) e posteriormente multiplicado pela densidade para obtenção da umidade volumétrica ( $\theta$ ).

$$U = \frac{M_{\text{Água}}}{M_{\text{Solo Seco}}} \quad (1)$$

Os pares de dados de umidade e tensão obtidos por meio da câmara de Richards foram ajustados ao modelo de Van Genuchten (1980) (Equação 2).

$$\theta(h) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + |\alpha h|^n]^m} \quad (2)$$

Em que,  $\theta(h)$  = umidade do solo em volume,  $\theta_r$  = umidade residual,  $\theta_s$  = umidade na saturação,  $\alpha, m, n$  = parâmetros de ajuste,  $h$  = potencial matricial em módulo. Para ajuste do modelo foi utilizado o software RETC (Van Genuchten et al., 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise granulométrica do solo estudado encontra-se na Tabela 1. Verifica-se predomínio de areia nas camadas avaliadas, com uma pequena diferença de 6 g kg<sup>-1</sup>. Pode ser verificado, também, redução no teor de argila em profundidade, com uma diferença de 5 g kg<sup>-1</sup>. Devido aos teores baixos de argila encontrados no solo, pode-se inferir que não haverá melhora na retenção de água em profundidade. Solos de textura arenosa possuem menor capacidade de retenção de água. A areia apresenta baixa capacidade de retenção de água devido ao grande espaço formado entre as partículas granulométricas e a rápida infiltração de água no solo (NASCIMENTO et al., 2010). A relação silte/argila abaixo de 0,7 em solos arenosos, indica predomínio avançado de intemperismo (SILVA et al., 2020). No presente estudo a relação silte argila encontrada é de 0,5 e 0,7 nas camadas de 0,2 e 0,4 m, respectivamente. A distribuição do tamanho das partículas é a propriedade física mais importante do solo, pois influencia a maioria de suas propriedades físicas (SKOPP, 2001). Maior quantidade de partículas finas (menor teor de partículas grossas) presentes no solo e matéria orgânica, resulta em melhor estrutura do solo, menor densidade e maior porosidade, aumentando a retenção de água no solo e disponibilidade hídrica (SUN et al., 2021).

**Tabela 1.** Análise granulométrica do solo avaliadas nas camadas de 0 – 0,2 e 0,2 – 0,4 m.

Camada (m)	Areia total	Silte g kg <sup>-1</sup>	Argila	Classe textural
0 – 0,2	889	39	72	Arenosa
0,2 – 0,4	883	50	67	Arenosa

Os parâmetros de ajustes para os pares de dados de umidade e tensão para o modelo de Van Genuchten (1980) estão apresentados na Tabela 2. O ajuste obtido para o modelo ( $R^2$ ) foi próximo à 1.

**Tabela 2.** Parâmetros de ajuste do modelo Van Genuchten para a curva de retenção de água no solo.

Camada (m)	$\theta_s$	$\theta_R$	$\alpha$	n	m	$R^2$
20	0,360	0,067	0,024	2,033	0,508	0,992
40	0,325	0,081	0,021	1,884	0,469	0,995

Os valores de  $\theta_s$  e  $\theta_R$  indicam os valores saturados e residuais de umidade do solo, respectivamente. A umidade do solo na saturação na camada de 0-0,2 m foi de 0,360 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>, e na camada de 0,2-0,4 m foi de 0,325 cm<sup>3</sup>.cm<sup>-3</sup>. O  $\theta_R$  pode ser definido como a umidade no ponto de murcha permanente, o qual foi de 0,067 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> e 0,081 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> para as camadas de 0-0,2 e 0,2-0,4 m, respectivamente.

Com base no modelo gerado para a CRAS (Tabela 2), foi possível determinar os valores de capacidade de campo e ponto de murcha permanente. A capacidade de campo (CC) foi de 0,176 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> e 0,194 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> para as camadas de 0-0,2 e 0,2-0,4 m, respectivamente. O ponto de murcha permanente (PMP) encontrado é o  $\theta_R$ . Com base nesses dois valores é possível estimar a água disponível do solo (AD), informação essencial para o manejo da irrigação, pois corresponde a água que o solo consegue armazenar entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente. No presente estudo, a AD encontrada foi de 1,09 mm cm<sup>-1</sup> e 1,13 mm cm<sup>-1</sup> para as camadas de 0-0,2 e 0,2-0,4 m, respectivamente. De acordo com a literatura valores de referência para CC e PMP são apresentados na Tabela 4. De acordo com a literatura, a AD pode variar de 0,6 a 1,0 mm.cm<sup>-1</sup> em solos arenosos, valores abaixo do encontrado no presente estudo. Essa comparação evidencia a importância da determinação da CRAS, pois pode-se observar que devido a valores encontrados na literatura, as lâminas de irrigação podem estar sendo subestimadas, podendo expor as plantas ao déficit hídrico.

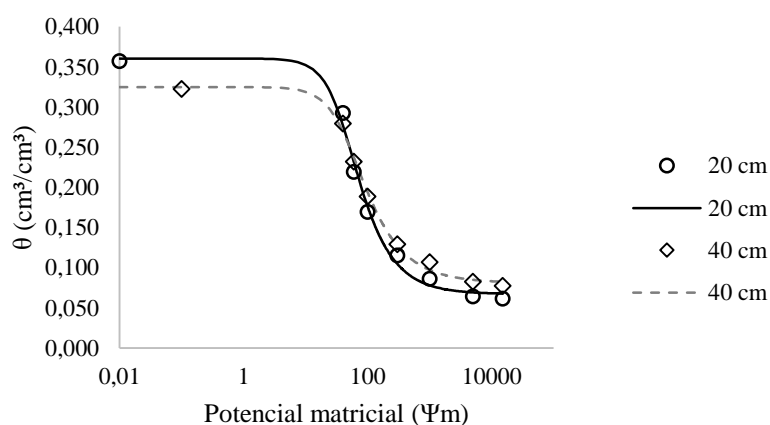
**Tabela 4.** Valores de orientação de capacidade de campo, ponto de murcha permanente e densidade

Tipo de solo	Capacidade de campo (%)	Ponto de murcha permanente (%)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
Arenoso	9 (6 a 12)	4 (2 a 6)	1,65 (1,55 a 1,8)

Na Figura 1 pode-se observar que a curva de retenção de água começa com uma inclinação quase nula em pressões próximas a zero, mas cai cada vez mais

rápido à medida que a tensão diminui. O conteúdo de água retido na camada de 0-0,2 m foi de  $0,36 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  e de  $0,30 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  na camada de 0,2-0,4 m, apresentando uma redução de aproximadamente 15% na água armazenada. Camadas de solo mais profundas usualmente apresentam maiores valores de umidade do solo (ZEITOUN et al., 2021). Isso ocorre devido a maior porosidade do solo em camadas de maior profundidade (WEIL; BRADY, 2017). O  $\theta_s$  indica a porosidade total do solo, dessa forma é possível inferir que a camada mais superficial apresenta mais poros que a camada mais profunda. Esse resultado pode indicar um possível sinal de compactação do solo da área em estudo.

A retenção de água no solo varia conforme as práticas de cultivo no espaço e no tempo (Sadin et al., 2017) devido à alteração em tamanho e distribuição dos poros (Steponaviciene et al., 2022). Recomenda-se que o manejo de solos arenosos seja realizado com auxílio de práticas conservacionistas (SILVA et al., 2021), que promovem a manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo, incrementando a qualidade física, química e biológica (GAZOLLA et al., 2015).



**Figura 1.** Curva de retenção do solo da área experimental.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Os resultados encontrados no presente estudo evidenciam a baixa retenção de água em solos de textura arenosa. Esse fato implica diretamente no manejo da irrigação, pois a aplicação de altas lâminas de irrigação irão drenar com maior facilidade, não permanecendo durante muito tempo disponível às plantas. Ainda, corrobora com o fato de a planta ser mais susceptível à estresse hídrico por déficit em solos arenosos devido à essa baixa retenção, necessitando de irrigações mais frequentes. Enfatiza-se também a necessidade da adoção de manejos conservacionistas, como manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo, para promover melhorias na infiltração e retenção de água no solo.

Na prática, com o auxílio da curva característica de retenção de água no solo pode-se estimar a umidade ( $\theta$ ) conhecendo-se o potencial matricial (tensão), permitindo manejo da irrigação assertivo e visando melhor uso dos recursos hídricos.

## LITERATURA CITADA

- GAO, Y.; QIU, G.; SHIMIZU, H.; TOBE, K.; SUN, B. WANG, J. A 10-Year Study on Techniques for Vegetation Restoration in a Desertified Salt Lake Area. **Journal of Arid Environments**, v. 52, p. 483–497, 2002.
- GAZOLLA, P. R.; GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; PEREIRA, M. G.; ROSSI, C. Q. Frações da matéria orgânica do solo sob pastagem, sistema plantio direto e integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 693–704, 2015.
- NASCIMENTO, P. DOS S.; BASSOI, L. H.; PAZ, V. P. S.; VAZ, C. M. P.; NAIME, J. M.; MANIERI, J. M. Estudo Comparativo De Métodos Para A Determinação Da Curva De Retenção De Água No Solo. **IRRIGA**, v. 15, n. 2, p. 193–207, 2010.
- SILVA, P. L. F.; OLIVEIRA, F. P.; PEREIRA, W. E.; MARTINS, A. F.; ZONTA, J. H.; AMARAL, A. J.; TAVARES, D. D.; SILVA, A. J. Qualidade Física De Solo Arenoso Em Ambiente Semiárido Sob Sistema De Integração LAVOURA-PECUÁRIA. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 15, n. 4, p. 598–616, 2021.
- SILVA, P.; OLIVEIRA, F.; AMARAL, A.; PEREIRA, W.; MARTINS, A.; TAVARES, D. Distribuição De Poros Por Tamanho E Sua Relação Com Os Parâmetros De Ajustes Da Curva De Retenção De Água No Solo. **AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES**, v. 6, p. e020011, 2020.
- SKOPP, J. M. Physical properties of primary particles. Em: **Soil Physics Companion**. [s.l: s.n.]. p. 1–16.
- SUN, F.; XIAO, B.; LI, S.; KIDRON, G. J. Towards moss biocrust effects on surface soil water holding capacity: Soil water retention curve analysis and modeling. **Geoderma**, v. 399, p. 115120, 2021.
- SUN, W.-J.; CUI, Y.-J. Determining the soil-water retention curve using mercury intrusion porosimetry test in consideration of soil volume change. **Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering**, v. 12, n. 5, p. 1070–1079, 2020.
- VAN GENUCHTEN, M. A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils<sup>1</sup>. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, 1980.
- WEIL, R.; BRADY, N. **The Nature and Properties of Soils. 15th edition**. [s.l: s.n.].
- ZEITOUN, R.; VANDERGEEST, M.; VASAVA, H. B.; MACHADO, P. V. F.; JORDAN, S.; PARKIN, G.; WAGNER-RIDDLE, C.; BISWAS, A. In-Situ Estimation of Soil Water Retention Curve in Silt Loam and Loamy Sand Soils at Different Soil Depths. **Sensors**, v. 21, n. 2, p. 447, 2021.

## SECAGEM E CONSERVAÇÃO DE SEMENTES: UMA QUESTÃO DE SEGURANÇA ALIMENTAR E GENÉTICA

Nelson Barbosa Machado Neto<sup>1</sup>, Júlio César Schadek Barbosa<sup>2</sup>, Rita de Cássia Campos de Souza<sup>2</sup>, Mariane Marangoni Hengling<sup>2</sup>, Giovana Ferraresi Guimarães<sup>2</sup>, Ceci Castilho Custódio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Docentes PPG Agronomia Unoeste, <sup>2</sup>Discentes de Doutorado e Graduação Unoeste  
nbmneto@unoeste.br

### PROBLEMÁTICA

Sementes são a base de toda agricultura e podem ser a base da conservação da genética de espécies silvestres, de materiais superiores e mesmo de materiais ancestrais, conservados por agricultores tradicionais e quilombolas. Isto pode ser executado por procedimentos mais complexos de secagem, mas também ser executados de maneira mais simples, mesmo por pessoas com pouco acesso a tecnologias, o que permitiria a estes a conservação e troca de recursos genéticos com maior segurança e manutenção da viabilidade dos mesmos.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

As sementes são a base da agricultura, um insumo relativamente barato sobre o qual são depositados todos os outros custos, como preparo do solo (aração e gradagem ou plantio direto), cultivos para limpeza, controle de invasoras e pragas até a fase de colheita. As sementes podem ser divididas em diversas categorias – como por exemplo pela capacidade de armazenamento (ELLIS; HONG, 2007) que incluem as ortodoxas, as quais podem ser secas abaixo de 12% de teor de água (TA) e conservadas abaixo de 5 °C, como feijão, milho, arroz, trigo, muitas das hortaliças etc; as chamadas de intermediárias, que podem ser secas até 12% TA mas não podem ser armazenadas a temperaturas abaixo de 15 °C, como o café (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1990), e aquelas que não podem ser secas abaixo de 25% TA como sementes de laranja, cacau etc. Existe uma segunda divisão que é pela composição química das sementes (BEWLEY et al., 2013) podendo ser estas classificadas como oleaginosas: girassol, algodão, amendoim, mamona, as próprias orquídeas e sementes pequenas de maneira geral; sementes amiláceas como arroz, trigo, milho, ervilha, etc. e sementes ricas em proteínas como a soja. As sementes de culturas alimentares, comportam-se na maioria das vezes como ortodoxas e podem ser conservadas, desde que bem secas e mantidas a baixas temperaturas.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

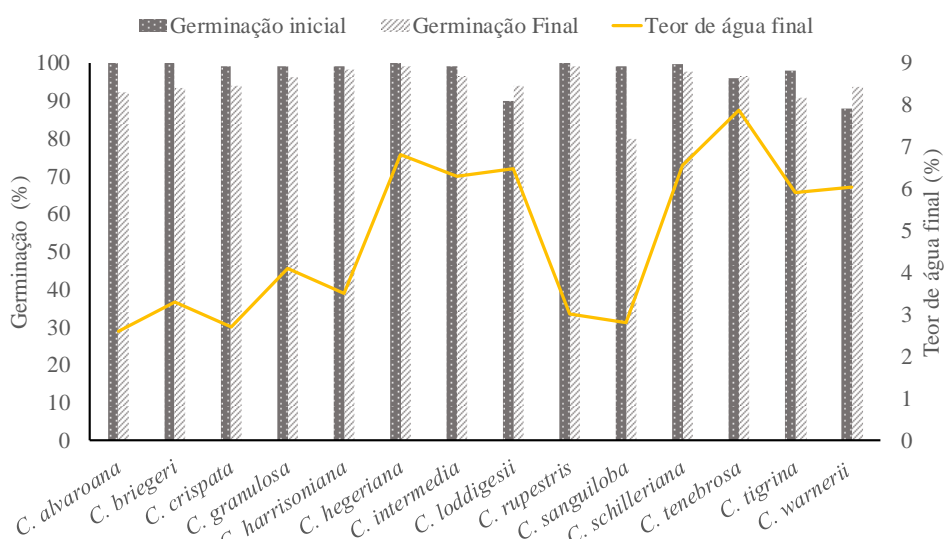
Foram utilizados dois modelos de sementes para este trabalho: Sementes de orquídeas representando as sementes oleaginosas e sementes de *Urochloa* (= *Brachiaria*) representando as sementes amiláceas.

Sementes de quinze espécies de orquídeas do gênero *Cattleya* que apresentam elevado teor de óleo (entre 30 e 50% de teor de óleos) foram obtidas por cruzamentos entre plantas e colhidas nos primeiros sinais de maturidade. As cápsulas foram colhidas e mantidas em local fresco e seco (~25°C e 40% de umidade relativa) até liberação das sementes do interior da cápsula. As sementes foram acondicionadas em tubos com anel de vedação, que foram mantidos abertos e então secas sobre

sílica recém regenerada (24 h a 105 °C) por uma semana, os tubos foram fechados e mantidos em freezer (-20 °C) dentro de frascos contendo sílica (o que gera uma umidade relativa de ~5%). As sementes foram avaliadas pela germinação em meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) à meia concentração como em Hosomi et al. (2011), inicialmente, aos dez, doze e quatorze anos. As sementes foram contadas semanalmente até estabilização e computadas como porcentagem de germinação.

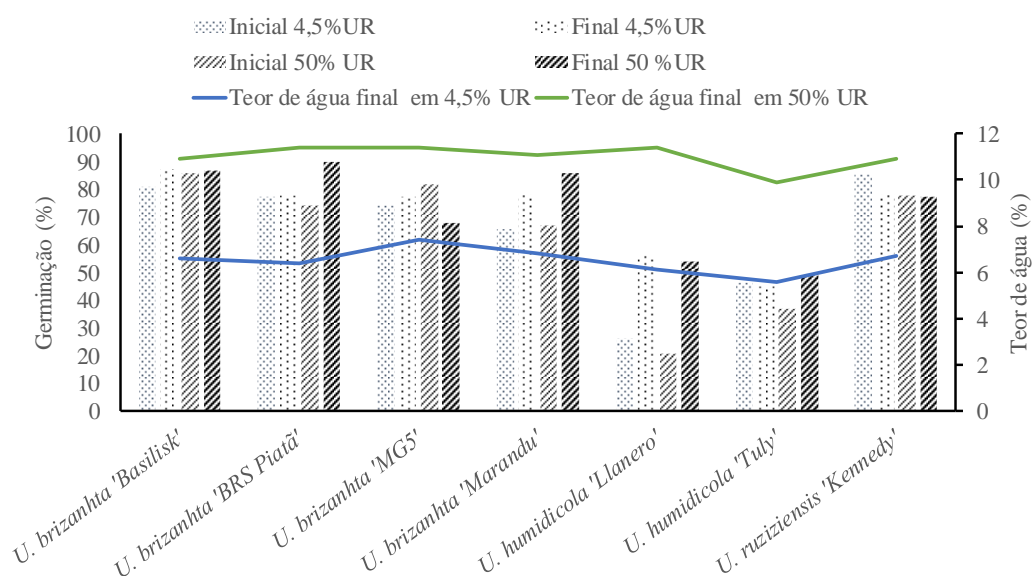
As sementes de *Urochloa*, *U. brizantha* 'Basilisk'; 'BRS Piatã'; 'MG5' e 'Marandu'; *U. humidicola* 'Llanero' e 'Tully'; e *U. ruziziensis* 'Kennedy' foram colhidas, limpas de impurezas, colocadas em sacos de papel fino e mantidas em duas condições de umidade – uma sobre sílica regenerada (~5% UR) e outras sobre solução de cloreto de lítio na concentração 36,4 g por 100 mL de água (~50% UR, HAY et al., 2008) em um container fechado numa sala a 20 ± 2 °C. As sementes foram ensaiadas inicialmente, aos três, seis, nove, doze e quinze meses. Quatro caixas de germinação contendo 2 folhas de papel de germinação, umedecidas com 2,5 vezes seu peso em água, contendo 100 sementes, por tratamento, foram germinadas em câmaras climáticas reguladas a 15-35 °C e foto-período de 8 horas na temperatura mais alta. As sementes foram contadas aos 7, 14 e 21 dias e contabilizadas como % de germinação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO



**Figura 1.** Germinação inicial e final, e teor de água de 15 espécies de orquídeas armazenadas a -20 °C e 5% UR por dez anos.





**Figura 2.** Germinação inicial e Final, teor de água inicial e final de 8 cultivares de *Urochloa* armazenadas por 15 meses a 20 °C em duas umidades relativas e 5 e 50%.

Nota-se na Figura 1 que as sementes de orquídeas apresentaram uma pequena queda na germinação ao longo de dez anos e que duas espécies, *C. loddigessi* e *C. warneri*, apresentaram um pequeno incremento na germinação inicial, o que poderia ser explicado pela quebra de dormência, nestas espécies.

Na Figura 2, para a maioria dos materiais, há um incremento da germinação após 15 meses. A exceção é *U. ruziziensis* 'Kennedy' que apresenta uma queda da germinação na condição mais seca e a manutenção da mesma na condição mais úmida. Para as sementes de *U. humidicola*, tanto 'Tully', como 'Llanero', apresentam um forte incremento para a germinação em ambas as condições de umidade.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

A conservação local de sementes, seja pelos mantenedores de biodiversidade (agricultores tradicionais, indígenas, quilombolas) ou pelos colecionadores de orquídeas, com grandes coleções de espécies, é uma alternativa viável e exequível para grandes bancos de germoplasma, podendo conservar de maneira segura grandes quantidades de acessos genéticos. Uma alternativa à sílica usada para secar sementes pequenas é a possibilidade de arroz branco polido e seco ao forno (30 min a 180 °C por kg) que apresenta condições de absorção e retenção de água (SEATON et al., 2018).

### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas de Doutorado a MMH e GFG, à bolsa DT-2 concedida a NBMN.

### LITERATURA CITADA

BEWLEY, J. D. et al. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy.** [s.l.] Springer, 2013.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D. Seed longevity–moisture content relationships in hermetic and open storage. **Seed Science and Technology**, v. 35, n. 2, p. 423–431, 2007.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour?: I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, v. 41, n. 9, p. 1167–1174, set. 1990.

HAY, F. R. et al. The use of non-saturated lithium chloride solutions for experimental control of seed water content. **Seed Science and Technology**, v. 36, n. 3, p. 737–746, 2008.

HOSOMI, S. T. et al. Preconditioning *Cattleya* seeds to improve the efficacy of the tetrazolium test for viability. **Seed Science and Technology**, v. 39, n. 1, p. 178–189, 2011.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A Revised Medium for Rapid Growth and BioAssays with Tobacco Tissue Cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473–497, 1962.

SEATON, P. T. et al. Orchid seed and pollen: a toolkit for long-term storage, viability assessment and conservation. Em: **Orchid Propagation: From Laboratories to Greenhouses—Methods and Protocols**. [s.l.] Springer, 2018. p. 71–98.

## PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM AFETADA PELA ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES VIA SOLO

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro<sup>1</sup>, Antonio Cesar Padovan<sup>2</sup>, Gian Lucas Bresqui Andrade<sup>2</sup>, Giovanna Maniezzo de Mattos<sup>2</sup>, Gilmar Santos Martins Junior<sup>2</sup>, Leonardo Vesco Galdi<sup>2</sup> & Fábio Rafael Echer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista, Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal – UNESP-Botucatu-SP. [cordeirocfs@gmail.com](mailto:cordeirocfs@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade do Oeste Paulista, Departamento de Agronomia – UNOESTE-Presidente Prudente-SP. [fabioecher@unoeste.br](mailto:fabioecher@unoeste.br)

### PROBLEMÁTICA

Cultivares modernas de amendoim tipo *Runner* têm alto potencial produtivo, chegando a produzir 9 ton ha<sup>-1</sup> de amendoim em casca. Quanto maior o nível produtivo da lavoura, maior é a necessidade por nutrientes, incluindo os micronutrientes. Entretanto normalmente produtores de amendoim no Brasil não realizam adubações com micronutrientes, ou realizam com doses baixas, que não atendem à demanda da cultura. Esse fato associado aos sistemas de produção de amendoim no Brasil, que na maioria das vezes são em áreas de solos arenosos, pós pastagem degradada ou em áreas de reforma de canaviais que tem baixa fertilidade natural do solo, pode estar limitando a produtividade das cultivares modernas.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Entre os micronutrientes para o amendoim estão o boro, zinco, cobre e manganês. O boro (B) atua principalmente no crescimento radicular, pegamento das flores e enchimento de grãos, uma vez que participa da formação do floema. O zinco (Zn) tem papel fundamental processo fotossintético, e síntese das auxinas, que atuam no crescimento celular. O cobre (Cu) é um elemento importante para melhorar a tolerância do amendoim às doenças, além de melhorar a taxa fotossintética e a transpiração da planta. Por último, o manganês (Mn) tem função fundamental na ativação enzimática e síntese de clorofila (Römheld e Marschner, 1991).

Estudos recentes reportam que lavouras com altas produtividades (5 ton ha<sup>-1</sup> ou 500 sacas por alqueire) extraem em torno de 400, 100, 500 e 300 g ha<sup>-1</sup> de B, Cu, Mn e Zn, respectivamente (Crusciol et al., 2023, Cordeiro e Echer – dados não publicados). Normalmente em solos com cultivo de amendoim os teores de micronutrientes estão abaixo do nível de crítico para cultura que são de 0,6, 0,8, 1,2 e 5,0 mg dm<sup>-3</sup> para B, Cu, Zn e Mn, respectivamente, não sendo suficiente para atender a demanda da cultura, assim pode haver necessidade da aplicação de micronutrientes via fertilizantes.

Não há relatos na literatura brasileira sobre a fertilização com Cu, Mn e Zn na cultura do amendoim, principalmente quando se trata de cultivares modernas tipo *Runner*. Com relação ao B existem alguns estudos, onde foi reportado incremento de produtividade com aplicação entre 1,0 e 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de B (Mantovani et al., 2013; Foloni et al., 2016; Cordeiro et al., 2022), dependendo da forma de aplicação e fonte de B utilizada, mas ainda não se sabe se há benefícios de aplicação de outros micronutrientes associados ao B. Assim há necessidade de novos estudo para avaliar o efeito da fertilização com micronutrientes na cultura do amendoim. O objetivo do

estudo foi avaliar o efeito da adubação via solo com micronutrientes sobre a produtividade do amendoim.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido por duas safras (2021/2022 e 2022/2023) em área comercial localizada em Regente Feijó- SP (22° 13' 7" S, 51° 18' 21" O e 440 metros de altitude), em um solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, de textura arenosa. Os teores de B, Cu, Mn e Zn no solo antes da semeadura do amendoim eram 0,2, 0,7, 9,1 e 0,6 mg dm<sup>-3</sup> – 2021/2022 e 0,19, 0,7, 1,9 e 0,7 mg dm<sup>-3</sup> – 2022/2023, respectivamente. Na safra 2021/2022 o amendoim foi cultivado pós pastagem degradada – solo de baixa fertilidade e na safra 2022/2023 em uma área de rotação pastagem-amendoim-pastagem-amendoim – solo de fertilidade média. Os dados climáticos durante a condução do estudo estão na Figura 1.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram a aplicação de micronutrientes via solo: B, Cu, Mn, Zn, B+Cu+Mn, B+Cu+Zn, B+Zn+Mn, Cu+Mn+Zn, B+Cu+Mn+Zn e um tratamento controle sem aplicação de micronutrientes. A aplicação dos micronutrientes foi realizada no dia da semeadura do amendoim, via solo. Foi utilizado 2 kg ha<sup>-1</sup> de B (ácido bórico), 2 kg ha<sup>-1</sup> de Cu (sulfato de zinco), 6 kg ha<sup>-1</sup> de Mn (sulfato de manganês) e 6 kg ha<sup>-1</sup> de Zn (sulfato de zinco), as doses dos nutrientes seguiu a recomendação de Souza e Lobato (2004). Os fertilizantes foram diluídos em água e aplicados em área total na parcela com auxílio de um pulverizador pressurizado a CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), com vazão de 200 L ha<sup>-1</sup>. As parcelas tiveram dimensões de 3,6 m (largura) (quatro linhas) x 6 m (comprimento).

Em agosto foi realizada a calagem (calcário dolomítico) na dose de 1.600 kg ha<sup>-1</sup> e 1.000 kg ha<sup>-1</sup>, em 2021 e 2022, respectivamente. Em setembro foi realizado o preparo convencional do solo. Em 06/10/21 e 25/10/22 foi realizada a semeadura do amendoim, mecanicamente, com 32 sementes por metro e espaçamento de 0,73x0,17 m entre linhas (sistema de linha dupla). Nas duas safras foi utilizada a cultivar Granoleico – tipo *Runner* – ciclo médio-precocce. A adubação de semeadura foi de 20, 98 e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, sem micronutrientes. Também não foram realizadas aplicações de B, Cu, Mn e Zn via foliar ao longo do ciclo da cultura.

Por ocasião da maturidade dos frutos - em torno de 130 dias após a emergência – 70% das vagens maduras (R8-R9) - foram coletadas todas as plantas de um metro de cada uma das duas linhas centrais de cada unidade experimental (no centro da parcela) para avaliação produtividade de amendoim em casca. A umidade dos grãos do amendoim foi corrigida a 7%. O estudo estatístico constou de análise de variância, e as médias dos tratamentos experimentais foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade, utilizando-se software estatístico Sisvar.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade média na safra 2021/2022 foi de 2.826 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que na safra 2022/2023 foi de 5.187 kg ha<sup>-1</sup> de amendoim em casca (Figura 2). A menor produtividade na safra 2021/2022 pode ser explicada pela precipitação ao longo do ciclo do amendoim que foi de 819 mm (2021/2022) e 1.240 mm (2022/2023) (Figura 1) e pela menor fertilidade do solo, uma vez que o amendoim foi cultivado pós

pastagem degradada. Entretanto, independente da safra a adubação com micronutrientes melhorou a produtividade do amendoim, principalmente com aplicação de B e Zn.

Na primeira safra (2021/2022) o teor de Mn do solo estava acima do nível crítico ( $9,1 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e não houve incremento de produtividade com aplicação de Mn. Entretanto, para B, Cu e Zn, os teores no solo eram baixos e a aplicação via solo desses nutrientes aumentou a produtividade do amendoim em 30 ( $720 \text{ kg ha}^{-1}$ ), 15 ( $355 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e 23% ( $539 \text{ kg ha}^{-1}$ ), respectivamente, em relação ao controle. Porém a aplicação de forma associada de B+Zn+Cu, B+Zn+Mn e manejos completo, resultou em incremento médio da produtividade em 40% ( $950 \text{ kg ha}^{-1}$ ) em relação ao controle (Figura 2).

Na segunda safra (2022/2023) os teores iniciais no solo de B, Cu, Mn e Zn eram baixos e a adubação com esses nutrientes aumentou a produtividade do amendoim em 16 ( $709 \text{ kg ha}^{-1}$ ), 7 ( $327 \text{ kg ha}^{-1}$ ), 9 ( $425 \text{ kg ha}^{-1}$ ), 14% ( $647 \text{ kg ha}^{-1}$ ), respectivamente, em relação ao controle. Adicionalmente, a aplicação dos quatro micronutrientes de forma associada aumentou a produtividade em 38% ( $1.671 \text{ kg ha}^{-1}$ ) em relação ao controle. Dessa forma, sempre que os teores de micronutrientes no solo estiverem abaixo no nível crítico é recomendada a aplicação para obter a máxima produtividade. Adicionalmente, esses nutrientes podem ser aplicados junto com os herbicidas pré-emergentes, obedecendo a compatibilidade de calda. Novos estudos devem ajustar a melhor dose de Zn, Cu e Mn para o amendoim, assim como foi realizado para B anteriormente (Cordeiro et al., 2022). Também há necessidade de avaliar o efeito da adubação via solo associada a adubação foliar desses micronutrientes.

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A adubação com B, Cu, Mn e Zn é recomendada para cultura do amendoim sempre que os teores iniciais no solo estiverem abaixo do nível crítico. Essa prática melhorou a produtividade do amendoim entre  $950$  e  $1.600 \text{ kg ha}^{-1}$  de amendoim em casca, dependendo do ano e potencial produtivo da lavoura. Em uma escala crescente, o amendoim é mais responsivo a B, Zn, Cu e Mn, respectivamente, sendo que a aplicação de forma associada desses micronutrientes é a melhor opção, quando o teor inicial no solo for baixo.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao produtor rural Helder Lamberti pela parceria para condução do ensaio em sua propriedade.

### **LITERATURA CITADA**

CORDEIRO, C.F.S.; BASSANEZI, I. L.A.; GALDI, L.V.; SILVA, G.R.A.; ECHER, F.R. Ajustando a recomendação da adubação com boro no amendoim. **Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – UNOESTE**. v. 3, 2022, p. 130-134.

CORDEIRO, C.F.S.; ECHER, F.R. Extração e exportação de macronutrientes na cultura do amendoim. 2022. (dados não publicado).

FOLINI, J. S. S.; DE MORAES BARBOSA, A.; CATUCHI, T. A.; CALONEGO, J. C.; TIRITAN, C. S.; DOMINATO, J. C.; Creste, J. E. Efeitos da gessagem e da adubação boratada sobre os componentes de produção da cultura do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**. v.15, 2016, p- 202-208. <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n2p202-208>

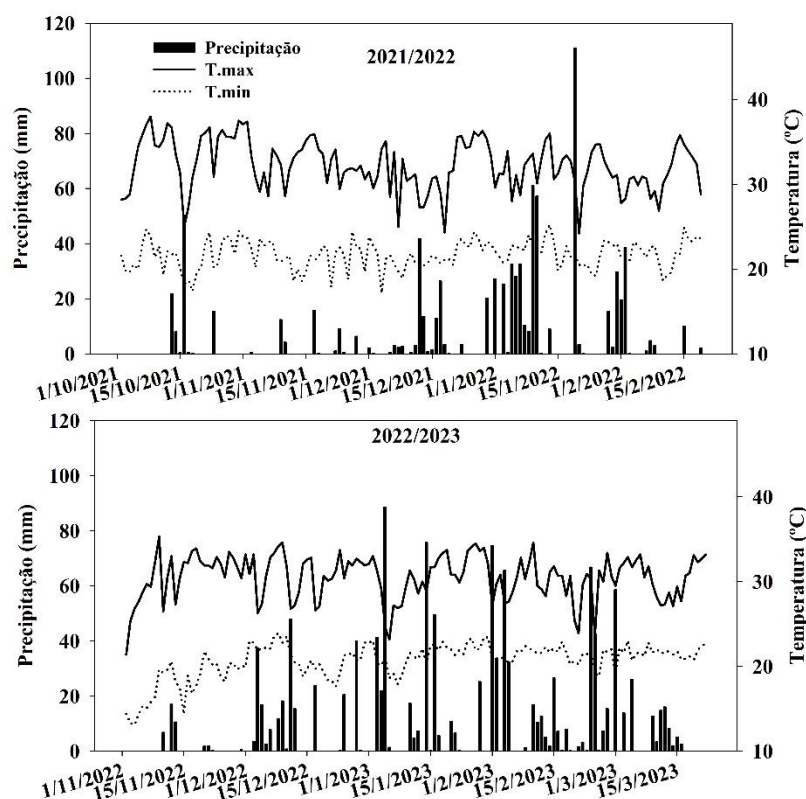
CRUSCIOL, C. A. C.; PORTUGAL, J. R.; BOSSOLANI, J. W.; MORETTI, L. G.; FERNANDES, A. M.; MOREIRA, A.; CANTARELLA, H Dynamics of Micronutrient Uptake and Removal by Three Modern *Runner* Peanut Cultivars. **Crops**. v.3, 2023, p. 101-115. <https://doi.org/10.3390/crops3020010>

MANTOVANI, J.P.M.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Boron leaf application at different growth stages of peanut. **Revista Ceres**, v.60, 2013, p. 270-278. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000200017>

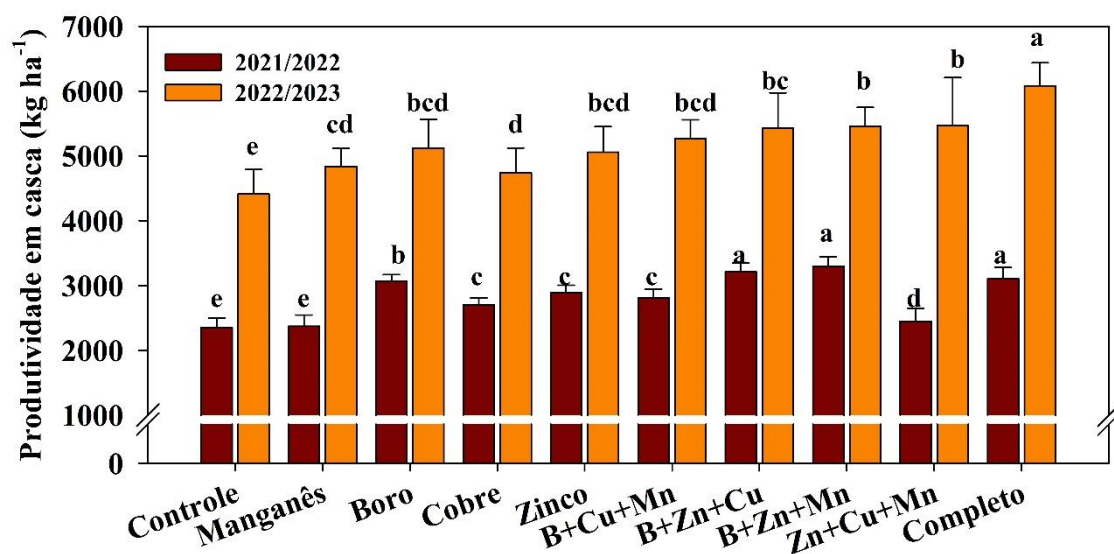
ROMHEID, V.; MARSCHNER, H. Function of micronutrients in plants. **Micronutrients in agriculture**, v.4, 1991, p.297-328. <https://doi.org/10.2136/sssabookser4.2ed.c9>

SOUSA, D.M.; LOBATO, E. Cerrado, correção do solo e adubação. 2004 (2º ed),p. 202–203.

## FIGURAS E TABELAS



**Figura 1.** Precipitação, temperatura máxima e mínima, durante a condução do estudo em Regente Feijó-SP.



**Figura 2.** Produtividade de amendoim em casca em função da adubação com micronutrientes via solo. Regente Feijó-SP, 2021/2022 e 2022/2023. Letras minúsculas indicam diferenças entre os tratamentos (Teste de LSD  $p < 0,05$ ).

# **ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO NO SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA – PECUÁRIA**

Marcela Fernanda Silva Martins, Gabriela Lozano Olivério Salvador, Maria Clara Zerbinati e Fabio Fernando de Araujo

## **PROBLEMÁTICA**

A atividade enzimática, é um indicador biológico sensível às mudanças no uso e condução do solo, afetando diretamente a comunidade microbiana, o que reflete na presença e quantidade na fração viva do solo. A atividade enzimática é um indicador de sustentabilidade e resiliência, e está profundamente relacionada a quantidade de matéria orgânica, biomassa e respiração microbiana, e podem ou não ser influenciadas por fertilizantes e calagem. As enzimas do solo, podem ser consideradas como indicativo da saúde e qualidade do solo (SOBUCKI et al., 2021). Compreender o que é saúde do solo. Conceitua-se que um solo saudável, é um solo biologicamente ativo, com capacidade de ciclar nutrientes e promover serviços ecossistêmicos, mantendo-se em equilíbrio com a produtividade agrícola. Dessa forma a qualidade do solo está intimamente associada com a produção agrícola sustentável (CHERUBIN E SCHIEBELBEIN, 2022).

## **CONHECIMENTO PRÉVIO**

Com base na hipótese que a aplicação de matéria orgânica pode melhorar a qualidade do solo e foram avaliados atributos químicos e biológicos após a aplicação de composto orgânico a base de esterco bovino no sistema integração lavoura pecuária.

## **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi realizado na área de integração lavoura- pecuária na Fazenda Experimental Vê Altino, situada no município de Caiuá, SP. A localização da área experimental está georreferenciada pelas coordenadas geográficas: 21° 49' 54" de latitude sul e 51° 59' 54" de longitude oeste, com 330 m de altitude. O solo da área foi classificado como Latossolo Amarelo, com textura. A área total possui 40 hectares e são separados por três blocos.

O delineamento experimental foi um fatorial 2x2+1 em blocos ao acaso com três repetições. Os seguintes tratamentos foram realizados no ano de 2023: T1: soja – *Urochloa ruziziensis*, T2: soja – *Urochloa brizantha* e T3: soja - pousio (sistema plantio direto as parcelas dos tratamentos T2 e T2 foram estabelecidas sub-parcelas constituindo o fator relacionado a aplicação do composto. Foram aplicadas doses de 2,0 toneladas de composto orgânico, produzido a partir da compostagem de esterco bovino, nas sub-parcelas. Para isso foram utilizados faixas de 20 metros de comprimento em cada parcela constituindo a subparcela. O restante da parcela foi mantido no manejo rotineiro do local. Com as amostras coletadas para avaliação da atividade biológica foram realizadas as análises de fertilidade (Malavolta et al., 1997).

As amostras de solo foram constituídas por subamostras (dentro da área de aplicação do composto e fora da área) foram coletadas pós a colheita da soja, na camada de 0 - 0,10 m para a realização das seguintes análises de atividade microbiana: carbono da biomassa microbiana (FERREIRA et al. - 1999); fosfatase



ácida, glicosidase e arilsulfatase (TABATABAI, 1994); hidrólise do diacetato de fluoresceína – FDA (CHEN et al. 1998); nitrogênio da biomassa microbiana (TEDESCO et al. 1995); atividade da enzima desidrogenase (VAN OS e GINKEL 2001) e respiração basal (JENKINSON e POWLSON 1976).

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo programa Agrostat e a partir da significância do teste F ( $p < 0,05$ ). Foi utilizado o teste de Tukey para comparação das médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

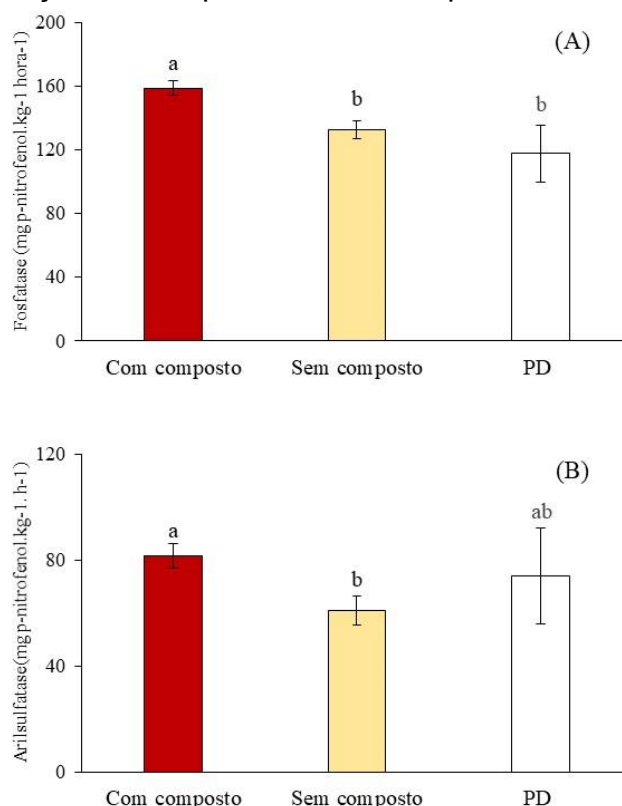
A avaliação do solo efetuada seis meses após a aplicação do composto e cultivo da soja mostrou apenas alteração da atividade de fosfatase, detectadas pelo teste F ( $p < 0,05$ ), no perfil de atividade microbiana e fertilidade do solo (Tabela 1). Verificou-se diferenças entre as espécies de capim utilizadas na integração com a soja, nos atributos de biomassa microbiana, pH, matéria orgânica e cálcio no solo.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância com apresentação de resultados do teste F das variáveis de atividade microbiana do solo depois do cultivo da soja (março 2023) em tratamentos com e sem composto. Caiuá – SP. Brasil.

Atividade microbiana - 2023									
F.V.	CBMS	NBMS	RBS	DHA	Aril	FDA	Fosf	Glico	qCO <sub>2</sub>
Tratamento(T)	9,76*	6,13*	0,86ns	0,02ns	10,4*	0,45ns	0,18 ns	0,25ns	4,74ns
Composto(C)	0,19ns	4,21ns	1,11ns	1,75ns	10,9*	2,85ns	6,80 *	2,05ns	3,15ns
TxC	0,05ns	4,77ns	0,10ns	2,30ns	0,73ns	4,92ns	12,91**	2,88ns	0,47ns
TxC*PD	9,68*	0,18ns	0,64ns	2,22ns	3,77ns	7,64*	6,08*	0,03ns	1,57ns
CV (%)	28,61	19,39	35,67	18,19	21,95	19,72	12,52	26,88	43,45
Média	62,00	16,94	0,06	10,40	75,40	110,77	140,14	152,13	0,11
Média PD	90,51	16,23	0,07	11,86	92,00	79,58	117,79	155,60	0,08
Fertilidade do solo - 2023									
F.V.	pH	M.O	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC
Tratamento	7,32*	9,44*	1,74ns	4,42ns	2,0ns	6,54*	3,03ns	4,15ns	1,62ns
Composto	1,21 ns	1,81ns	1,04ns	1,49ns	1,57ns	0,72ns	0,19ns	0,04ns	0,05ns
TxC	0,81 ns	2,75ns	0,98ns	0,05ns	1,19ns	1,04ns	0,87ns	1,11ns	0,90ns
TxC*PD	1,06 ns	9,73*	0,89ns	0,85ns	2,95ns	0,14ns	1,51ns	0,70ns	1,31ns
CV (%)	5,19	11,10	27,26	16,35	29,73	22,50	29,70	23,83	16,011
Média	5,54	15,06	27,77	16,04	2,40	19,51	9,82	31,67	47,70
Média PD	5,70	12,36	31,46	14,80	1,76	18,66	7,96	28,40	43,16

\*\* Significativo a 1% de probabilidade. \* Significativo a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> Não significativo. CBMS: Carbono da biomassa microbiana do solo (mg.kg<sup>-1</sup>); NBMS: Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (µg/g); RBS: Respiração basal do solo (mg de CO<sub>2</sub> hora<sup>-1</sup>); DHA: desidrogenase (ug de TTF/g de solo); ARIL: arilsulfatase (mg p-nitrofenol kg<sup>-1</sup> solo x hora<sup>-1</sup>); FDA: Hidrólise do diacetato de fluoresceína (ug FDA hidrolisado/5g de solo); Fosfa: fosfatase ácida (mg p-nitrofenol kg<sup>-1</sup> solo x hora<sup>-1</sup>); Glico: glicosidade (mg p-nitrofenol kg<sup>-1</sup> solo x hora<sup>-1</sup>); qCO<sub>2</sub>: Quociente metabólico (mg / kg / H); qMIC: Quociente microbiano (%).

Observou-se que a aplicação do composto aumentou as atividades das enzimas fosfatase e arilsulfatase (Figura 1). O efeito foi mais pronunciado na fosfatase onde o desempenho da aplicação do composto também superou o tratamento plantio direto.



**Figura 1.** Efeito da aplicação do composto no sistema integração lavoura pecuária na atividade da fosfatase e arilsulfatase

O desempenho da *Urochloa brizantha* foi mais pronunciado nos quesitos de biomassa microbiana, enquanto que a *Urochloa ruziziensis* promoveu melhorias na fertilidade do solo (Tabela 2).

A aplicação do composto no solo melhorou a atividade microbiana no solo o que foi refletido pelo aumento da atividade enzimática de duas enzimas importantes: arilsulfatase e fosfatase. A mudança no comportamento dessas enzimas pode indicar melhorias na qualidade do solo. Portanto, a análise de indicadores bioquímicos e microbiológicos de qualidade do solo é relevante para monitorar mudanças na qualidade e no desempenho de suas funções-chave, como a capacidade de realizar a ciclagem e armazenagem de nutrientes (CHAER; TÓTOLA, 2007; CUNHA et al., 2012). As pesquisas buscam identificar algum atributo do solo que possa representar o estado em que o solo se encontra, identificando assim sua qualidade. A produção agrícola, visando à sustentabilidade da agricultura e à preservação do ambiente, é importante para entender o funcionamento do sistema solo (VEZZANI et al., 2008)

Verificou-se que o sistema integração lavoura pecuária promove melhorias no sistema de produção melhorando vários atributos do solo e que o uso do composto orgânico em baixas doses pode potencializar algumas atividades específicas relacionadas com o bom funcionamento do solo.

**Tabela 2.** Desempenho de atributos do solo em sistema de integração lavoura pecuária depois do cultivo da soja (março 23). Caiuá – SP. Brasil.

Sistema	CBMS	NBMS	Mat. Org.	pH	Ca
U. ruziziensis	40,0 b	14,8 b	17,2 a	5,7 b	22,9 a
U. brizantha	70,9 a	19,5 a	14,2 b	5,2 a	16,5 b
Plantio direto	90,5	16,2	12,0	5,7	18,7

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). CBMS: Carbono da biomassa microbiana do solo ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ); NBMS: Nitrogênio da biomassa microbiana do solo ( $\mu\text{g/g}$ ); pH ( $\text{CaCl}_2$ ); MO: Matéria orgânica do solo ( $\text{g/dm}^3$ ); P-resina: Fósforo ( $\text{mg/dm}^3$ ); H+Al: Acidez potencial ( $\text{mmolc/dm}^3$ ); K: Potássio ( $\text{mmolc/dm}^3$ ); Ca: Cálcio ( $\text{mmolc/dm}^3$ ); Mg: Magnésio ( $\text{mmolc/dm}^3$ ); SB: Soma de bases ( $\text{mmolc/dm}^3$ ); CTC: Capacidade de troca catiônica ( $\text{mmolc/dm}^3$ );,;

### APLICAÇÃO PRÁTICA

A utilização de doses de duas toneladas de composto orgânico antes da semeadura da soja promoveu benefícios para o sistema integração lavoura pecuária melhorando a atividade enzimática do solo.

### AGRADECIMENTOS

Ao programa de bolsas CAPES pela oportunidade de estar ingressada como aluna da PPG Unoeste e ao professor Fabio F. Araújo por toda orientação e apoio.

### LITERATURA CITADA

CHEIN, W.; HOITINK, H. A. J.; MADDEN, L. V. Microbial activity and biomass in container media for predicting suppressiveness to damping-off caused by *Pythium ultimum*. *Phytopathology*, v. 78, p. 1447-1450, 1988.

CHERUBIN, Maurício Roberto; SCHIEBELBEIN, Bruna Emanuele. Saúde do solo: múltiplas perspectivas e percepções. Piracicaba: ESALQ-USP, 2022.

FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O.; VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.4, p.991-996, 1999.

JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil-I. Fumigation with chloroform. *Soil Biol. Biochem.*, 8:167-177, 1976.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba : Potafos, 1997. 319p.

SOBUCKI, L. et al. Contribuição das enzimas para a qualidade do solo e a evolução das

pesquisas no Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2021.

TABATABAI, M. A. Enzymes. In: WEAVER, R. W.; AUGLE, S.; BOTTOMLEY, P. J.; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A. & WOLLUM, A.; eds. *Methods of soil analysis*. Madison, Soil Science Society of America, 1994. Part 2. p. 775-833. (Microbial and Biochemical Properties, 5).

TEDESCO M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

VAN OS, G. J.; GINKEL, J. H. Suppression of Pythium root rot in bulbous Iris in relation to biomass and activity of the soil microflora. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 33, n. 11, p. 1447-1454, 2001.

VEZZANI, F. M. et al. *Matéria orgânica e qualidade do solo*. *Matéria orgânica e qualidade do solo*. In: SANTOS, G. A. (eds.) *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 113-136.

## **TRIAGEM RÁPIDA DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE QUANTO À TOLERÂNCIA A SECA EM CASA-DE-VEGETAÇÃO**

Vitória Jaqueline Signorini, Sandro Vinícius dos Santos, Elisa Patrícia Ramos de Melo, Dario Sousa da Silva e Edgard Henrique Costa Silva

*Centro de Estudos em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista (CEOFOP), Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) - jaqueline\_signorini2004@hotmail.com, sandro.vine@gmail.com, lisaramosmelo@hotmail.com, profdariosousa@gmail.com, edgard@unoeste.br*

### **PROBLEMÁTICA**

A produtividade de batata-doce está aquém do potencial genético. Dentre as principais razões para o baixo rendimento, destaca-se a adoção de genótipos obsoletos ou pouco adaptados, problemas fitossanitários e estresses abióticos, principalmente deficiência hídrica. O estresse por deficiência hídrica é comum na cultura da batata-doce, pois trata-se de hortaliça cultivada em regiões quentes e com solos arenosos, como o Oeste Paulista. Entre os genótipos comerciais, não há cultivar de batata-doce tolerante à seca, enfatizando a necessidade de se identificar genótipos que apresentem essa característica.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A batata-doce apresenta múltiplas aptidões, embora no Brasil seja majoritariamente explorada para alimentação humana. Esta hortaliça também pode ser destinada para a alimentação animal, produção de etanol e como planta ornamental. O estado de São Paulo é o maior produtor de batata-doce, sendo o Oeste Paulista uma das regiões que mais contribuem com essa estatística, inclusive, é referência nacional na exportação dessa raiz tuberosa.

O Oeste Paulista apresenta duas estações bem definidas, sendo a primavera-verão quente e úmida e o outono-inverno frio e seco, com episódios frequentes de estiagem (BARBOSA & FEITOSA, 2021). A falta de regularidade hídrica, aliada às altas temperaturas comumente verificadas na região, são fatores redutores da produtividade de batata-doce (VAN VUGT & FRANKE, 2018; WIJEWARDANA et al., 2018; LOW et al., 2020).

O estresse por deficiência hídrica reduz a produtividade de batata-doce por afetar os processos fotossintéticos e de translocação de fotoassimilados, afetando tanto a parte aérea como as raízes tuberosas (GAJANAYAKE et al., 2014; GUIMARÃES et al., 2021). O déficit hídrico é principalmente prejudicial nas fases de estabelecimento e de formação das raízes tuberosas (MWANGA et al., 2021). Em casos severos e duradouros, a deficiência hídrica ocasiona a morte das plantas.

No Brasil, embora a demanda seja urgente e real, não se tem conhecimento de programas de melhoramento genético que objetivem desenvolver cultivares tolerantes ao déficit hídrico. Neste sentido, identificar genótipos tolerantes, ou seja, que apresentem produtividade aceitável frente ao estresse por deficiência hídrica é chave para o sucesso da cultura no Brasil e para o desenvolvimento socioeconômico de regiões que cultivam batata-doce, como é o caso do Oeste Paulista.

## **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

A triagem rápida foi realizada em casa-de-vegetação nas dependências da Unoeste. Foram avaliados 20 acessos do banco de germoplasma da Unoeste, incluindo os genótipos mais plantados na região, 'Canadense' e 'Mineirinha'. O experimento foi implantado em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições.

As ramas foram padronizadas com cinco gemas, sendo que três foram enterradas. O plantio foi realizado em vasos plásticos retangulares com capacidade de 36 L para adequado desenvolvimento radicular. Os vasos foram preenchidos com areia lavada, a qual foi adubada conforme recomendações da cultura.

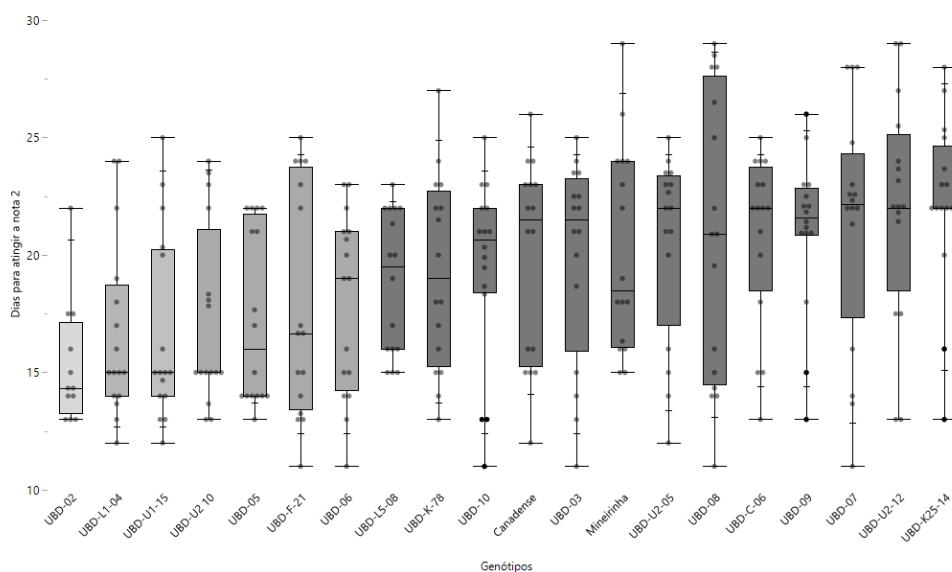
O experimento foi irrigado durante 21 dias para estabelecimento das plantas. Após este período, foi induzido estresse por deficiência hídrica por meio da suspensão da irrigação. O nível de murcha das plantas foi avaliado no período da manhã diariamente por meio de observação visual das plantas. Foi utilizada escala de notas, em que 5 = nenhum sintoma de murcha, 4 = folhas com início de murcha, 3 = folhas totalmente murchas com coloração verde, 2 = folhas totalmente murchas com início de secamento, e 1 = folhas completamente secas. A data em que cada planta da parcela apresentou nota 2 foi aferida até o fim do experimento.

Os parâmetros de tolerância foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

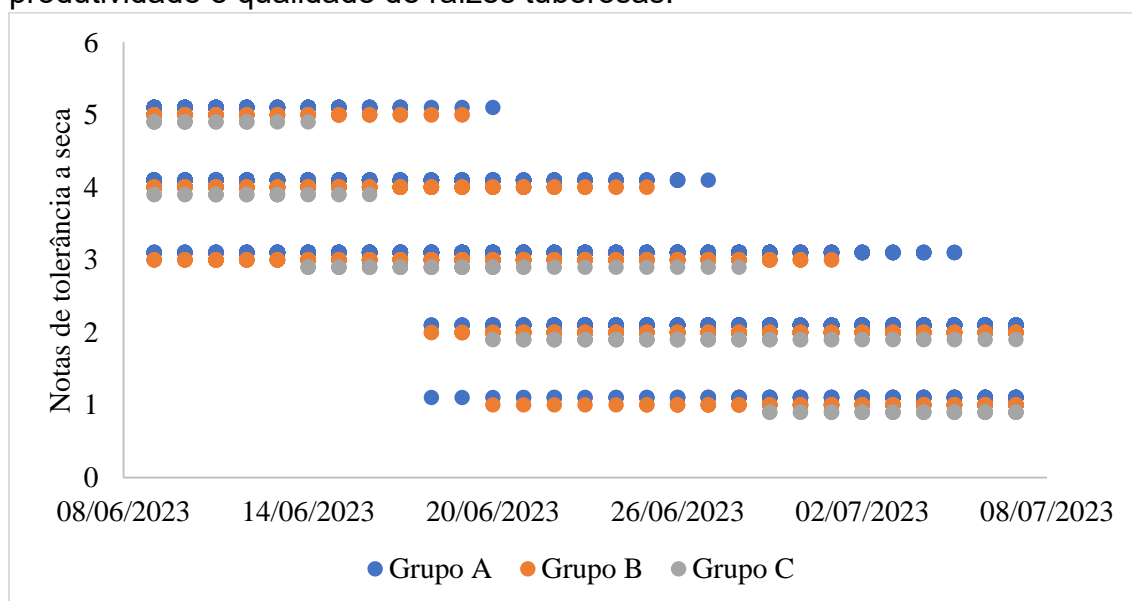
Os genótipos variaram quanto ao número de dias para atingir a nota 2, ou seja, folhas totalmente murchas com início de secamento, formando três grupos (A, B e C) (Figura 1). O grupo com desempenho superior foi formado por 13 genótipos e apresentou média de 18,81 a 22,25 dias para atingir a nota 2. Os controles comerciais 'Canadense' e 'Mineirinha' foram alocados no grupo de melhor desempenho com 19,8 e 20,1 dias para atingir a nota 2, respectivamente. O grupo com desempenho intermediário foi formado por seis genótipos e apresentou valores de 16,7 a 17,9 dias para atingir a nota 2. O genótipo 'UBD-02' apresentou o pior desempenho, necessitando apenas de 11,5 dias para atingir a nota 2.

Faz-se importante observar que, de maneira geral, houve variabilidade de respostas dentro das repetições de um mesmo genótipo (Figura 1). Este fator deve ser investigado, pois pode estar atrelado ao material de propagação utilizado, pois trata-se propagação vegetativa com clonagem de plantas matrizes.



**Figura 1.** Comportamento de genótipos de batata-doce submetidos a deficiência hídrica por meio de dias para atingir a condição de folhas totalmente murchas com início de secamento. Os genótipos foram agrupados em três grupos (cinza-escuro, cinza-médio e cinza-claro) conforme teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os genótipos que demoraram mais dias para atingir a nota 2 (Grupo A) permaneceram mais tempo com as notas 4 e 5 (início de murcha ou sem murcha, respectivamente) (Figura 2). Sugere-se que os genótipos que toleraram mais tempo com notas 4 e 5 apresentam maior probabilidade de serem tolerantes a seca. Por essa razão, estudos devem ser conduzidos em condições de campo com controle da irrigação para validar o comportamento dos genótipos mais promissores quanto a produtividade e qualidade de raízes tuberosas.



**Figura 2.** Evolução de notas de tolerância à seca ao longo do período de avaliação por grupos conforme análise estatística para dias para atingir a condição de folhas totalmente murchas com início de secamento.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

Os trezes genótipos do Grupo A apresentam aparente tolerância a seca e devem ser avaliados em condições de campo com imposição de deficiência hídrica para confirmação. Os genótipos comerciais 'Canadense' e 'Mineirinha' estão entre os genótipos que mais se mantiveram nas notas mais altas de tolerância.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) por meio dos processos 2022/03120-6 e 2023/02603-6.

## 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.

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>

MWANGA, R.O.M.; SWANCKAERT, J.; PEREIRA, G.S.; ANDRADE, M.I.; MAKUNDE, G.; GRÜNEBERG, W.J.; KREUZE, J.; DAVID, M.; DE BOECK, B.; CAREY, E.; SSALI, R.T. et al. Breeding progress for vitamin A, iron, and zinc biofortification, drought tolerance, and sweetpotato virus disease resistance in sweetpotato. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, article 616674, 2021. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.616674>

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>



## **EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES POR CULTIVARES MODERNAS DE AMENDOIM**

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro<sup>1</sup>, Leonardo Vesco Galdi<sup>2</sup>, Gian Lucas Bresqui Andrade<sup>2</sup>, Gilmar Santos Martins Junior<sup>2</sup> & Fábio Rafael Echer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista, Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal – UNESP-Botucatu-SP. cordeirocfs@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade do Oeste Paulista, Departamento de Agronomia – UNOESTE-Presidente Prudente-SP. fabioecher@unoeste.br

### **PROBLEMÁTICA.**

O amendoim é uma planta com alta eficiência no uso dos nutrientes. No passado, quando havia cultivo predominantemente de cultivares de porte ereto (Valência e Spanish) de baixo potencial produtivo (3-4 ton ha<sup>-1</sup>), poucos produtores realizavam adubações. Porém atualmente grande parte do amendoim cultivado no Brasil é do tipo *Runner* (Virgínea) de alto potencial produtivo (7-9 ton ha<sup>-1</sup>) e a reposição dos nutrientes via adubação é fundamental para obtenção de produtividades econômicas, principalmente quando o cultivo ocorre em ambientes de solos arenosos de baixa fertilidade. Por outro lado, pouco se sabe sobre a demanda nutricional das cultivares modernas de amendoim, sendo necessários novos estudos para ajustar as recomendações de adubações. O primeiro passo é determinar a necessidade (extração e exportação) de cada nutriente com estudos regionais, uma vez que o ambiente de produção pode afetar a taxa de extração e exportação dos nutrientes.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A maior parte dos estudos sobre adubação e nutrição do amendoim foram realizados na década de 1980 com cultivares antigas de porte ereto, onde foi reportado alta eficiência no uso dos nutrientes pelo amendoim (Nakagawa e Rosolem, 2011). Estudos recentes com cultivares tipo *Runner* também reportaram que o amendoim tem alta eficiência na fixação biológica de nitrogênio (Crusciol et al., 2018; Gericó et al., 2020) e absorção de potássio (Cordeiro et al., 2023), por exemplo, e mesmo assim tem sido reportado incremento de produtividade com adubação de macro e micronutrientes. O fato é que, na maior parte das vezes, produtores têm realizado as adubações de forma empírica, sem embasamento científico.

Atualmente o amendoim brasileiro é cultivado principalmente em ambientes de solos arenosos de baixa fertilidade, em áreas de reforma de pastagem, reforma de canaviais, ou em rotação com pastagem, sorgo e mandioca. Nesses ambientes a produtividade das cultivares modernas podem chegar até 6 ton ha<sup>-1</sup>, enquanto a média nacional é de apenas 4 ton ha<sup>-1</sup> de amendoim em casca. Uma das estratégias para reduzir a lacuna de produtividade do amendoim é melhorar o manejo de adubação e nutrição da cultura. Assim, estudos de extração e exportação de nutrientes são fundamentais para determinar a necessidade dos nutrientes pelo amendoim.

No Brasil, recentemente, foi realizado um estudo de extração e exportação de nutrientes por cultivares modernas de amendoim na região de Botucatu-SP (Crusciol et al., 2021; Crusciol et al., 2023). Esses estudos foram conduzidos em um solo

argiloso de alta fertilidade (pH: 5,9, matéria orgânica: 30 g dm<sup>-3</sup>, fósforo: 60 mg dm<sup>-3</sup>, S-SO<sub>4</sub>: 24 mg dm<sup>-3</sup>, potássio, cálcio, magnésio e CTC de 7,7, 59, 38 e 131 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e boro, cobre, ferro, manganês e zinco: 0,36, 12,6, 16, 34,4 e 2,6 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente) e isso pode ter resultado em consumo de luxo (absorção além do necessário) pelo amendoim. Nessas publicações foi reportado extração de 59, 11, 32, 20, 9, 3 kg ton<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, e para micronutrientes a extração em torno de 47, 27, 202, 99 e 52 g ton<sup>-1</sup> de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. Enquanto que a exportação foi de 45, 3, 21, 2, 3 e 2 kg ton<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca, Mg e S, e 18, 18, 42, 30 e 30 g ton<sup>-1</sup> de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente, sendo a produtividade média do estudo de 7 ton ha<sup>-1</sup> ou 700 sacos por alqueire. Porém raramente o amendoim será cultivado em um solo de alta fertilidade, sendo necessários estudo em ambientes de representem melhor a realidade atual do amendoim. O objetivo do estudo foi avaliar a extração e a exportação de macro e micronutrientes por cultivares modernas de amendoim tipo *Runner* de ciclo tardio e precoce em solos arenosos de baixa fertilidade.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado em área experimental em Presidente Prudente, São Paulo, Brasil, nas coordenadas 22°07'10" S, 51°26'59" O, altitude de 475 m, local de clima tropical com inverno seco (Aw – Sistema de Classificação de Köppen). Os valores de precipitação durante a condução do experimento foram de 819 mm em 2021/2022 e a distribuição das chuvas e temperaturas são mostradas na Figura 1. O solo da área de estudo é arenoso (6,2% de argila, na camada de 0,00-0,20 m), e as propriedades químicas: pH: 4,8, matéria orgânica: 11 g dm<sup>-3</sup>, fósforo: 28 mg dm<sup>-3</sup>, enxofre: 3 mg dm<sup>-3</sup>, potássio, cálcio, magnésio e CTC de 1,6, 12, 7 e 42 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e boro, cobre, ferro, manganês e zinco 0,09, 1,5, 47, 4 e 1,3 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram três cultivares modernas de amendoim (tipo *Runner*), sendo duas cultivares de ciclo precoce (BRS 423 OL e Granoleico) e uma cultivar de ciclo tardio (BRS 421 OL). As parcelas tinham 3,6 de largura e 6,0 m de comprimento.

A semeadura ocorreu dia 17 de novembro de 2021. A adubação de semeadura foi realizada com 8, 68 e 20 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. A emergência do amendoim ocorreu no dia 23 de novembro. Aos 30 dias após a emergência (DAE) foi aplicado 1 kg ha<sup>-1</sup> de B, 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 500 kg ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola em cobertura. Também foi realizado aplicação de molibdênio via foliar aos 30 DAE – 50 g ha<sup>-1</sup>.

Foram realizadas sete coletas para as cultivares de ciclo precoce e oito para as cultivares de ciclo tardio. As coletas de plantas ocorreram aos 24, 48, 62, 76, 90, 104 e 120 (colheita) dias após a emergência (DAE), para cultivares de ciclo precoce,

que correspondem aos estádios fenológicos V5, R3, R5, R5-R6, R6, R7 e R8-R9, respectivamente, conforme descrição feita por Boote (1982). Para a cultivar tardia, as coletas foram realizadas aos 24, 48, 62, 76, 90, 104, 120 e 134 (colheita) dias após a emergência (DAE), que correspondem aos estádios fenológicos V4, R2, R4, R5, R5-R6, R6-R7, R7 e R8-R9, respectivamente, conforme descrição feita por Boote (1982).

Amostras de folhas, caules e estruturas reprodutivas foram pesadas separadamente em balança com precisão de 0,01 g, colocadas em sacos de papel e secas em estufa a 65 °C (até peso constante). A matéria seca foi utilizada para quantificar o acúmulo de biomassa para cada estrutura vegetal em kg ha<sup>-1</sup>. Após a secagem, as amostras foram submetidas à análise química seguindo os métodos de Malavolta et al. (1997) para determinação do teor de nutrientes. Pela multiplicação da matéria seca e concentração de cada nutriente no tecido foi obtido a extração e exportação de cada nutriente. A extração (folha, caule e estruturas reprodutivas) foi estimada com base no pico de absorção de cada nutriente (máxima absorção) a exportação foi estimada com base os teores e matéria seca de vagens + grãos no momento da colheita. 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

Não houve diferença de produtividade, extração e exportação entre as cultivares precoce (BRS 423 OL e Granoleico) sendo considerado a média das duas cultivares. A produtividade da cultivar tardia foi maior (6 ton ha<sup>-1</sup>) em relação as cultivares de ciclo precoce (4 ton ha<sup>-1</sup>). Nessa região o ciclo das cultivares precoces foram de 120 dias e da cultivar tardia de 134 dias. A cultivar tardia também teve maior produção de matéria seca total (11,2 ton ha<sup>-1</sup>) comparado às cultivares precoce (7,9 ton ha<sup>-1</sup>) (Tabela 1). Isso pode ser explicado pelo maior vigor de crescimento da cultivar tardia e maior tempo no campo para acúmulo de biomassa.

Com relação aos macronutrientes, a extração total foi de 216, 25, 204, 64, 28 e 17 kg ha<sup>-1</sup> para N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente – (cultivares precoce) e 324, 30, 210, 96, 32 e 24 kg ha<sup>-1</sup> para N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente – (cultivar tardia). A exportação via colheita das vagens foi de 144, 17, 38, 11, 8,8 e 8,8 kg ha<sup>-1</sup> para N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente – (cultivares precoce) e 234, 20, 50, 15, 7,2 e 13 kg ha<sup>-1</sup> para N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente – (cultivar tardia). Curiosamente lavouras de amendoim em alta produtividade deixam no sistema em torno de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N após a colheita, ou seja, do total absorvido cerca de 30% volta para o solo via decomposição das folhas e caule. Para P e K deve-se considerar que nos fertilizantes os conteúdos são expressos em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, sendo necessário a conversão.

Para os micronutrientes a extração total foi de 380, 79, 2708, 480 e 300 g ha<sup>-1</sup> para B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente – (cultivares precoce) e 432, 96, 2544, 690 e 396 g ha<sup>-1</sup> para B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente – (cultivar tardia). A exportação

via colheita das vagens foi de 104, 48, 932, 96 e 188 g ha<sup>-1</sup> para B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente – (cultivares precoces) e 138, 60, 984, 156 e 240 g ha<sup>-1</sup> para B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente – (cultivar tardia). Atenção deve ser dada principalmente para B e Zn uma vez que normalmente os solos com cultivo de amendoim têm deficiência desses dois elementos, podendo ser considerado a extração para determinar a dose de aplicação. Para Fe possivelmente há consumo de luxo uma vez que o teor no solo era alto antes da semeadura do amendoim.

Ao comparar nossos resultados com os trabalhos de Crusciol et al. (2021) e Crusciol et al. (2023) observa-se que há pouca diferença da extração e exportação por tonelada produzida. Apenas para o elemento boro que em nosso estudo a extração foi maior em relação aos estudos realizados em ambiente de solo argiloso. Adicionalmente, a extração e exportação total foi maior nos estudos realizados em ambiente de solo argiloso em função da maior produtividade.

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A ordem de extração dos macronutrientes para o amendoim é N, K, Ca, Mg, P e S; exportação N, K, P, Ca, S e Mg. A ordem de extração do micronutrientes para o amendoim é Fe, Mn, B, Zn e Cu; exportação Fe, Zn, Mn, B e Cu. Quanto maior a produtividade da lavoura maior é a extração e exportação dos nutrientes. Para os programas de adubações deve-se considerar:

- Solos com teores de nutrientes abaixo do nível crítico: extração da cultura, eficiência do amendoim em utilizar formas de nutrientes menos lábeis e a fixação biológica de nitrogênio.
- Solos com teores de nutrientes acima do nível crítico: exportação da cultura com objetivo de repor o que foi removido do solo via colheita das vagens.

### **AGRADECIMENTOS**

A empresa ICL por financiar as análises de tecido vegetal.

### **LITERATURA CITADA**

BOOTE, K. J. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Peanut science**, v.9, 1982, p.35-40. <https://doi.org/10.3146/i0095-3679-9-1-11>

CORDEIRO, C.F.D.; 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**, v.115, 2023, p.817-832. <https://doi.org/10.1002/agj2.21271>

CRUSCIOL, C.A.C.; FERRARI, J.; MUI, T.S.; FRANZLUEBBERS, A. J.; COSTA, C.H.M.D.; CASTRO, G.S.A.; COSTA, N.R. Rhizobial inoculation and molybdenum fertilization in peanut crops grown in a no tillage system after 20 years of pasture. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.43, 2018, p- 1-19 <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20170399>

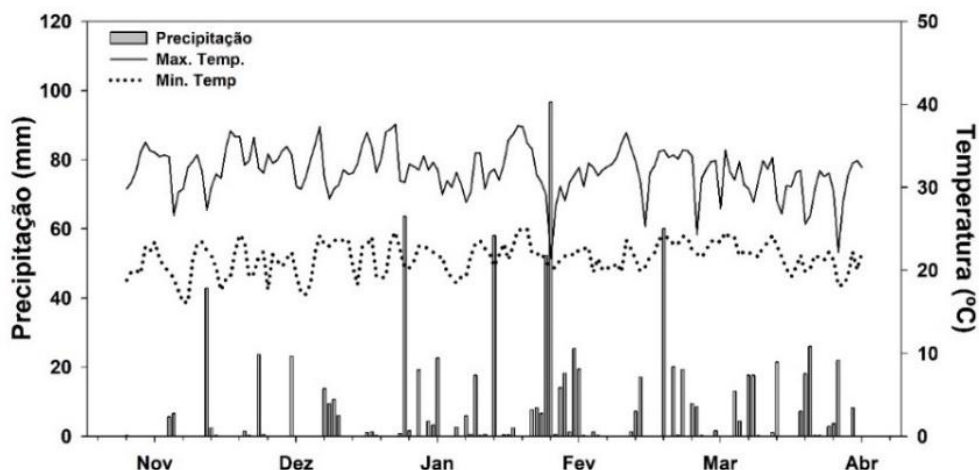
CRUSCIOL, C. A. C.; PORTUGAL, J. R.; BOSSOLANI, J.W.; MORETTI, L.G.; FERNANDES, A.M.; GARCIA, J.L.N.; CANTARELLA, H. Dynamics of macronutrient uptake and removal by modern peanut cultivars. **Plants**, v.10, 2021, p.2167. <https://doi.org/10.3390/plants10102167>

CRUSCIOL, C. A. C.; PORTUGAL, J. R.; BOSSOLANI, J. W.; MORETTI, L. G.; FERNANDES, A. M.; MOREIRA, A.; CANTARELLA, H Dynamics of Micronutrient Uptake and Removal by Three Modern *Runner* Peanut Cultivars. **Crops**. v.3, 2023, p. 101-115. <https://doi.org/10.3390/crops3020010>

GERICÓ, T.G.; TAVANTI, R.F.R.; de LIMA, J. P.; RIBEIRO, R.P.; SANTOS, L.C.C.; SILVA, M.S.; REIS, A.R. Cobalt and molybdenum stimulate compounds of primary metabolism, nitrogen forms, and photosynthetic pigments in peanut plants (*Arachis hypogaea* L.). **Journal of Plant Nutrition**, v.43, 2020, p.1907-1922. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1750646>

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A. **O amendoim: Tecnologia de Produção**. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, Botucatu. 2011. p.325. MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional**. v.2, 1997, p.115-230.

## FIGURAS E TABELAS



**Figura 1.** Precipitação, temperatura máxima e mínima, durante a condução do estudo. Presidente Prudente-SP. 2021/2022.

**Tabela 1.** Extração e exportação de macro e micronutrientes em cultivares modernas de amendoim de ciclo precoce e tardio.

	Macronutrientes						
	MS t ha <sup>-1</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S
kg t <sup>-1</sup> grãos + casca							
<i>Cultivar precoce (4 t ha<sup>-1</sup>)</i>							
Extração	7,9	54	6,2	51	16	7,0	4,3
Exportação	3,8	36	4,2	9,6	2,8	2,2	2,2
% exportação	48	67	67	19	18	31	51
Restos culturais	4,2	18	2,0	41	13,2	4,8	2,1
<i>Cultivar tardia (6 t ha<sup>-1</sup>)</i>							
Extração	11,2	54	5,0	35	16	5,3	4,0
Exportação	5,5	39	3,4	8,2	2,5	1,2	2,1
% exportação	49	71	67	24	16	22	54
Restos culturais	5,7	15	1,6	27	14	4,1	1,9
	Micronutrientes						
	MS t ha <sup>-1</sup>	B	Cu	Fe	Mn	Zn	**
g t <sup>-1</sup> grãos + casca							
<i>Cultivar precoce (4 t ha<sup>-1</sup>)</i>							
Extração	7,9	95	19	677	120	75	**
Exportação	3,8	26	12	233	24	47	**
% exportação	48	28	63	35	20	62	**
Restos culturais	4,2	69	7,0	444	96	28	**
<i>Cultivar tardia (6 t ha<sup>-1</sup>)</i>							
Extração	11,2	72	16	424	115	66	**
Exportação	5,5	23	10	164	26	40	**
% exportação	49	32	64	39	23	60	**
Restos culturais	5,7	49	6,0	260	89	26	**

MS: matéria seca.

## ***Urochloa brizantha*: MUTAÇÃO INDUZIDA - UMA NOVA ABORDAGEM NO MELHORAMENTO DE PLANTAS PARA ESTA ESPÉCIE**

Nelson Barbosa Machado Neto<sup>1</sup>, Raphael Sanches Hernandez Alves<sup>2</sup>, Disney Venturian<sup>2</sup>, Estela Gonçalves Danelon<sup>2</sup>, Camila Baptistão Zaniboni<sup>2</sup>, Ceci Castilho Custódio<sup>1</sup>

1- Docentes PPG Agronomia Unoeste, 2- Discentes da PPGA e Graduação Unoeste  
nbmneto@unoeste.br

### **PROBLEMÁTICA**

O gênero *Urochloa* é largamente utilizado como forrageira em diversos ambientes, sendo muitos dos materiais tolerantes a estresses abióticos como alumínio e pH ácido, bem como ambientes com baixa disponibilidade nutricional. Todavia, todos os cultivares liberados até hoje são oriundos de plantas apomíticas, ou seja, as sementes produzidas não são de origem sexual. Esta falta de variabilidade genética tem limitado o melhoramento, por não permitir cruzamentos entre plantas distintas, originando programas de melhoramento robustos que possam produzir novos cultivares. Alguns materiais lançados como híbridos tem também grande limitação genética, pois são derivados de um único acesso diploidizado de *U. ruziziensis*, tendo então uma base genética estreita. A indução de mutação em *U. brizantha* é saída viável e bastante eficaz na geração de novos materiais para seleção de novos tipos de forrageiras.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

Ethylmethanosulfonato (EMS) é um potente e eficiente mutagênico hidrossolúvel (AMINI, 2014), facilmente manipulável e neutralizado (GECHEV et al., 2013) utilizado em diversas culturas por permitir o aparecimento de características como sexualidade, mudança de hábito de crescimento e perda de degrana (PASCUAL-VILLALOBOS et al., 1994; NAIK; MURTHY, 2009; BASU et al., 2008; HOHMANN et al., 2005; GAUR et al., 2008; LIU et al., 2005; LUAN et al., 2007; BORREL, 2012) e inclusive em *Urochloa* (FOLLMANN et al., 2016), e que permite a obtenção de novas variantes a partir de um cultivar elite (GULSEN et al., 2007). Assim, o uso de indução de mutação em espécies forrageiras apomíticas será de grande importância para o desenvolvimento de novos materiais.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

Sementes de *U. brizantha* 'Marandu' foram utilizadas como base. O experimento consistiu em inicialmente construir uma curva de toxidez de etilmetano sulfonato (EMS) e obter a dose letal 50 (LD<sub>50</sub>), dose essa que causaria mortalidade em 50% da população. Uma vez determinada a LD<sub>50</sub>, um lote de 28.500 sementes (geração M<sub>0</sub>, 87,5% de germinação) foi submetido ao tratamento de EMS por 24 horas em agitação. Após esse tempo, a solução contendo EMS foi drenada, neutralizada com hidróxido de sódio 3M (GECHEV et al., 2013) e descartada apropriadamente.

As sementes foram semeadas em bandejas de 288 células, contendo substrato agrícola (Carolina®) à base casca de pinus, fibra de coco e terra vegetal, misturado com polímero retentor de água na proporção de 50:1 (volume:volume). Duas sementes (geração M<sub>1</sub>) foram semeadas por célula. As bandejas foram

colocadas em casa telada e irrigadas diariamente. As plântulas sobreviventes obtidas, foram transplantadas no campo num esquema de uma linha de plantas controle (Marandú) para cada cinco de plantas M<sub>1</sub>. As plantas foram observadas e selecionadas para critérios de largura de limbo foliar, pilosidade, altura ou hábito de crescimento. As plantas selecionadas tiveram as panículas cobertas com sacos de tecido não tecido (TNT) em duas ocasiões, antes da emergência da folha bandeira e após a emergência da folha bandeira, o que poderia levar ao conhecimento de sexualidade nas plantas, gerando duas linhas irmãs, uma de polinização aberta e outra de polinização protegida. Colheram-se 341 progênies que foram plantadas em outro campo, mas como grupos de progênies contendo bordaduras do cultivar Marandu e uma linha deste a cada cinco linhas de mutantes.

A análise bromatológica foi executada em todas as linhas do campo, determinando-se teores de proteína, lignina, celulose e hemicelulose em cada um dos acessos aos 35, 70, 105 e 140 dias após o corte de igualamento, executado 45 dias após o transplante das mudas, cortando-se todas as plantas a 25 cm do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

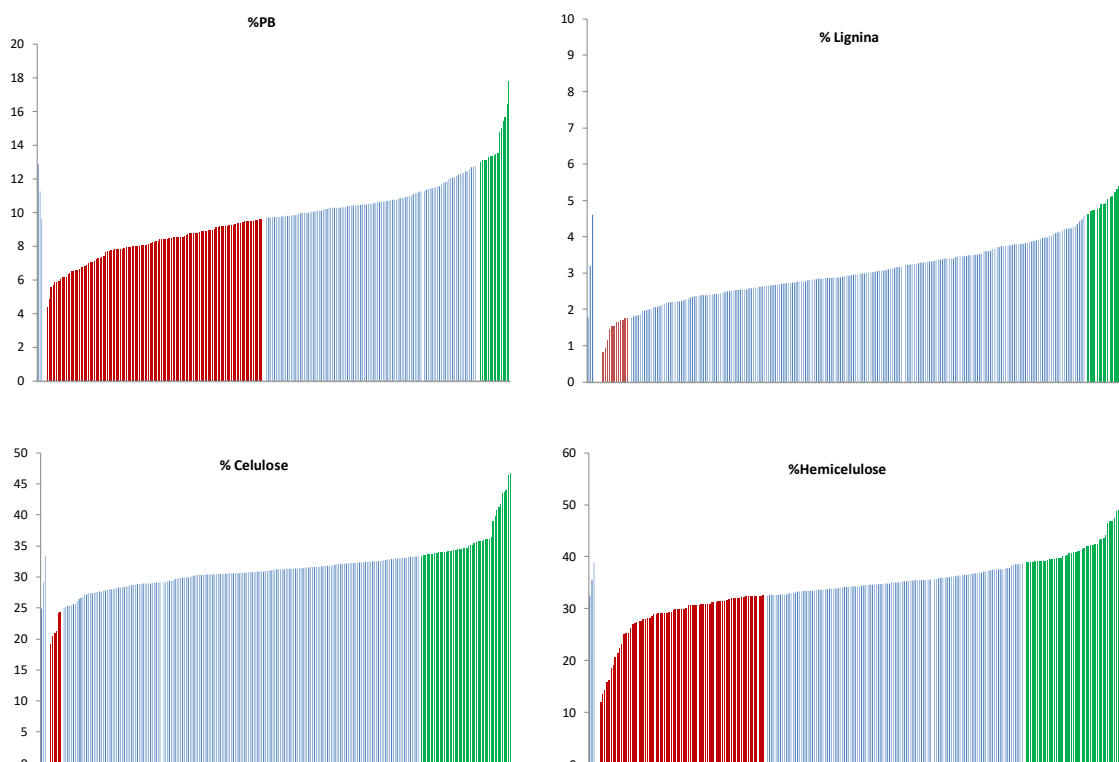


Figura 1. Variação de características bromatológicas, proteína, lignina, celulose e hemicelulose de 242 mutantes de *U. brizantha* obtidos por uso EMS. Linhas vermelhas são valores menores que um desvio padrão, linhas azuis iguais a média  $\pm$  um desvio padrão e linhas verdes são valores maiores que um desvio padrão.

A análise bromatológica foi feita nos 242 materiais que sobreviveram no campo, e demonstrou que existe variação para os teores proteína bruta, lignina, celulose e hemicelulose (Figura 1). Todavia, a metodologia de determinação dos teores de lignina precisou ser definida e como apresentavam dados variáveis entre as



duas metodologias disponíveis, utilizou-se a que mais estabilidade de resultados apresentava, como citado por FUKUSHIMA et al. (2000).



Figura 2. Alguns fenótipos selecionados na população de mutantes de *U. brizantha* obtidos por uso EMS. A – Pilosidade densa; B e C – plantas decumbentes; D – Linhas irmãs mostrando diferença no vigor das progênies de algumas plantas de progênies de panículas cobertas após a emergência e antes da emergência da folha bandeira.

A seleção com base em fenótipos é eficaz para selecionar diferentes tipos de plantas dentro da população de mutantes obtida.

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

Existe variabilidade selecionável para teores de lignina, proteína bruta, hemicelulose e celulose (Figura 1), para hábito de crescimento (Figura 2) e ciclo (precoce/tardio) e o que permite ampla gama de opções, desde plantas para produção de forragem até plantas para serem utilizadas apenas em cobertura de solo.

### **AGRADECIMENTOS**

A CAPES pelas bolsas de mestrado a RSHA, Doutorado a CBZ e EGD, ao CNPq pela bolsa PIBIC a DV e a bolsa DT-2 concedida a NBMN, e a FAPESP pelo auxílio a pesquisa 2012/14241-7.

## LITERATURA CITADA

- AMINI, M. Ethyl Methanesulfonate. **Encyclopedia of Toxicology: Third Edition**, p. 522–524, 2014.
- FUKUSHIMA, R. S. et al. Extração da lignina e emprego da mesma em curvas de calibração para a mensuração da lignina em produtos vegetais. **Rev. Bras Zootec**, v. 29, p. 1302–1311, 2000.
- GECHEV, T. et al. A Simple and Powerful Approach for Isolation of Arabidopsis Mutants with Increased Tolerance to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Induced Cell Death. **Methods in Enzymology**, v. 527, p. 203–220, 2013.
- GULSEN, O. et al. Development of seedless and Mal Secco tolerant mutant lemons through budwood irradiation. **Sci. Hort.**, v. 112, n. 2, p. 184–190, 26 mar. 2007.
- PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; ROBBELEN, G.; CORREAL, E. Production and evaluation of indehiscent mutant genotypes in *Euphorbia lagascae*. **Ind. Crops and Products**, v. 3, p. 129-143. 1994.
- NAIK, P.M.; MURTHY, H.N. The effects of gamma and ethylmethanesulphonate treatments on agronomical traits of niger (*Guizotia abyssinica* Cass.). **African J. Biotech.**, v. 8, p. 4459-4464, 2009.
- BASU, S.K.; ACHARYA, S.N.; THOMAS, J.E. Genetic improvement of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) through EMS induced mutation breeding for higher seed yield under western Canada prairie conditions. **Euphytica**, v.160, p. 249–258, 2008.
- HOHMANN, U.; JACOBS, G.; JUNG, C. An EMS mutagenesis protocol for sugar beet and isolation of non-bolting mutants. **Plant Breeding**, v. 124, p. 317-321. 2005.
- FOLLMANN, D.N., et al. Induction of genetic variability and plant development in palisade grass evaluated in M2 mutants. **African J Agric Res**, v.11, p.3210-3216, 2016.
- GAUR, P.M.; KRISHNAMURTHY L.; KASHIWAGI J. Improving drought avoidance root traits in chick-pea (*Cicer arietinum* L.). Current status of research at ICRISAT. **Plant Prod Sci**, v.11, p.3-11, 2008.
- BORRELL, B. Plant biotechnology: Make it a decaf. The enduring quest for a coffee bean without the buzz. **Nature**, v.483, p.264–266, 2012.
- LIU, S. et al. In vitro mutation and selection of doubled-haploid *Brassica napus* lines with improved resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Cell Rep.**, v. 24, p. 133-144, 2005.
- LUAN, Y.S. ZHANG, J.; GAO, X-R.; AN, L.-J. Mutation induced by ethyl methanesulphonate (EMS), in vitro screening for salt tolerance and plant regeneration of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.88, p. 77-81. 2007.