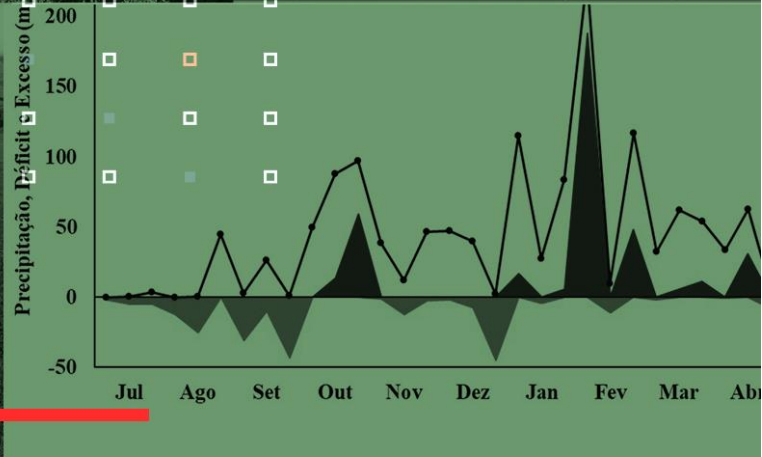
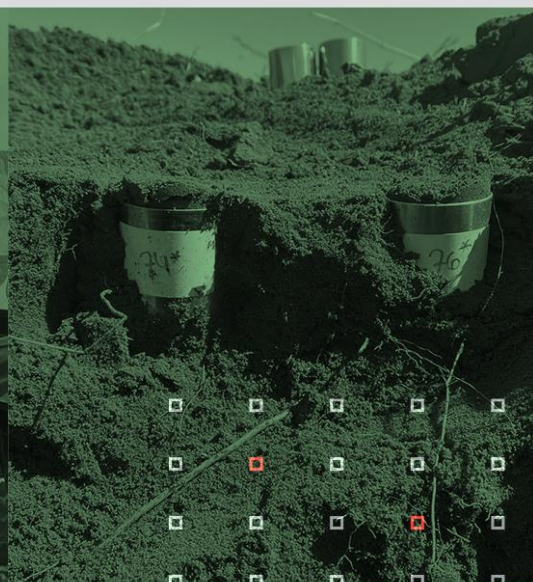
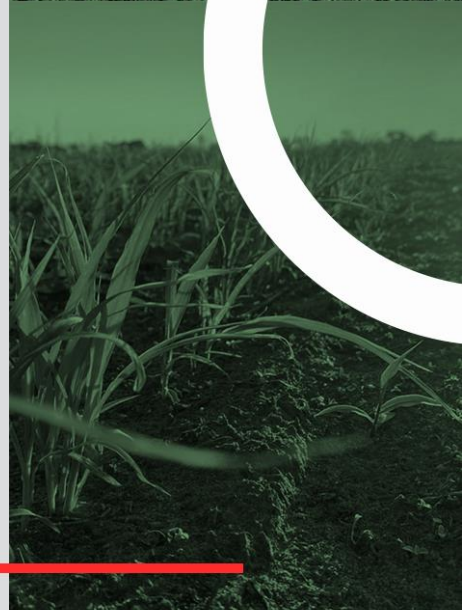
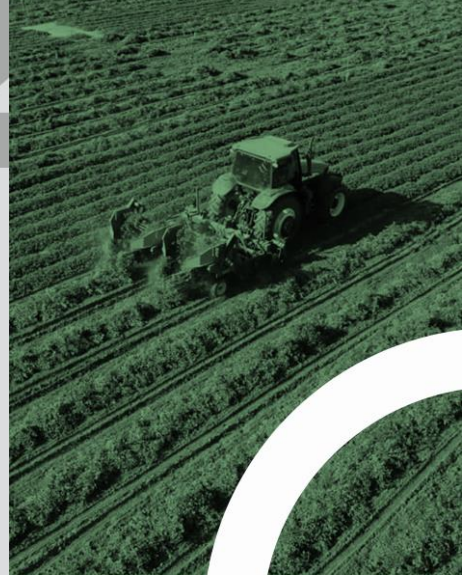


# 2022

## Boletim de Pesquisa

do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Unoeste

# Unoeste





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

Volume 03 - 2022

   /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 3**

**ISSN 2763-7522**

**PRESIDENTE PRUDENTE-SP, 2022**





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

Volume 03 - 2022

 /unoeste

**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, 2022.

v.3  
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 da Safra 2022 elaborado pelo Programa de Pós-Graduação e pelo curso Graduação em Agronomia, ambos mantidos pela Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), traz vários assuntos ao produtor e a toda cadeia do agronegócio brasileiro que mais uma vez sustenta os requisitos de segurança alimentar no mundo. O Boletim de Pesquisa deste ano também destaca o Jubileu de Ouro da UNOESTE, que completa 50 anos de existência transformando a vida no campo por meio do conhecimento. A UNOESTE, ciente de sua importância regional e nacional para o agronegócio, investe ano a ano em pesquisa e numa formação de qualidade para que o mercado tenha profissionais com carreiras de sucesso.

Falando dos assuntos, uma série de inovações tecnológicas estão descritas neste boletim, superando dificuldades e restrições que se apresentam no manejo e no cultivo de solos arenosos. Para se ter uma ideia melhor, neste boletim, as culturas do algodão, do feijão, da cana de açúcar, da batata doce, da soja e do amendoim recebem atenção e divulgação especial dos pesquisadores, mas também é digno de destaque os avanços nas áreas de localização de plantas e linhas de plantio, agricultura de precisão, semeadura de orquídeas, caracterização agrometeorológica, conservação de sementes e nutrição de forrageiras.

Ciência, inovação e tecnologia quando bem aplicadas produzem alimentos saudáveis e sustentáveis a todos os brasileiros. Este é o maior valor que nossa sociedade hoje possui graças ao esforço do agronegócio. Parabéns a UNOESTE e a todos os pesquisadores e autores que dispenderam tempo e esforço neste trabalho.

*Dr. Adilson Eduardo Guelfi - Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação e Extensão*

O Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação e Graduação em Agronomia da Unoeste de 2022 está com artigos com resultados espetaculares. Nessa edição tem uma diversidade enorme de assuntos, envolvendo várias culturas agrícolas. Destaque para as culturas do algodão, soja, feijão, cana-de-açúcar, batata doce, orquídeas, medicinais, aromáticas, forrageiras e amendoim. Os artigos trazem informações e resultados importantes sobre as condições climáticas, solos, adubações, efeitos na produtividade das culturas, fixação biológica de nitrogênio, qualidade de sementes, espaçamentos, época de semeadura, herbicidas, tecnologia da informação aplicada na agricultura, deficiência hídrica, pragas agrícolas, fotoperíodo, radiação solar, crescimento radicular, desempenho de cultivares, compactação, plantio direto, entres outros. Assim como, nas outras edições o Boletim apresenta uma linguagem simples, direta e objetiva, com o propósito de contribuir com todos envolvidos no processo da produção agropecuária. Os dados podem contribuir de forma direta na tomada de decisões na implantação e na condução das culturas já instaladas. O desenvolvimento regional e nacional está diretamente relacionado com o sucesso e avanço do setor agropecuário. A pesquisa é fundamental para o crescimento e exige empreendedorismo, criatividade, inovação, coragem, determinação, dedicação, trabalho, colaboração, "doação", competência, habilidade e muito conhecimento. Os resultados apresentados no Boletim trazem contribuições muito significativa para o avanço na qualidade das atividades desenvolvidas pela agropecuária brasileira. Aproveitem, utilizem e façam bom uso dos dados.

*Dr. Carlos Sérgio Tiritan- Diretor da Faculdade de Ciências Agrárias e Coordenador do  
Curso de Agronomia*



## **PREFÁCIO**

Nesta nova edição do Boletim, a terceira, mantivemos o intuito inicial do Boletim que é de difundir o conhecimento gerado por pesquisadores, ou seja, professores e alunos dos cursos de Graduação, Mestrado e Doutorado em Agronomia da Unoeste.

O Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unoeste entende a importância de divulgação de resultados em linguagem adequada para o público em geral, especialmente para agricultores, pecuaristas, consultores, extensionistas, estudantes e outros agentes da cadeia produtiva agropecuária. A publicação do Boletim de Pesquisa tem se mostrado ótima ferramenta de comunicação e extensão de conhecimento para a sociedade, especialmente para o Oeste Paulista. Esta ação reforça o compromisso do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unoeste com a agropecuária sustentável e com o desenvolvimento regional ao divulgar resultados de pesquisas que buscam potencializar a vocação produtiva do Oeste Paulista. Desta maneira, são abordados temas diversos de interesse agropecuário inseridos nas linhas de pesquisa do Programa.

Esperamos que façam bom uso deste Boletim.

*Dr. Fábio Rafael Echer – Coordenador*

*Dr. Edgard Henrique Costa Silva – Vice-Coordenador*

*Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Gestão 2021-2024*



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

Volume 03 - 2022

   /unoeste

**APOIO**



Fundação do Oeste Paulista de Inovação



Associação Paulista dos  
Produtores de Algodão



Conselho Nacional de Desenvolvimento  
Científico e Tecnológico





## SUMÁRIO

CARACTERIZAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA DA SAFRA 2021/22 DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP .....	8
PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO EM SISTEMAS DE SEMEADURA DIRETA E CONVENCIONAL .....	13
APRENDIZAGEM PROFUNDA NA IDENTIFICAÇÃO DE PLANTAS E LINHAS DE PLANTIO EM IMAGENS AÉREAS .....	16
EFEITO DA APLICAÇÃO DA MALTOSE E SACAROSE EM SOJA SUBMETIDA À DEFICIÊNCIA HÍDRICA.....	20
ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS EM CULTIVARES DE FEIJÃO SUBMETIDAS AO AUMENTO DE TEMPERATURA, EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO COM ESTIRPES DE <i>Bacillus subtilis</i> .....	25
SEMEADURA <i>IN VITRO</i> DE ORQUÍDEAS PARA AMADORES .....	31
INCIDÊNCIA DO BICUDO DO ALGODOEIRO ( <i>Anthonomus grandis</i> ) EM FUNÇÃO DOS ANOS DE CULTIVO .....	36
PLANILHA PARA CÁLCULO DE FOTOPERÍODO E RADIAÇÃO SOLAR.....	40
CRESCIMENTO RADICULAR DO ALGODOEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES COMBINAÇÕES DE PLANTAS DE COBERTURA .....	44
DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE ALGODÃO NO OESTE PAULISTA .....	48
DESEMPENHO AGRÔNOMICO DO GERÂNIO AROMÁTICO NAS CONDIÇÕES EDAFOLIMÁTICAS DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP .....	52
PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE AMENDOIM COMO RESPOSTA A INOCULAÇÃO COM <i>Bradyrhizobium</i> . SP EM ÁREA DE PRIMEIRO ANO DE CULTIVO.....	57
HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS EMERGÊNCIA PODEM SER SELETIVOS À BRAQUIÁRIA BRIZANTHA E CONTROLAR CAPIM CARRAPICHO.....	62
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AMENDOIM AFETADA PELA ADUBAÇÃO BORATADA .....	68
CONSÓRCIO BRAQUIÁRIA COM FEIJÃO CAUPI: IMPORTÂNCIA NA QUALIDADE E PRODUÇÃO DE BIOMASSA .....	73
ACÚMULO DIFERENCIAL DE PROLINA COMO INDICADOR DE TOLERÂNCIA AO ESTRESSE SALINO EM CULTIVARES DE <i>Phaseolus vulgaris</i> L. ....	78
CONSERVAÇÃO DE SEMENTES PARA AMADORES .....	84
GENÓTIPOS ELITE DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE BATATA-DOCE DA UNOESTE.....	88
MANEJO DA ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO, POTÁSSIO E BORO NO ALGODOEIRO EM SOLO ARENOSO.....	93



ÉPOCA DE SEMEADURA DA CULTURA DA SOJA EM SOLOS ARENOSOS NO OESTE PAULISTA .....	97
MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO ALGODOEIRO CULTIVADO EM SOLO ARENOSO .....	103
PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DE DIFERENTES PREPAROS DE SOLO COM E SEM APLICAÇÃO DE ÓXIDO DE CÁLCIO .....	108
EFEITOS DE DIFERENTES CULTURAS DE COBERTURA ANTECEDENDO O ALGODÃO ( <i>Gossypium hirsutum</i> ) EM ATRIBUTOS DE QUALIDADE FÍSICA DE UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO ARENOSO .....	114
RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO E INTERVALO HÍDRICO ÓTIMO DE UM SOLO ARENOSO SOB CULTURAS DE COBERTURA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO CULTIVADO COM ALGODOEIRO.....	120
PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E TEOR DE MACRONUTRIENTES DOS CAPINS ARUANA E MOMBAÇA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO ...	126
AJUSTANDO A RECOMENDAÇÃO DA ADUBAÇÃO COM BORO NO AMENDOIM.....	130
DIVERSIDADE DA MACROFAUNA EDÁFICA NO SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA .....	135





## CARACTERIZAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA DA SAFRA 2021/22 DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP

Alexandrius de Moraes Barbosa

### PROBLEMÁTICA

Monitorar a variação dos elementos climáticos ao longo das safras é de grande importância para melhor compreensão do ambiente de produção agrícola, considerando a natural variação do clima em cada ano. Através da caracterização agrometeorológica da safra é possível identificar períodos climáticos desfavoráveis e favoráveis para o desenvolvimento das plantas, e também, auxiliar no planejamento quanto à escolha de sistemas de produção e manejos visando à potencialização da produtividade e/ou atenuação das condições climáticas adversas. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi realizar a caracterização agrometeorológica da safra 2021/22 de Presidente Prudente-SP.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Nos últimos anos a ocorrência de períodos de estiagem e de geadas provocaram grandes perdas na produtividade agrícola, e as alterações nos padrões do clima além de impactar o mercado econômico, podem impactar no médio a longo prazo alterações nos agroecossistemas (FREITAS et al., 2021). A variação da precipitação, por exemplo, está associada tanto a fatores ligados a circulação geral da atmosfera (movimentação das massas de ar), quanto a sistemas meteorológicas de escala espacial mais reduzida que interagem com as características naturais da região (REBOITA et al., 2010).

Praticamente desde o início da primavera de 2020 as condições climáticas estão sendo influenciadas pelo fenômeno oceano-atmosférico La Niña (NOAA, 2022). Tal fenômeno tem por alguns dos seus efeitos, a redução da precipitação na região Centro-Sul do Brasil (CPTEC, 2022). Dessa maneira, a caracterização agrometeorológica das safras auxilia na compreensão dos efeitos de algumas oscilações climáticas sobre o clima da região. Com base nessas informações, o planejamento das safras futuras torna as decisões mais assertivas em situações de novas ocorrências dessas oscilações climáticas.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Para a caracterização da safra 2021/22 foram utilizados os dados diários de 01 de julho de 2021 a 30 de junho de 2022 (organizados em decêndios). Os dados de precipitação, temperatura do ar, insolação e umidade relativa do ar foram oriundos da estação meteorológica da Unoeste (Universidade do Oeste Paulista), localizada no Campus II em Presidente Prudente-SP. Os dados de radiação solar e velocidade do vento foram provenientes da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) localizada em Presidente Prudente-SP.

Foram utilizados os dados de temperatura média, máxima e mínima, em que, a máxima e mínima são representadas pela média do período observado. Ainda, utilizou-se

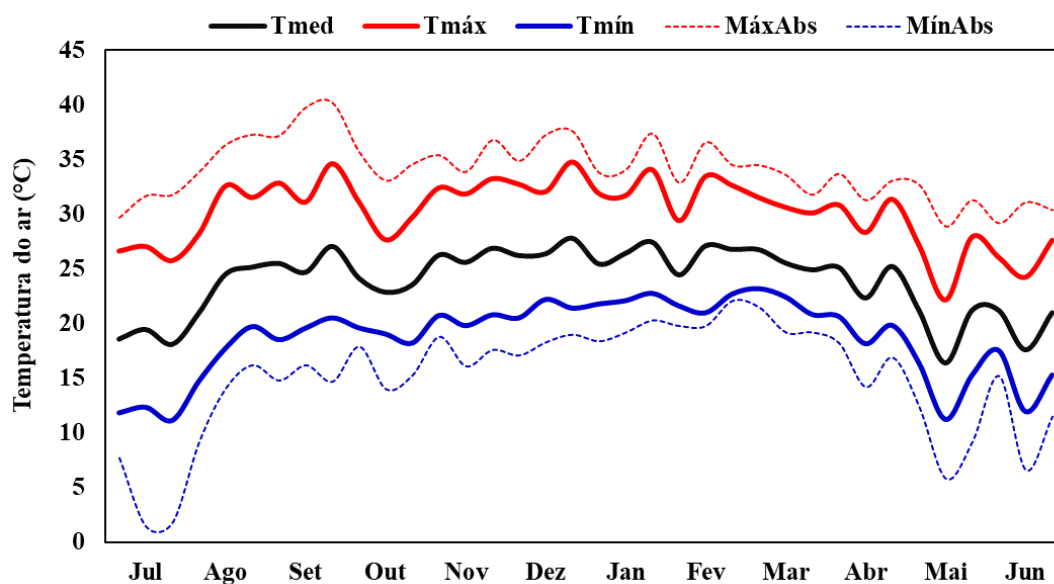


os valores das temperaturas máximas e mínimas absolutas (maior ou menor valor observado no decêndio). Utilizou o método de Penman-Monteith-FAO para estimar a evapotranspiração de referência conforme Conceição (2010).

O balanço hídrico foi elaborado conforme metodologia de Thornthwaite e Mather (1955). Para o cálculo do balanço hídrico sequencial foi utilizada a planilha no ambiente Excel™ de Rolim et al. (1998) considerando a capacidade de água disponível de 60 mm. O déficit de pressão de vapor (DPV) foi calculado a partir dos valores de temperatura média e umidade relativa do ar conforme Tetens (1930).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média da safra 2021/22 foi de 23,9 °C, valor este 0,5 °C menor do que a normal climatológica da região (24,4 °C). A temperatura máxima na safra 2021/22 foi de 30,2 °C, sendo 0,6 °C maior do que a média histórica (29,6 °C). A temperatura mínima na safra 2021/22 foi de 18,7 °C, sendo 0,3 °C menor do que a normal da região (19,0 °C). Em 21 de setembro de 2021 foi registrada a máxima de 40,2 °C, sendo esta a maior temperatura da safra 2021/22. Em julho de 2021 ocorreram duas geadas na região, com mínimas de 1,4 e 1,8 °C nos dias 19 e 29 de julho de 2021, respectivamente.



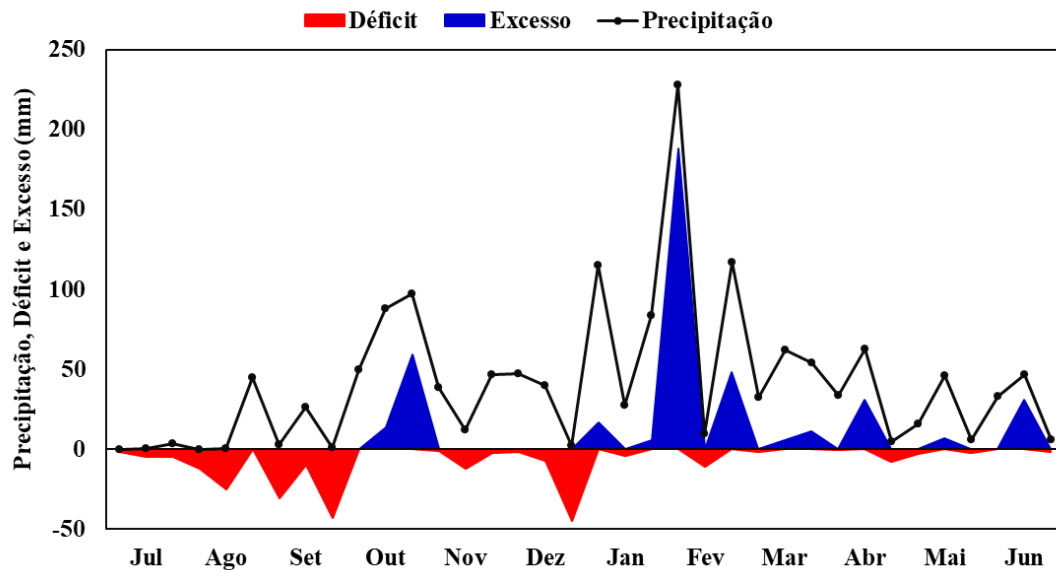
**Figura 1.** Temperatura média (Tmed), máxima (Tmáx), mínima (Tmín), máxima absoluta (MáxAbs) e mínima absoluta (MínAbs) em decêndios da safra 2021/22 (julho de 2021 a junho de 2022) de Presidente Prudente-SP.

Na safra 2021/22 foi registrado o volume total de precipitação de 1.484,9 mm, sendo que o normal para a região é de 1.558 mm. No entanto, no período de julho a dezembro de 2021 choveu 500,8 mm, valor este 28,7% menor do que o normal para o período (703 mm), com destaque para as baixas precipitações observadas nos meses de



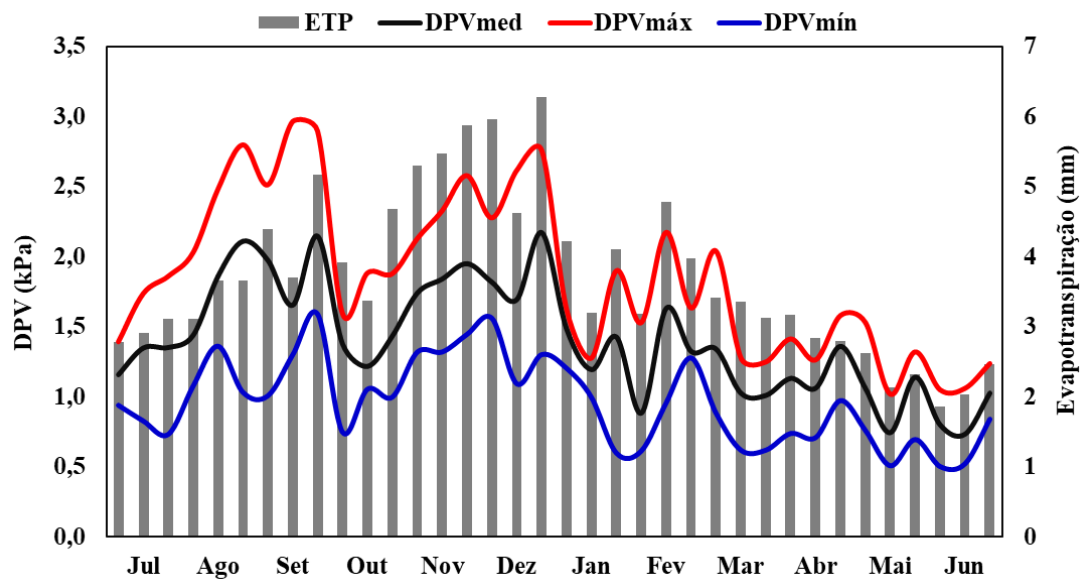
setembro, novembro e dezembro. Já no período de janeiro a junho de 2022, choveu o total de 984,1 mm, valor acumulado 15% maior do que o normal para o período (855 mm).

O déficit de água no solo da safra 2021/22 foi de -233,2 mm, sendo que, 86,1% (-200,8 mm) do déficit observado na safra se deu em 2021, no período de julho a dezembro. O excesso de água no solo foi de 417,5 mm, sendo 72,8 (17,3%) mm de julho a dezembro de 2021 e 344,6 (82,7%) mm de janeiro a junho de 2022.



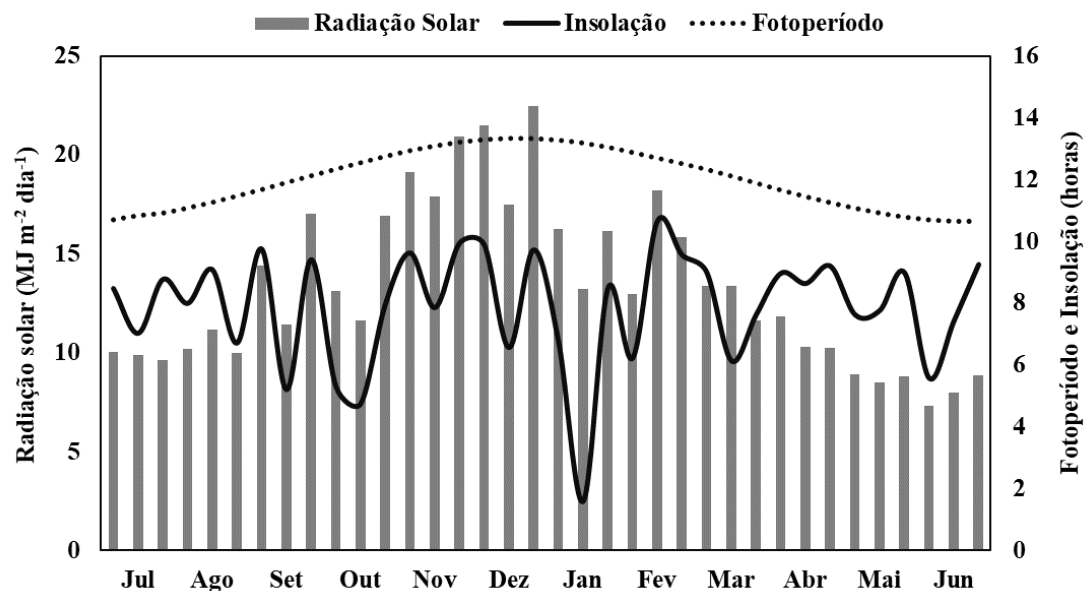
**Figura 2.** Precipitação acumulada (mm), déficit e excesso de água no solo (mm) em decênios da safra 2021/22 (julho de 2021 a junho de 2022) de Presidente Prudente-SP.

A evapotranspiração média da safra 2021/22 foi de 3,71 mm, com maior ETP no mês de dezembro de 2021 (5,62 mm) e menor mês de junho de 2022 (2,12 mm). O déficit de pressão de vapor (DPV) médio da safra foi de 1,41 kPa, e o DPV máximo e mínimo foi de 1,86 e 0,96 kPa, respectivamente. Altos valores de DPV<sub>máx</sub> foram registrados nos meses de setembro de 2021 (2,79 kPa) e dezembro (2,55 kPa). O DPV reduziu gradativamente de fevereiro a junho de 2022.



**Figura 3.** Evapotranspiração (ETP, mm) e déficit de pressão de vapor (DPV, kPa) médio, máximo e mínimo em decêndios da safra 2021/22 (julho de 2021 a junho de 2022) de Presidente Prudente-SP.

A radiação solar média medida na superfície terrestre da safra 2021/22 foi de  $13,23 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e a radiação total acumulada na safra foi de  $4.894,6 \text{ MJ m}^{-2}$ . O decêndio de maior radiação foi de 21 a 31 de dezembro, com média de  $22,48 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ .



**Figura 4.** Radiação solar ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) e fotoperíodo e insolação (horas) em decêndios da safra 2021/22 (julho de 2021 a junho de 2022) de Presidente Prudente-SP.





## **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A safra 2021/22 ocorreu sobre influência do fenômeno oceano-atmosférico La Niña. De maneira geral, em Presidente Prudente-SP, de julho a dezembro de 2021 (com exceção de outubro), as condições climáticas foram desfavoráveis para a agricultura devido a baixa precipitação e elevados valores de temperatura e DPV, situação esta que resultou em altos valores de déficit de água no solo. Este período coincide com o início da safra, onde ocorre a instalação e o desenvolvimento inicial das culturas. Já as condições climáticas de fim de janeiro a junho de 2022 se mantiveram dentro da normalidade e favoreceram o cultivo e desenvolvimento das culturas nesse período.

Portanto, as condições agrometeorológicas desfavoráveis no início da safra causaram o atraso na instalação e prejudicou o desenvolvimento inicial das culturas, e em alguns casos, houve a necessidade de reinstalação (ressemeadura). Tal situação prejudicou também a instalação da 2ª safra (safrinha), que acabou sendo instalada tardiamente (fora da janela recomendada).

## **LITERATURA CITADA**

CONCEIÇÃO, M. A. Roteiro de cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith-FAO. Circular Técnica 65, Bento Gonçalves, Embrapa, 2006.

CPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em agosto de 2022.

FREITAS, S. M.; SAMPAIO, R. M.; OLIVEIRA, M. D. M.; NACHILUK, K.; ZEFERINO, M. Impactos das Adversidades Climáticas sobre o Comércio Exterior Brasileiro de Produtos Seleccionados. Análises e indicadores do agronegócio. v.16, n.8, p. 1-15, 2021.

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration. Climate Prediction Center. El Niño / Southern Oscillation (ENSO). Disponível em <[https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)>. Acesso em agosto de 2022.

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R. P.; Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. Terrae didática. V. 8. p.34-50, 2012.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL<sup>TM</sup> para os cálculos de balanços hídricos: normal. sequencial. de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia. Santa Maria. v. 6.p133-137.1998.

TETENS, V. O. Über einige meteorologische Begriffe, Zeitschrift Geophysic, Wurzburg, v. 6, p. 297-309, 1930.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology. 1955.



## **PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO EM SISTEMAS DE SEMEADURA DIRETA E CONVENCIONAL**

Caroline Honorato Rocha; Adenilson José de Souza; Alana Maria Correia, Tais Costa Pinto; Cássio Antônio Tormena; Fábio Rafael Echer.

### **PROBLEMÁTICA**

O cultivo em solos de textura arenosa é desafiador, devido suas características como a baixa fertilidade, baixo teor de matéria orgânica e baixa capacidade de retenção de água. Sistemas que visam a melhoria dos fatores físicos, químicos e biológicos como a introdução de plantas de cobertura é indispensável em áreas arenosas. No entanto, isso se torna difícil quando o algodoeiro é cultivado em áreas arrendadas por curtos períodos (uma safra) devido a necessidade de correção do solo e incorporação dos corretivos.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

Em decorrência do baixo teor de matéria orgânica em solos arenosos, o uso de plantas de cobertura é uma ferramenta essencial na melhoria da capacidade de armazenamento de água, estruturação do solo, diversidade microbológica e ciclagem de nutrientes. Portanto o aumento da produtividade do algodoeiro na região do Oeste Paulista está atrelado ao uso de sistemas conservacionistas que visam a formação de palhada.

Devido a mudanças climáticas, o uso de sistemas de manejo que busquem a sustentabilidade do agroecossistema, como o Sistema de Semeadura Direta (SSD), tende aumentar, pois o acúmulo de resíduos culturais na superfície do solo melhora a retenção de água no solo e o aporte de matéria orgânica, aumentando a resiliência do sistema sob condições edafoclimáticas adversas, como o que ocorre em solos arenosos e em regiões baixas, cujas temperaturas limitam a produtividade das culturas (Nouri et al., 2020).

O cultivo do algodoeiro no sob Sistema de Semeadura Convencional (SSC) resulta em redução no teor de matéria orgânica e nutrientes, piora a qualidade de solo e favorece a erosão, no entanto é um sistema amplamente utilizado em áreas de reforma de pastagens degradadas. A produtividade de fibra do algodoeiro semeado em modelo de monocultura tem se mostrado menor em comparação ao (SSD, a partir da sexta safra, além disso o teor de N e estoque de carbono no solo tende a aumentar em profundidades no SSD (Ferreira et al., 2016).

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE em Presidente Bernardes-SP com histórico de quatro anos de instalação. O solo da área é classificado como Latossolo de textura arenosa (EMBRAPA, 2018).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas com cinco repetições. Os experimentos consistiram de: a) sistema plantio direto



(SSD) com uso ou não de escarificação, b) sistema de semeadura convencional (SSC) com uso de grade pesada e niveladora, com o preparo sendo realizado em maio ou setembro de cada ano. Nas sub-parcelas de cada tratamento, em ambos experimentos, foram testados os efeitos das culturas de cobertura Milheto - *Pennisetum glaucum* e Mombaça - *Panicum maximum*.

O preparo de solo nas áreas de SSD com escarificação e SSC com preparo em Maio (gradagem pesada e niveladora), foram realizados na primeira quinzena de Maio. As plantas de cobertura foram semeadas na segunda quinzena de Maio (nas parcelas SSD – escarificado e não escarificado; SSC - preparo em Maio). As parcelas de SSC com preparo de solo em setembro foram manejadas em 30/08/2021 (devido à baixa precipitação). As plantas de cobertura foram dessecadas na segunda quinzena de outubro e o algodoeiro semeado em 30/12/2021 com espaçamento 0,90 m (TMG 21 GLTP). Na semeadura do algodoeiro foram aplicados 240 kg ha<sup>-1</sup> de MAP, e durante o ciclo da cultura foram parcelados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (Ureia) e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (KCl) em duas vezes, aos 30 e 60 DAE.

A colheita do algodoeiro foi realizada aos 150 dia após emergência (DAE), e para a determinação da produtividade foram contados e colhidos os capulhos de dois metros de linha, que foram pesados em balança de precisão.

O estudo estatístico foi realizado pela análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os gráficos foram plotados no programa SigmaPlot.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

A produtividade em caroço do algodoeiro no sistema de semeadura direta escarificado sob palha de mombaça foi 17% maior em relação a palha de milheto. Também, a escarificação resultou em produtividade 18% maior quando utilizou-se mombaça.

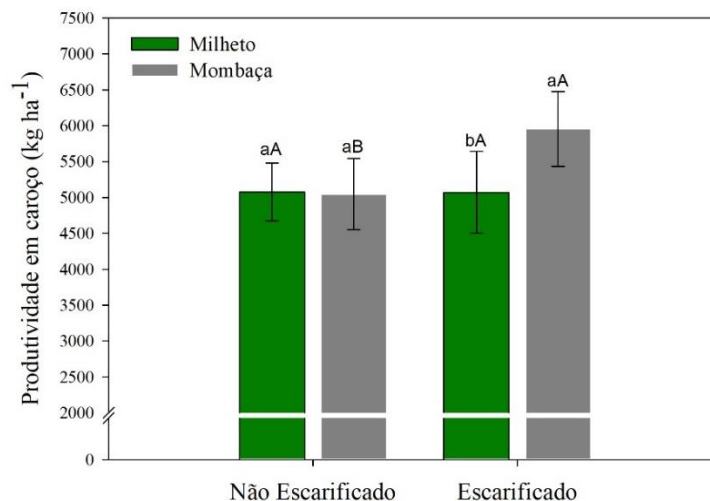


Figura 1. Produtividade de algodão em caroço do algodoeiro semeado sob palha de milheto e mombaça, em sistema de semeadura direta com ou sem escarificação na safra 2021/2022. As médias seguidas da letra minúscula comparam as plantas de cobertura e as letras maiúsculas comparam os preparos de solo pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade.



No SSC, quando o preparo foi realizado em setembro, algodoeiro semeado sob palhada de milho obteve produtividade 20% maior que a área com preparo de solo em maio. Além disso, o algodoeiro cultivado sobre milho foi 26% mais produtivo à mombaça no preparo de setembro (Fig. 2).

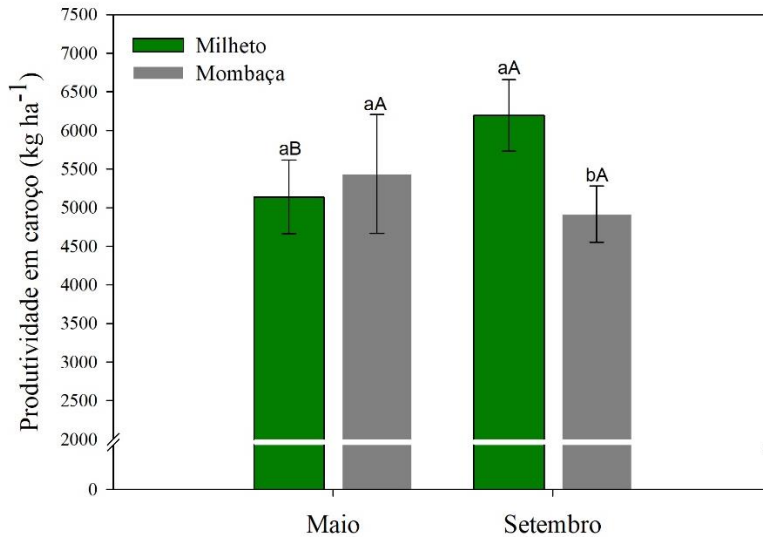


Figura 2. Produtividade de algodão em caroço sob palha de milho e mombaça, em sistema de semeadura convencional com preparo em maio e em setembro na safra 2021/2022. As médias seguidas da letra minúscula comparam as plantas de cobertura e as letras maiúsculas comparam os preparos de solo pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

A utilização da escarificação em SSD em área de longo prazo sob palhada de mombaça favorece a produtividade em caroço; já quando se utiliza o SSC o preparo de solo em setembro seguido da introdução de milho resultou em melhor desempenho do algodoeiro.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Associação Paulista dos Produtores de Algodão (APPA) pelo apoio financeiro a pesquisa e a Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), concedida a primeira autora.

### LITERATURA CITADA

- EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2018.
- Ferreira, A.C.B., Bogiani, J.C., Lamas, F.M. Sistemas de cultivo de plantas de cobertura para a semeadura direta do algodoeiro. Comunicado Técnico- Embrapa Algodão, Campina Grande – PB, n.377, 2016.
- Nouri, A., Jaehoon Lee, J., YODERA, D.C., Jagadamma, S., Walkera, F.R., Yinb, X., Arellic, P. Management duration controls the synergistic effect of tillage, cover crop, and nitrogen rate on cotton yield and yield stability. *Soil & Tillage Research*, v.301, p.007-107, 2020.





## APRENDIZAGEM PROFUNDA NA IDENTIFICAÇÃO DE PLANTAS E LINHAS DE PLANTIO EM IMAGENS AÉREAS

Ana Paula Marques Ramos, Lucas Prado Osco, José Marcato Junior, Wesley Nunes Gonçalves

### PROBLEMÁTICA

O mapeamento preciso de áreas de cultivo, por exemplo, para identificar a localização de plantas e linhas de plantio, é uma estratégia importante para a agricultura de precisão, pois auxilia em distintas tarefas relacionadas à cultura, como no gerenciamento das áreas plantadas, previsão de produtividade e monitoramento da cultura. Os sensores RGB, embarcados em Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), também, popularmente conhecidos como Drones, são uma opção econômica viável para se capturar imagens dessas áreas agrícolas. Todavia, a análise visual dessas imagens pode ser uma tarefa desafiadora e tendenciosa, especificamente para se detectar plantas e linhas de plantio. Assim, tem-se a necessidade de se desenvolver métodos automáticos e inteligentes para realizar a tarefa de extração de informações de interesse nessas imagens de maneira rápida e precisa.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Técnicas baseadas em inteligência artificial se constituem no que há de mais moderno para se processar imagens, como as coletadas por VANTs, visando se mapear ou monitorar campos agrícolas. A aprendizagem profunda (*deep learning*), uma subárea dentro da área de aprendizagem de máquina (*machine learning*), usa de redes neurais artificiais complexas para aprender a extrair padrões em um determinado tipo de dado, como são as imagens aéreas. Essas redes, todavia, requer uma quantidade considerável de exemplos para então aprender a desempenhar a tarefa requerida. Não obstante, uma vez aprendido, podem ser aplicadas em diversos contextos, atingindo excelentes desempenhos. Abordagens que visam auxiliar a agricultura de precisão, especificamente voltadas para a contagem de plantas ou extração de linhas de plantio com redes profundas, estão recebendo atenção da comunidade científica. Diferentes métodos baseados em Redes Neurais Convolucionais (CNN), que é um tipo de rede profunda, estão sendo investigados e foram publicados em periódicos científicos de alto impacto nos últimos anos. Alguns dos quais, são capazes de contar árvores, detectar e contar frutos, estimar biomassa, entre outros. No entanto, para o caso de plantas e linhas de plantio, nenhum desses métodos foi implementado de uma maneira que a aprendizagem ocorra simultaneamente.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo baseou-se na proposta de um novo método de aprendizado profundo baseado em uma CNN (Figura 1) que detecta e localiza simultaneamente as linhas de



plântio, enquanto conta as plantas presentes nestas linhas, utilizando imagens aéreas RGB coletadas por VANT. O método utiliza um tipo de arquitetura de dois “ramos”, onde as informações obtidas para as linhas de plântio são atualizadas no “ramo” de informação sobre a localização da planta e retroalimentadas no “ramo” da linha; tais ramos que são refinados por um método composto por vários estágios. Isso garante que a rede aprende informações das posições da planta e as incorpore na posição das linhas de plântio e vice-versa; aumentando a sua precisão para ambas as tarefas. Testes foram conduzidos em áreas experimentais com cultivo de milho, em diferentes estágios, e em área comercial de citricultura.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A rede extrai a localização da planta e da linha de plântio de acordo com um mapa de confiança e então usa essa informação para prever o centro da própria planta. Obteve-se nos testes desempenhos satisfatórios, sobretudo, quando comparando com outras redes neurais consideradas estado-da-arte para contagem de plantas e linhas de plântio em imagens aéreas em diferentes tipos de cultivos (Tabela 1). O método de refinamento na detecção da posição (centro) da planta também foi crucial para o alto desempenho da rede, sobretudo nas áreas de árvores citrus (Figura 2). Além disso, observa-se que o desempenho do método na detecção de plantas de milho em seu estágio inicial de crescimento também foi satisfatório visualmente (Figura 3). Essas informações qualitativas descritas permitiram comprovar a eficácia da rede proposta. Outras culturas além das investigadas podem se beneficiar da abordagem apresentada aqui, seja na contagem de plantas, bem como na detecção de linhas de plantação existentes.

## **APLICAÇÃO PRÁTICA**

Este tipo de abordagem pesquisada pode auxiliar em novas pesquisas e aplicações que se baseiam na integração das áreas de sensoriamento remoto e agricultura de precisão. O método apresentado é viável e provou resultados altamente precisos, superiores aos resultados de outras redes profundas (HRNet, Faster R-CNN e RetinaNet) avaliadas para a mesma tarefa e no mesmo conjunto de dados. O método proposto também é uma alternativa viável do ponto de vista do custo, pois utiliza uma câmara RGB para capturar as imagens. Outra contribuição de nossa abordagem em CNN é que, ao aplicar uma arquitetura de duas ramificações e permitir a troca de informações entre elas, nossa abordagem pode se beneficiar dos resultados de uma detecção para a outra, caracterizando uma espécie de aprendizagem cíclica. A principal contribuição de nosso estudo é demonstrar uma alternativa rápida, segura e economicamente viável para prever corretamente o número real de plantas ao mesmo tempo em que se detecta linhas de plantação em imagens aéreas RGB.

## **AGRADECIMENTOS**

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

TABELAS E FIGURAS

TABELA 1. Resultados do método proposto e dos métodos de detecção de objetos HRNet, Faster R-CNN e RetinaNet para os conjuntos de dados de plantio de milho (V3 e adultos).

Métodos	Planta					Linha		
	Mean absolute error	Mean square error	Precision	Recall	F1-score	Precision	Recall	F1-score
HRNet	14,879	319,258	0,761	0,955	0,840	-	-	-
Faster R-CNN	17,245	392,754	0,736	0,952	0,825	-	-	-
RetinaNet	20,250	558,025	0,693	0,940	0,786	-	-	-
<b>Abordagem Proposta</b>	<b>6,224</b>	<b>66,706</b>	<b>0,856</b>	<b>0,905</b>	<b>0,876</b>	<b>0,913</b>	<b>0,941</b>	<b>0,925</b>

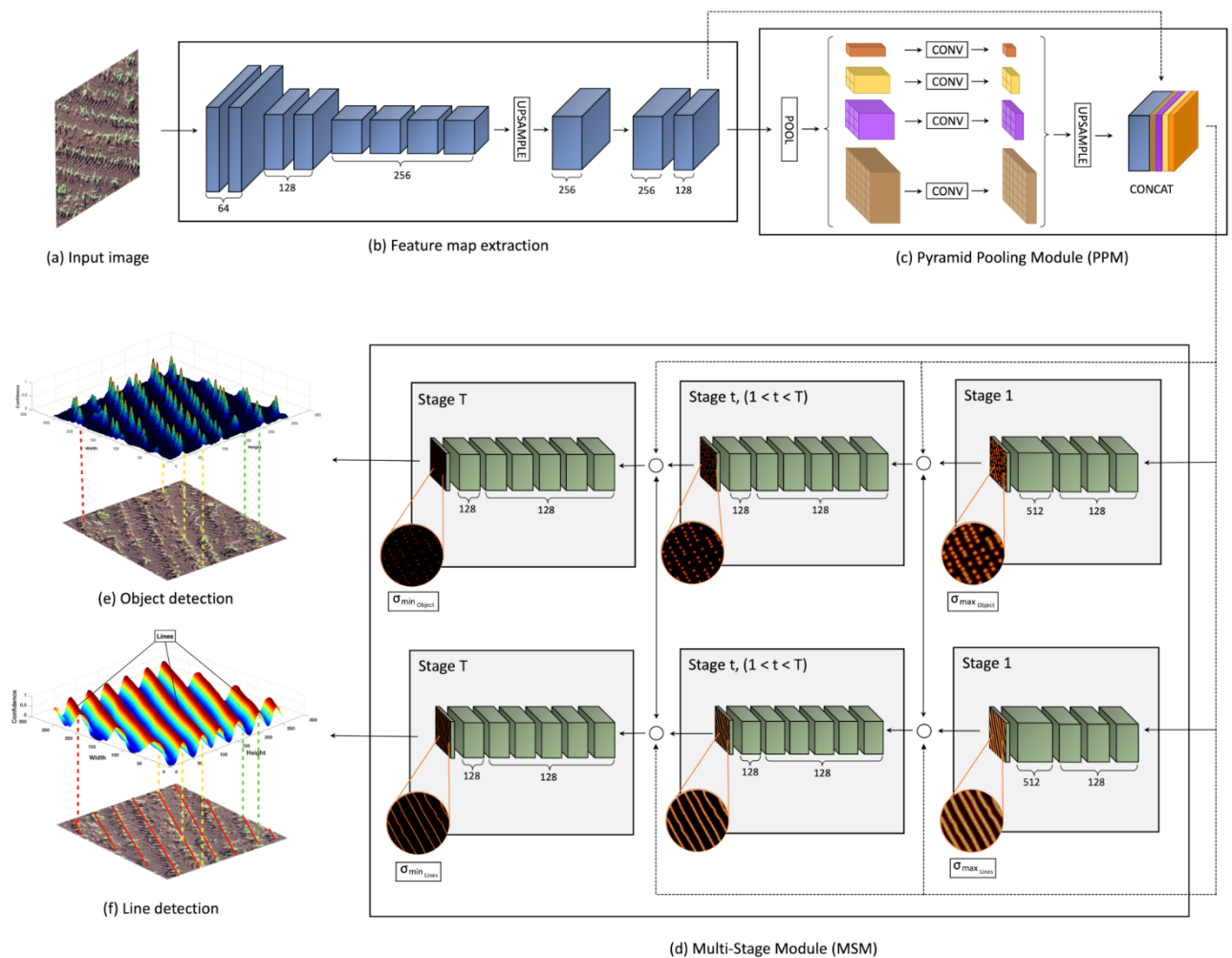


FIGURA 1. Arquitetura do método, onde: (a) corresponde à imagem RGB de entrada; (b) é o método de extração do mapa de recursos por uma CNN; (c) usa um módulo de aprimoramento PPM com o mapa de recursos como entrada; (d) é composto pelos dois ramos de detecção do MSM; e (e) realiza detecção de objetos (plantas) e (f) detecção de linha (linhas de plantação).



Dense citrus orchard plantation pattern

Object detection based on confidence map

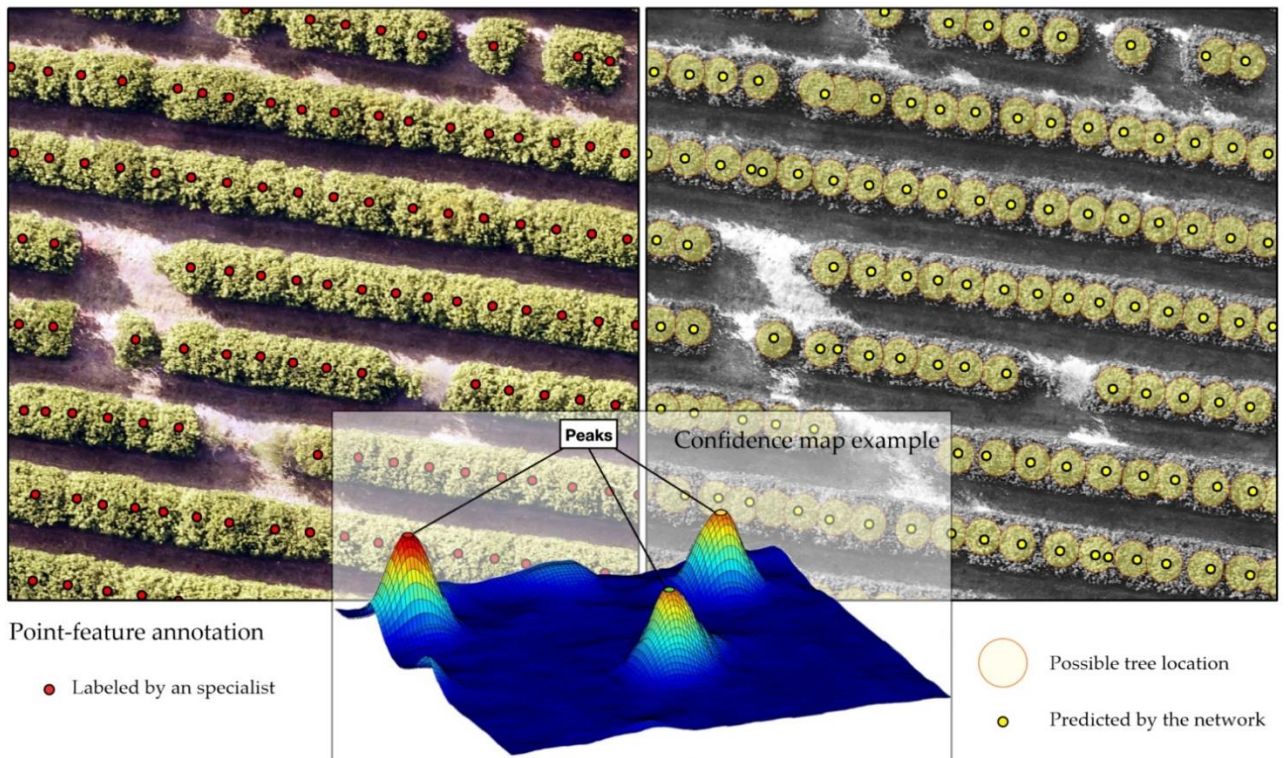


FIGURA 2. Exemplo dos resultados do método ao detectar árvores cítricas em uma plantação altamente adensada, isto é, com pequenos espaços entre as plantas. Há, também, um exemplo do mapa de confiança extraído com nossa rede para um conjunto de plantações. A rede profunda entende que os picos no mapa de confiança devem ser considerados possíveis localizações de plantas na imagem.

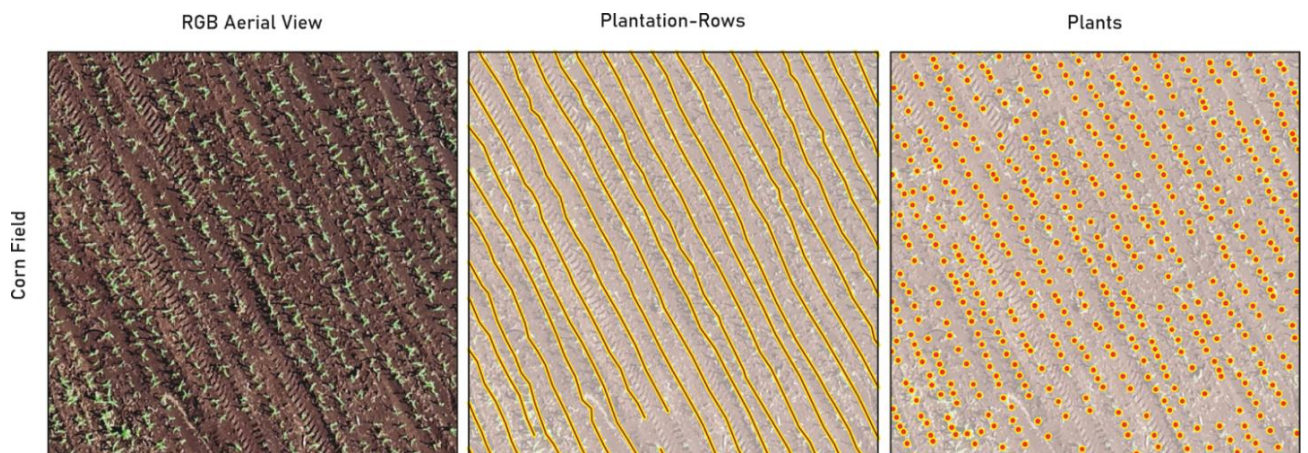


FIGURA 3. Exemplos de áreas nas imagens RGB exibindo as linhas de plantações e plantas de milho.





## EFEITO DA APLICAÇÃO DA MALTOSE E SACAROSE EM SOJA SUBMETIDA À DEFICIÊNCIA HÍDRICA

Debora Cristina Rodrigues Gonçalves, Suzana Chiari Bertoli, Bruna Oliveira Spolaor,  
Adriana Lima Moro

### PROBLEMÁTICA

O crescimento da soja depende de fatores ambientais que podem limitar o seu desempenho e rendimento. Dentre esses fatores ambientais destaca a sensibilidade ao fotoperíodo, temperaturas elevadas, deficiência de nutrientes e principalmente a falta de água (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). A disponibilidade de água é particularmente importante entre a floração e enchimento de vagem (SILVEIRA et al., 2013). Em cada estágio da cultura a tolerância e deficiência hídrica apresenta variações. Dependendo do estágio, tanto o excesso como a deficiência de água podem ser potencialmente prejudiciais para o rendimento agrícola. Quando a disponibilidade de água no solo diminui, os estômatos nas folhas atuam na perda de vapor de água para a atmosfera, promovido pelas alterações de turgor nas células guarda. O fechamento dos estômatos reduz a perda de água pela transpiração ao passo que a entrada de CO<sub>2</sub> (substrato essencial para fotossíntese) também é reduzida. O decréscimo da difusão de CO<sub>2</sub> da atmosfera é geralmente considerada a principal causa de redução da fotossíntese em condições de deficiência hídrica leve e moderada (CHAVES et al., 2009; PINHEIRO; CHAVES, 2011). Essa redução da fotossíntese, diminui a produção de fotoassimilados (açúcares e amido) que são fontes principais de enchimento de grãos. Com isso, ocasiona diminuição e perda de produção agrícola.

Desse modo, medidas que possam diminuir os efeitos da deficiência hídrica em soja, estão em constante estudos. A aplicação de diferentes açúcares pode ser favorável a planta por promover energia (ATP), para que processos metabólicos continuem acontecendo, mesmo em ambientes adversos, podendo atenuar os efeitos deletérios e manter a produção.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

A sacarose é um dissacarídeo formado por uma molécula de frutose e uma de glicose. A glicose é produzida pelo processo fotossintético que atua como fornecedor de energia, constitui o esqueleto de carbono e participa na biossíntese de complexos de polissacarídeos (FAREEN; HAYAT, 2018). Este composto protege as plantas de danos, estimulando o aumento na taxa fotossintética, respostas do conteúdo de clorofila foliar e das enzimas fotossintéticas, tendo assim uma recuperação mais acelerada da planta devido à falta de água (FURBANK, et al., 1997). A maltose é um dissacarídeo formado por duas moléculas de glicose. A maltose tem um papel importante na preservação da função da membrana celular e como osmoprotetor, além disso na desidratação osmótica, este açúcar substitui as moléculas de água, no caso da membrana celular, estabilizando os fosfolipídios e as proteínas para evitar o rompimento celular (FERRANDO; SPIESS, 2001). Plantas com a capacidade de acumular naturalmente esses açúcares (maltose e sacarose), geralmente são reconhecidas por ter resistência efetiva à estresses abióticos.



Desta forma, a aplicação de açúcares mostra-se como alternativa mitigadora dos efeitos da deficiência hídrica.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado em casa de vegetação do CEVOP- UNOESTE, com plantas de soja, cultivar NS 6700 IPRO. O experimento foi composto por delineamento casualizado fatorial com seis tratamentos, sendo eles: controle (aplicação de água destilada), sacarose (açúcar cristal com dose de 140 mM) e maltose (dose de 30mM), aplicados em estágio fenológico V3. Para cada tratamento foi utilizado dois regimes de irrigação: plantas irrigadas (com reposição diária de 100% da capacidade de campo do vaso) e com suspensão de irrigação. A irrigação foi suspensa quando as plantas estavam no estágio fenológico V4, enquanto que no tratamento controle a irrigação foi realizada diariamente. Os parâmetros fotossintéticos foram avaliados quando o potencial de água das plantas do tratamento controle chegou a -1,0 MPa. Em seguida as plantas em suspensão foram reidratadas. Medidas pontuais de trocas gasosas foram realizadas no último dia de estresse e após 48h da recuperação utilizando um analisador de gases por infra-vermelho (Li-6400XTR, LiCor, EUA). O experimento foi mantido até o final do ciclo para coleta dos dados de produção e biomassa. Os resultados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA,  $p < 0.05$ ) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $P_n$ ) e a eficiência do fotossistema II ( $F_v/F_m'$ ) reduziram pela suspensão de água independentemente da aplicação dos dissacarídeos (Tabela 1). A condutância estomática ( $g_s$ ) e a transpiração ( $E$ ) foram reduzidos durante o período de estresse em todos os tratamentos. Após a recuperação hídrica, os parâmetros fisiológicos retomaram suas condições normais, não apresentando diferenças pela aplicação dos dissacarídeos (Tabela 2).

**Tabela 1** – Valores médios atribuídos nas análises de trocas gasosas no período de suspensão de água.

	Controle		Maltose		Sacarose	
	Irigado	Suspensão	Irigação	Suspensão	Irigação	Suspensão
$P_n$	21,30Aa	10,90Ba	24,30Aa	9,10Ba	19,50 Aa	10,70Ba
$g_s$	1,07Aa	0,40Ba	1,04Aa	0,12Bb	0,95Aa	0,45Ba
$C_i$	342,07Aa	265,41Ba	333,91Aa	256,10Ba	342,84Aa	313,36Aa
$E$	9,20Aa	4,69Ba	9,43Aa	2,82Bb	9,56Aa	5,45Ba
$F_v/F_m'$	0,52Aa	0,47Aa	0,55Aa	0,40Ba	0,51Aa	0,43Ba

Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0.05$ ) dentro da mesma condição hídrica de cada tratamento. Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa da mesma condição hídrica de diferentes tratamentos (controle, maltose e sacarose) as.  $P_n$  (fotossíntese),  $g_s$  (condutância estomática),  $C_i$  (concentração interna de  $\text{CO}_2$ )  $E$  (transpiração) e  $F_v/F_m'$  (eficiência do PSII).

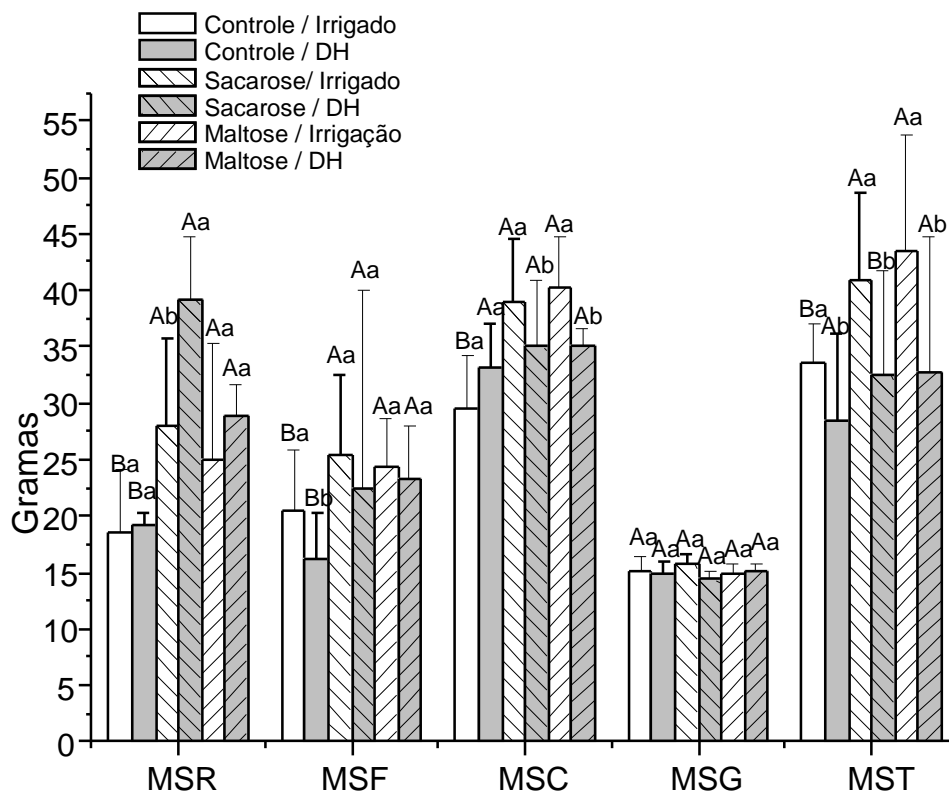


**Tabela 2** – Valores médios atribuídos nas análises de trocas gasosas no período de reidratação.

	Controle		Maltose		Sacarose	
	Irrigado	Suspensão	Irrigação	Suspensão	Irrigação	Suspensão
Pn	22,6Aa	24,7Aa	24,3Aa	21,3Aa	25,3Aa	22,2Aa
gs	0,99Aa	0,99Aa	0,99Aa	0,69Ba	0,82Aa	0,80Aa
Ci	333,85Aa	328,58Aa	331,10Aa	325,04Aa	318,38Aa	310,12Aa
E	9,90Aa	9,98Aa	9,90Aa	9,14Aa	8,85Aa	8,20Aa
Fv'/Fm'	0,49Aa	0,49Aa	0,51Aa	0,49Aa	0,51Aa	0,48Aa

Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0.05$ ) dentro da mesma condição hídrica do mesmo tratamento. Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as mesmas condições hídrica e diferentes tratamentos (controle, maltose e sacarose). Pn (fotossíntese), gs (condutância estomática), Ci (concentração interna de CO<sub>2</sub>) E (transpiração) e Fv'/Fm' (eficiência do PSII).

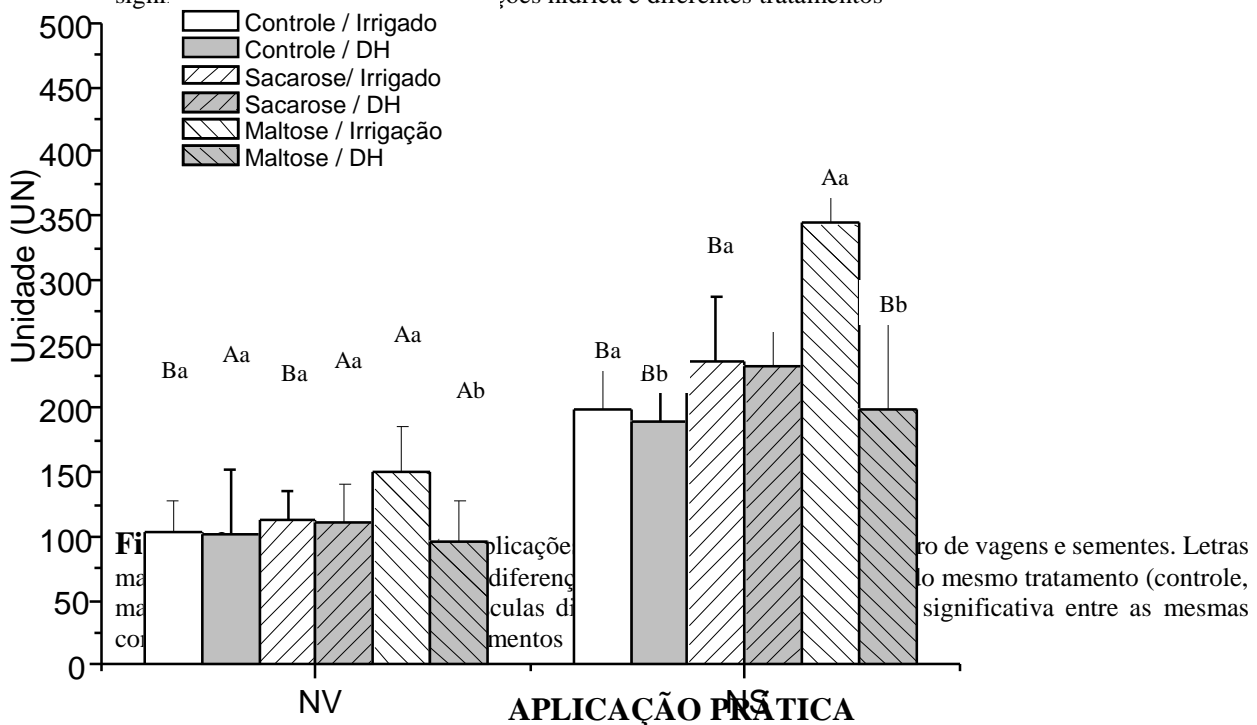
A aplicação de maltose e sacarose aumentou as biomassas de raiz, caule, folha e total, mesmo nas plantas que sofreram por deficiência hídrica. Aplicação de maltose incrementou o número de vagens e sementes, assim como a sacarose aumentou o número de sementes mesmo em condição de deficiência hídrica.



**Figura 1-** Efeitos de diferentes aplicações de maltose e sacarose nos parâmetros de biomassa: massa seca de raiz (MSR), massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de grãos (MSG) e massa seca total (MST). Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ( $p < 0.05$ ) dentro



do mesmo tratamento (controle, maltose e sacarose). Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as mesmas condições hídrica e diferentes tratamentos



Aplicação de maltose diminuiu a taxa de transpiração em plantas de soja quando submetidas a suspensão hídrica. Aplicação de dissacarídeos como a maltose e sacarose, aumentam a biomassa da planta em condição irrigada e suspensão hídrica, assim como aumento do número de grãos. Podendo ser uma utilização economicamente viável para diminuir os efeitos na taxa de crescimento de plantas quando expostas a deficiência hídrica.

### LITERATURA CITADA

- CHAVES, M.M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*. 103: 551–560.
- FAREEN, S.; HAYAT, S. *Protoplasma*, 2018.
- FERRANDO, M.; SPIESS, W.E.L. Cellular Response of Plant Tissue During the Osmotic Treatment with Sucrose, Maltose and Trehalose Solutions. *Journal of Food Engineering*, v.49, p. 115-127, 2001.
- FURBANK, T. R., PRITCHARD, J. and JENKINS, C. L. D.; Effects of exogenous sucrose feeding on photosynthesis the C3 plant tobacco and the C4 Plant *Flaveria bidentis*; *Australian Journal of plant physiology*; v. 24, 1997.
- MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, L. A. SOJA: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: UFRGS, 2005. p. 7- 12.





PINHEIRO, C; CHAVES, M. M. 2011. Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data? J. Experimental Botany. 62: 869-882.

SILVEIRA, P.S., PEIXOTO, C.V., LEDO, C.A.S., PASSOS, A.R., BORGES, V.P., BLOISI, L.F.M. FENOLOGIA E PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA NO RECÔNCAVO SUL BAIANO. Biosci. J., Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 553-561, May/June 2013.



## ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS EM CULTIVARES DE FEIJÃO SUBMETIDAS AO AUMENTO DE TEMPERATURA, EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO COM ESTIRPES DE *Bacillus subtilis*

Bruna Coelho de Lima, Fábio Fernando de Araujo

### PROBLEMÁTICA

A elevada produção antropogênica de Gases de Efeito Estufa (GEE) em nossa atmosfera vem impactando a agricultura e expondo as culturas às inúmeras combinações de estresses abióticos (Zandalinas; Fritschi; Mittler, 2021). As temperaturas ambientais médias têm aumentado continuamente, e presume-se que fiquem ainda mais altas devido às contínuas emissões desses gases, levando a um aquecimento global médio de 3,2°C até o ano de 2100 (IPCC, 2022).

Por se tratar de uma cultura de ciclo curto, o feijão comum torna-se sensível às variações ambientais (Hoffmann et al, 2007) e em situações extremas, acima de 35°C, a planta sofre um desequilíbrio hormonal, resultando na abscisão dos órgãos reprodutivos e redução na formação de botões florais e vagens, comprometendo significativamente sua produção final (Didonet; Madriz, 2002, Vieira, 2006, Taiz; Zeiger, 2013).

Desse modo, estudos envolvendo Rizobactérias Promotoras do Crescimento de Plantas (RPCP) como alternativa sustentável para a redução dos efeitos danosos dos estresses abióticos em plantas, tem ganhado importância para a agricultura, principalmente devido à alta capacidade de algumas espécies bacterianas em induzir tolerância ao vegetal (Kaushal; Wani, 2016).

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Com uma área plantada de 2.854,9 mil hectares, o feijão comum segue sendo a principal fonte de proteína e é o alimento mais tradicional na dieta da população brasileira (CONAB, 2022). Dentre os elementos climáticos limitantes à essa cultura, a temperatura é considerada como a maior interferente no florescimento e frutificação, bem como, no desenvolvimento das vagens. Em virtude da variação térmica ao longo do território brasileiro, o cultivo de feijão-comum é limitado em algumas regiões, tanto pela baixa temperatura no período de inverno na região sul, quanto pelas altas temperaturas relacionadas aos elevados índices de umidade ao norte (EMBRAPA, 2003).

Diante dessas variações ambientais, o metabolismo bioquímico das plantas sofre distúrbios hormonais, ocasionando a redução do ciclo de vida, elevação da atividade respiratória, queda na assimilação de gás carbônico, assim como, o surgimento de radicais livres no conteúdo celular, tal como as Espécies Reativas de Oxigênio (EROs).

Atualmente, no cenário agrônômico, novos estudos buscam comprovar os efeitos benéficos provenientes da associação entre microrganismos do solo e as plantas cultivadas, tendo como finalidade, a redução dos efeitos provocados por estresses abióticos. Os resultados dessa interação são de grande importância para o aumento da produtividade no campo (Dodd; Perez-Alfocea, 2012).



Neste contexto, avaliou-se a capacidade de dois isolados de *Bacillus subtilis* em moderar os danos provocados pelo calor em duas cultivares de feijão comum.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O delineamento experimental aplicado foi o fatorial, inteiramente casualizado, com seis repetições. Composto por três tratamentos (linhagens *Bacillus subtilis* AP-3, *B. subtilis* AP-12 e tratamento controle) e duas cultivares de feijão (IAC Imperador e TAA Dama). O arranjo experimental consistiu em vasos plásticos com capacidade para 3 litros. O solo utilizado para o cultivo foi o substrato comercial Carolina® na proporção de 700 gramas por vaso. As sementes foram desinfetadas em solução de hipoclorito de sódio (2%) diluída em água e depois enxaguadas em água corrente. Posteriormente, foram tratadas com a dose de 250 mL para 50 kg de sementes, do inoculante líquido Nitro 1000 para feijão comum (*P. vulgaris* L.), composto por *Rhizobium tropici* (SEMIA 4077 e SEMIA 4088). As plantas foram cultivadas em uma câmara de crescimento de plantas Fitotron™ modelo Weiss Technik UK Ltd, com temperatura, umidade e fotoperíodo controlados. A emissão de luz foi por meio de lâmpadas fluorescentes que forneceram um total de 350 W.m<sup>-2</sup>. O fotoperíodo foi configurado com 16 horas de luz e 8 horas de escuro com intensidade de 300 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>. A temperatura inicial de cultivo foi ajustada para 20°C à noite e 25°C de dia e a umidade relativa foi fixada em 60%.

Para a seleção de isolados utilizados no estudo, utilizou-se o critério de maior e menor atividade da enzima 1-aminociclopropano-1-carboxilase (ACC) deaminase in vitro, segundo Lucon et al. (2008). A capacidade de crescimento das cepas na presença de ACC foi verificada em meio líquido incubado a 48h a 27°C, sob agitação constante. A linhagem AP-12, apresentou maior capacidade de crescimento in vitro, e a linhagem AP-3 foi selecionada devido a sua atuação já reconhecida, em minimizar os efeitos causados por estresses abióticos e promover o crescimento das plantas em estudos anteriores (Araújo et al., 2005; Lima et al., 2019).

As espécies de *Bacillus* foram cultivadas em placas de Petri em meio de cultura com ágar nutriente sólido (extrato de levedura 3 L<sup>-1</sup>, peptona 5g L<sup>-1</sup> e Ágar 20g L<sup>-1</sup>). As placas foram mantidas em estufa bacteriana por 48h a 32°C. Em seguida, as colônias bacterianas foram raspadas e diluídas em 9 mL de solução salina (MgSO<sub>4</sub> + 7H<sub>2</sub>O, 0,01M). Posteriormente, a solução foi agitada em Vortex™ para a dispersão total. No momento da semeadura, foi aplicado às sementes 0,1 mL da solução contendo 1,0 x 10<sup>9</sup> células por mL de cada um dos *Bacillus* em seus respectivos tratamentos. Os vasos foram armazenados no Fitotron® e irrigados periodicamente. Após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma por vaso.

A incidência da alta temperatura nas plantas de feijoeiro teve início durante a fase reprodutiva da planta (estádios R5 a R7), caracterizada pela emissão de botões florais e formação de vagens. A temperatura dentro do Fitotron® foi elevada de 20°C/25°C para 28°C/33°C noite/dia durante dez dias. Nos demais estádios fenológicos de desenvolvimento, a temperatura foi mantida em 20/25 °C nos períodos noite/dia. Todas as amostras foliares coletadas antes, durante e após o período de estresse térmico foram congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas em freezer a - 80°C até a realização das análises bioquímicas. O teor do aminoácido Prolina no tecido foliar foi determinado conforme a metodologia descrita por Bates et al. (1973). A determinação da atividade



enzimática da Guaiacol peroxidase (GPX) (EC 1.11.1.7) foi realizada de acordo com Araujo et al. (2005).

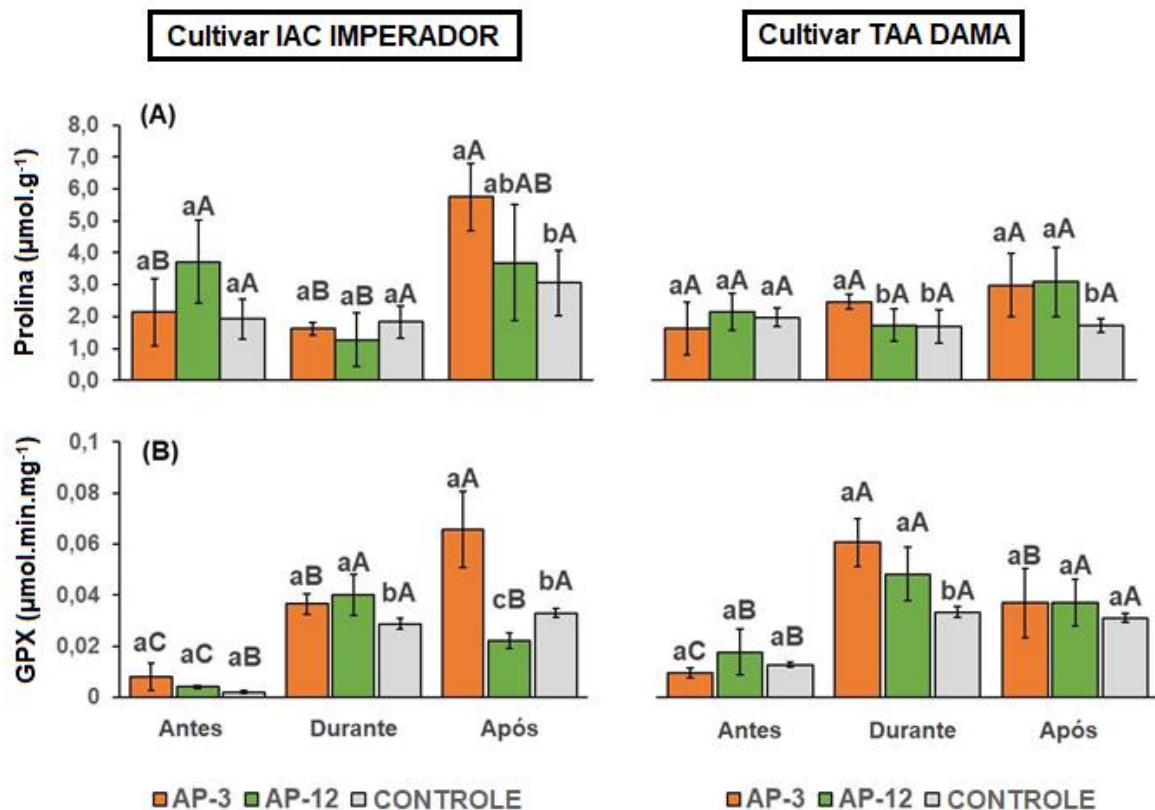
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação após o período de alta temperatura mostrou um aumento no teor do aminoácido prolina nos tratamentos contendo as linhagens AP-3 e AP-12. Na cultivar IAC Imperador, o teor foi três vezes maior nas plantas com a linhagem AP-3. Já na cultivar TAA Dama, as duas linhagens proporcionaram o aumento de prolina (Figura A). O acúmulo de prolina em várias espécies de plantas sob estresse tem sido associado à tolerância do vegetal à alguma forma de adversidade, e a sua concentração é comumente mais elevada em plantas tolerantes do que em plantas com sensibilidade a determinada situação de estresse (Ashraf ; Foolad, 2007). Essa proteína osmoprotetora contribui para o ajuste osmótico ao manter o turgor celular em diversas condições de estresses (Batool et al., 2020), sendo considerada um dos principais mecanismos adaptativos das plantas como resposta ao aumento de calor (Yuan et al., 2017).

Avaliando a atividade enzimática da Guaiacol peroxidase entre as cultivares, observamos que na cultivar IAC Imperador a atividade enzimática aumentou gradativamente em resposta ao aumento de temperatura no tratamento AP-3, exibindo maior atividade após o período de estresse térmico (Figura B). Em relação a cultivar TAA Dama, o momento de maior atividade enzimática ocorreu durante o período de estresse, expresso pela inoculação da espécie AP-3.

O aumento na atividade enzimática da Guaiacol peroxidase em plantas sob condição de estresse, aponta a capacidade de tolerância do vegetal à condição adversa, e consequentemente redução na síntese de radicais livres presentes nas células, minimizando os danos às membranas celulares (Abd El-Daim et al., 2014).





**Figura 1.** Comportamento temporal da concentração de Prolina (A) e da atividade enzimática da Guaiacol peroxidase (B) em diferentes períodos de estresse térmico, durante a fase reprodutiva dos feijoeiros co-inoculados com duas espécies de *B. subtilis* (AP-3 e AP-12).

Letras minúsculas representam diferenças significativas entre inoculação e letras maiúsculas representam diferenças significativas entre cultivares (teste de Tukey  $p < 0,05$ ).

## APLICAÇÃO PRÁTICA

Houve interação da espécie AP-3 com as cultivares de feijão em estudo, indicando melhores resultados bioquímicos quando inoculada em plantas submetidas à condição de calor.

A inoculação de sementes de feijão com *Bacillus subtilis* se apresenta como uma opção viável e sustentável para superar as temperaturas elevadas na agricultura.

## AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 2017/16202–2).

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

## LITERATURA CITADA

Araújo, F. F. *et al.* Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 21, n. 8–9, p. 1639–1645, 2005.



Abd el-daim, I. A., Bejai, S., Meijer, J. Improved heat stress tolerance of wheat seedlings by bacterial seed treatment. **Plant and Soil**, vol. 379, n. 1-2, p. 337–350, 2014.

Ashraf, M.; Foolad, M. R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v. 59, n. 2, p. 206–216, 2007.

Bates, L. S.; Waldren, R. P.; Teare, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, v. 39, n. 1, p. 205–207, 1973.

Batool, T. et al. Plant growth promoting rhizobacteria alleviates drought stress in potato in response to suppressive oxidative stress and antioxidant enzymes activities. **Scientific Reports**, v. 10, n. 16975, 2020.

Brasil. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira: volume 9 - safra 2021/2022**. Brasília: CONAB, 2022.

Didonet, A. D.; Madriz, P. M. Abortamento de flores e vagens no feijoeiro: efeito da temperatura e da radiação solar. In: Congresso nacional de pesquisa de feijão, 7, 2002, Viçosa, MG. **Anais**. Viçosa: UFV, p. 55-58, 2002.

Dodd, I. C.; Perez-Alfocea, F. Microbial amelioration of crop salinity stress. **Journal of Experimental Botany**, v. 63, n. 9, p. 3415–3428, 2012.  
EMBRAPA. Cultivo do Feijoeiro Comum. Brasília: **Embrapa Arroz e Feijão**, 2003.

Hoffmann, L. et al. Resposta de cultivares de feijão à alta temperatura do ar no período reprodutivo. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1543–1548, 2007.

IPCC, 2022: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cambridge University Press**, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

Kaushal, M.; Wani, S. P. Plant-growth-promoting rhizobacteria: drought stress alleviators to ameliorate crop production in drylands. **Annals of Microbiology**, v. 66, n. 1, p. 35–42, 2016.

Lima, B.C., Moro, A.L., Pacheco, A.C., Bonifácio, A., Araújo, A.S.F., Araújo, F. F. *Bacillus subtilis* ameliorates water stress tolerance in maize and common bean. **Journal of Plants Interactions**, vol. 14, n.1, 2019.

Lucon, C. M. M.; Akamatsu, M. A.; Harakava, R. Promoção de crescimento e controle de tombamento de plântulas de pepino por rizobactérias. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 43, n. 6, p. 691–697, 2008.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.



Vieira, C. **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

Yuan, L. *et al.* Influence of heat stress on leaf morphology and nitrogen-carbohydrate metabolisms in two wucai (*Brassica campestris* L.) genotypes. **Acta Societatis Botanicorum Poloniae**, vol. 86, n.2, p.1–16, 2017.

Zandalinas, S. I.; Fritschi, F. B.; Mittler, R. Global Warming, Climate Change, and Environmental Pollution: Recipe for a Multifactorial Stress Combination Disaster, **Trends in Plant Science**, v.26, p. 588–599, 2021.



## SEMEADURA *IN VITRO* DE ORQUÍDEAS PARA AMADORES

Nelson Barbosa Machado Neto, Ceci Castilho Custódio, Mariane Marengoni Hengling,  
Tathiane Bonome, Silvério Takao Hosomi

### PROBLEMÁTICA

Orquídeas são plantas da maior família botânica (ULLOA et al., 2017) a qual contém muitas espécies ornamentais que são altamente apreciadas pela aparência exótica de suas flores, ou em alguns casos pela folhagem, como alguns *Cymbidiums* chineses. Muitas espécies ainda são utilizadas como alimento, como algumas plantas terrestres do Oriente Médio e da África, que são usadas na formulação de sorvetes, bolos e alimentos salgados ou como aromatizantes, como no caso da Baunilha (*Vanilla planifolia*).

Devido a isso muitas espécies (Figura 1) sofrem com a coleta indiscriminada por colecionadores e pelo uso não sustentável do ambiente (HINSLEY et al., 2016, 2018; HINSLEY; VERISSIMO; ROBERTS, 2015). Uma maneira de se diminuir a pressão antrópica é estimular que os colecionadores multipliquem suas plantas por sementeira.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Por serem plantas que produzem sementes muito pequenas, algumas com menos de meio milímetro, a reprodução por esta via é complexa para produtores caseiros e que querem produzir apenas algumas plantas de uma espécie ou de um cruzamento que ele tenha feito. Normalmente os meios de cultura usam gelatinizantes caros, como o ágar-ágar purificado, e sais puríssimos, também de elevado valor; além de equipamentos como autoclaves, utilizadas para esterilização e pHmetros para calibrar a acidez do meio de cultura.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa focou na produção de um meio de cultura que pudesse ser eficiente, de fácil confecção e baixo custo para cultivadores amadores em substituição ao MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) por ser complexo de produzir ou dispendioso de ser comprado. Desta forma, buscou-se ampliar a propagação destas plantas e diminuir a pressão de coleta sobre os espécimes na natureza.

Utilizaram-se para confecção do meio agentes gelificantes disponíveis em qualquer cozinha doméstica, como por exemplo o amido. Foram testados o amido de milho e de mandioca, na base de 70, 90 e 110 g para cada litro de meio de cultura. Como base para os sais de crescimento utilizaram-se fertilizantes solúveis em água e que a maioria dos cultivadores já tem em casa, seja na formulação 30-10-10 ou na formulação 20-20-20, na concentração de um grama por litro. Para substituir as vitaminas e substâncias orgânicas e para a manutenção da acidez utilizaram-se tomates cereja, quatro unidades grandes, banana nanica – 100g, e água de coco no volume de 100 mililitros por litro de meio. Como fonte de carbono utilizou-se açúcar cristal na quantidade de 20g



(Figura 2). Finalmente, dois gramas de carvão ativado em pó por litro foram adicionados para o escurecimento do meio.

A desinfecção das sementes que é um fator crucial para o processo também foi feita com substâncias facilmente encontráveis, como o hipoclorito de sódio (alvejante de roupas – utilizando-se 10% da solução comercial) ou cloro estabilizado de piscinas (5 g em um litro de água) e um detergente que funciona como um agente tensoativo e melhora o contato do desinfetante com a superfície das sementes. Neste passo as sementes devem ficar no máximo 15 minutos em contato com o desinfetante e serem lavadas em água estéril por pelo menos duas vezes. Este processo pode ser feito dentro de uma seringa descartável de 5 ml com uma agulha.

Para a semeadura comercial existe a necessidade de uma câmara de fluxo laminar, mas a semeadura amadora pode ser feita entre duas lamparinas a álcool em um ambiente sem circulação de ar e em uma superfície previamente limpa com álcool 70%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O meio feito com fécula de mandioca não atingiu o estado de gel sólido ficando viscoso mesmo com 110g por litro, não permitindo, portanto, a semeadura. O meio de amido de milho ficou firme, mas a 90 e 100g ficaram muito densos. No meio confeccionado com 70g de amido de milho as sementes germinaram e as plântulas cresceram bem (Figura 3), sendo adequado para semear e cultivar sementes de *Cattleya* e seus parentes e *Oncidium*.

Os resultados obtidos foram melhores colocando-se aproximadamente 40-50 sementes por frasco. A semeadura com uma seringa facilitou o processo.

O amido de mandioca não foi eficiente para a confecção de meios em qualquer dosagem, formando géis viscosos e impróprios para a semeadura e crescimento de plântulas de orquídeas.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

Se o propósito de semeadura de orquídeas não for comercial, um meio com amido de milho como agente gelificante pode ser usado com bons resultados. O pH pode ser ajustado, conforme necessário, com hidróxido de amônia ou ácido clorídrico. Essa metodologia vem atender colecionadores interessados em aumentar suas próprias orquídeas ou comunidades que necessitem explorar parte da flora de maneira sustentável.



TABELAS E FIGURAS

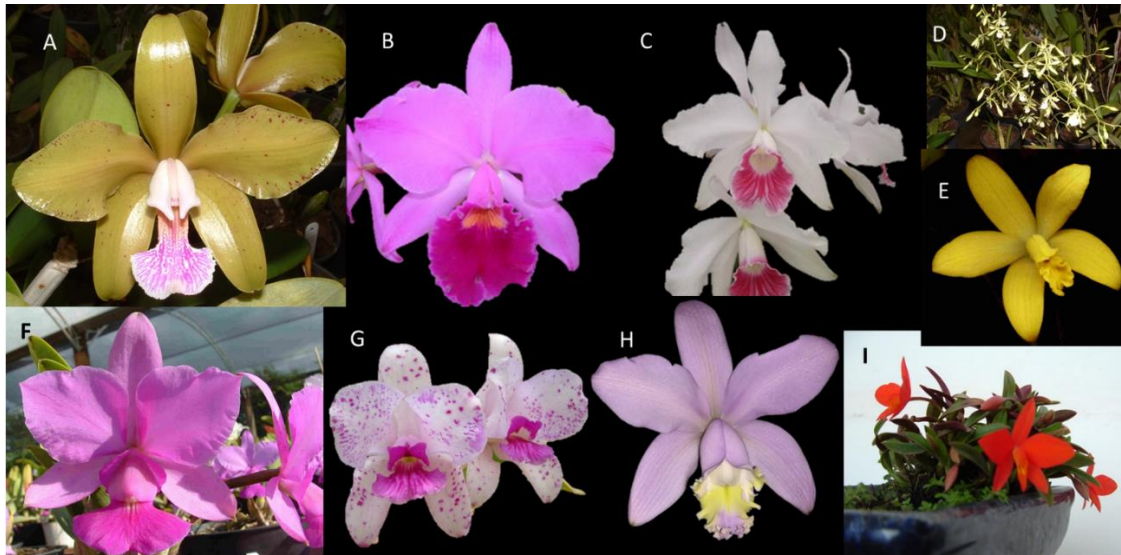


Figura 1 – Algumas espécies de orquídeas. A - *Cattleya granulosa*; B – *Cattleya labiata*; C – *Cattleya purpurata* f. *carnea*; D – *Encyclia profusa*; E – *Cattleya briergeri*; F - *Cattleya walkeriana*, G – *Cattleya amethystoglossa*, H – *Cattleya harrisoniana* e I – *Cattleya acuensis*.

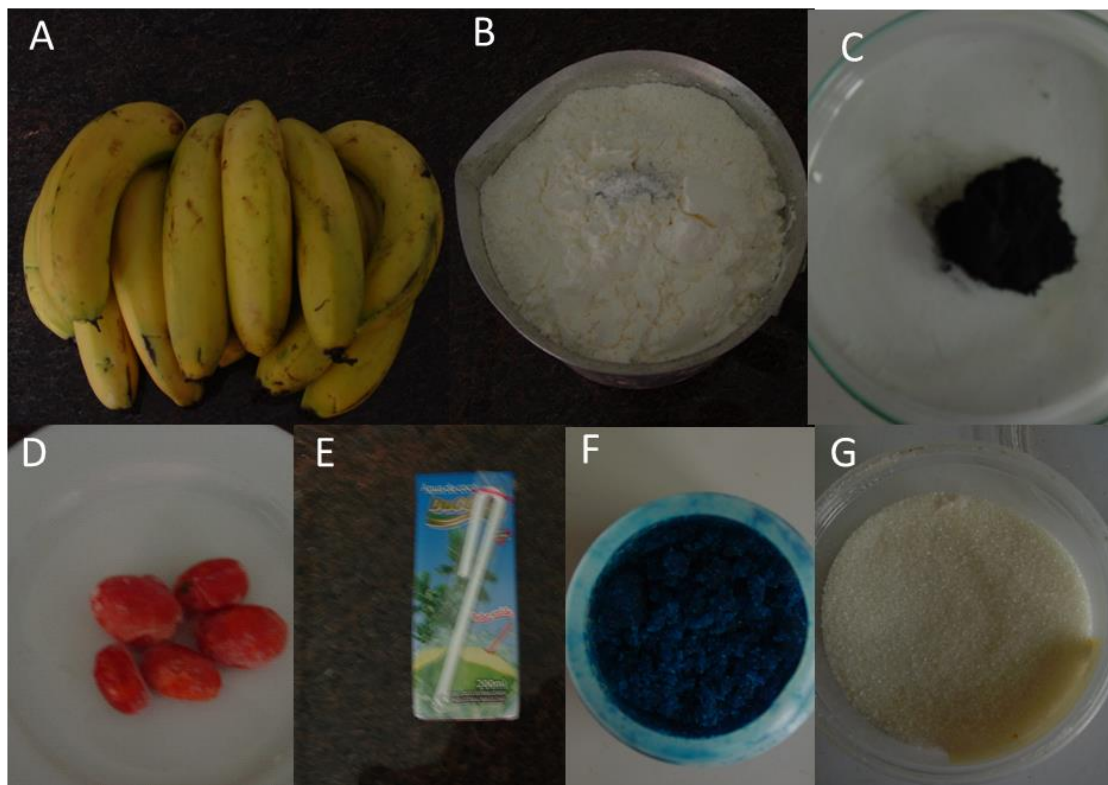


Figura 2. Materiais utilizados para a confecção de meio de cultura: A – banana nanica, B – amido de milho; C – carvão ativado, D – tomates cereja, E – água de coco, F- fertilizante solúvel e G – açúcar cristal.

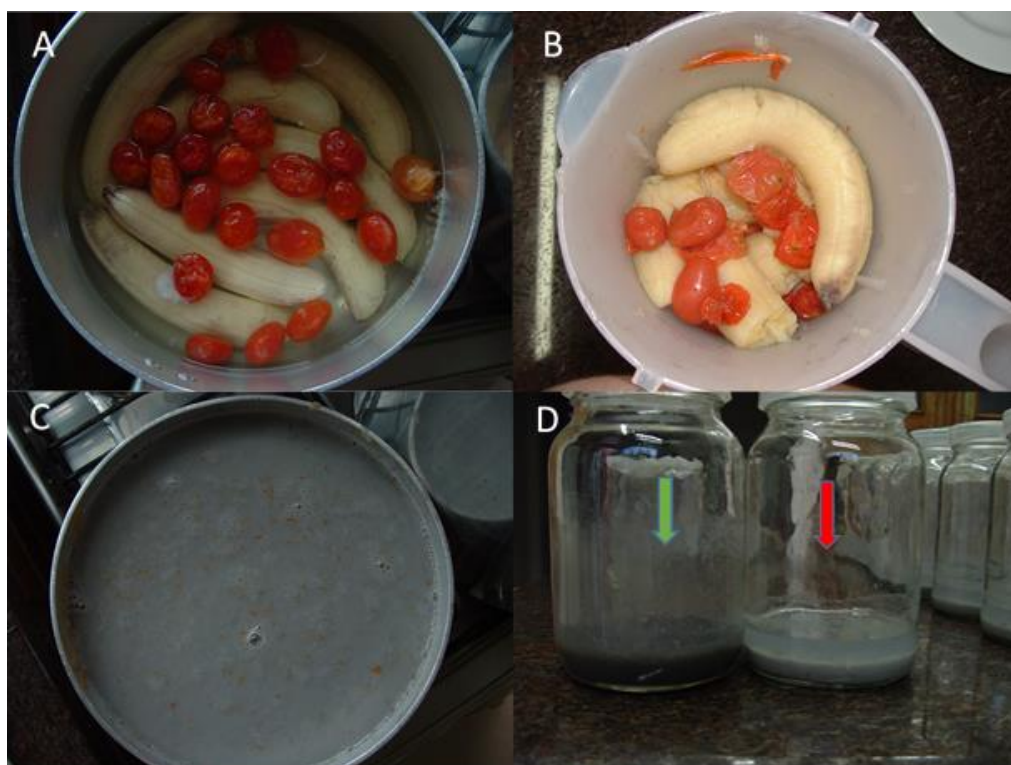


Figura 3 – Preparo do meio de Cultura. A – cocção dos ingredientes – banana e tomates; B – trituração em liquidificador, C – cocção do meio completo e D – meio sem esterilizar (seta vermelha) e meio estéril (seta verde).

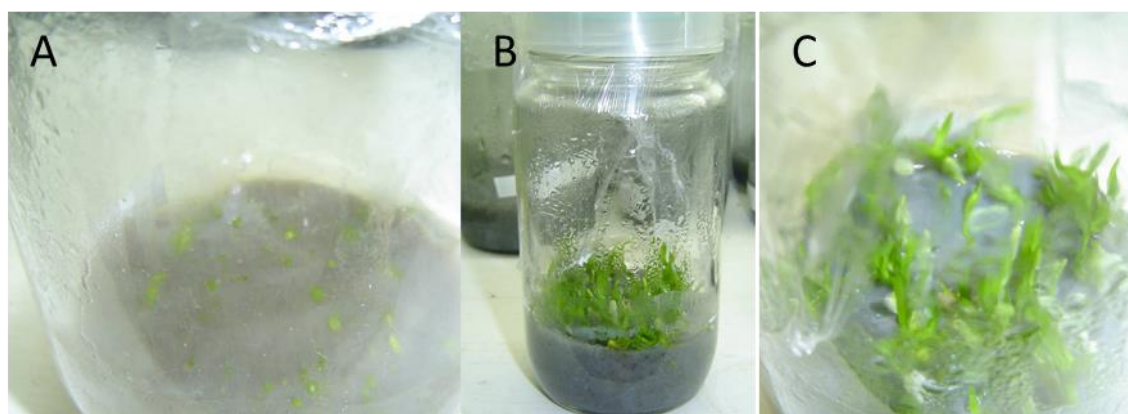


Figura 4 – Diversos estágios de desenvolvimento de plântulas de orquídeas em meio caseiro. A- sementes em germinação, B e C – plântulas com três meses de crescimento.

#### LITERATURA CITADA

HINSLEY, A. et al. Estimating the extent and structure of trade in horticultural orchids via social media. **Conservation Biology**, 2016. v. 30, n. 5, p. 1038–1047. Disponível em: <<https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cobi.12721>>.

\_\_\_\_\_ et al. A review of the trade in orchids and its implications for conservation.



**Botanical Journal of the Linnean Society**, 2018. v. 186, n. 4, p. 435–455. Disponível em: <<https://academic.oup.com/botlinnean/article/186/4/435/4736317?login=true>>.

\_\_\_\_\_; VERISSIMO, D.; ROBERTS, D. L. Heterogeneity in consumer preferences for orchids in international trade and the potential for the use of market research methods to study demand for wildlife. **Biological Conservation**, 2015. v. 190, p. 80–86.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. **Physiologia Plantarum**, 1962. v. 15, n. 3, p. 473–497. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>>. Acesso em: 1º set. 2020.

ULLOA, C. U. et al. An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. **Science**, 2017. v. 358, n. 6370, p. 1614–1617.





## INCIDÊNCIA DO BICUDO DO ALGODOEIRO (*Anthonomus grandis*) EM FUNÇÃO DOS ANOS DE CULTIVO

Caio Augusto Bais, Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

O bicudo do algodoeiro é a principal praga que ataca a cultura do algodão, é a maior dificuldade de controle para os produtores (IMAmt, 2020). Entre fatores que dificultam o controle deste inseto, destaca-se sua capacidade de sobrevivência em matas, inverno com temperaturas amenas (média acima de 20 °C), que permitem a sobrevivência do inseto na entressafra. Além disso, cultivares de algodão resistentes à herbicidas, que dificultam a eliminação da soqueira, servem como alimento e abrigo para o inseto fora da época de cultivo.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*) causa danos diretos a produtividade da cultura devido sua alimentação de estruturas reprodutivas. A alimentação de adultos e o desenvolvimento larval dentro dessas estruturas faz com que elas sejam abortadas pela planta e as estruturas que ficam têm sua produção de fibra inviabilizada (Ramalho *et al.*, 1993, Fontes *et al.*, 2006). Devido ao seu alto poder reprodutivo, os prejuízos causados por essa praga podem atingir 90% da produção. O controle desta praga é responsável por até um terço do custo de produção, devido ao alto número de aplicações de inseticidas químicos (Conab, 2013).

Durante a entressafra, os adultos do bicudo refugiam-se na vegetação nativa em áreas adjacentes ao plantio, onde buscam abrigo e alimento em diferentes espécies de plantas (Ribeiro *et al.*, 2010) e em tigueras de algodão no entorno das áreas cultivadas. Culturas que virão após o cultivo também contribuem para manter a população do bicudo alta até que se inicie a safra seguinte de algodão.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado em áreas de cultivo do algodão na região do Oeste Paulista durante a safra 21/22, sendo divididas em áreas de 1º ano de cultivo, 2º ano de cultivo e 3º ano de cultivo ou mais. A captura de insetos foi feita através de armadilhas plásticas com feromônio (Grandlure) para a atração de insetos adultos (Fig.1), instaladas no perímetro das áreas cultivadas, espaçadas 150m umas das outras. A contagem para determinação do número de bicudos e a troca do feromônio foi feita em um intervalo de 14 dias para determinar o índice de bicudos – armadilha - semana, denominado BAS. O monitoramento foi realizado em duas etapas, na fase inicial da cultura, onde os insetos foram capturados desde o pré-plantio até o florescimento da cultura e na fase final da cultura, da formação de maçãs até pós-colheita. Foram monitoradas 13 propriedades, sendo que 03, 07 e 03 delas eram de 1º, 2º e 3º ano ou mais, respectivamente. Os valores aprestados são a média das lavouras em cada tempo de cultivo do algodoeiro.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incidência populacional do bicudo do algodoeiro mostrou-se proporcional aos anos de cultivo no período inicial da cultura (Fig. 2), tendo a ausência do inseto em áreas de primeiro ano de cultivo. Observa-se que as áreas com mais de 3 anos de cultivo apresentam índice BAS elevado ( $>5$ ) a partir da segunda leitura. Insetos remanescentes no final do ciclo da planta migram para áreas onde buscam abrigo até que novas plantas de algodão sejam instaladas, assim podendo se alimentar e reproduzir.

Durante a fase final da safra, a incidência do bicudo foi maior nas áreas mais antigas de produção de algodão (3 anos ou mais), comparado a outras áreas, que tenderam a aumentar com o final do ciclo do algodoeiro, indicando que essas áreas iniciarão a safra seguinte com grande presença do bicudo, caso medidas de controle não sejam adotadas, como a destruição das soqueiras e pulverização de inseticidas (Fig. 3).

## APLICAÇÃO PRÁTICA

Os resultados mostram que áreas em primeiro ano de cultivo ficam livres do bicudo no início da cultura, porém áreas de segundo e terceiro ano ou mais apresentam população elevada desde o início da instalação das armadilhas. Na fase final do algodoeiro, o índice BAS é menos afetado pelo histórico de cultivo, o que reflete a importância da praga durante o ciclo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Associação Paulista dos Produtores de Algodão (APPA) por todo apoio e suporte a pesquisa.

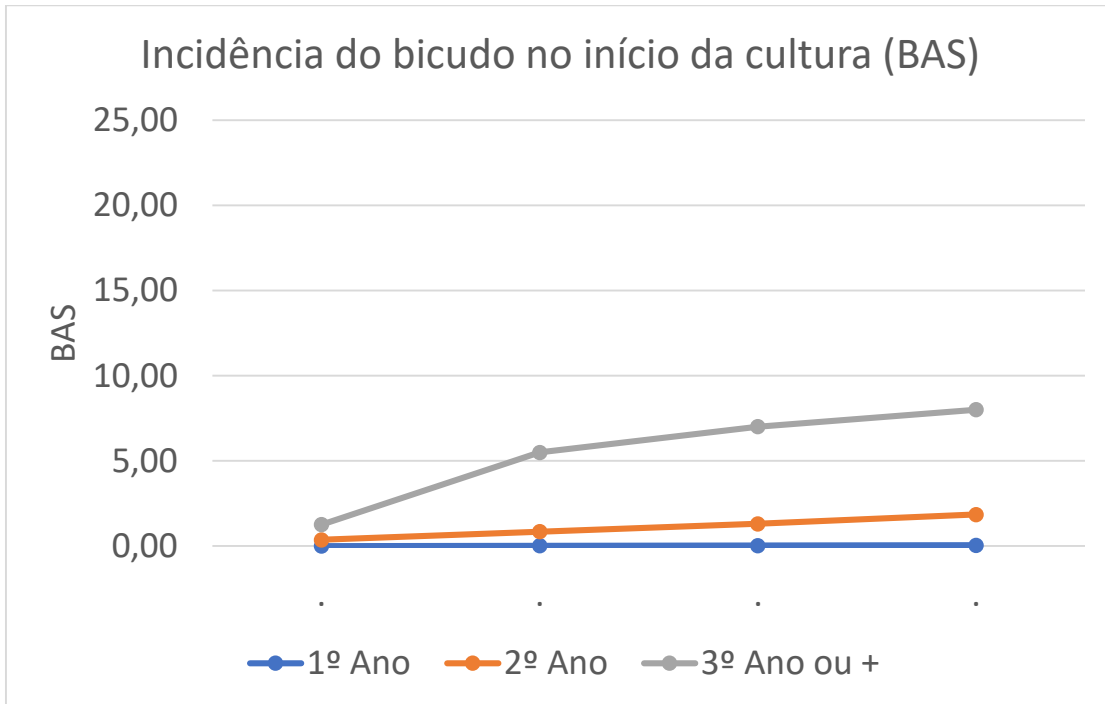
## TABELAS E FIGURAS



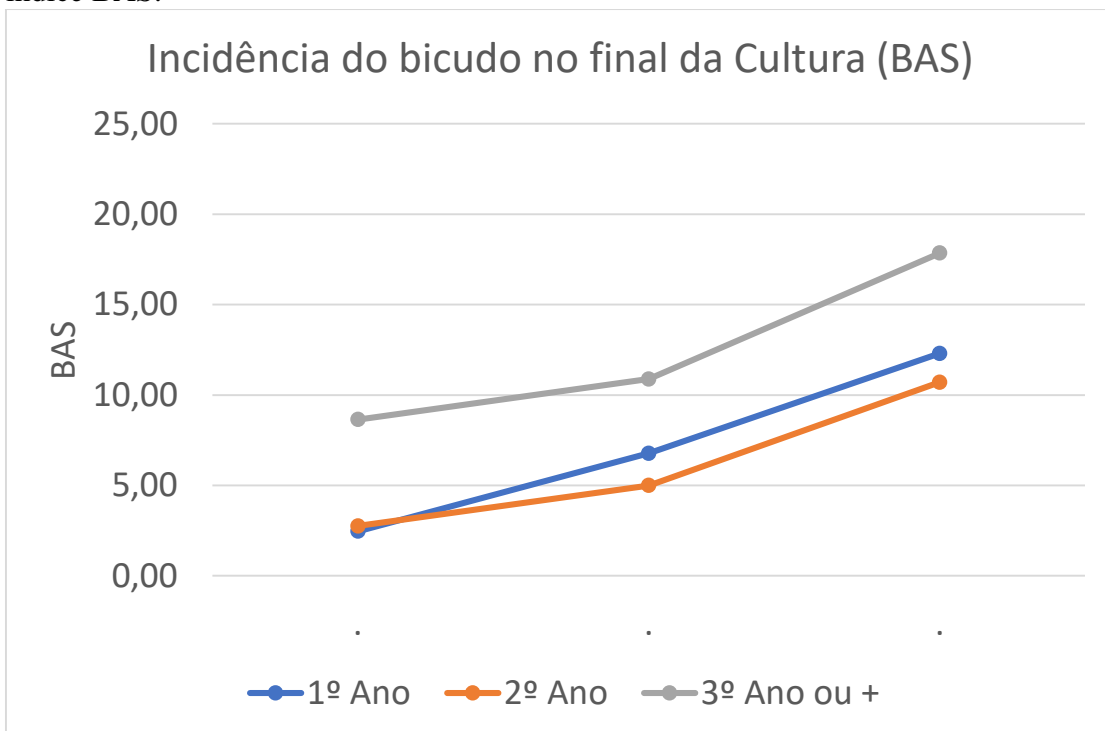




**Figura 1-** Armadilhas plásticas com feromônio (Grandlure) para monitoramento do bicudo.



**Figura 2-** Incidência do bicudo na fase inicial da cultura do algodão determinado pelo índice BAS.



**Figura 3 -** Incidência do bicudo na fase final da cultura do algodão determinado pelo índice BAS.



### LITERATURA CITADA

CONAB. Séries Históricas. Algodão: safras 1976/77 a 2012/13, Brasil. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t>. Acesso em: 15 dez 2013.

RAMALHO, F. S.; GONZAGA, J. V.; SILVA, J. R. B. Método para determinação das causas de mortalidade natural do bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 8, p. 877-887, 1993.

RIBEIRO, P. A.; SUJII, E. R.; DINIZ, I. R.; DE MEDEIROS, M. A.; SALGADO-LA-BOURIAU, M. L.; BRANCO, M. C.; PIRES, C. S. S.; FONTES, E. M. G. Alternative food sources and overwintering feeding behavior of the bollweevil, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) under the tropical conditions of central Brazil. **Neotropical Entomology**, vol. 39, n. 1, p. 28-34, 2010.



## PLANILHA PARA CÁLCULO DE FOTOPERÍODO E RADIAÇÃO SOLAR

Edson Carlos Hitoshi Yamamoto, Alexandrius de Moraes Barbosa

### PROBLEMÁTICA

O fotoperíodo e a radiação solar são elementos climáticos que influenciam o desenvolvimento das plantas e seus valores variam em função da época do ano e da latitude da região de cultivo (Carnevskis; Lourenço, 2018). A determinação do fotoperíodo e da radiação solar auxilia no planejamento agrícola, como por exemplo, na elaboração do zoneamento agrícola, escolha da espécie a ser cultivada, época de semeadura e na realização de manejos (manejo da fertilidade, uso de reguladores, rotação e consórcio de culturas (Bergamaschi; Bergonci, 2017). No entanto, a determinação desses valores exige cálculos complexos, dificultando o acesso a esses dados. A elaboração de planilhas agrometeorológicas facilitam o acesso a essas informações, colaborando no planejamento agrícola e, conseqüentemente, na maximização da produtividade e minimização de perdas agrícolas.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O fotoperíodo (número máximo possível de horas de brilho solar) exerce influência no desenvolvimento das plantas, pois algumas espécies só iniciam a fase reprodutiva quando da ocorrência de um valor crítico de fotoperíodo exigido por elas (Bergamaschi; Bergonci, 2017). A variação desse elemento permite a escolha de melhores épocas de semeadura, visando ajustar o ciclo das culturas anuais às melhores condições locais de clima, minimizando os riscos de adversidades (Pereira et al, 2007). A radiação solar é a principal fonte de energia para as plantas, sendo indispensável no processo de fotossíntese (Bergamaschi, 2022). A estimativa da radiação global diária permite uma melhor compreensão do ambiente de produção e, também, auxilia nos cálculos de evapotranspiração e estimativas de produtividade (Spokas; Forcella, 2006). No entanto, esses elementos são poucos utilizados no planejamento agrícola devido à complexidade dos cálculos para determinação dos valores diários. Visando facilitar o acesso a valores de fotoperíodo e de radiação solar em função da latitude de cultivo da região foi elaborada uma planilha de cálculo de fotoperíodo e de radiação solar.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Foi desenvolvida uma dashboard a partir de uma planilha de Excel, em que, o usuário pode ter acesso aos valores anuais de fotoperíodo, radiação solar e irradiação com duas opções. Na primeira opção, o usuário pode ter acesso a informações específicas de sua localidade, no entanto, é necessário inserir os dados de latitude e de insolação mensal da localidade (Figura 1).

**Figura 1.** Layout da planilha com opção do usuário inserir os dados.

Na segunda opção, o usuário pode utilizar informações de cidades pré-cadastradas. As cidades e os valores de latitude e insolação utilizados foram com base no banco de dados de download de normais climatológicas do Brasil no ano de 1981 a 2010, disponíveis no site do Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia) (Figura 2).

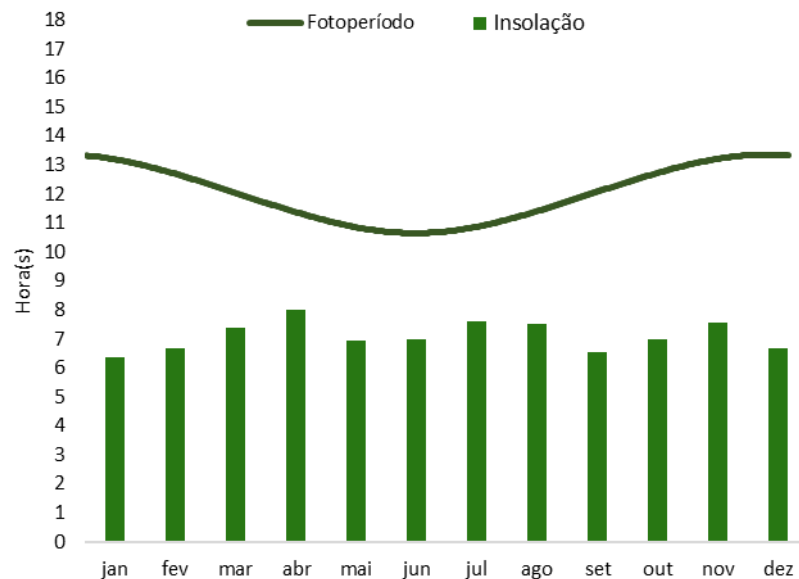
**Figura 1.** Layout da planilha com opção do usuário selecionar cidades pré-cadastradas.

A determinação dos valores de fotoperíodo e de radiação foram conforme Marin (2021). A insolação refere-se ao número de horas de brilho solar (Pereira et al, 2007). Na planilha há os dados de radiação solar global no topo da atmosfera ( $Q_0$ ,  $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ); radiação solar global estimada que chega na superfície terrestre ( $Q_{g\text{est}}$ ,  $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), sendo considerada 51% da  $Q_0$ ; e a radiação solar global real ( $Q_{g\text{real}}$ ,  $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) sendo necessário inserir os valores mensais de insolação. A planilha também disponibiliza os valores de irradiância solar no topo da atmosfera ( $w \text{ m}^{-2}$ ). A planilha está disponível para download nos sites (<http://sites.unoeste.br/clima/index.php/publicacoes/>) e (<https://sites.unoeste.br/boletimppga/>).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

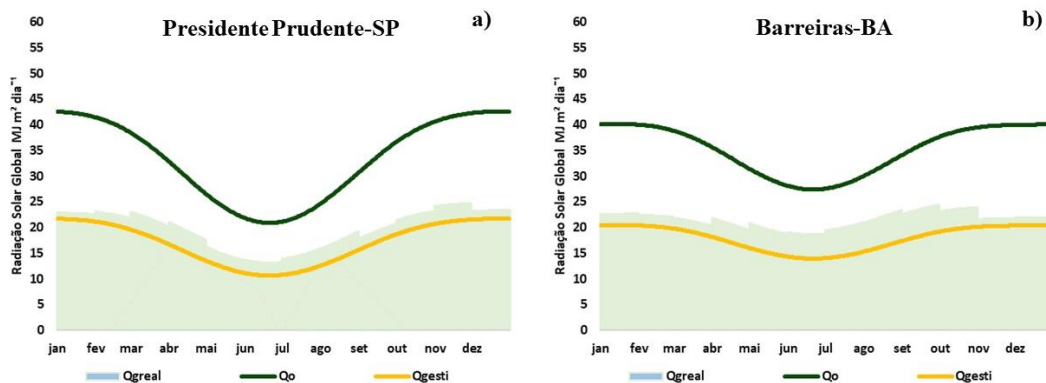
Através da planilha é possível visualizar os valores e o gráfico da média mensal do fotoperíodo e da insolação. Na Figura 3 é possível observar os valores de janeiro a dezembro em Presidente Prudente-SP. A cultura da soja e da cana-de-açúcar são exemplos de culturas influenciadas pelo fotoperíodo. A variação do fotoperíodo em diferentes latitudes e época do ano altera, por exemplo, o ciclo da cultura da soja (Câmara; Heiffig, 2000) e o período de indução floral da cana-de-açúcar (Araldi et al., 2010).





**Figura 3.** Fotoperíodo e insolação média mensal de Presidente Prudente-SP ao longo do ano.

Na Figura 4 observa-se os valores  $Q_0$ ,  $Q_{greal}$  e  $Q_{gesti}$  diário de Presidente Prudente-SP ( $22^{\circ}12'S$ ) e de Barreiras-BA ( $12^{\circ}16'S$ ). Em ambas as cidades é possível observar a variação do fotoperíodo e da insolação ao longo do ano, bem como, também é possível observar a diferença da radiação global entre as cidades. Tais informações permitem melhor conhecimento do ambiente de produção, tornando os manejos agrícolas mais eficientes, principalmente quanto a escolha do sistema de produção (espécie a ser cultivada, épocas de semeadura, colheita e adubação).



**Figura 4.** Radiação solar global diária ( $MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$ ) no topo da atmosfera ( $Q_0$ ), na superfície terrestre estimada ( $Q_{gesti}$ ) e na superfície terrestre real ( $Q_{greal}$ ) de Presidente Prudente-SP (a) e de Barreiras-BA (b).

## APLICAÇÃO PRÁTICA

A planilha facilita o acesso a valores de fotoperíodo e de radiação solar específica para a região de cultivo. Tais informações permitem melhor conhecimento do ambiente



de produção e colaboram no planejamento agrícola. O acesso a informações agrometeorológicas mais detalhadas permitem maximizar a produtividade agrícola.

### LITERATURA CITADA

ARALDI, R.; SILVA, F. M.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Florescimento em cana-de-açúcar. *Ciência Rural*. V.40, p.694-702, 2010.

BERGAMASCHI, H. *Plant-Climate Relation – a textbook on Applied agrometeorology*. 1 ed. Porto Alegre-RS, 2022.

CÂMARA, G. M. de S; HEIFFIG, L S. Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja. In: *Soja: tecnologia da produção II* [S.l: s.n.], 2000.

CARNEVSKIS, E. L; LOURENÇO, L. F. *Agrometeorologia e climatologia*. Disponível em: Porto Alegre: SAGAH, Grupo A, 2018.

MARIN, F. *Microclimatologia agrícola: introdução biofísica da relação planta-atmosfera*. 1 ed. Editoral FEALQ, Piracicaba-SP, 2021.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R. SENTELHAS, P. C. *Meteorologia agrícola*. Departamento de Ciências Exatas, 2007.

SPOKAS, K.; FORCELLA, F. Estimating hourly incoming solar radiation from limited meteorological data. *Weed Science*, v.54, n.1, p.182-189, 2006.



## **CRESCIMENTO RADICULAR DO ALGODOEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES COMBINAÇÕES DE PLANTAS DE COBERTURA**

Daniel Rodela Rodrigues, Fábio Rafael Echer, Ciro Antonio Rosolem

### **PROBLEMÁTICA**

Em regiões agrícolas sob solos arenosos e precipitação pluvial irregular, como no Oeste Paulista, o cultivo de sequeiro é um desafio devido à baixa retenção de água nesses solos, o que expõe as culturas ao déficit hídrico.

Assim, a produção de biomassa das raízes que formam bioporos devido a decomposição das raízes das plantas de cobertura pode ser um manejo a ser utilizado para maximizar o acesso à água pelas culturas. Além disso, a biomassa da parte aérea protege o solo da chuva excessiva, da radiação, conserva água e mantém o solo com uma temperatura adequada para o desenvolvimento radicular.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

Solos arenosos possuem menor retenção de água devido às suas características como tamanho de partículas, densidade, porosidade (Hubbard et al., 2013) e textura (Hamarashid et al. 2010; Hassink, 2016).

Parahyba et al. (2015) observaram que os solos arenosos possuem menor retenção e disponibilidade de água em função da maior quantidade de macroporos, o que facilita a infiltração da água, mas dificulta o seu armazenamento (REICHARDT, 1990). Assim, o aumento da agregação do solo pode melhorar o armazenamento e a disponibilidade de água às plantas, e reduzir o efeito de um período de estiagem.

A rotação de espécies de valor econômico (safra verão) com plantas de cobertura (safra inverno) melhora a qualidade física do solo, porém isso depende do tempo de implantação (MORAES et al., 2016). As plantas de cobertura podem diminuir problemas relacionados à compactação do solo (ALVAREZ et al., 2017), devido a formação de bioporos pela decomposição das raízes (WAHLSTRÖM et al., 2021), o que melhora o acesso à água em camadas mais profundas do perfil.

### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, em Presidente Bernardes-SP. As rotações de culturas foram implantadas em 2016, e desde então se mantém a mesma concepção dos tratamentos.

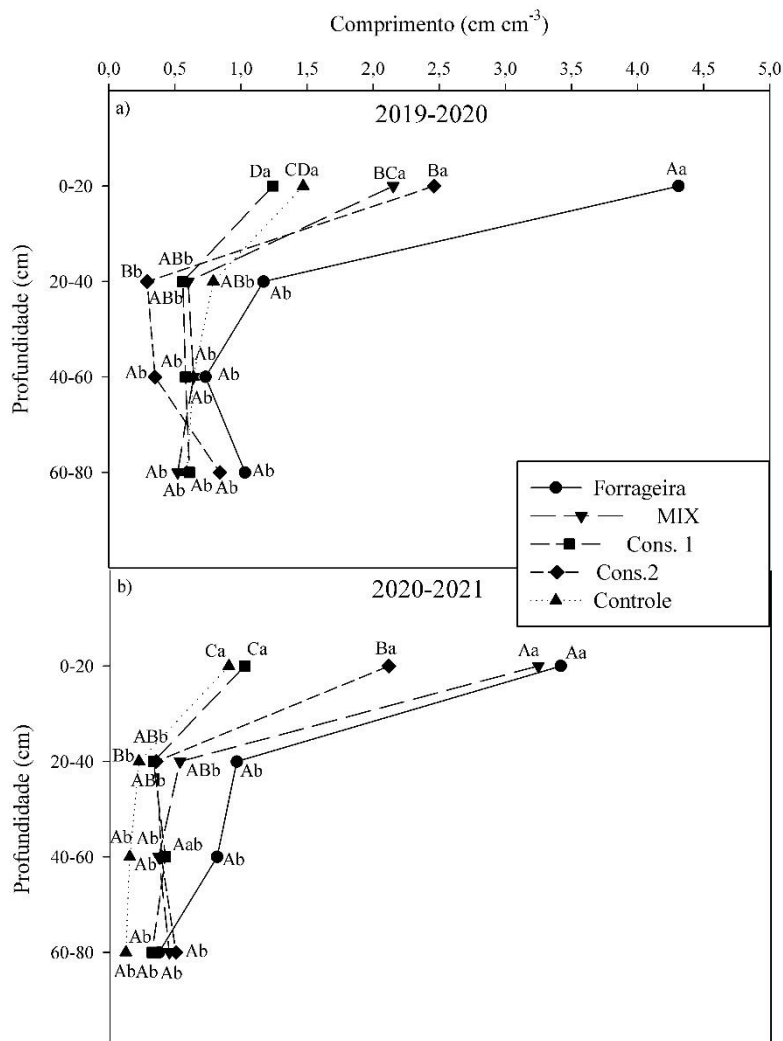
O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco repetições e os seguintes tratamentos: forrageira (*Urochloa ruziziensis* solteira); MIX (*Urochloa ruziziensis*+milheto+mucuna preta); consórcio 1 (milheto+mucuna preta); consórcio 2 (*Urochloa ruziziensis*+milheto) e controle (vegetação espontânea, sem revolvimento do solo). O estudo foi conduzido nas safras 2019/2020 e 2020/2021.



Após a dessecação das plantas de cobertura coletaram-se as raízes nas profundidades de 0-20; 20-40; 40-60 e 60-80 cm utilizando-se uma sonda, com volume de 113 cm<sup>3</sup>, na linha de semeadura. O mesmo foi realizado no algodoeiro em pleno florescimento (~80 DAE). As raízes foram lavadas para remoção do solo e a determinação do comprimento das raízes foi realizado no WinRhizo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No pousio (controle) houve menor densidade de comprimento radicular em geral, até 40 cm de profundidade. Nos tratamentos em que a braquiária foi cultivada como planta de cobertura a densidade de comprimento radicular foi geralmente maior que nos outros tratamentos, nos dois anos. O comprimento de raízes do consórcio milho+mucuna foi similar ao das plantas voluntárias (controle) enquanto milho + braquiária + mucuna preta e milho + braquiária apresentaram valores intermediários.

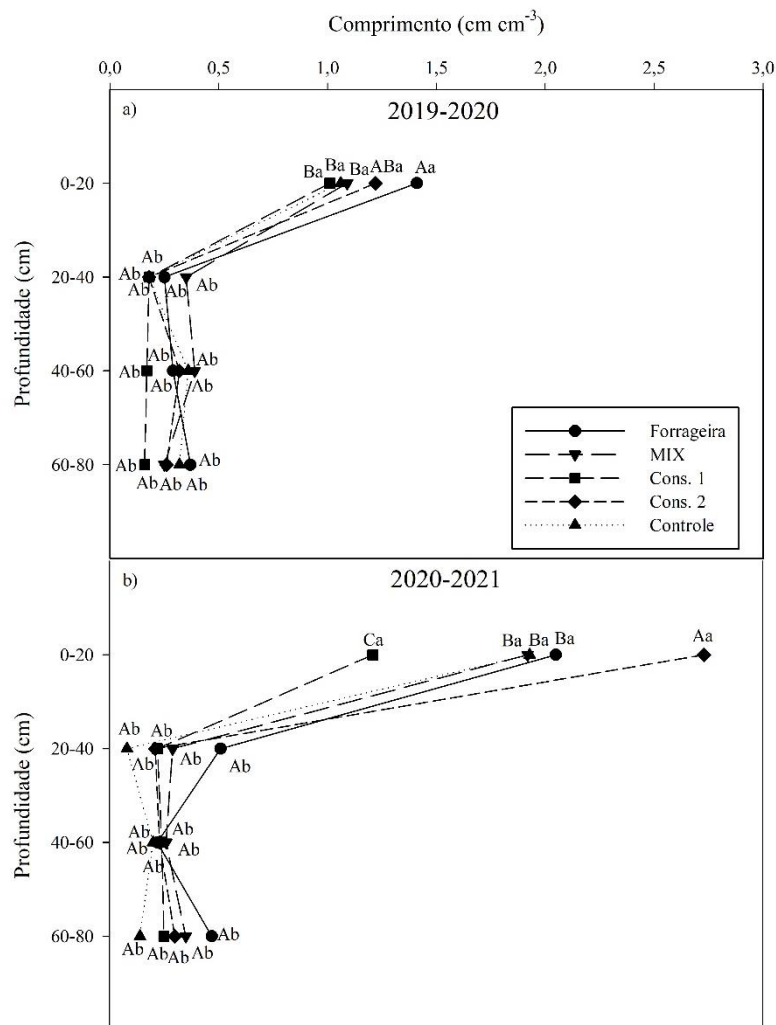


**Figura 1.** Densidade de comprimento radicular das plantas de cobertura antes da implantação do algodoeiro nas safras 2019/2020 e 2020/2021. Letras maiúsculas comparam os sistemas dentro de cada profundidade e letras minúsculas comparam as



profundidades dentro de cada sistema. Médias seguidas de letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

A densidade de comprimento radicular do algodoeiro foi maior quando cultivado após braquiária solteira como planta de cobertura, porém essa diferença foi observada até 20 cm de profundidade. Na safra 2020/2021 o menor crescimento radicular do algodoeiro foi quando utilizado milho + braquiária.



**Figura 2.** Densidade de comprimento radicular do algodoeiro cultivado em diferentes sistemas de rotação de culturas, safras 2019/2020 e 2020/2021. Letras maiúsculas comparam os sistemas dentro de cada profundidade e letras minúsculas comparam as profundidades dentro de cada sistema. Médias seguidas de letras iguais não se diferenciam pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).



## APLICAÇÃO PRÁTICA

Em regiões onde a segunda safra se torna economicamente inviável devido ao clima irregular, o uso de plantas de cobertura como a braquiária solteira ou consorciada é uma opção para melhorar o crescimento radicular das culturas subsequentes.

## LITERATURA CITADA

ALVAREZ, R.; STEINBACH, H. S.; DE PAEPE, J. L. Cover crop effects on soils and subsequent crops in the pampas: A meta-analysis. **Soil and Tillage Research**, v. 170, p. 53-65, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.03.005>

DE MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; CARLESSO, R.; FRANCHINI, J. C.; DA SILVA, V. R.; DA LUZ, F. B. Soil physical quality on tillage and cropping systems after two decades in the subtropical region of Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 155, p. 351-362, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.07.015>

HAMARASHID, N.; OTHMAN, M.; HUSSAIN, M. Effects of soil texture on chemical compositions, microbial populations and carbon mineralization in soil. **The Egyptian Society of Experimental Biology**, v. 6, p. 59–64, 2010.

HASSINK, J. The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles. **Plant and Soil**, v. 191, p. 77-87, 2016. <https://doi.org/10.1023/A:1004213929699>

HUBBARD, R. K.; STRICKLAND, T. C.; PHATAK, S. Effects of cover crop systems on soil physical properties and carbon/nitrogen relationships in the coastal plain of southeastern USA. **Soil and Tillage Research**, v. 126, p. 276–283, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.still.2012.07.009>

PARAHYBA, R. B. V.; ALMEIDA, B. G. DE; ROLIM NETO, F. C.; ARAÚJO, M. DO S. B. DE; SILVA, M. S. L. Retenção de água em solos arenosos da Bacia Sedimentar do Tucano, Bahia. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 15, 2015, Natal. **Anais Eletrônicos**. Natal: CBCS, 2015.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Ed. Manole Ltda. Cap.3, p. 27 – 65, 1990.

WAHLSTRÖM, E. M.; KRISTENSEN, H. L.; THOMSEN, I. K.; LABOURIAU, R.; PULIDO-MONCADA, M.; NIELSEN, J. A.; MUNKHOLM, L. J. Effect of subsoil compaction on spatiotemporal root growth, biopore reuse and spring barley crop yield. **European Journal of Agronomy**, v. 123, p. 126225, 2021.



## DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE ALGODÃO NO OESTE PAULISTA

Adenilson José de Souza, Caroline Honorato Rocha, Daniel Veras, Gustavo  
Ricardo Aguiar Silva, Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

Noventa e dois por cento do algodão cultivado no Brasil é em sistema de sequeiro, e algumas dessas áreas, encontram-se sobre solos de textura arenosa, cujo armazenamento e disponibilidade de água à cultura são limitados. Além na baixa retenção de água, solos de textura arenosa possuem menor retenção de nutrientes.

Na região do Oeste Paulista, além da predominância de solos arenosos, há frequente ocorrência de veranicos e de temperaturas mais elevadas durante o ciclo do algodoeiro, o que compromete o desempenho da cultura. Portanto, o estudo da competição de cultivares é necessário para validação das que apresentem melhor desempenho produtivo na região do Oeste Paulista.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

A região do Oeste Paulista possui clima com temperatura média anual em torno de 25°C e regime pluvial concentrado no verão, mas com frequente ocorrência de veranicos, e textura do solo predominantemente arenosa (BARBOSA E TIRITAN, 2021). Solos de textura arenosa, possuem maior densidade quando comparado aos argilosos, devido a maiores partículas de solo, o que resulta em maior porosidade drenável (ANDRADE, 2009), e isso influencia no armazenamento e disponibilidade da água às plantas (NOGUEIRA, 2001).

Baixa disponibilidade de água no solo pode levar ao déficit hídrico no algodoeiro, resultando no fechamento estomático (BASAL & UNAY, 2006). Além disso, há redução na altura da planta, número de nós e ramos reprodutivos (BOZOROV et al., 2018) devido a menor taxa fotossintética (MAGALHÃES et al., 2008). Nesse sentido, o desempenho das cultivares pode ser diferente (CORDEIRO et al., 2016), pois genótipos com radicular mais profundo, têm maior tolerância a deficiência hídrica (ECHER et al., 2019).

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE em Presidente Bernardes-SP durante a safra 2021/2022. O solo tem é classificado como Latossolo de textura arenosa (EMBRAPA, 2018). A região apresenta clima do tipo Aw, de inverno seco e verão chuvoso (Koppen).

O delineamento experimental foi em blocos ao caso, com cinco repetições. Os tratamentos constituíram-se de 12 cultivares de algodão, de ciclo precoce (FM 911GLTP, FM 912GLTP, TMG 50WS3), médio-precoce (DP 1866B3RF, TMG 21GLTP, TMG 31B3RF, TMG 44B2RF), médio (FM 970GLTP, TMG 22GLTP) e tardio (DP 1746B2RF, FM 978GLTP, FM 985GLTP).



O algodoeiro foi cultivado em sistema de semeadura direta (SSD), sobre palhada de *Urochloa ruziziensis*, que foi semeada na segunda quinzena de janeiro e dessecada na primeira quinzena de novembro. O algodoeiro foi semeado em 30/12/2021 com espaçamento de 0,90 m, com adubação de base de 240 kg ha<sup>-1</sup> de MAP, e durante o ciclo da cultura aplicou-se 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (Ureia) e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Cloreto de potássio) aplicado em duas vezes, em B1 e F1.

A colheita foi realizada aos 150 dias após a emergência (DAE), Por ocasião da maturidade fisiológica do algodoeiro 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 (Ferreira, 2000), e os gráficos plotados no software Sigma Plot®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar que obteve maior número de capulhos foi a DP 1866B3RF (142) sendo 129% maior que a FM 912GLTP que obteve menor número (62). O máximo peso médio de capulho foi o da cultivar FM 911GLTP (4,72 g) e o menor com a cultivar TMG 31B3RF (3,54 g) e FM 970 GLTP (3,53g) respectivamente.

A cultivar mais produtiva foi a DP 1866B3RF, de ciclo precoce/médio, já a cultivar tardia FM 985GLTP expressou produtividade 97% menor comparada a cultivar mais produtiva.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

Para as condições edafoclimáticas da Safra 2021/22 com semeadura tardia (30/12), a cultivar DP 1866B3RF, de ciclo médio/precoce, teve maior produção de capulhos e produtividade.

## AGRADECIMENTOS

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

## LITERATURA CITADA

ANDRADE, Rui da S.; STONE, Luís F. Índice S como indicador da qualidade física de solos do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 382-388, 2009.

BARBOSA, A.M., TIRITAN, C.S. Caracterização climática da safra agrícola 2020/21 de Presidente Prudente-SP. **Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Unoeste** / Universidade do Oeste Paulista; editores: Zeist, A.R., Echer, F.R., Barbosa, A.M. - Presidente Prudente: Unoeste, 2021.

BAŞAL, Hüseyin; AYDIN, Ü. N. A. Y. Water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, v. 43, n. 3, p. 101-111, 2006.



BOZOROV, Tohir A. et al. Effect of water deficiency on relationships between metabolism, physiology, biomass, and yield of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Journal of Arid Land**, v. 10, n. 3, p. 441-456, 2018.

CORDEIRO, C.F.; PERES, V.J.S.; ECHER, F.R. PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE ALGODÃO NO OESTE PAULISTA. *Colloquium Agrariae*, vol. 12, n. Especial, Jul–Dez, 2016, p. 68-74. ISSN: 1809-8215. DOI: 10.5747/ca.2016.v12.nesp.000173

ECHER, Fábio Rafael et al. Root growth and carbohydrate partitioning in cotton subjected to shading in the initial phase. **Ciência Rural**, v. 49, 2019.

MAGALHÃES FILHO, José Rodrigues et al. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira ‘Valência’ sobre dois tipos de porta-enxertos. **Bragantia**, v. 67, p. 75-82, 2008.

NOGUEIRA, REJANE J. et al. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.

### TABELAS E FIGURAS

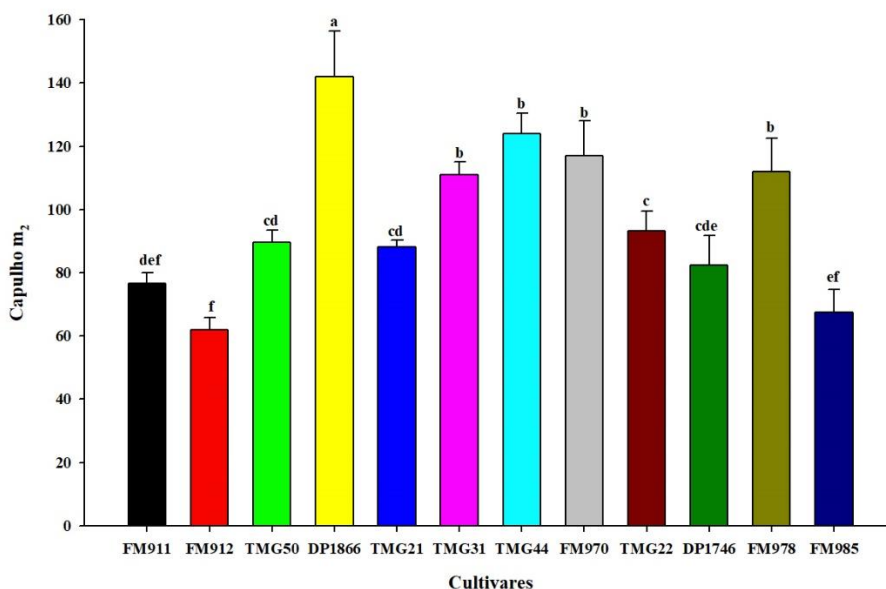


Figura 1. Número de capulhos de cultivares de algodão cultivadas na safra 2021/2022. As médias seguidas por letras diferentes não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



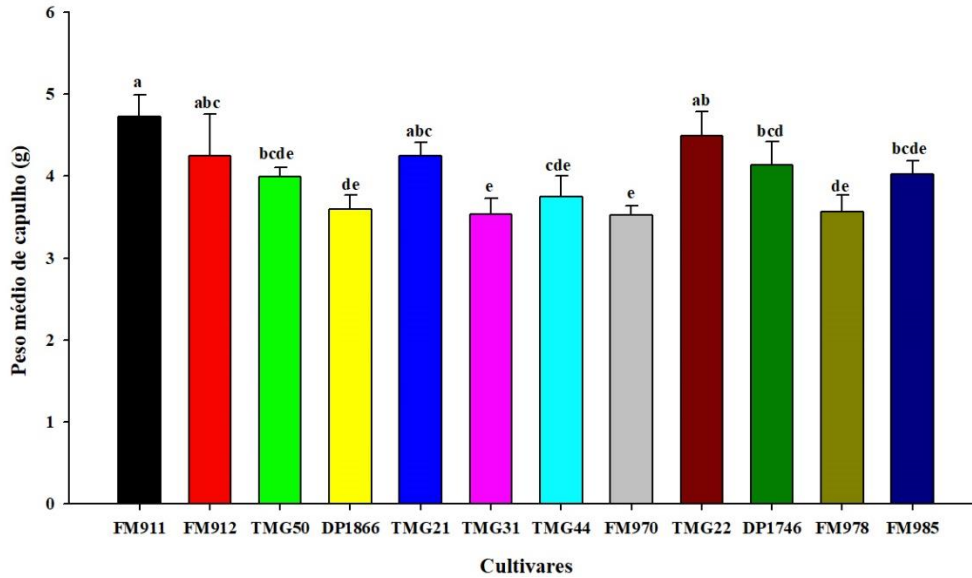


Figura 2. Peso médio de capulho (g) entre cultivares de algodão cultivados na safra 2021/2022. As médias seguidas da letra minúscula comparam as cultivares pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade.

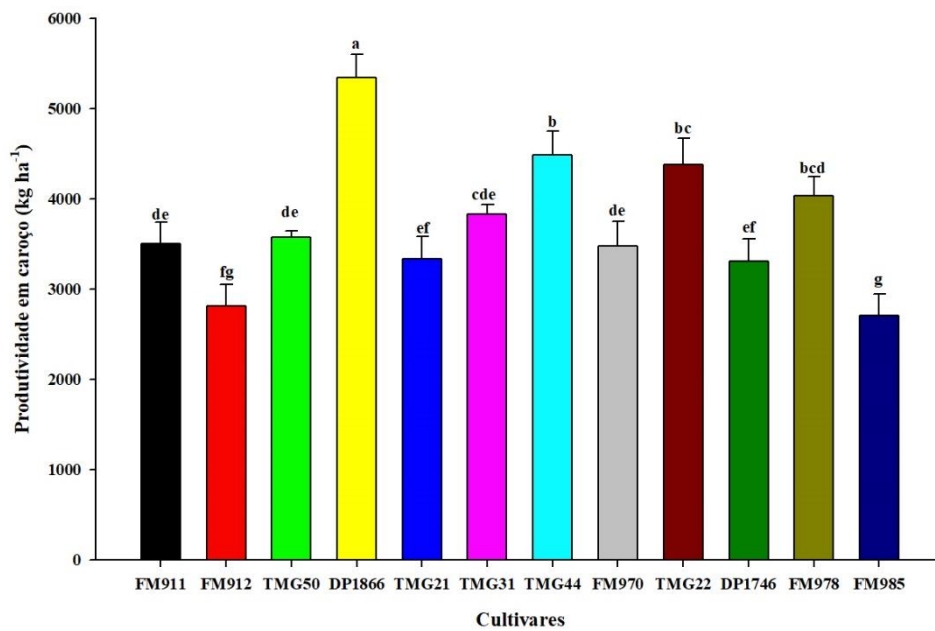


Figura 3. Produtividade em caroço (kg ha<sup>-1</sup>) entre cultivares de algodão cultivados na safra 2021/2022. As médias seguidas da letra minúscula comparam as cultivares pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade.



## DESEMPENHO AGRÔNOMICO DO GERÂNIO AROMÁTICO NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP

Milene Izilda Coelho, Vilma Aparecida Polidório Caseiro, Mateus Modesto Bosisio,  
Elisa Ramos Melo, Ana Cláudia Pacheco

### PROBLEMÁTICA

Plantas aromáticas são aquelas que produzem óleos essenciais (OEs) empregados em diferentes seguimentos industriais. A região do Oeste Paulista apresenta condições de solo e clima favoráveis ao cultivo de diferentes plantas produtoras de OEs, como o capim limão, a citronela, o vetiver, o alecrim e o gerânio. Tais espécies se apresentam como uma excelente alternativa de renda para a agricultura familiar, pois possuem a vantagem adicional de se adaptar a solos degradados, apresentar fácil manejo e permitir várias colheitas por ano. Conhecer a adaptabilidade das espécies nas diferentes condições edafoclimáticas do país é muito importante para que possamos melhor descrever as condições técnicas ideias para o cultivo comercial das plantas aromáticas, fortalecimento a sua cadeia produtiva. Neste sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico do gerânio aromático em plantio de verão no município de Presidente Prudente/SP.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O gerânio aromático (*Pelargonium graveolens* L. – família Geraniaceae) é um arbusto ramificado, originário da África do Sul. Suas folhas produzem óleo essencial com fragrância única de rosas, devido à presença majoritária dos compostos citronelol e geraniol (MISRA et al., 2005). O OE de gerânio é comercializado principalmente para indústrias de perfumaria e cosméticos, mas também possui ações terapêuticas no tratamento de sintomas da menopausa, problemas de pele e de ansiedade (RABELO, 2014).

O teor de óleo essencial nas folhas do gerânio é bastante baixo quando comparado às outras plantas aromáticas (cerca de 0,08 a 1%), fazendo com que essa espécie apresente baixo rendimento de destilação e custo elevado do seu óleo essencial (em torno de R\$ 2.000,00 o litro), com crescente demanda nos mercados nacional e internacional (DO et al., 2015).

A produtividade do gerânio aromático é calculada com base na formação de biomassa (folhas + ramos) e podem ser realizadas até quatro colheitas por ano, dependendo do local de cultivo e condições climáticas (FABRI e ANEFALOS, 2021). Entretanto, sucessivos cortes podem diminuir o rendimento da planta ao longo do ano. A destilação do óleo essencial é realizada utilizando-se as plantas frescas recém-colhidas. Diferentes estudos demonstraram a existência de correlação positiva entre o aumento de biomassa foliar e a produção de óleo essencial em gerânio (ALI et al., 2018; BLANK et al., 2012; MISRA et al., 2005).



## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em área experimental localizada no Horto de Plantas Aromáticas e Medicinais da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, em Presidente Prudente- SP.

O solo da área experimental é um Argissolo Vermelho Distroférico de textura média, com relevo suave ondulado. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da área é do tipo Cwa, com temperatura média anual de 25 °C e precipitação média anual de 1400 a 1500 mm, distribuída em dois períodos distintos, de outubro a março e de abril a setembro.

As mudas de gerânio foram obtidas a partir de estacas de 10 cm retiradas de plantas matrizes do Horto, nas porções apicais dos ramos. As estacas foram colocadas em sacos plásticos contendo a mistura solo: substrato comercial (Bioterra®) na proporção 1:1, sendo mantidas por 45 dias em viveiro com tela de 50% de sombreamento para o pegamento das mudas.

O experimento foi instalado no mês de novembro de 2021, para avaliar o comportamento produtivo no plantio de verão. A análise de solo da área (Tabela 1) indicou a não necessidade de se realizar a calagem. No momento do plantio foi realizada a adubação orgânica com húmus de minhoca (100 gramas por planta, colocadas na cova). A primeira colheita foi realizada em fevereiro de 2022 (3 meses após o plantio) e a segunda colheita em maio (3 meses após a primeira colheita), de acordo com BLANK et al. (2012). Após a primeira colheita repetiu-se a aplicação do adubo orgânico. Foi utilizada irrigação por aspersão durante todo o período experimental, sendo acionada apenas durante 30 minutos nos dias em que não havia precipitação.

**Tabela 1.** Análise de fertilidade do solo da área experimental.

pH	M.O.	C total	S-							CTC	V	
			P	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB			
(CaCl <sub>2</sub> )	-- (g dm <sup>-3</sup> )	--	-- (mg dm <sup>-3</sup> )	(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )							--	- (%) -
6,7	22,5	****	72,2	4,0	11,6	2,3	113,2	29,9	145,4	157,0	92,0	

Foi adotado delineamento experimental de blocos ao acaso. As parcelas experimentais foram constituídas por 6 linhas de lavoura com 5 m de comprimento, com área total de 12,5 m<sup>2</sup>. O espaçamento adotado foi de 0,50 m x 0,50 m (entre plantas dentro de cada linha e entre linhas) e a unidade experimental foi constituída por 60 plantas no total.

Para as avaliações de colheita foram coletadas as 16 plantas centrais de cada linha (48 plantas no total, divididas em 6 repetições de 8 plantas). Em cada colheita foram avaliados os seguintes parâmetros: a) altura de plantas (avaliadas desde a base até a última folha do ramo mais alto), b) número de ramos por planta, c) número de folhas por planta e d) massa fresca de ramos + folhas (g planta<sup>-1</sup>). Uma terceira e última colheita está prevista para agosto de 2022. Os dados foram comparados pelo cálculo das médias e desvio padrão.



**Tabela 2.** Médias de temperatura (máxima, mínima e média) e precipitação acumulada durante o período experimental.

Período entre plantio e colheitas	Temp max	Temp min	Temp med	Precipitação
		(°C)		(mm)
1 (10/11/2021 a 16/2/2022)	32,43	21,3	26,6	605
2 (17/2 a 19/5/2022)	29,5	19,6	23,8	435

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao compararmos as duas colheitas realizadas até o momento observa-se que as plantas não apresentaram diferença expressiva quanto à altura. Porém, na primeira colheita verifica-se que as plantas apresentaram maior número de ramos e maior número de folhas (Tabela 2) em relação à segunda colheita. Conseqüentemente, houve maior produção de biomassa da parte aérea e maior produtividade para a primeira colheita (Tabela 3). Os valores de produção e produtividade encontram-se dentro da média esperada para a cultura (RABELO et al., 2014).

**Tabela 3.** Médias de altura, número de ramos e número de folhas em plantas de gerânio aromático (*Pelargonium graveolens*) cultivadas em Presidente Prudente/SP.

Nº da colheita	Altura de plantas (cm)	Número de ramos	Número de folhas
1	47,33 ± 5,72	42,88 ± 12,46	542,95 ± 125,66
2	52,69 ± 3,47	39,07 ± 10,18	341,88 ± 94,32

**Tabela 4.** Massa fresca (folhas + ramos) e produtividade de plantas de gerânio aromático (*Pelargonim graveolens*) cultivadas em Presidente Prudente/SP.

Nº da colheita	Massa fresca (g planta <sup>-1</sup> )	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
1	900 ± 222	3.200
2	532 ± 170	2.100

As diferenças observadas entre as colheitas realizadas até o momento provavelmente foram causadas pelas oscilações de temperatura e precipitação durante o período experimental. Espécies aromáticas, como o gerânio, são muito sensíveis e responsivas às condições ambientais (RABELO et al., 2015); as quais influenciam diretamente o metabolismo da planta (BLANCK et al., 2012). O período de tempo compreendido desde o plantio até a primeira colheita apresentou maiores valores de temperatura (mínima, máxima e média) e maior precipitação acumulada do que o período seguinte, compreendido entre a primeira e segunda colheita (Tabela 4). O gerânio



aromático é uma planta típica de clima temperado, subtropical e mediterrânico; sendo caracterizado como uma espécie altamente maleável (FABRI e ANEFALOS, 2021). Entretanto, estudos afirmam que esta espécie apresenta maior crescimento vegetativo e capacidade de rebrota após as colheitas sucessivas quando em condições de elevada umidade do solo (EIASU et al., 2008).

Considerando-se um rendimento médio de óleo essencial em 0,08% (de 100 kg de massa fresca da planta são extraídos 80 ml de óleo essencial) e uma massa total acumulada de 5,3 toneladas por hectare (somatória das duas colheitas realizadas até o momento), seriam obtidos aproximadamente 4,24 litros de óleo essencial.



**Figura 1.** Folha (A) e flor (B) do gerânio aromático (*Pelargonium graveolens*).

### APLICAÇÃO PRÁTICA

O gerânio aromático apresenta boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas de Presidente Prudente, apresentando maior produtividade quando cultivado em épocas de maior temperatura e precipitação.

### LITERATURA CITADA

ALI, E. F.; HASSAN, F. A. S.; ELGIMABI, M. Improving the growth, yield and volatile oil content of *Pelargonium graveolens* L. Herit by foliar application with moringa leaf extract through motivating physiological and biochemical parameters. **South African Journal of Botany**, v. 119, p. 383-389, 2018.

BLANK, A. Espaçamento de plantio e intervalos de colheita na biomassa e no óleo essencial de gerânio. **Horticultura Brasileira.**, v. 30, n. 4, 2012

DO, T.K.T.; HADJI-MINAGLOU, F.; ANTONIOTTI, S.; et al. Authenticity of essential oils. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 66, p. 146-157, 2015.

EIASU, B. K., STEYN, J. M., & SOUNDY, P. Growth and essential oil yield of rose-scented geranium (*Pelargonium capitatum* × *P. radens* ‘Rose’) as affected by withholding irrigation at different times during regrowth. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v.36, n.4, p. 285-294, 2008.





FABRI, E. ; ANEFALOS, L.C. Plantas Aromaticas: Contribuições científicas e tecnológicas para a cadeia produtiva de óleos essenciais. Campinas: Insituto Agrônômico, 2021.

MISRA, A. et al. Zn-acquisition and its role in growth, photosynthesis, photosynthetic pigments, and biochemical changes in essential monoterpene oil (s) of *Pelargonium graveolens*. **Photosynthetica**, v. 43, n. 1, p. 153-155, 2005.

RABELO, P.G. Produção de gerânio (*Pelargonium graveolens*) e óleo essencial em sistemas de cultivos e adubações com plantas oriundas de cultivo in vitro. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: MG, 2014.



## PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE AMENDOIM COMO RESPOSTA A INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium*. SP EM ÁREA DE PRIMEIRO ANO DE CULTIVO

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro; Isadora Lyria de Alencar Bassanezi, Gian Lucas Bresqui Andrade, Giovanna Maniezzo de Mattos, Gilmar Santos Martins Junior, Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

O amendoim é cultivado principalmente em áreas pós pastagem degradada ou em áreas de reforma de cana-de-açúcar, no Oeste Paulista em solos arenosos com baixo teor de matéria orgânica e nitrogênio. Nesse cenário, a cultura depende da fixação biológica de nitrogênio (FBN) para suprir a sua demanda por nitrogênio, uma vez que a adubação mineral é realizada em baixas doses, na semeadura. Adicionalmente, a inoculação do amendoim com *Bradyrhizobium* sp. é pouco utilizada pelos produtores, e isso pode estar limitando a nutrição com nitrogênio e a produtividade, principalmente em áreas de primeiro ano onde a população de *Bradyrhizobium* sp. no solo é baixa.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Atualmente no Brasil são utilizadas cultivares de amendoim tipo *runner* de alto potencial produtivo (produtividade entre 5 e 7 ton ha<sup>-1</sup> de amendoim em casca) (Godoy et al., 2017). Essas cultivares absorvem entre 350 e 500 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo que 75% desse total é exportado via colheita das vagens (Crusciol et al., 2021). Dessa forma é necessário melhorar a eficiência da FBN no amendoim para melhorar a nutrição e produtividade da planta.

A inoculação do amendoim com *Bradyrhizobium* sp. é pouco utilizada pelos produtores brasileiros, porém há relatos que em áreas de primeiro ano de cultivo de amendoim após pastagem degradada (Crusciol et al., 2019) ou em rotação com cana-de-açúcar (Gericó et al., 2020), o uso de inoculantes a base *Bradyrhizobium* sp. melhora a nutrição e produtividade do amendoim. Isso ocorre porque em áreas de primeiro ano a população de *Bradyrhizobium* sp. é baixa e pode limitar a eficiência da FBN.

Entretanto, ainda são escassos os estudos com a inoculação do amendoim em áreas de primeiro ano de cultivo do amendoim e também se é muito influenciado pela cultivar utilizada. Isso é um ponto importante uma vez que as cultivares modernas apresentam diferentes morfologias radiculares e hábitos de crescimento. Dessa forma o objetivo do estudo foi avaliar os componentes de produção e produtividade de cultivares de amendoim cultivadas em área de primeiro ano com e sem inoculação via sementes.

### 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), em um solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, de textura arenosa. Os atributos do solo na



camada de 0-20 cm eram: pH: 4,4, matéria orgânica: 9,5 g dm<sup>-3</sup>, fósforo: 7,2 mg dm<sup>-3</sup>, enxofre: 2,2 mg dm<sup>-3</sup>, potássio, cálcio, magnésio e capacidade de troca de cátions: 1,9, 10,2, 3,3 e 38,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Os dados climáticos durante a condução do estudo estão na Tabela 1.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram seis cultivares de amendoim (IAC 505, IAC 503, IAC OL3, IAC OL5, EC-98 e Granoleico) e inoculação de *Bradyrhizobium* sp. via tratamento de sementes (com e sem inoculação). As parcelas tiveram dimensões de 3,6 m (largura) (quatro linhas) x 5 m (comprimento).

Em agosto de 2021 foi realizada a calagem na dose de 1600 kg ha<sup>-1</sup>. Em setembro foi realizado o preparo convencional do solo. Em 06/10/21 foi realizada a semeadura do amendoim, manualmente, com 20 sementes por metro e espaçamento de 0,90 m entre linhas (sistema de linha simples). No momento da semeadura foi realizada a inoculação das sementes, com aplicação de 2 ml do inoculante (Estirpes SEMIA 6144) por kg de semente. 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.

Por ocasião da maturidade dos frutos (129 dias após a emergência – 70% da 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 dos componentes de produção (número de vagens, número de grãos por vagem e peso de 100 grãos), produtividade de amendoim em casca e rendimento de grãos (matéria seca de grãos em relação a matéria seca da casca).

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

Mesmo com precipitação de 820 mm durante o ciclo do amendoim, a produtividade foi limitada pelo déficit hídrico (veranico) que ocorreu entre 19 e 46 dias após a emergência (Figura 1). Isso explica a baixa produtividade do amendoim (menor que 4 t ha<sup>-1</sup>). Em anos com precipitação adequada a produtividade do amendoim oscila entre 6 e 7 t ha<sup>-1</sup> no Oeste paulista (Bassanezi et al., 2022).

A inoculação do amendoim aumentou a produtividade em 13, 12, 14, 8 e 11% para as cultivares, Granoleico, EC-98, IAC OL5, IAC OL3 e IAC 503, respectivamente. Apenas a cultivar IAC 505 não respondeu à inoculação (Figura 2). Na ausência de inoculação as cultivares IAC 503 e IAC OL3 tiveram as maiores produtividades. Com o uso inoculação a menor produtividade foi da cultivar Granoleico e não houve diferença entre as demais cultivares, ou seja, o uso da inoculação reduziu a diferença de produtividade entre as cultivares (Figura 2).

A inoculação aumentou o número de vagens nas cultivares Granoleico, EC-98, IAC OL5 e IAC OL3 em 48, 14, 15 e 25% respectivamente (Tabela 1). Na ausência de inoculação a cultivar IAC OL5 teve o menor número de vagens, enquanto que com inoculação as cultivares EC-98, IAC OL5 e IAC 505 tiveram o menor número de vagens. Não houve efeito da inoculação no peso, número de grãos por vagem e rendimento de grãos (Tabela 1). Entretanto, na ausência de inoculação a cultivar IAC OL3 teve o menor número de grãos, e com inoculação o menor número de grãos foi na cultivar IAC 505. A



cultivar EC-98 teve o maior peso de grãos independente da inoculação e isso resultou em maior rendimento de grãos dessa cultivar (Tabela 1).

## APLICAÇÃO PRÁTICA

A inoculação com *Bradyrhizobium* sp. nas sementes do amendoim em área de primeiro ano após pastagem degradada é uma prática que pode ser adotada pelos produtores de amendoim, isso porque esse manejo resultou em incremento médio de 12% (332 kg ha<sup>-1</sup>) na produtividade (média cultivares), com destaque também para aumento na formação de vagens, considerando-se o baixo custo do inoculante. A inoculação reduziu a diferença da produtividade entre as cultivares. As cultivares IAC 503, IAC OL3, IAC OL5 e EC-98 foram as mais produtivas no ambiente de cultivo do Oeste Paulista.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 20/14480-8. Ao produtor rural Helder Lamberti pela parceria para condução do ensaio em sua propriedade. Ao Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) pela doação das sementes.

## LITERATURA CITADA

Bassanezi, I. L. A, Rodrigues, D. R., Cordeiro, C. F. S., & Echer, F. R. (2021). Produtividade de cultivares de amendoim no Oeste Paulista–safra 2020/2021. **South American Sciences**, 2(edesp1), e21120-e21120. [http://dx.doi.org/10.52755/sas.v.2i\(edesp1\)120](http://dx.doi.org/10.52755/sas.v.2i(edesp1)120)

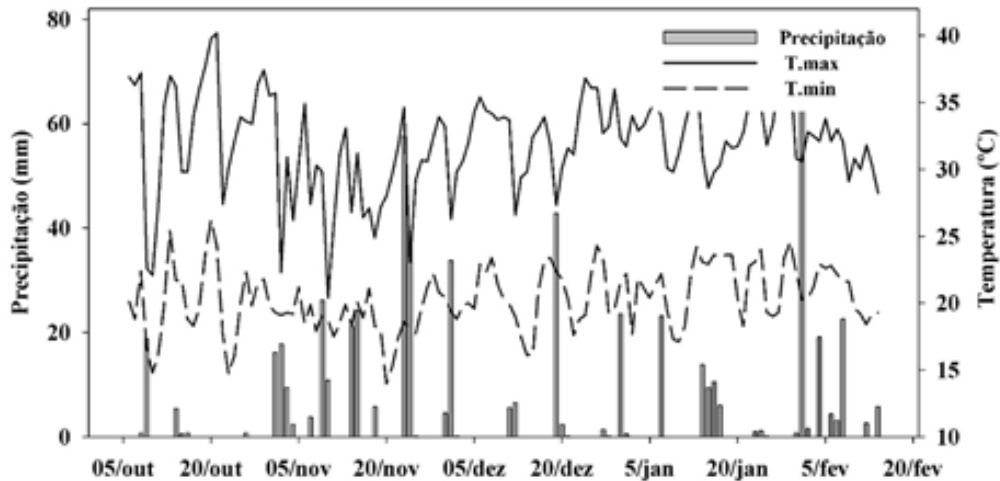
Crusciol, C. A. C., Ferrari, J., Mui, T. S., Franzluebbbers, A. J., Costa, C. H. M. D., Castro, G. S. A., ... & Costa, N. R. (2019). Rhizobial inoculation and molybdenum fertilization in peanut crops grown in a no tillage system after 20 years of pasture. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 43. <https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20170399>

Crusciol, C.A.C.; Portugal, J.R.; Bossolani, J.W.; Moretti, L.G.; Fernandes, A.M.; Garcia, J.L.N.; Garcia, G.L.d.B.; Pilon, C.; Cantarella, H. (2021). Dynamics of Macronutrient Uptake and Removal by Modern Peanut Cultivars. **Plants**, 10, 2167. <https://doi.org/10.3390/plants10102167>

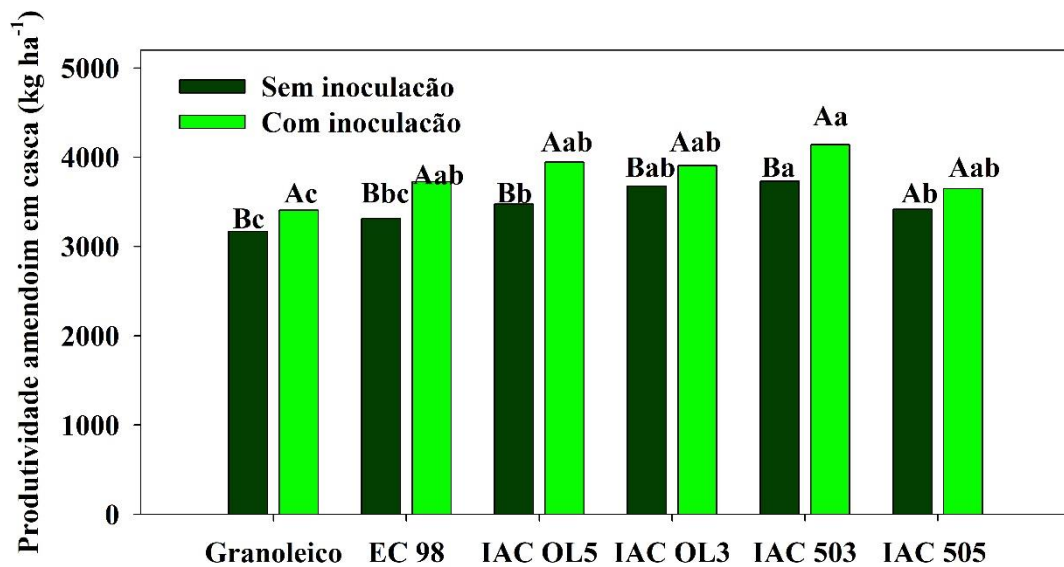
Gericó, T. G., Tavanti, R. F. R., de Oliveira, S. C., Lourenzani, A. E. B. S., de Lima, J. P., Ribeiro, R. P., ... & Dos Reis, A. R. (2020). Bradyrhizobium sp. enhance ureide metabolism increasing peanuts yield. **Archives of microbiology**, 202(3), 645-656. <https://doi.org/10.1007/s00203-019-01778-x>

Godoy, I.J., Santos, J.F., Michelotto, M.D., Moraes, A.R.A., Bolonhezi, D., Freitas, R.S., Carvalho, C.R.L., Finoto, E.L., Martins, A.LM. IAC OL 5 - New high oleic runner peanut cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. 17: 295-298 (2017). <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332017v17n3c45>

FIGURAS E TABELAS



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



**Figura 2.** Produtividade de amendoim em casca de seis cultivares em razão da inoculação. Regente Feijó-SP, 2021/2022. Letras maiúsculas comparam o efeito da inoculação em cada cultura. Letras minúsculas comparam o efeito das cultivares em cada manejo de inoculação. Significância a 5%.





**Tabela 1.** Número de vagens, número de grãos de vagem, peso de 100 grãos e rendimento (%) de cultivares de amendoim cultivado sem e com inoculação. Regente Feijó-SP, 2021/2022.

	Vagens (m <sup>-2</sup> )		Grãos (vagem <sup>-1</sup> )	
	Sem inoculação	Com inoculação	Sem inoculação	Com inoculação
Granoleico	295,8 Ba	440,2 Aa	1,47 Aa	1,35 Aab
EC-98 AO	288,3 Bab	328,6 Ac	1,35 Aab	1,44 Aa
IAC OL5	243,5 Bb	325,5 Ac	1,37 Aab	1,28 Aab
IAC OL3	298,3 Ba	339,0 Ac	1,20 Ab	1,17 Aab
IAC 503	321,5 Aa	369,0 Ab	1,39 Aab	1,27 Aab
IAC 505	280,0 Aab	311,3 Ac	1,43 Aa	1,18 Ab
CV%	11,7		10,7	
	Peso de 100 grãos (g)		Rendimento de grãos (%)	
Granoleico	66,3 Aab	61,3 Acd	69,0 Aa	66,8 Ab
EC-98 AO	68,9 Aa	69,8 Aa	72,7 Aa	75,7 Aa
IAC OL5	63,9 Ab	62,5 Ad	57,5 Ac	59,8 Ac
IAC OL3	64,2 Ab	65,1 Ab	60,4 Abc	60,3 Ab
IAC 503	62,4 Abc	61,2 Abc	63,6 Ab	61,9 Abc
IAC 505	59,9 Ac	65,1 Ab	56,4 Ac	60,1 Ac
CV%	5,1		5,7	



## HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS EMERGÊNCIA PODEM SER SELETIVOS À BRAQUIÁRIA BRIZANTHA E CONTROLAR CAPIM CARRAPICHO

Matheus Caetano de Lima Moreira, Carlos Sergio Tiritan, Tiago Aranda Catuchi, Marcelo Raphael Volf

### PROBLEMÁTICA

No Brasil grande parte de sua extensão territorial é ocupada por pastagens. Estimativas do último censo agropecuário de 2017 (IBGE, 2017), indicaram que a área total de pastagens (naturais e plantadas) no Brasil é de 172,3 milhões de hectares. Deste total, cerca de 60% se encontram em algum processo de degradação e necessita de reformas (CECATO et al., 2014). Existem fatores bióticos e abióticos que podem causar interferência no crescimento e desenvolvimento desta cultura. As plantas daninhas são um dos fatores que mais interferem no rendimento e produtividade agrícola, devido sua competição com a cultura de interesse por recursos naturais.

Para evitar a competição ocorre o manejo das plantas daninhas, onde o método de controle mais utilizado é o químico, por meio de herbicidas. Entretanto fazer o controle e evitar a disseminação das plantas invasoras por se tratar de duas gramíneas é mais complexo, onde a planta de interesse (*Urochloa brizantha*) é monocotiledônea e, está em competição por recursos com plantas da mesma família botânica. Assim, deve-se encontrar uma dose de herbicida que seja eficiente em controlar as plantas daninhas e que seja seletiva a cultura da braquiária, para que não ocorra fitotoxidez na cultura e consequentemente não afete sua produção.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

As plantas forrageiras são uma das culturas de maior expressão econômica, sendo a mais cultivada no mundo pela facilidade de manejo e produtividade com baixo custo de produção (TONATO et al, 2010), servindo de alimento para animais, ou utilizada como planta de cobertura. Devido sua grande extensão territorial muitos fatores podem interferir na produtividade da forrageira (TONATO et al, 2010) como estresses bióticos e abióticos, fatores químicos, físicos e biológicos do solo e as plantas daninhas.

As plantas daninhas competem diretamente com a forrageira por água, luz e nutrientes, o que reduz qualitativamente e quantitativamente o rendimento forrageiro.

A intensidade da competição entre as plantas daninhas e a cultura, depende de diversos fatores, tal como a população infestante e a própria forrageira (JAKELAITIS et al, 2010). Quando a planta forrageira que compõe a pastagem encontra condições favoráveis ao seu desenvolvimento, ocorre a competição com as plantas daninhas e consequentemente o controle cultural, em caso de plantas daninhas dicotiledôneas. Porém quando se tem competição entre duas plantas que sejam monocotiledôneas, estimular o desenvolvimento da planta forrageira para suprimir o desenvolvimento da planta daninha pode não ser eficaz, devido ambas terem as mesmas características fisiológicas e morfológicas.



O controle de plantas daninhas em pastagens pode ser feito por vários métodos: o cultural, controle físico, controle manual por meio de arranquio ou capina e controle mecânico através da roçagem. Atualmente o método mais utilizado é o controle químico, onde se tem maior facilidade de manejo e menos mão-de-obra (OLIVEIRA; WENDLING; SILVEIRA, 2019), entretanto, quando há presença de plantas daninhas monocotiledôneas em pastagem composta por gramíneas, a utilização do controle químico, por ser um agente que causa alterações fisiológicas nas plantas, pode causar fitotoxidez nas plantas de *U. brizantha*, visto que os mesmos mecanismos de ação que controlam as plantas daninhas, também agem negativamente na fisiologia da planta forrageira cultivada.

Neste contexto, faz-se necessário selecionar grupos e doses de herbicidas que possam suprimir ou controlar as plantas daninhas monocotiledôneas, sem afetar significativamente a pastagem.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O trabalho foi conduzido em condições de campo, localizado na área agrícola do Campus II da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), em Presidente Prudente-SP. O experimento foi instalado com semeadura do capim *Urochloa brizantha* cv. MG-5 no espaçamento de 0,90 m entre linhas e 3 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, mantendo 33 cm entre plantas. A semeadura foi realizada no dia 10/02/2022; aos 20 DAE foi efetuado o manejo químico (18/03/2022), com o uso dos herbicidas Imazetapir e Atrazina e a combinação dos produtos. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, e o desenho estatístico foi de fatorial duplo com tratamento adicional. Os tratamentos foram: Controle (ausência de manejo) = T1; capina manual = T2; atrazina (1.600 g ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo (i.a.)) = T3; imazetapir (30 g ha<sup>-1</sup> de i.a. = T4; 50 g ha<sup>-1</sup> de i.a. = T5; 100 g ha<sup>-1</sup> de i.a. = T6; 150 g ha<sup>-1</sup> de i.a. = T7; 200 g ha<sup>-1</sup> de i.a. = T8); combinação de imazetapir com atrazina (25 g ha<sup>-1</sup> de i.a. e 1.600 g ha<sup>-1</sup> de i.a. = T9; 50 g ha<sup>-1</sup> de i.a. e 1.600 g ha<sup>-1</sup> de i.a. = T10; 100 g ha<sup>-1</sup> de i.a. e 1.600 g ha<sup>-1</sup> de i.a. = T11; 150 g ha<sup>-1</sup> de i.a. e 1.600 g ha<sup>-1</sup> de i.a. = T12; 200 g ha<sup>-1</sup> de i.a. e 1.600 g ha<sup>-1</sup> de i.a. = T13). Como fonte de herbicida foram utilizados os produtos comerciais Primóleo e Pivot, respectivamente para os i.a. atrazina e imazetapir.

As avaliações de controle, onde se observa o percentual de controle por meio da comparação a testemunha (sem aplicação de herbicida), sendo 0% para não controle e 100% para controle total. Tais avaliações foram realizadas com 07, 14, 21 e 42 dias após aplicação (DAA) do herbicida. O tratamento capina, sem herbicida e sem presença de plantas daninhas foi utilizado a fim de mensurar a fitotoxidade causada à forrageira pelo uso dos herbicidas. A capina ocorreu no dia da aplicação do herbicida e 07, 14, 21 e 42 DAA. Aos 21 e 42 DAA foi feito a contagem de perfilhos da *U. brizantha* cv. MG-5, em 1 m linear de cada parcela.

Os resultados foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ) e as médias comparadas pelo teste de LSD, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2001).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de herbicida a base de imazetapir para o controle de *Cenchrus echinatus* (Capim carrapicho) aplicado em pós-emergência da forrageira *U. brizantha* cv.



MG-5 interferiu nas variáveis controle e número de perfilhos, em todas as épocas avaliadas (Fig. 2). A interação com o uso do herbicida a base de atrazina somente ocorreu nas avaliações aos 07 DAA e 14 DAA (Fig. 2A; 2B).

O controle de capim carrapicho acima de 80% ocorreu aos 14 DAA nas doses a partir de 150 g ha<sup>-1</sup> de imazetapir. Segundo Silva et al. (2004) os herbicidas devem atingir ao menos 80% de controle de plantas daninhas, pois controle inferior a isso pode ocasionar perdas significativas de produtividade (MELO *et al*, 2017 apud FRANS *et al*, 1986).

As primeiras avaliações, aos 07 DAA e 14 DAA, tiveram a interação no uso de atrazina e as doses de imazetapir (Fig. 2A; 2B). Quanto maior a dose de imazetapir maior o controle de capim carrapicho; a associação deste herbicida com atrazina foi sinérgica, e melhorou o controle, principalmente nas doses de 100 g ha<sup>-1</sup> e 150 g ha<sup>-1</sup> de imazetapir aos 07 DAA (Fig. 2A). Ao se utilizar dois herbicidas é possível obter controle satisfatório das plantas daninhas otimizando, e eventualmente diminuindo, a dose de um deles.

Sinergismo entre herbicidas pode melhorar o controle de daninhas (ROCHA *et al*, 2021). Não houve efeito interativo dos herbicidas nas avaliações aos 21 DAA e 42 DAA. Portanto quanto maior a dose de imazetapir maior o percentual de controle (Fig. 2C; 2E) e o uso de atrazina melhora o controle em relação ao uso isolado de imazetapir (Fig. 2D; 2F).

A atrazina mostrou ter efeito sobre o desenvolvimento de capim carrapicho em todas as avaliações, entretanto não houve índice de controle de 80%, conforme sugere Silva et al. (2004), assim, o efeito deste herbicida sobre o capim carrapicho pode ser considerado de fitotoxidez e não de controle efetivo. O presente trabalho evidencia isso por meio do melhor controle com atrazina nas primeiras avaliações (07 DAA e 14 DAA), na ausência do Imazetapir (dose zero) bem como no efeito isolado, sem que houvesse interação, nas avaliações aos 21 DAA e 42 DAA (Fig. 2D; 2E) onde o percentual de controle foi maior com o uso de atrazina independente da dose do imazetapir. A associação entre herbicidas de diferentes mecanismos de ação pode ser uma ótima estratégia para melhorar o controle de plantas daninhas (ROCHA et al, 2021).

O número de perfilhos de *U. brizantha* cv. MG-5 foi influenciado pelo uso dos herbicidas bem como pelo efeito de competição com o capim carrapicho. Aos 21 DAA, não houve interação entre os herbicidas sobre o número de perfilhos, e o efeito foi em decorrência da dose de imazetapir. As plantas de *U. brizantha* cv. MG-5 produziram o maior número de perfilhos nas menores doses de imazetapir (25 g ha<sup>-1</sup> e 50 g ha<sup>-1</sup>). Atrazina associada a 150 g ha<sup>-1</sup> de imazetapir reduziu o perfilhamento aos 21 DAA, no entanto o uso isolado de atrazina diminuiu a produção de perfilhos (42 DAA) (Tabela 2).

A competição com as plantas daninhas pode ter diminuído a produção de perfilhos das plantas de *U. brizantha* cv. MG-5. Houve correlação positiva ( $p=0.014$ ) entre o controle de capim carrapicho e a produção de perfilhos (Fig. 3), ou seja, o maior perfilhamento das plantas de MG-5 promoveu maior controle de capim carrapicho. A competição entre plantas daninhas diminui o crescimento de *U. brizantha* cv. MG-5 (VOLF et al., 2022). Elevada e rápida capacidade de ocupação de espaço pelas plantas de capim carrapicho provoca sombreamento e com isso causa estiolamento das plantas de forrageira, o que pode reduzir o perfilhamento (CARVALHO et, 2016), pois devido a busca por luz as plantas de *Urochloa* direcionam energia para crescimento em detrimento da produção de perfilhos.

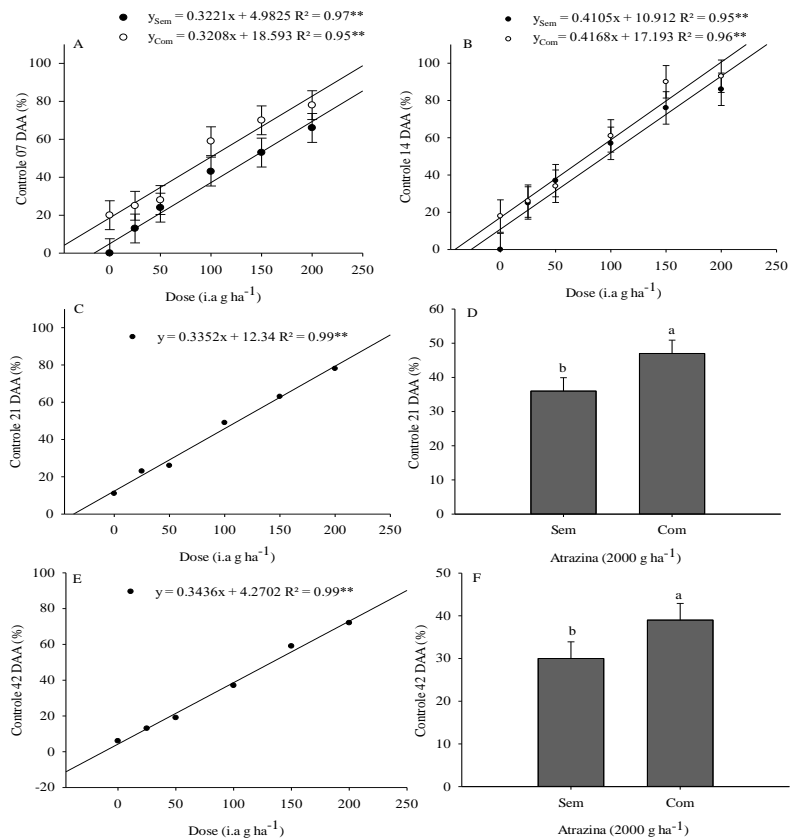


Figura 2. Controle de *Cenchrus echinatus* (Capim Carrapicho) aos 07 DAA (A) 14 DAA (B), 21 DAA (C e D) e 42 DAA (E e F). Controle aos 21 DAA e 42 DAA não tiveram interação entre imazetapir e atrazina. Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de LSD ( $p \leq 0,05$ ). A barra de erro representa a diferença mínima significativa a 5% de probabilidade. Presidente Prudente (SP), 2022.





Tabela 2. Número de perfilhos por metro linear de *Urochloa brizantha* (CV -MG5) e perda de perfilhos (%) em decorrência da aplicação em pós-emergência de herbicidas. Presidente Prudente (SP), 2022.

Dose do herbicida (g ha <sup>-1</sup> )	Número de perfilhos (m)											
	21 DAA				Média	42 DAA				Média		
	Sem Atrazina		Com Atrazina			Sem Atrazina		Com Atrazina				
Imazetapir - 25 <sup>1</sup>	39	*	40	*	39	a*	44	Ab*	24	Bc*	34	d
Imazetapir - 50	35	*	46	*	40	a*	33	Ab*	43	Ab*	38	cd
Imazetapir - 100	33	*	35	*	34	ab*	39	Bb*	77	Ba*	58	b
Imazetapir - 150	31	*	28	*	35	b*	39	Ab*	51	Ab*	45	c
Imazetapir - 200	38	*	33	*	29	ab*	82	Aa	72	Aa*	77	a
Média	35	*	36	*			53		47			
Carpida	87						90					
LSD (5%)	7						13					

Dose do herbicida (g ha <sup>-1</sup> )	Perda de perfilho (%)											
	21 DAA				Média	42 DAA				Média		
	Sem Atrazina		Com Atrazina			Sem Atrazina		Com Atrazina				
Imazetapir - 25 <sup>1</sup>	57	Abc*	59	Aa*	58		54	Bb*	66	Aa*	60	
Imazetapir - 50	51	Bc*	60	Aa*	56		68	Aa*	55	Bb*	61	
Imazetapir - 100	62	Ab*	63	Aa*	62		57	Ab*	15	Be*	36	
Imazetapir - 150	70	Aa*	64	Ba*	67		57	Ab*	43	Ac*	50	
Imazetapir - 200	62	Ab*	61	Aa*	62		10	Bc*	26	Ad*	18	
Média	60		61				50		41			
Carpida	0						0					
LSD (5%)	6						9					

<sup>1</sup> dose em gramas de ingrediente ativo. DAA = Dias após a Aplicação. Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, na linha, e por letras minúsculas, na coluna, diferem pelo teste LSD ( $p \leq 0,05$ ). \* Diferem da testemunha carpida.

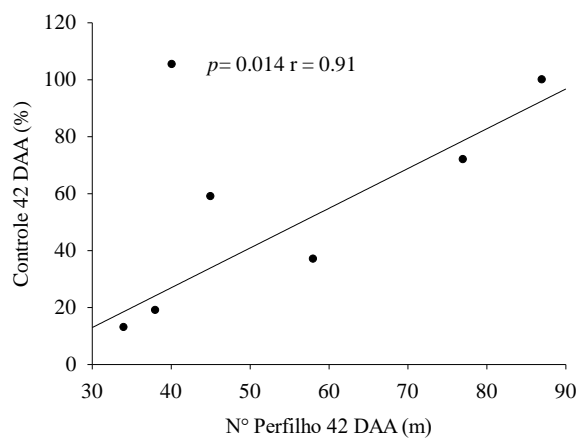


Figura 3. Correlação simples de Pearson entre número de perfilho de *Urochloa brizantha* (CV MG5) e controle de *Cenchrus echinatus* (Capim Carrapicho). Presidente Prudente (SP) 2022.



## APLICAÇÃO PRÁTICA

Produtores de forrageiras podem adequar a dose de imazetapir ao manejo de produção buscando o equilíbrio da dose que proporcione menor efeito fitotóxico à MG-5 e melhor controle do carrapicho.

## LITERATURA CITADA

CARVALHO, R.M.; *et al.* Caracterização de perfilhos em relação à planta daninha no pasto de capim- braquiária. **Bol. Ind.anim.**, Nova Odessa, v.73, n.2, p.103-110, 2016

CECATO, U.; GALBEIRO, S.; SOARES FILHO, C.V.; RIBEIRO, A.M.; MARI, G.C. Adubação e manejo da pastagem em sistemas intensivos de produção. In: HEINRICH, R.; SOARES FILHO, C.V. (Ed.). Adubação e manejo de pastagem. Birigui: Boreal Editora, 2014. p.1-35.

JAKELAITIS, A.; *et al.* Efeitos da interferência de plantas daninhas na implantação de pastagem de brachiaria brizantha. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.1, p.8-14, jan./mar. 2010

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário. Rio de Janeiro, p.1-146, 2017.

MELO, M.S.C.; *et al.* Alternativa de controle químico do capim-amargoso resistente ao glyphosate, com herbicidas registrados para as culturas de milho e algodão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.16, n.3, p.206-215, jul./set., 2017

OLIVEIRA, M. F.; WENDLING, I. J.; SILVEIRA, M. C. T. Uso e manejo de herbicidas em pastagens. **EMBRAPA MILHO E SORGO**, Sete Lagoas, Documento 247, 2019

ROCHA, R.A.S.; *et al.* Sinergismo entre herbicidas no controle da corda-de-viola (*Ipomea Grandifolia*) em pós-emergência. **Research, Society and Development**, v.10, n.12, 2021

SILVA, W.; *et al.* Avaliação da eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas em alfafa. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 729-735, jul./ago., 2004

TONATO, F.; *et al.* Desenvolvimento de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.45, n.5, p.522-529, maio 2010

VOLF, M. R.; *et al.* Use of pendimethalin and trifluralin on rice/brachiaria intercropping system. **Colloquium Agrariae**. v18.n2. p. 79-87 ISSN: 1809-8215. 2022.



## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AMENDOIM AFETADA PELA ADUBAÇÃO BORATADA

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro; Giovanna Maniezzo de Mattos; Fábio Rafael Echer & Ceci Castilho Custódio

### PROBLEMÁTICA

Melhorar a qualidade de sementes de amendoim tem sido um desafio. Em condições de campo dificilmente taxas de germinação são reportadas superiores a 80%, isso devido à alta concentração de óleo e proteína, os quais são atrativos para fungos, que reduzem a qualidade das sementes. Porém além desse fator, aparentemente a má nutrição de plantas nos campos de produção de sementes de amendoim também pode estar limitando a qualidade fisiológica das sementes, isso porque normalmente o amendoim é cultivado em solos arenosos de baixa fertilidade e a adubação ainda é realizada de forma empírica, e muitas vezes não considera a exigência nutricional de cultivares modernas. Adicionalmente, a deficiência de boro é generalizada em solos arenosos devido ao baixo teor de matéria orgânica, o que pode estar impactando negativamente a qualidade das sementes. Portanto, estudar o efeito do boro sobre a qualidade das sementes produzidas pode ser uma alternativa para melhorar a eficiência da semeadura, rendimento no beneficiamento e reduzir custos de produção.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Um das estratégias para melhorar a qualidade fisiológica das sementes de amendoim é melhorar a nutrição das lavouras destinadas à produção de sementes. Ocorre que a cultura do amendoim tem sido utilizada em programas de recuperação de pastagens, em solos degradados, justamente por ser considerada uma cultura tolerante a baixa fertilidade do solo. Além disso, nesses casos os produtores não têm realizado a adubação boratada, ou apenas usado baixas doses via aplicação foliar ou junto do fertilizante formulado aplicado na semeadura, mesmo assim muitas vezes sem critérios científicos.

O fornecimento de boro na dose adequada melhora a formação de vasos condutores, o transporte de carboidratos e a qualidade das sementes (Li et al., 2017; Pandey & Gupta, 2013). Além disso, o boro melhora a germinação das sementes de amendoim, acelera o processo de germinação e torna as plântulas mais vigorosas (Qamruzzaman et al., 2016; Rerkasem et al., 1990).

Recentemente foi reportado que a aplicação de boro via foliar melhorou a germinação de sementes de amendoim com dose até 1 kg ha<sup>-1</sup>, parcelado em três aplicações (Betiol et al., 2020). Entretanto ainda não se sabe se essa dose pode ser utilizada independente do teor inicial de boro no solo e se em caso de aplicação via solo há necessidade da aplicação foliar. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da adubação com boro via solo combinada ou não com aplicação foliar sobre os atributos fisiológicos das sementes.



## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido nas safras 2020/2021 e 2021/2022 no município de Regente Feijó, São Paulo, em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura arenosa. Os teores iniciais de boro na camada de 0-20 cm eram de 0,07 e 0,20 mg dm<sup>-3</sup>, nas safras 2020/2021 e 2021/2022, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas sub-divididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram alocados o manejo de boro via solo: sem boro; 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de B (via ácido bórico na semeadura); 1,5 e 3,0 kg ha<sup>-1</sup> B (via ulexita na semeadura); 1,5 e 3,0 kg ha<sup>-1</sup> B (via tetraborato de sódio na semeadura). Nas sub-parcelas, foram alocadas a doses de boro via folha: 0, 400, 800, 1200 g ha<sup>-1</sup> via ácido bórico aos 20, 27, 34 e 41 dias após a emergência via foliar. Foi aplicada ¼ da dose a cada aplicação. Cada parcela tinha a dimensão de 6 x 3,6 m (comprimento x largura) ou 21,6 m<sup>2</sup>, e a área útil foi de 2 metros centrais das duas linhas duplas no centro da parcela.

Em 21/11/2020 e 22/11/2021 foi realizada a semeadura do amendoim, mecanicamente, com 25 sementes por metro e espaçamento de 0,73 x 17 m entre linhas (sistema de linha dupla), utilizando a cultivar Granoleico. 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. As aplicações via foliar foram realizadas com pulverizador pressurizado a CO<sub>2</sub>, com vazão de 200 L ha<sup>-1</sup>, com adjuvante.

Por ocasião da maturidade dos frutos (119 (2020/2021), 125 (2021/2022) - dias após a emergência – 70% da vagens maduras (R8-R9)) foram coletadas todas as plantas em um metro de cada uma das duas linhas centrais de cada unidade experimental (no centro da parcela). Uma sub-amostra de 200 g de sementes foi separada para avaliar a qualidade das sementes. O teste de germinação foi instalado em rolos de papel com 25 sementes. O substrato, constituído de 3 folhas de papel, duas como base e uma para cobertura das sementes, foi umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador tipo Mangelsdorf a 25 °C constante. As avaliações foram diárias considerando-se germinada a semente com protrusão radicular maior que 0,5 cm. A germinação estabilizou-se com 6 dias após a semeadura e as avaliações diárias foram inseridas no software GERMINATOR (Joosen et al., 2009) para a obtenção dos valores de germinação máxima (expressa em porcentagem). Aos 6 dias após semeadura também foi determinado o comprimento médio (cm plântula<sup>-1</sup>) e a massa da matéria seca (mg plântula<sup>-1</sup>) das raízes após secagem das plântulas em estufa a 65 °C por 48h.

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 aplicação de boro via foliar ou via solo melhorou a germinação das sementes de amendoim (Figura 1). Na ausência da aplicação de boro via solo a aplicação de 400 g ha<sup>-1</sup> de boro via foliar foi suficiente para atingir a máxima germinação das sementes (independente do teor inicial de boro no solo). Adicionalmente, não houve benefício da



adubação via solo associado a adubação via foliar para melhorar a germinação das sementes (ambas safras) (Figura 1). Entre os manejos de boro via solo, a adubação com 3 kg ha<sup>-1</sup> de B via tetraborato de sódio foi o melhor manejo nas duas safras (Figura 1).

O ajuste da adubação boratada também aumentou massa matéria seca e comprimento das plântulas (Tabela 1). Na ausência da adubação foliar, a maior massa de matéria seca das plântulas foi com 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de B via ulexita, sendo 30 e 17% maior em relação ao controle, nas safras 2020/2021 e 2021/2022, respectivamente. Com relação ao comprimento de plântulas na safra 2020/2021 também foi maior com 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de B via ulexita, enquanto que na safra 2021/2022 não houve diferença entre os tratamentos com ulexita e tetraborato de sódio, sendo menor com 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de B via ácido bórico e no controle. Quando não aplicou-se boro via solo, a maior massa de matéria seca e comprimento de plântulas foi com 400 g ha<sup>-1</sup> de B, independente da safra (Tabela 1).

Tanto a deficiência como o excesso de boro prejudicou os atributos de qualidade de sementes. Na ausência de boro via foliar, o tetraborato de sódio e ulexita tiveram melhor desempenho em relação ao ácido bórico para melhorar a qualidade fisiológica das sementes de amendoim.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

Em campos de produção de sementes é fundamental realizar a adubação boratada para melhorar a qualidade fisiológica de sementes de amendoim. Para solos com teor inicial de boro entre 0,07 e 0,20 mg dm<sup>-3</sup>, a adubação com 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de boro via ulexita ou tetraborato de sódio, ou 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de boro via ácido bórico, são suficientes para melhorar a qualidade fisiológica de sementes de amendoim, sendo a melhor opção o uso da ulexita ou tetraborato de sódio. Quando o produtor não realizar adubação via solo, a adubação foliar com 400 g ha<sup>-1</sup> de B via ácido bórico (parcelado em quatro vezes), também é uma boa opção, mas com desempenho inferior a adubação via solo. Não foi observado benefício da associação das adubações via solo e via foliar, desde que sejam utilizadas as doses via solo sugeridas acima.

## AGRADECIMENTOS

À empresa ICL<sup>®</sup> pelo financiamento do estudo. Ao produtor rural Helder Lamberti pela disponibilidade de parceria para condução do ensaio em sua propriedade.

## LITERATURA CITADA

Betioli, R. A. B., Vitti, G. C., Heuert, J., & Xavier, M. F. N. Efeitos da aplicação de boro via solo e foliar na qualidade da semente de amendoim. **South American Sciences** ISSN 2675-7222, 1(2), e2073-e2073. 2020. <https://doi.org/10.17648/sas.v1i2.73>

Li, M., Zhao, Z., Zhang, Z., Zhang, W., Zhou, J., Xu, F., & Liu, X. Effect of boron deficiency on anatomical structure and chemical composition of petioles and photosynthesis of leaves in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Scientific Reports**, 7(1), 1-9. 2017. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-04655-z>

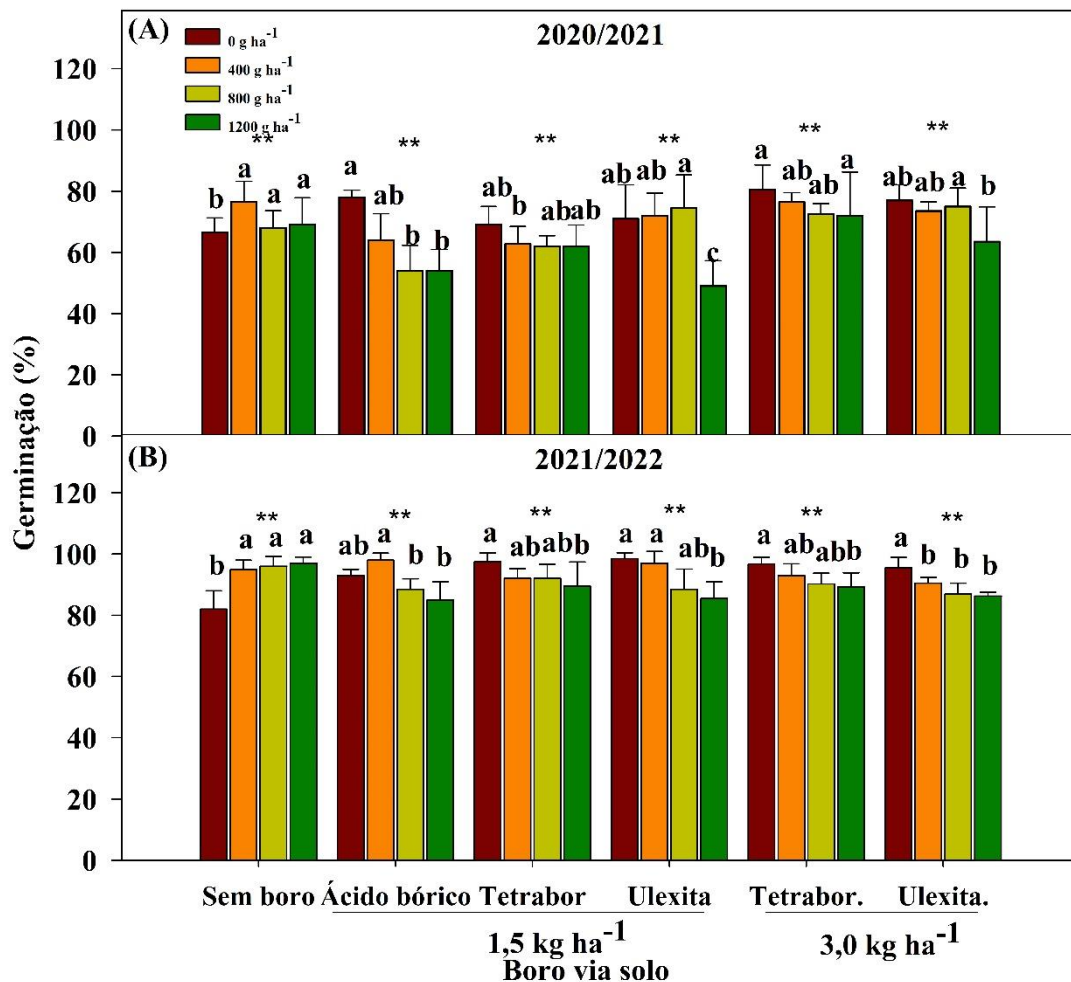




Pandey, N., & Gupta, B. The impact of foliar boron sprays on reproductive biology and seed quality of black gram. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, 27(1), 58-64. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2012.07.003>

Rerkasem, B., Bell, R. W., & Loneragan, J. F. Effects of seed and soil boron on early seedling growth of black and green gram (*Vigna mungo* and *V. radiata*). In **Plant Nutrition-Physiology and Applications** (pp. 281-285). Springer, Dordrecht. 1990. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-0585-6\\_47](https://doi.org/10.1007/978-94-009-0585-6_47)

### FIGURAS E TABELAS



**Figura 1.** Germinação das sementes de amendoim em função do manejo da adubação boratada via solo e foliar, safras 2020/2021 e 2021/2022. Letras comparam os tratamentos com aplicação de boro via solo. Asteriscos mostram o efeito da adubação foliar dentro de cada tratamento via solo.



**Tabela 1.** Massa de matéria seca e comprimento de plântulas de amendoim em função do manejo da adubação boratada via solo e foliar, safras 2020/2021 e 2021/2022.

Boro via solo (BS)	Massa de matéria seca mg plântula <sup>-1</sup>				
	2021/2022	0	400	800	1200
		g ha <sup>-1</sup>			
Sem boro	43,8 Bb	56,3 Aa	55,2 Aa	52,5 Aa	
Ác. bórico 1,5 kg ha <sup>-1</sup>	50,2 Aab	47,4 Abc	48,5 Abc	47,9 Aab	
Tetra. 1,5 kg ha <sup>-1</sup>	46,1 Ab	37,8 Bd	38,2 ABd	39,7 ABc	
Ulexita 1,5 kg ha <sup>-1</sup>	56,9 Aa	43,9 Bcd	42,6 Bcd	26,0 Cd	
Tetra. 3,0 kg ha <sup>-1</sup>	50,3 Aab	43,2 Acd	43,5 Abc	42,6 Abc	
Ulexita 3,0 kg ha <sup>-1</sup>	57,1 Aa	52,6 Aab	51,5 Aab	44,4 Bbc	
CV%		12,1			
		Comprimento plântula cm			
Sem boro	4,8 Bc	5,8 Aab	5,3 ABb	4,6 Bb	
Ác. bórico 1,5 kg ha <sup>-1</sup>	5,5 Ab	5,5 Aab	5,4 Ab	4,9 Bb	
Tetra. 1,5 kg ha <sup>-1</sup>	5,4 Abc	5,2 Ab	5,0 Ab	5,0 Ab	
Ulexita 1,5 kg ha <sup>-1</sup>	6,3 Aa	5,4 Bab	5,3 Bb	4,9 Bb	
Tetra. 3,0 kg ha <sup>-1</sup>	6,1 Aab	5,4 Bab	5,5 Bb	4,9 Bb	
Ulexita 3,0 kg ha <sup>-1</sup>	5,9 Aab	5,9 Aa	6,5 Aa	6,1 Aa	
CV%		9,4			
	2021/2022	Massa de matéria seca mg plântula <sup>-1</sup>			
Sem boro	77,7 Bb	81,3 Aab	82,3 Aab	80,0 Aab	
Ác. bórico 1,5 kg ha <sup>-1</sup>	72,7 Bc	85,7 Aab	77,8 ABb	73,6 Bb	
Tetra. 1,5 kg ha <sup>-1</sup>	82,9 Bbc	90,9 Aa	85,7 Aab	82,6 Bab	
Ulexita 1,5 kg ha <sup>-1</sup>	90,8 Aa	89,8 Aab	91,7 Aa	87,8 Aba	
Tetra. 3,0 kg ha <sup>-1</sup>	87,7 Aab	83,8 Aab	84,4 Aab	77,8 Bab	
Ulexita 3,0 kg ha <sup>-1</sup>	82,9 Abc	76,4 Ab	75,4 Ab	75,6 Aab	
CV%		9,7			
		Comprimento plântula cm			
Sem boro	6,2 Bb	7,9 Aa	7,3 Aab	7,7 Aa	
Ác. bórico 1,5 kg ha <sup>-1</sup>	6,0 Bb	7,1 Aab	6,9 Aab	6,8 Aab	
Tetra. 1,5 kg ha <sup>-1</sup>	7,9 Aa	7,4 Aab	7,1 Aab	7,0 Aab	
Ulexita 1,5 kg ha <sup>-1</sup>	8,2 Aa	7,6 ABab	7,7 Aa	6,9 Bab	
Tetra. 3,0 kg ha <sup>-1</sup>	7,3 Aa	7,9 Aa	7,6 Aa	7,1 Aab	
Ulexita 3,0 kg ha <sup>-1</sup>	7,6 Aa	6,7 ABb	6,5 Bb	6,3 Bb	
CV%		10,4			



## CONSÓRCIO BRAQUIÁRIA COM FEIJÃO CAUPI: IMPORTÂNCIA NA QUALIDADE E PRODUÇÃO DE BIOMASSA

Mateus Henrique Cozer Cavalcante; Kezia Aparecida Guidorizzi; Bruna Oliveira Spolaor; Adriana Lima Moro; Edegar Moro

### PROBLEMÁTICA

A renovação de pastagens cresce a cada dia no Brasil, especialmente com o sistema integração lavoura-pecuária (ILP). A adoção deste sistema é importante para recuperação de pastagens degradadas, sobretudo em regiões com solos arenosos. O grande desafio neste ambiente é aumentar a produtividade das forrageiras, especialmente no período de inverno, quando não há eficiência da adubação nitrogenada. Para que isso aconteça, o aporte de nitrogênio no sistema é fundamental. Mediante a inviabilidade de aplicação de N mineral no período seco, o aporte via fixação biológica de nitrogênio (FBN) poderá ser alternativa promissora. Uma das formas de aportar N ao sistema é por meio do consórcio de leguminosas com gramíneas. A introdução de leguminosas nos sistemas de produção tropical, com baixa disponibilidade de N pode se constituir excelente estratégia para fornecimento do elemento às gramíneas (ANDRADE, 2015). As espécies de leguminosas indicadas para consórcio, são aquelas que podem ser consumidas pelos animais, constituindo-se em um banco de proteína. Outro aspecto importante é a escolha de espécies com capacidade de nodular com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. A antecipação do uso de *Bradyrhizobium* pode ser prática importante em áreas de pastagens que serão destinadas à cultura da soja pela primeira vez.

Desse modo, além de melhorar as condições das pastagens, o consórcio entre leguminosas e gramíneas incrementam nitrogênio no solo, e, pode resultar em redução de custos com aplicações de N mineral.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O uso de leguminosas é alternativa promissora para introduzir N no sistema, mesmo em períodos secos, quando a adubação nitrogenada das pastagens seria inviável. O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) é uma espécie promissora a ser consorciada com gramíneas, pois apresenta simbiose com as mesmas bactérias fixadoras de N da soja, podendo desta forma, assimilar o nutriente e posteriormente disponibilizá-lo a gramínea (SOUSA et al., 2018). A planta de soja inteira já é utilizada para produção de silagem e usada na alimentação de bovinos, principalmente por produtores que usam sistemas integrados de produção. O uso da soja como silagem aumentaria o uso da leguminosa, especialmente em regiões de predominância da atividade pecuária (DIAS et al., 2010). As bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, estabelecem relação simbiótica com as leguminosas, promovendo a formação de “micro fábricas” captantes de N na raiz da planta. Além do aporte de N, as bactérias contribuem para o crescimento vegetal, na produção de compostos que atuam na dissolução de fosfatos (MOREIRA et al., 2010). O nitrogênio biologicamente fixado pelo *Bradyrhizobium* pode suprir as necessidades iminentes das plantas hospedeiras. Além disso, parte deste nutriente pode beneficiar



outros vegetais, podendo ser transferido no sistema de cultivo, singularmente à plantas que não possuem fixação biológica de nitrogênio (ISLAM; ADJESIWOR, 2018).

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Estudos em Ecofisiologia Vegetal do Oeste Paulista - CEVOP da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, em Presidente Prudente – SP, Brasil. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em fatorial 3x2, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por cultivo de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás (exclusiva, consorciada com feijão-caupi e consorciada com soja) combinados com dois níveis de fósforo (P) no solo (75 e 150 mg dm<sup>-3</sup>). A cultivar de caupi foi a BRS Tumucomaque e a soja a cultivar NS 6700. Após a germinação foram mantidas as duas plantas mais uniformes da gramínea e as duas plantas mais uniformes de soja e feijão - caupi, nos respectivos tratamentos. A parte aérea das plantas utilizadas para determinação da matéria seca, realizada cortes a cada 15 dias. Foram realizadas as análises bromatológicas para proteína bruta (PB), lignina e hemicelulose (VAN SOEST, et al, 1991). Os resultados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA, p<0,05). A média dos valores foi comparada pelo teste de Tukey (p<0,05).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matéria seca da *Urochloa* foi influenciada pelos sistemas de cultivo e pelas doses de fósforo (P) nos dois primeiros cortes realizados, e em seu total acumulado. No primeiro corte, os maiores valores de matéria seca foram observados para os tratamentos de *Urochloa* solteira na dose de 150 dm<sup>-3</sup>. (Figura 1). No segundo corte realizado, o aumento de matéria seca foi observado para os tratamentos de *Urochloa* solteira e *Urochloa*+Soja na dose de 150 dm<sup>-3</sup> de P. O maior acúmulo de matéria seca foi observado para os tratamentos de *Urochloa* solteira e *Urochoa*+Soja na dose de 150 dm<sup>-3</sup>. Entre os dois consórcios, a *Urochloa*+Soja obteve maior acúmulo de matéria seca na dose de 150 dm<sup>-3</sup> (Figura 1).

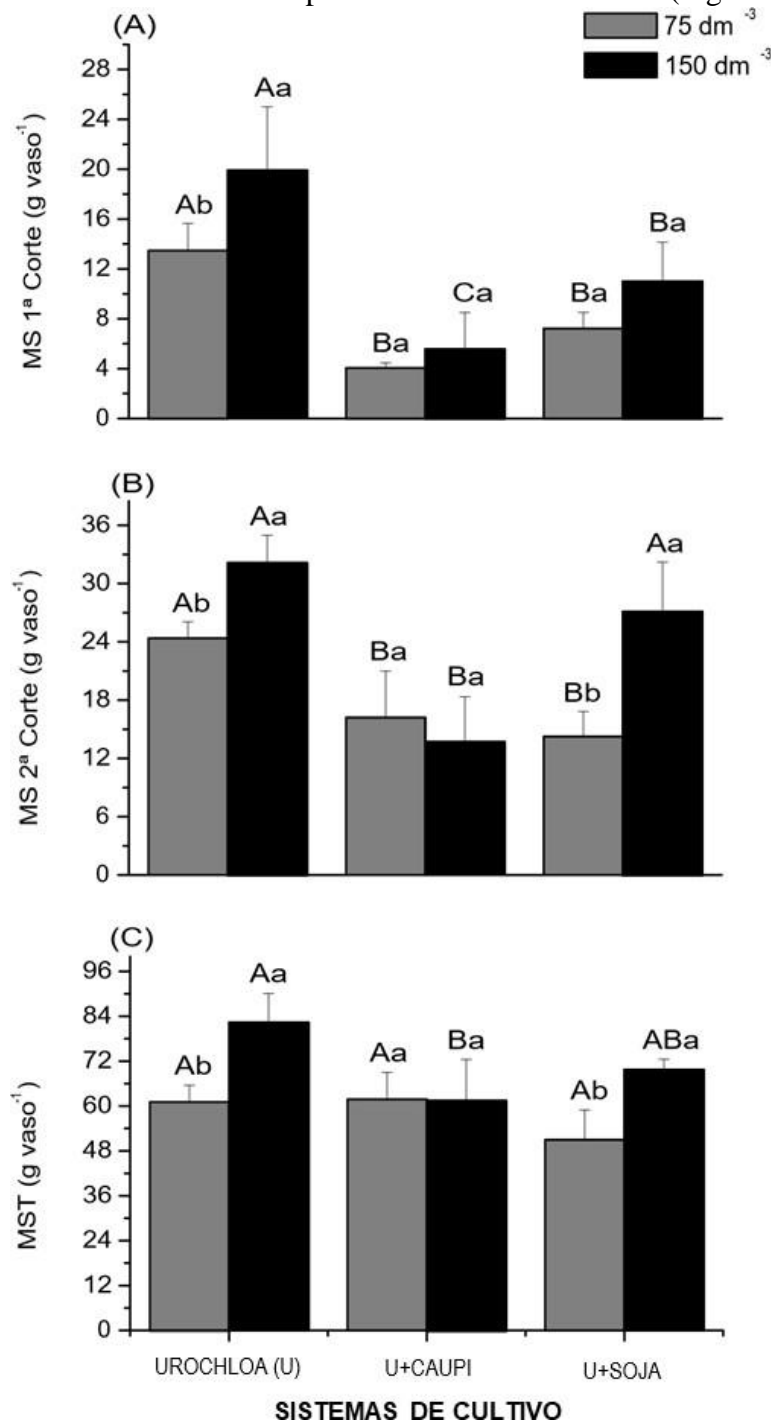
O maior acúmulo de matéria seca foi observado para os tratamentos de *Urochloa* solteira e *Urochoa*+Soja na dose de 150 dm<sup>-3</sup>. Entre os dois consórcios, a *Urochloa*+Soja obteve maior acúmulo de matéria seca na dose de 150 dm<sup>-3</sup> (Figura 1C).

As maiores quantidades de massa seca, foram observadas para as doses de 150 mg dm<sup>-3</sup> de P. Conforme Malavolta (2006), isso pode ser explicado pelo fato de o P estar intimamente ligado ao perfilhamento das gramíneas e por desempenhar funções estruturais na planta, além de participar da formação de compostos orgânicos e moléculas energéticas como o ATP, na formação de aminoácidos e enzimas responsáveis por importantes processos metabólicos, como o de transferência e armazenamento de energia.

Quando o suprimento de P é limitado as plantas, segundo Mason et al., (2000) a produção de massa seca decresce, juntamente com a taxa de fotossíntese. Além de sua deficiência interferir negativamente na relação de dreno das gramíneas forrageiras, limitando o transporte de fotoassimilados, resultando em baixas produções. (REICH; OLEKSYN; WRIGHT, 2009).



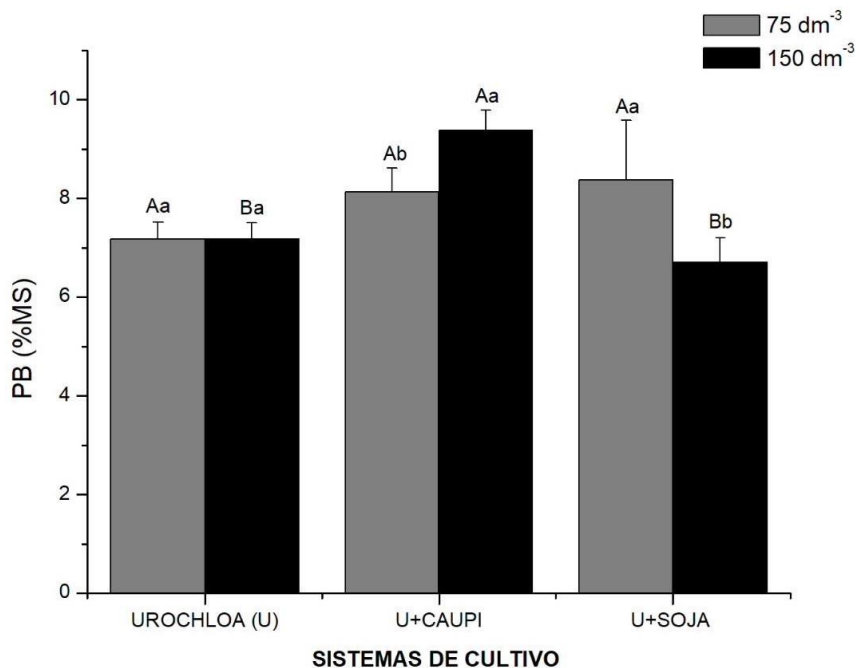
Os teores de proteína bruta foram influenciados pelos sistemas de cultivo e doses de fósforo aos 90 DAE. Foram observados aos 90 DAE os maiores teores de proteína bruta no tratamento de *Urochloa*+caupi na dose de  $150 \text{ dm}^{-3}$  de P (Figura 2).



**Figura 1.** Efeito de doses de fósforo (P) e sistemas de consórcio sobre a matéria seca da *Urochloa brizantha* após o rebrote de cada corte realizado. Sendo o primeiro corte (A – 60 DAE), o segundo (B-90 DAE) e seu total acumulado (C). Médias seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre si ( $p < 0.05$ ) para sistemas de consórcios e médias seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre si ( $p < 0.05$ ) para doses de P.



Esse fator se deve possivelmente a introdução da leguminosa no sistema, onde em trabalho análogo a esse, consorciando-se *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás com feijão caupi, foi observado melhor qualidade da pastagem quando comparada em cultivo solteiro (SANTANA, 2019). Assim como Carvalho e Pires (2008) observaram, pastagens consorciadas com leguminosas apresentavam em geral, melhor valor nutricional, maiores teores de proteína bruta e maior digestibilidade em relação as gramíneas exclusivas.



**Figura 2.** Efeito de doses de fósforo (P) e sistemas de consórcio sobre os teores de proteína bruta da *Urochloa brizantha* aos 90 DAE. Médias seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre si ( $p < 0.05$ ) para sistemas de consórcios e médias seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre si ( $p < 0.05$ ) para doses de P.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

O sistema de cultivo *Urochloa*+caupi fertilizado com a dose 150 mg dm<sup>-3</sup> de P potencializou a produção de matéria e o teor de proteína bruta. A presença da leguminosa é importante, pois além de disponibilizar nitrogênio ao solo, se constitui também como fonte de proteína nas áreas de pastejo.

### LITERATURA CITADA

ANDRADE, C. M. S; ASSIS, G. M. L; FERREIRA, A. S. Eficiência de longo prazo da consorciação entre gramíneas e leguminosas em pastagens tropicais. In: Embrapa Acre- Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 25., 2015, Fortaleza. Dimensões tecnológicas e sociais da Zootecnia: anais. Fortaleza: ABZ, 2015., 2015.



CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. *Archivos de Zootecnia*, v. 57, n. 1, p. 103-113, 2008.

DIAS, F.J., JOBIM, C.C., SORIANI FILHO, J. et al. Composição química e perdas totais de matéria seca na silagem de planta de soja. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 32, n. 1, p. 19-26, 2010.

ISLAM, M. A.; ADJESIWOR, A. T.; Nitrogen Fixation and Transfer in Agricultural Production Systems. In: *Nitrogen in Agriculture-Updates*. IntechOpen, 2017.

MALAVOLTA, Eurípedes. Manual de nutrição mineral de plantas. *Agronômica Ceres*, 2006.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R.S.A.; et al. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. *Comunicata Scientiae*, v. 1, n. 2, p. 74, 2010.

REICH, P. B.; OLEKSYN, J.; WRIGHT, I. J. Leaf phosphorus influences the photosynthesis–nitrogen relation: a cross-biome analysis of 314 species. *Oecologia*, v. 160, n. 2, p. 207-212, 2009.

SANTANA, V.A. et al. Capim paiaguás consorciado com leguminosas forrageiras em sistemas integrados de produção agropecuária. 2019. Disponível em: <https://bdm.ufmt.br/handle/1/1066>

SOUSA, W.N.; BRITO, N.F.; BARROS, I.B.; et al. Resposta do feijão-caupi à inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, adubação nitrogenada e nitrogênio do solo. *Revista Agroecossistemas*, v. 10, n. 2, p. 298-308, 2018.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v. 74, p. 3583-3597, 1991.



## ACÚMULO DIFERENCIAL DE PROLINA COMO INDICADOR DE TOLERÂNCIA AO ESTRESSE SALINO EM CULTIVARES DE *Phaseolus vulgaris* L.

Luís Gustavo Gomes Lobo, Luiz Henrique Bovi de Quadros, Jardel de Oliveira, Diliane Harumi Yaguinuma, Tiago Benedito dos Santos

### PROBLEMÁTICA

Os estresses abióticos, ou seja, salinidade, seca, frio, calor, dentre outros, afetam negativamente a sobrevivência, a dinâmica de crescimento e o rendimento de muitas culturas alimentares essenciais, como o feijoeiro. Em particular, o estresse salino nas plantas pode afetar a atividade das enzimas, a capacidade de fotossíntese e aumentar o estresse osmótico e a toxicidade iônica. Entretanto, as plantas ao longo da evolução, desenvolveram estratégias de defesa eficiente, incluindo antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos para mitigar os danos desencadeado por esses efeitos ambientais adversos. Neste cenário, torna-se cada vez mais necessário a triagem de cultivares que possam ser tolerantes a essas adversidades ambientais que o agricultor vem enfrentando no campo.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O estresse provocado pelas adversidades ambientais é uma das áreas de grande interesse científico devido às suas consequências prejudiciais à produtividade agrícola. Nas últimas décadas, isso está se tornando ainda pior devido às mudanças climáticas (El-Ramady et al., 2019; Farooq et al., 2020). Assim, existem enormes esforços científicos para reforçar a produtividade das culturas sob vários estresses ambientais e para lidar com o aumento da demanda global de alimentos (Alshaal et al., 2017; Elhawat et al., 2018). Em suma, os estresses abióticos, ou seja, salinidade, seca, frio e calor afetam negativamente a sobrevivência, a dinâmica de crescimento e o rendimento de muitas culturas alimentares essenciais (El-Ramady et al., 2018). A alta salinidade afeta as plantas de várias maneiras, podendo desencadear: estresse hídrico, toxicidade iônica, distúrbios nutricionais, estresse oxidativo, alteração nos processos metabólicos, desorganização da membrana, redução da divisão e expansão celular e genotoxicidade (El-Ramady et al., 2018; dos Santos et al., 2022). Existem muitas culturas economicamente importantes que são severamente afetadas pela salinidade: o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma dessas culturas. Cabe enfatizar que o feijão-comum é uma das maiores leguminosas cultivadas e consumidas em todo o mundo (Rawal e Navarro, 2019).

As plantas ao longo da evolução desenvolveram alguns mecanismos para sobreviver a ambientes desfavoráveis, dentre estas estratégias pode-se mencionar o acúmulo de determinadas substâncias que auxiliam a sua sobrevivência (solutos compatíveis que não são tóxicos em altas concentrações). Esses solutos compatíveis são caracterizados por seu baixo peso molecular, alta solubilidade, e também diferem entre as diferentes espécies de plantas (Hannachi e Van Labeke, 2018). Os osmólitos incluem aminas quaternárias (por exemplo, betaínas), açúcares (por exemplo, manitol, sorbitol e



trealose) e aminoácidos (por exemplo, prolina) (Zulfiqar et al., 2020). Resumidamente, pode-se mencionar que a prolina é caracterizada como um osmólito endógeno mais comum nas plantas, e pode ser acumulado sob vários estresses abióticos, incluindo a salinidade. Assim, as altas concentrações de prolina em plantas estressadas com a salinidade podem indicar que essas plantas estão aptas a uma maior tolerância a tal adversidade. Em plantas de *Zea mays* L. sob condições de estresse salino, foi observado por exemplo, um aumento no teor de prolina e na taxa de crescimento (Molazem e Azimi, 2015). Alguns estudos com feijão-comum também têm demonstrado que essa espécie é acumuladora de prolina em resposta ao estresse salino (Jiménez-Bremont et al., 2006; Al Hassan et al., 2016; Arteaga et al., 2020).

Neste sentido, no presente estudo foi investigado o conteúdo de prolina em duas cultivares de feijão-comum estressadas com NaCl (cloreto de sódio). Espera-se que os resultados aqui apresentados auxiliem no aprimoramento da produção de feijão em solos salinizados ou irrigados com água de baixa qualidade, além de permitir o delineamento de novos estudos para essa importante cultura.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Na casa de vegetação climatizada localizada a 22°06'59"S, 51°27'02"W e altitude de 475 m no Campus II da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), foram germinadas em caixas contendo substrato vegetal sementes de duas cultivares de feijão (BAT 477) e (Pérola). Tais sementes foram solicitadas e gentilmente concedidas pela pesquisadora Dra. Paula Pereira Torga que é atual curadora do Banco Ativo de Germoplasma de Feijão (Embrapa Arroz e Feijão). Após as cultivares terem atingido o estágio V2, as plantas foram individualmente separadas e alocadas em vasos de 1,5 L e irrigadas semanalmente com 100 mL de água em cada vaso. Ao atingirem estágio V4 deu-se o início do estresse salino (Figura 1).



**Figura 1.** Cultivares de feijão (BAT 477) e (Pérola) utilizadas para o experimento de estresse salino. (Fonte próprio autor).

Para evitar choque osmótico, as cultivares foram irrigadas no primeiro dia com 250 mL com a solução de NaCl a 50 mM, e no segundo dia com 100 mM. A partir do

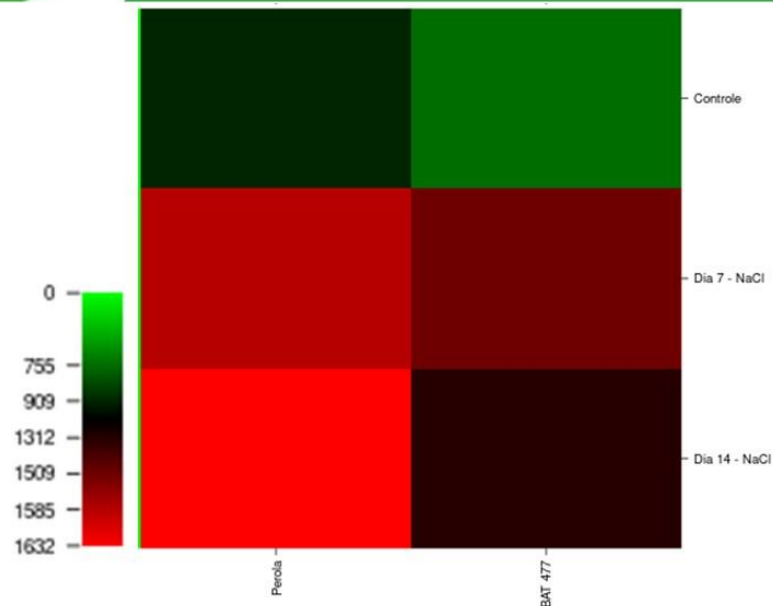


terceiro dia até o final do experimento (14 dias) as plantas foram irrigadas diariamente com 150 mM de NaCl. Um par de trifólios de ambas as cultivares foram coletadas antes de iniciar o tratamento (controle sem adição de NaCl) e 7, 14 dias após o início do tratamento com 150 mM de NaCl. Após a coleta os trifólios foram imediatamente submergidos em N líquido para posteriores análises. A determinação do conteúdo de prolina nas folhas das cultivares BAT 477 e Pérola foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Bates, Waldren e Teare (1973). Para esta análise foi utilizado 50 mg de tecido vegetal macerados em nitrogênio líquido, adicionados 5 mL de ácido sulfosalicílico (3%), agitados vigorosamente em vórtex e posteriormente, permaneceram por 15 min em repouso. Em seguida, todas as amostras foram centrifugadas a 7500 rpm por 3 min. Foram retirados 2 mL do sobrenadante e acrescentados a cada amostra 2 mL de ninidrina ácida e 2 mL de ácido acético glacial. As amostras foram então incubadas em banho-maria por 1 h a 100°C e, após esse período, transferidas para gelo. Após o resfriamento, foram acrescentados 4 mL de tolueno e agitados vigorosamente em vórtex por 20 s e foram deixadas em repouso por 5 min para a separação das fases e o cromóforo contendo tolueno foi retirado da fase aquosa e realizada a leitura no espectrofotômetro a 520 nm. Importante mencionar, que as análises foram realizadas em triplicata e a concentração de prolina foi determinada usando curva padrão (0 - 100 µg mL<sup>-1</sup>). Por se tratar de um estudo preliminar, optou-se por apresentar os resultados dessa análise através de uma figura denominada *Heat map* (gerado pela plataforma *CIMMiner*: [www.discover.nci.nih.gov/cimminer](http://www.discover.nci.nih.gov/cimminer)) para inferir a quantidade do conteúdo de prolina durante o período de estresse salino.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estresse salino é sem dúvida um dos principais estresses ambientais que afetam drasticamente o crescimento e a produtividade das plantas, e estima-se que mais de um terço das terras irrigadas do mundo sejam afetadas pela salinidade (Munns et al., 2019). Dentre os efeitos deletérios da salinidade nas plantas destaca-se os estresses osmóticos, iônicos e oxidativos (dos Santos et al., 2022). Em algumas espécies de plantas sob condições de estresse salino, o acúmulo de prolina tem sido considerado um indicador que pode estar correlacionado com a tolerância ao sal (Mansour; Ali, 2017). Assim, buscando entender o mecanismo fisiológico em plantas sob condições de estresse salino, foi realizada a quantificação do conteúdo de prolina em folhas de duas cultivares de feijão (Figura 1).





**Figura 2.** Perfil do conteúdo de prolina das cultivares BAT 477 e Pérola submetidas ao estresse salino (Controle, Dia 7 – NaCl, Dia 14 – NaCl). Ao lado da figura há uma escala de da quantificação do conteúdo de prolina, onde as caixas vermelhas e verdes indicam níveis de alto e baixo conteúdo de prolina, respectivamente.

De modo geral, na condição controle, o conteúdo de prolina das cultivares BAT 477 e Pérola não foram alterados, diferentemente do que ocorreu em condições de estresse salino, em que eles aumentaram (Figura 1). Na cultivar BAT 477, o conteúdo de prolina em plantas sob estresse foram maiores durante o sétimo dia sob salinidade (Figura 1). Curiosamente, após o sétimo dia até o 14 dia em condições de salinidade, foi observado um decréscimo no conteúdo de prolina, respectivamente (Figura 1). Já na cultivar Pérola, sob estresse salino, as plantas acumularam progressivamente o conteúdo de prolina com o passar dos dias, conforme pode ser observado na Figura 1.

O acúmulo de prolina observado nas folhas do cultivar Pérola em resposta ao estresse salino (Figura 1), pode ser um indicativo de tolerância a esse tipo de estresse. Esse achado sugere que a cultivar Pérola é um forte candidato para estudos de melhoramento genético para esse tipo de adversidade. Contudo, vale enfatizar que dentro de uma determinada espécie, existem cultivares que apresentam genótipos e fenótipos diferentes, e a tolerância ao estresse salino envolve complexas vias de defesa, as quais podem estar associadas a mecanismos fisiológicos e moleculares de controle do acúmulo de  $\text{Na}^+$  no citosol celular (dos Santos et al., 2022). Assim, este estudo avaliou preliminarmente a tolerância diferencial de duas cultivares de feijão ao estresse salino e forneceu evidências sobre o mecanismo bioquímico que são responsáveis por esse fenômeno.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

A salinização de terras agrícolas representa um desafio significativo para o futuro, dadas as previsões de mudanças climáticas e crescimento populacional. Neste sentido, sugere-



se que a quantificação da prolina pode ser utilizada como um marcador bioquímico adequado para triagem simples, rápida e em larga escala de genótipos de feijão nos programas de melhoramento, para excluir os mais sensíveis, aqueles que acumulam maiores concentrações de prolina em resposta a tratamentos de estresse salino.

### AGRADECIMENTOS

Ao Banco Ativo de Germoplasma de Feijão (Embrapa Arroz e Feijão) por disponibilizar, as sementes para o presente estudo. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (Processo nº 2021/01302-7), e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa e taxa.

### LITERATURA CITADA

Al Hassan, M.; Morosan, M.; López-Gresa, M.P.; Prohens, J.; Vicente, O.; Boscaiu, M. Salinity-induced variation in biochemical markers provides insight into the mechanisms of salt tolerance in common (*Phaseolus vulgaris*) and runner (*P. coccineus*) beans. **International Journal of Molecular Sciences**, 17, 1582, 2016.

Alshaal, T.; Alsaeedi, A.H.; Shalaby, T.; Elsakhawy, T.; Omara, A.E.-D.; Gad, A.; Hamad, E.; El-Ghamry, A.; Mosa, A.; Amer, M.; Abdalla, N.; El-Ramady, H. The rhizosphere and plant nutrition under climate change M. Naeem, et al. (Eds.), **Essential Plant Nutrients**, Springer International Publishing AG, p. 275–308, 2017.

Arteaga, S.; Yabor, L.; Díez, M.J.; Prohens, J.; Boscaiu, M.; Vicente, O. The use of proline in screening for tolerance to drought and salinity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. **Agronomy**, 10, 817, 2020.

Bates, L.S.; Waldren, R.P.; Teare, I.D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, 39, 205– 207, 1973.

dos Santos, T. B.; Ribas, A.F.; de Souza, S.G.H.; Budzinski, I.G.F.; Domingues, D.S. Physiological Responses to Drought, Salinity, and Heat Stress in Plants: A Review. **Stresses**, 2 (1), 113–135, 2022.

Elhawat, N.; Alshaal, T.; Hamad, E.; El-Nahrawy, E.; Omara, A.E.-D.; El-Nahrawy, S.; Elsakhawy, T.; Ghazi, A.; Abdalla, A.; Domokos-Szabolcsy, É.; El-Ramady, H. Nanoparticle associated phytotoxicity and abiotic stress under agroecosystems. M. Faisal, et al. (Eds.), **Phytotoxicity of Nanoparticles**, Springer International Publishing AG, p. 241–268, 2018.

El-Ramady, H.; Alshaal, T.; Bakr, N.; Elbana, T.; Mohamed, E.; Belal, A.A. Soils of Egypt World Soils Book Series (first ed.), Springer International Publishing AG, 2019.

El-Ramady, H.; Alshaal, T.; Elhawat, N.; Ghazi, A.; Elsakhawy, T.; Omara, A.E.D. El-Nahrawy, S.; Elmahrouk, M. Abdalla, N.; Domokos-Szabolcsy, É. Schnug, E. Plant nutrients and their roles under saline soil conditions. M. Hasanuzzaman, et al. (Eds.),



**Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance**, Springer Nature Singapore Pte Ltd, p. 297–324, 2018.

Farooq, A.; Bukhari, S.A.; Akram, N.A.; Ashraf, A.; Wijaya, L.; Alyemeni, M.N.; Ahmad, P. Exogenously applied ascorbic acid-mediated changes in osmoprotection and oxidative defense system enhanced water stress tolerance in different cultivars of safflower (*Carthamus tinctorious* L.). **Plants**, 9, p. 104, 2020.

Hannachi, S.; Van Labeke, M.C. Salt stress affects germination, seedling growth and physiological responses differentially in eggplant cultivars (*Solanum melongena* L.). **Scientia Horticulturae**, 228, p. 56–65, 2018.

Jiménez-Bremont, J.F.; Becerra-Flora, A.; Hernández-Lucero, E.; Rodríguez-Kessler, M.; Acosta-Gallegos, J.; Ramírez Pimentel, J. Proline accumulation in two bean cultivars under salt stress and the effect of polyamines and ornithine. **Biologia Plantarum**, 50, 763–766, 2006.

Mansour, M.M.F.; Ali, E.F. Evaluation of proline functions in saline conditions. **Phytochemistry**, 140: 52, 2017.

Molazem, D.; Azimi, J. Morpho-Physiological Characterization in Eight Varieties of Maize (*Zea mays* L.) under Soil Salinity. **Polish Journal of Environmental Studies**, 24, 2537–2542, 2015.

Munns R, Day DA, Fricke W, et al. Energy costs of salt tolerance in crop plants. **New Phytologist**, 2019.

Rawal, V.; Navarro, D.K. The Global Economy of Pulses. **FAO**, Rome, 2019.

Zulfiqar, F.; Akram, N.A.; Ashraf, M. Osmoprotection in plants under abiotic stresses: new insights into a classical phenomenon. **Planta**, 251:3, 2020.



## CONSERVAÇÃO DE SEMENTES PARA AMADORES

Ceci Castilho Custódio, Nelson Barbosa Machado Neto, Mariane Marengoni Hengling,  
Jéssica Fontes Fileti, Tathiane Bonome, Silvério Takao Hosomi

### PROBLEMÁTICA

Sementes são a maneira de se propagar a maior parte das espécies de plantas superiores, porém estão sujeitas à perda rápida de poder germinativo devido ao envelhecimento, o qual está relacionado entre outras coisas ao incorreto manuseio e armazenamento (BEWLEY et al., 2013). Uma das maneiras mais adequadas de manter as sementes viáveis é retirando água das sementes e armazenando-as em ambientes secos e frios. Uma grande parte das espécies cultivadas, em hortas, jardins, ou mesmo de grandes culturas como arroz, feijão, milho e amendoim, se adequadamente secas, podem ser conservadas por mais de um ano em geladeira (~5°C). Se estocadas em temperaturas baixas de freezer (-20°C) se conservam por mais de cinco anos. Logicamente, quanto melhor estiver a semente na colheita, melhor ela se armazenará. Algumas sementes como gergelim, linho, alface, almeirão, tomate, rabanete, couves de maneira geral e outras sementes pequenas são ricas em gorduras e necessitam de uma secagem mais aprimorada do que sementes de ervilha, feijão e arroz. No entanto, os amadores dispõem de pouca informação e métodos acessíveis para armazenamento de sementes.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

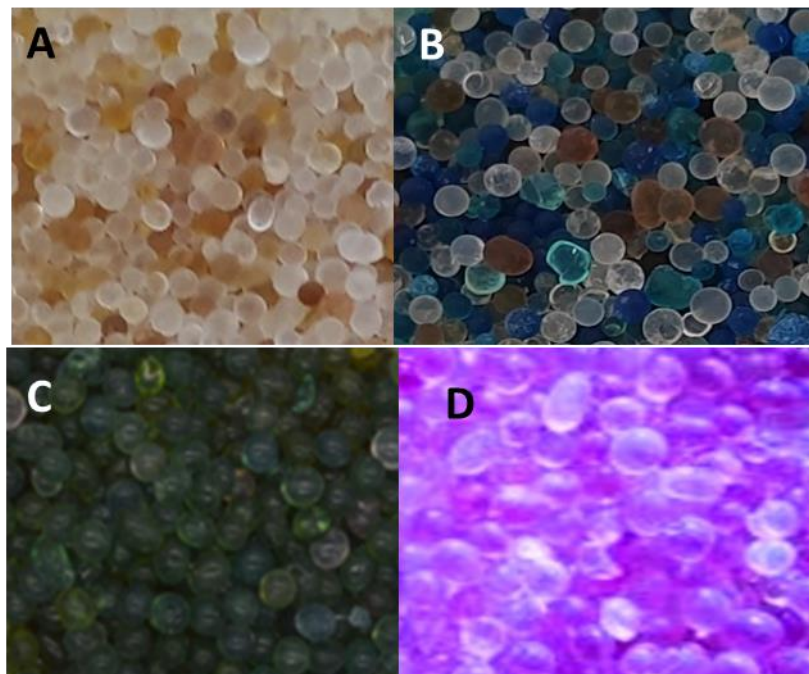
Pequenas sementes rapidamente perdem a viabilidade quando armazenadas em ambientes quentes e úmidos, em especial as mais ricas em óleo. Sementes com teores de água acima de 15% têm atividade metabólica e continuam respirando e se a temperatura for elevada, a intensidade da respiração aumenta podendo levar a formação de uma série de radicais livres como superóxido, peróxido, hidróxido e outros. Estes radicais livres podem ocasionar danos aos lipídeos de membrana, por causa das reações de peroxidação, e que vão levar a deterioração celular e finalmente à morte do tecido.

Existem três categorias de sementes que podem ser definidas como: i) recalcitrantes são aquelas que não toleram dessecação abaixo de 20 de teor de água e nem refrigeração, ou seja precisam ser plantadas logo após a saída dos frutos, como laranjas e abacate; ii) intermediárias; são aquelas que conservam a viabilidade após redução do teor de água abaixo de 20% mas não toleram temperaturas abaixo de 5°C, como exemplos temos o café e o cacau e iii) ortodoxas são aquelas que toleram tanto a dessecação abaixo de 20% como temperaturas abaixo de 5°C, e nesta última categoria se encaixam praticamente todas as sementes de grandes culturas e hortícolas (verduras, legumes e flores) que utilizamos.

A maneira de aumentar a conservação das sementes ortodoxas é secá-las delicadamente, à sombra preferencialmente, e em um local bastante ventilado. Posteriormente, a secagem pode ser complementada, pela exposição das sementes a um ambiente dessecante, contendo sílica gel (Figura 1, contendo indicador de umidade laranja ou azul) ou outra substância capaz de retirar a umidade das sementes. Uma dessas



alternativas é o uso de arroz seco (SEATON et al., 2018) que tem uma capacidade dessecante muito alta, inferior à sílica gel, mas ainda bastante elevada. Porém, com a difusão do comércio eletrônico, a sílica ficou acessível aos amadores.



**Figura 1** – Exemplo de sílica contendo indicadores de umidade. **A** - sílica gel laranja seca e **C** – sílica gel laranja úmida; **B** – sílica gel azul seca e **D** – sílica gel azul úmida.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no laboratório de Cultura de Tecidos da UNOESTE e no Banco de Sementes do Kew Gardens com sementes de orquídeas, várias espécies de *Cattleya*, *Grammatophyllum*, *Dactylorhiza* e *Vanda*, que são muito pequenas e ricas em gorduras. Essas sementes foram dessecadas sobre sílica gel e armazenadas.

Os frutos foram colhidos no início da abertura e deixados em envelopes de papel fino, tipo sacos de pipoca, ou mesmo em papel jornal, por uma semana até que as sementes estivessem liberadas. Após, as sementes foram acondicionadas em tubos com vedação e ainda abertos deixados por uma semana, sobre a sílica para que a umidade diminuísse o suficiente para que as sementes fossem armazenadas.

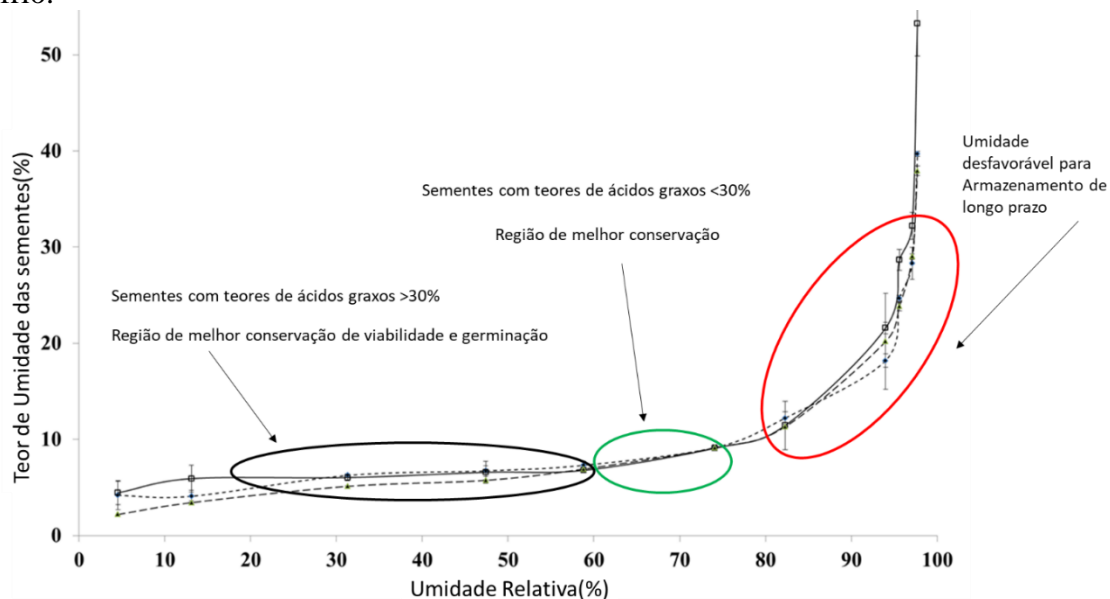
Depois de uma semana os frascos foram fechados hermeticamente e colocados em frascos maiores contendo um pouco de sílica com indicador no fundo. Sendo então armazenados em duas condições diferenciadas: freezer (-20 °C) e geladeira (5 °C).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes das diversas espécies (CUSTÓDIO et al., 2016; FILETI et al., 2021; HENGLING et al., 2021; HOSOMI et al., 2011, 2012) foram germinadas em diferentes intervalos de tempo. As sementes que permaneceram em freezer apresentaram uma melhor conservação por permanecerem em temperaturas mais baixas e mais secas (umidade relativa entre 3 e 6%, Figura 2, vide elipse borda negra) (HENGLING et al.,



2021). Nessas condições, a atividades de diversas enzimas e as reações cruzadas promovidas por radicais livres são reduzidas. Assim, sementes armazenadas em umidades maiores (Figura 2, vide elipse borda verde) tiveram uma conservação intermediária e sementes com teores de água acima de 10% (Figura 2, vide elipse borda vermelha) apresentaram uma conservação muito baixa (FILETI et al., 2021) mesmo em ambiente frio.



**Figura 2** – Curvas de umidade de sementes de diferentes espécies submetidas a dessecação em diferentes dessecantes. As elipses com bordas coloridas demonstram onde estão as melhores condições de dessecação para diferentes tipos de sementes e diferentes armazenamentos.

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A dessecação controlada de sementes permite que estas, desde que corretamente armazenadas, possam ser conservadas por um tempo maior do que os observados à temperatura ambiente. Anteriormente, a aquisição de sílica gel era uma impossibilidade que impedia que horticultores e amadores pudessem produzir e conservar suas próprias sementes, por um tempo mais longo. Para a realização dessa conservação amadora, os interessados deverão dispor de alguns itens como: freezer, caixas plásticas com vedação e travas laterais e secar as sementes utilizando sílica gel ou arroz seco como dessecante (Figura 3).



**Figura 3** – Frascos para armazenamento de sementes. Caixa com vedação ou potes de vidro. Em ambos existe a presença de sílica gel com indicador laranja no fundo

#### LITERATURA CITADA

BEWLEY, J. D. et al. **Longevity, storage, and deterioration**. [S.l.]: [s.n.], 2013.

CUSTÓDIO, C C et al. Improved tetrazolium viability testing in orchid seeds with a thick carapace (*Dactylorhiza fuchsii*) or dark seed coat (*Vanda curvifolia*). **Seed Science and Technology**, 2016. v. 44, n. 1, p. 177–188.

FILETI, J. et al. Seed Longevity and Cryobiotechnology in the Orchid Genus *Cattleya*.

**Cryoletters**, 2021. v. 42, n. 6, p. 356–365. Disponível em:

<<https://www.ingentaconnect.com/contentone/cryo/cryo/2021/00000042/00000006/art00006>>. Acesso em: 7 jan. 2022.

HENGLING, M. . et al. Storage of Brazilian *Cattleya* seeds from diverse biomes: lipid composition and effects on germination. **Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, 2021. v. 155, n. 3, p. 487–497. Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11263504.2020.1762781>>. Acesso em: 7 jan. 2022.

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

\_\_\_\_\_ et al. Improved assessment of viability and germination of *Cattleya* (Orchidaceae) seeds following storage. **In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant**, 2012. v. 48, n. 1, p. 127–136.

SEATON, P. T. et al. Orchid seed and pollen: a toolkit for long-term storage, viability assessment and conservation. **Orchid propagation: from laboratories to greenhouses—methods and protocols**. [S.l.]: Humana Press, Totowa, NJ, 2018, p. 71–98.



## GENÓTIPOS ELITE DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE BATATA-DOCE DA UNOESTE

Edgard Henrique Costa Silva, André Ricardo Zeist

### PROBLEMÁTICA

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é a hortaliça de maior importância socioeconômica para o Oeste Paulista, pois adapta-se às condições edafoclimáticas locais predominantes, como alta temperatura, solos arenosos e frequente ocorrência de veranicos. No entanto, a produtividade da cultura está aquém do potencial genético. Vários fatores podem estar resultando no baixo rendimento, mas destaca-se a adoção de genótipos obsoletos, o uso de material de propagação contaminado com viroses e de técnicas de cultivo pouco eficientes.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

A batata-doce é cultivada principalmente pelas suas raízes tuberosas para consumo humano, pois são ricas em carboidratos, proteínas, vitaminas A e C, cálcio, ferro e compostos fenólicos (MWANGA et al., 2021). No entanto, outros usos são praticados, como o consumo das folhas como hortaliça, obtenção de alimentos industrializados diversos, alimentação animal e produção de etanol.

Trata-se de cultura considerada rústica e de fácil cultivo, apresentando desempenho satisfatório em solos de baixa a média fertilidade e tolerância ao déficit hídrico. No entanto, a batata-doce é responsiva às melhorias no ambiente de cultivo.

O estado de São Paulo é o maior produtor nacional de batata-doce com mais de 182 mil toneladas produzidas em 2020 (IBGE, 2022). Dentro do estado, a região Oeste Paulista é a maior produtora, sendo, inclusive, referência nacional na exportação dessa raiz tuberosa. Assim, a cultura gera emprego e renda para a região, principalmente para a agricultura familiar, o que confere destacada importância socioeconômica. No entanto, verifica-se que a produtividade de batata-doce no Oeste Paulista gira em torno de 15 t ha<sup>-1</sup>, o que está abaixo do potencial genético da cultura (LEAL et al., 2021).

A relativa baixa produtividade brasileira, dentre outros fatores, está intimamente relacionada à utilização de genótipos obsoletos, suscetíveis a pragas e patógenos e que pouco respondem a melhoria no manejo tecnológico da cultura (OTOBONI et al., 2020). Assim, a obtenção de novas cultivares podem alavancar a cadeia produtiva da batata-doce no Oeste Paulista e no Brasil.

A variabilidade genética de batata-doce é grande, pois é hexaploide e auto-incompatível, embora seja propagada vegetativamente em nível comercial. O melhoramento genético possibilita explorar a variabilidade genética existente para seleção e/ou obtenção de novos genótipos de interesse para objetivos diversos, como produtividade, qualidade de raízes tuberosas, biofortificação, resistência a estresses bióticos, tolerância a estresses abióticos, etc.



## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Atualmente, o Centro de Estudos em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista (CEOFOP) da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), possui genótipos meios-irmãos resultantes de policruzamento e que nos últimos três anos passaram por ciclos de seleções quanto ao desempenho agrônômico, aparência das raízes e resistência a pragas de solo (de aproximadamente 1500 genótipos pertencentes a 11 famílias de meios-irmãos, selecionou-se os mais promissores).

A partir do policruzamento, três programas distintos foram conduzidos: polpa branca/creme, polpa laranja e polpa roxa. Foram conduzidos 11, 05 e 06 ensaios com genótipos de polpa branca, laranja e roxa, respectivamente, nas condições do Oeste Paulista.

Os genótipos elite foram avaliados em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e em três épocas (Verão/Outono, Outono/Inverno e Primavera/Verão). A produtividade comercial de raízes tuberosas foi avaliada considerando raízes com padrão comercial sem defeitos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos ensaios conduzidos em diferentes épocas e anos agrícolas e no Oeste Paulista, identificou-se genótipos experimentais com desempenho produtivo 20-30% superior ao das testemunhas mais cultivadas na região, predominância de raízes tuberosas com 300 a 450 g, resistência a pragas de solo e com excelente padrão de raiz (Tabela 1).

**Tabela 1** – Produtividade comercial de raízes tuberosas comerciais (t/ha) de três genótipos experimentais do programa de melhoramento genético de batata-doce da Unoeste em relação às testemunhas comerciais Canadense e Beauregard.

<b>Genótipo/ambiente</b>	<b>Verão/Outono</b>	<b>Outono/Inverno</b>	<b>Primavera/Verão</b>
Canadense (testemunha)	18,43 c	10,12 b	20,53 c
Beauregard (testemunha)	15,17 c	10,36 b	19,94 c
UBD-L1-04 (polpa branca)	34,75 a	12,64 b	28,13 b
UBD-C-14 (polpa laranja)	37,58 a	9,25 b	43,31 a
UBD-U2-10 (polpa roxa)	25,46 b	18,98 a	27,56 b

\*médias com letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O genótipo UBD-L1-04 (Figura 1) apresenta excelente qualidade visual de raízes tuberosas atendendo o padrão que atende o mercado consumidor com formato alongado casca rósea e polpa branca. Em condições adequadas de cultivo (Verão/Outono e Primavera/Verão), o genótipo UBD-L1-04 apresentou produtividade comercial de raízes tuberosas 88,55% e 37,01% maior que a testemunha de polpa branca (Canadense), respectivamente.





**Figura 1** - Aspecto visual da raiz tuberosa do genótipo UBD-L1-04.

O genótipo UBD-C-14 apresentou produtividade comercial de raízes tuberosas 147,73% e 117,20% maior que a testemunha de polpa laranja (Beauregard) nas condições de Verão/Outono e Primavera/Verão, respectivamente. Ainda, este material apresenta coloração de polpa semelhante à de Beauregard, indicando alta concentração de betacaroteno (Figura 2).



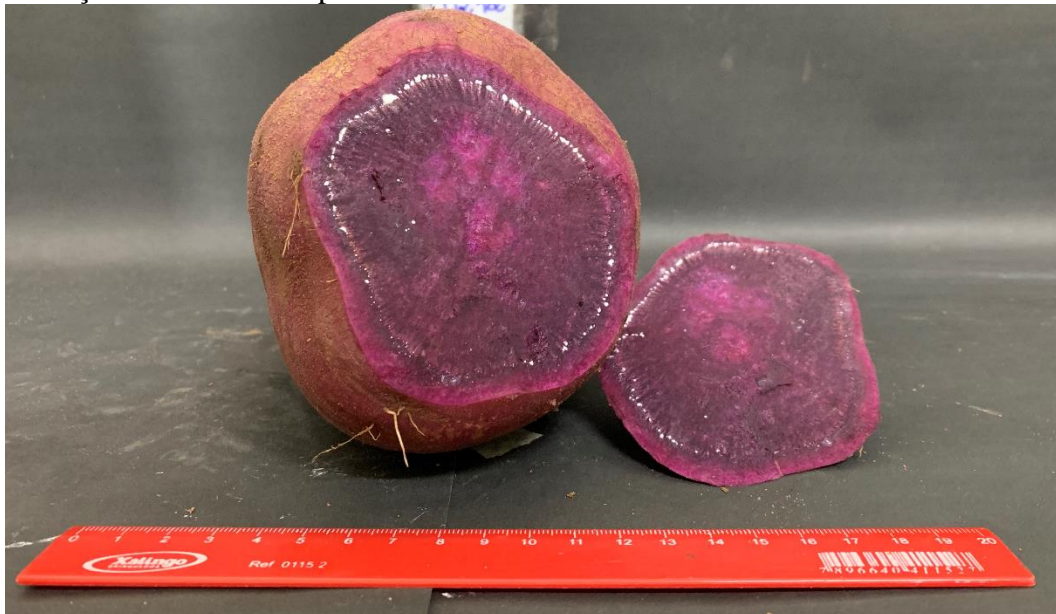
**Figura 2** - Aspecto visual da raiz tuberosa do genótipo UBD-C-14.

O genótipo UBD-U2-10 (Figura 3) apresentou produtividade comercial de raízes tuberosas superior às testemunhas nas condições de Verão/Outono e Primavera/Verão.





Ainda, mostrou-se produtiva no Outono/Inverno, sendo potencial alternativa para condições de menor temperatura.



**Figura 3** - Aspecto visual da raiz tuberosa do genótipo UBD-U2-10.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Os genótipos obtidos encontram-se em fase final de seleção e serão registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para que possam ser disponibilizados aos produtores. Assim, espera-se fomentar a cadeia produtiva de batata-doce no Oeste Paulista por meio do desenvolvimento de genótipos superiores quanto à parâmetros de produção e qualidade de raízes tuberosas.

### LITERATURA CITADA

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em 10 de Agosto de 2022.

LEAL, M.H.S.; ZEIST, A.R.; RODRIGUES JÚNIOR, N.; SILVA JÚNIOR, A.D.; ARANTES, J.H.V.; GARCIA NETO, J.; DE PIERI, J.R.S.; PERRUD, A.C. Selection of new sweet potato genotypes based on production parameters, physical root characteristics and resistance to *Euscepes postfaciatus*. **Journal of Crop Science and Biotechnology**, v. 24, p. 349-360, 2021. <https://doi.org/10.1007/s12892-020-00083-0>

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>

OTOBONI, M.E.F.; OLIVEIRA, D.J.L.S.F.; VARGAS, P.F.; PAVAN, B.E.; ANDRADE, M.I., 2020. Genetic parameters and gain from selection in sweet potato genotypes with high beta-carotene content. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, e31632038. <https://doi.org/10.1590/1984-70332020v20n3a42>



## MANEJO DA ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO, POTÁSSIO E BORO NO ALGODOEIRO EM SOLO ARENOSO

Leonardo Vesco Galdi, Carlos Felipe dos Santos Cordeiro, Adenilson José de Souza, Daniel Veras Correa, Tais Costa Pinto, Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

Para explorar o potencial produtivo do algodoeiro é fundamental que haja um manejo nutricional correto e equilibrado, além de evitar perdas, reduzir custos e também assegurar a qualidade de fibra. A nutrição equilibrada deve buscar principalmente as relações sinérgicas e evitar as antagonistas dentre os nutrientes. Atualmente o uso de N e K têm sido, na maior parte das lavouras do Brasil, acima das doses recomendadas, o que além de aumentar custos de produção, pode estar comprometendo a eficiência de uso destes nutrientes bem como a absorção de boro. A deficiência de boro, por sua vez, está associada à solos com baixo teor de matéria orgânica, arenosos, altamente intemperizados, como grande parte dos solos do Estado de São Paulo, sobretudo do Oeste.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O boro (B) é um micronutriente que quando em deficiência causa diminuição da área foliar, número de ramos e estruturas reprodutivas, propiciando também maior número de aborto das estruturas reprodutivas, aumento da concentração interna de CO<sub>2</sub>, diminui a taxa de transpiração, a condutância estomática e a fotossíntese (Bongiani et al. 2013); sua deficiência está associada a lixiviação do nutriente, que é maior em solo arenoso (Dhassi et al. 2019).

Nesse sentido, estudos mostram que o aumento das doses de K demanda doses mais elevadas de N (Mondal, 1982) e a combinação adequada das doses de N e K representa economia de fertilizantes, uma vez que esses elementos atuam de forma sinérgica (Reddy e Zhao, 2005).

As plantas de algodão, por sua vez, produzem continuamente capulhos, sendo esses grandes drenos de nutrientes. A deficiência de N, K e B interrompe o desenvolvimento das fibras do algodoeiro, o que interfere diretamente na produtividade e qualidade da fibra (Boquet e Moser, 2003).

Contudo, existem poucos estudos sobre o efeito da nutrição com boro e sua interação com nitrogênio e potássio relacionados a produtividade do algodoeiro, uma vez que doses moderadas de N e K podem favorecer a absorção desses nutrientes, assim como o B, resultando em economia no custo de produção.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido na safra 2020/2021 na Fazenda Experimental da UNOESTE, localizada no município de Presidente Bernardes-SP em um Latossolo distrófico de textura arenosa em sistema de sequeiro, cujos teores de K, B e matéria



orgânica do solo eram:  $0,9 \text{ mmol dm}^{-3}$ ;  $0,39 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $14,2 \text{ g dm}^{-3}$  respectivamente, na camada de 0 a 20 cm.

Foram conduzidos dois experimentos, um com a dose de  $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de boro (na semeadura) e outro com a dose de  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  de boro (50% na semeadura e 50% aos 25 DAE). Os experimentos foram conduzidos utilizando a cultivar tardia FM 985GLTP. O delineamento experimental utilizado em ambos foi em blocos ao acaso em esquema fatorial  $4 \times 4$  com quatro repetições, sendo os tratamentos resultados da combinação das doses de N (0, 70, 140 e  $210 \text{ kg ha}^{-1}$  de N) e de potássio (0, 60, 120 e  $180 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ).

A aplicação do N (ureia) e K (cloreto de potássio) foi parcelada em duas vezes. A fonte de boro utilizada foi ulexita (10% de B).

Por ocasião da maturidade fisiológica do algodoeiro foram determinados os componentes de produção (número e peso médio de capulhos), e a produtividade foi estimada utilizando essa mesma amostra. Uma sub-amostra foi descaroçada para determinação do rendimento de fibra.

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambientes de produção como o Oeste Paulista há uma resposta maior a doses mais altas dos fertilizantes potássicos e nitrogenados, dado pelas condições climáticas e características químicas e físicas do solo, principalmente na presença de  $3,0 \text{ kg B ha}^{-1}$ , onde doses de 140 e  $210 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio responderam de forma mais acentuada também a alta dose de potássio ( $180 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ ) na produtividade em fibra (Fig.1f).

Ao contrário das demais, a dose de  $140 \text{ kg N ha}^{-1}$  respondeu de forma linear ao aumento de potássio em todos os parâmetros de produção, aumentando o peso médio de capulho e também o número de capulhos, mesmo com menos boro (Fig.1a; c; e).

Por outro lado com  $1,5 \text{ kg B ha}^{-1}$  a dose mais alta de nitrogênio, quando combinada com doses maiores que  $120 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$  apresentou uma resposta negativa, mantendo o número de capulhos, mas diminuindo o peso médio dos mesmos.

A produtividade em fibra na dose de  $140 \text{ kg N ha}^{-1}$  combinada com o crescente aumento da dose de  $\text{K}_2\text{O}$  na dose de  $3,0 \text{ kg B ha}^{-1}$  também foi maior do que quando com  $1,5 \text{ kg B ha}^{-1}$ , principalmente quando se adubou acima de  $120 \text{ kg de K}_2\text{O ha}^{-1}$ , aumentando tanto o peso médio, quanto o número de capulhos (Fig.1b; d).

Os componentes de produção e a produtividade foram sensíveis a adubação mais elevada de potássio em solos deficientes deste nutriente, assim como elevada dose de nitrogênio deixou de responder no solo arenoso no qual o experimento foi realizado, tais nutrientes complementados a dose de  $3,0 \text{ kg de B ha}^{-1}$  foram responsáveis pelo aumento da produtividade nesse ambiente de produção.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

O uso da dose intermediária de  $140 \text{ kg de N ha}^{-1}$ , associado com uma nutrição de  $180 \text{ kg de K ha}^{-1}$  e  $3,0 \text{ kg de B ha}^{-1}$  resultou em maior produtividade do algodoeiro em um solo arenoso de baixa fertilidade.



## AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo incentivo e bolsa de mestrado ao primeiro autor (processo: 2019/25172-5), ao Grupo de Estudos do Algodão (GEA) e todos seus integrantes e a Associação Paulista dos Produtores de algodão (APPA).

## LITERATURA CITADA

BOGIANI, J. C., AMARO, A. C. E., ROSOLEM, C. A. Carbohydrate production and transport in cotton cultivars grown under boron deficiency. *Scientia agrícola*. v. 70, n. 6. 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162013000600010>

DHASSI, SAAD DRISSI, KACEM MAKROUM, HAMID ER-REZZA, FOUAD AMLAL & ABDELHADI AÏT HOUSSA (2019) Soil Boron Migration as Influenced by Leaching Rate and Soil Characteristics: A Column Study, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50:14, 1663-1670, DOI: 10.1080/00103624.2019.1631333

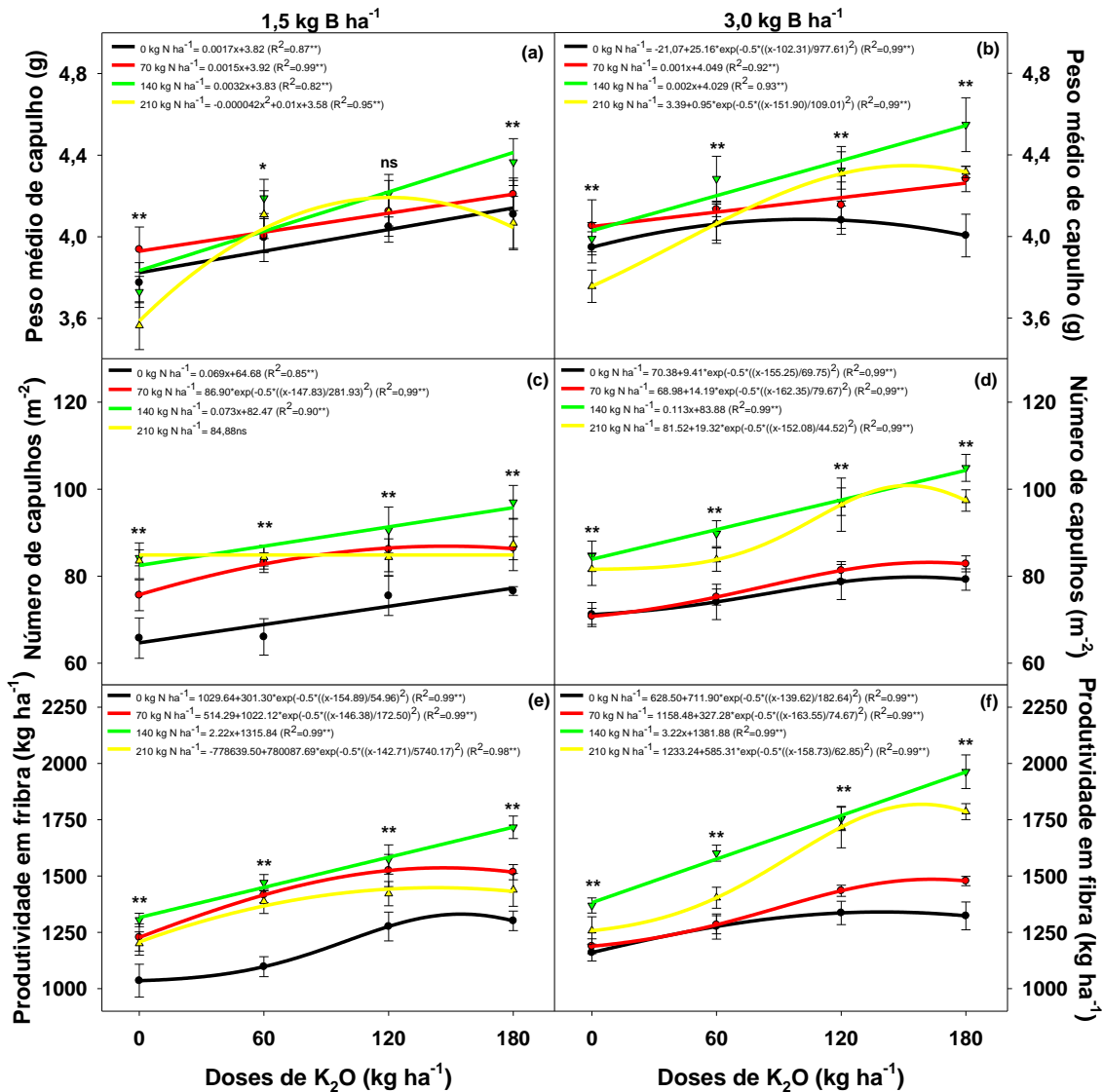
MONDAL SS (1982) Potassium nutrition at high levels of N fertilization on rice. *Potash Review* 3:1-4

REDDY, K.R., ZHAO, D., 2005. Interactive effects of elevated CO<sub>2</sub> and potassium deficiency on photosynthesis, growth, and biomass partitioning of cotton. *Field Crops Res.* 94, 201-213. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.01.004>

BOQUET, D. J., & MOSER, E. B. (2003). Boll retention and boll size among intrasymptodial fruiting sites in cotton. *Crop Science*, 43(1), 195-201.



FIGURAS E TABELAS



**Figura 1.** Número de capulhos, peso médio de capulho e produtividade em fibra em função da dose de boro (B), dose de potássio (K<sub>2</sub>O) e dose de nitrogênio (N) em Presidente Bernardes na safra 2020/2021. \*\*= Significativo a 1%. \*= Significativo a 5%. NS= Não significativo pelo Teste de Tukey (p<0,05). Barras verticais representam erro padrão das médias.



## ÉPOCA DE SEMEADURA DA CULTURA DA SOJA EM SOLOS ARENOSOS NO OESTE PAULISTA

Marcelo Raphael Volf, Silvio Manfio Motta, Gabriel Almeida Farias, Fernando Takayuki Nakayama, Rodrigo Aparecido Vitorino, Carlos Sérgio Tiritan

### PROBLEMÁTICA

Diante da grande extensão territorial de nosso país ocorre variação no período de horas luz, denominado de fotoperíodo, que são ofertadas a planta durante o ciclo. Plantas sensíveis ao comprimento do dia (sensíveis ao fotoperíodo) tem o ciclo e a produtividade afetada. A cultura da soja é uma das mais importantes representantes desse grupo de culturas, além de ser altamente afetada pela mudança no fotoperíodo tem grande amplitude de cultivo no território nacional. Constantemente novas áreas de cultivo, desta leguminosa, são exploradas, como o caso do Oeste Paulista, que pode ser visto como nova fronteira para essa cultura. Portanto, é necessário o conhecimento da época ideal de semeadura para os principais grupos de maturação. O correto posicionamento de acordo com o fotoperíodo permite que a soja atinja o potencial produtivo em cada região.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

A cultura da soja (*Glycine max*), tem grande influência no agronegócio brasileiro, sendo responsável pelo grande crescimento de exportações e tendo grande peso na economia, sendo assim produzida em larga escala em todo o país. Devido a sensibilidade da soja ao fotoperíodo, há necessidade da adaptação do cultivar em relação a latitude. A sensibilidade quando há redução do fotoperíodo pode causar redução na emergência das plântulas, redução no stand de plantas, menor número de flores e encurtamento no ciclo de desenvolvimento, por fim redução da produtividade (ABDELNOOR., 2019). Sendo assim, é de suma importância estudar o melhor ciclo de cultivares comerciais para cada época de semeadura para a obtenção de altas produtividades. A época de semeadura pode ser uma estratégia para mitigar o efeito sofrido pela soja com o fotoperíodo de cada região. A cultura da soja tem cultivares com grupo de maturação distintos, os quais são determinados por meio do ciclo para cada faixa de latitude. Os diferentes grupos de maturação apresentam comportamento distinto, tanto quanto a alguns parâmetros fisiológicos e na produtividade, em decorrência da época de semeadura (BOSSOLANI et al ., 2022).

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho foi realizado na Unidade Regional de Pesquisa de Adamantina - APTA, localizado em Adamantina, Estado de São Paulo. O clima nesta área é classificado como Aw de acordo com a classificação de Köppen. A altitude deste local é de 453 metros. O solo local é classificado como Argissolo vermelho/amarelo



eutrófico a moderado, com uma textura média / arenosa e apresenta topografia ondulada (EMBRAPA, 1999).

A adubação de sementeira foi realizada seguindo recomendação baseada no resultado da análise de solo. Utilizou-se na sementeira 255 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 00-28-00. As sementes tratadas com 2 ml kg<sup>-1</sup> do produto comercial Standak Top e inoculadas com *Bradyrhizobium* aplicada 8 doses ha<sup>-1</sup> no sulco de plantio, garantindo a fixação simbiótica de N para a cultura.

O controle de plantas daninhas, pragas e doenças ocorreram conforme recomendações técnicas preconizadas para a cultura na região. Foram avaliados os caracteres: população final de plantas, altura de plantas (APM) e da inserção da primeira ramificação (AIR) e produtividade de grãos (PG). Estes parâmetros foram determinados através da colheita das duas linhas centrais de 5 metros, em cada parcela experimental. A umidade dos grãos foi determinada e os dados de produtividade foram corrigidos para 13% de umidade.

As cultivares foram escolhidas de acordo com o grupo de maturação (GM), portanto, TMG 2165 GM 6,5, NS 6700 GM 7,1 e HO Mamoré GM 8,0. As cultivares de soja foram semeadas com intervalos de 15 dias nas seguintes datas: 15/10/2021, 30/10/2021, 15/11/21, 30/11/2021 e 15/12/2021. A densidade de sementeira utilizada foi a recomendada pelos detentores de cada material genético.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial de 3 X 5, sendo composto por três cultivares e cinco épocas de sementeira, com quatro repetições. Os resultados serão submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ) e as médias comparadas pelo teste de LSD, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2001). A fim de encontrar a melhor época de cultivo, os dados de produtividades foram submetidos ao teste de regressão, transformando as datas de sementeira em numerais sequencias, partido do zero (1º época) 15 (2º época) 30 (3º época) 45 (4º época) e 60 (5º época), assim foi possível encontrar a perda diária de produtividade a partir da melhor época de sementeira.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros número de vagens, altura final das plantas e altura da inserção da primeira vagem, das cultivares de soja, foram influenciados pela época de sementeira, portanto, houve interação entre cultivares e a época de implantação.

O número de vagens das cultivares TMG 2165 e NS 6700 foram maiores quando semeadas na última época (30/11/21). Por outro lado, na cultivar HO Mamoré, a maior quantidade de vagens foi quando semeada em 15/11/22. A época de sementeira que proporcionou menor produção de vagens, em todas as cultivares, foi a primeira (15/10/21) (Tabela 1).

Na época de maior produção de vagens pelas cultivares, penúltima data de sementeira (30/11/21) a cultivar NS 6700 produziu 64 % e 14% a mais que a HO Mamoré e TMG 2165, respectivamente. Esta cultivar somente produziu menos vagens que a HO Mamoré quando semeada 15/11/21 e menos que a TMG 2165 semeada no dia 15/10/21 (Tabela 1).

Quanto mais tarde foi a sementeira, maior a quantidade de vagens produzidas pelas cultivares de grupo de maturação (GM) mais precoce, TMG 2165 (GM 6,5) e NS



6700 (GM 7,1), enquanto a cultivar HO Mamoré, cultivar tardia (GM 8,0), semeada produziu a maior quantidade de vagens quando semeada em 15/11/21.

A maior altura final das plantas da cultivar TMG 2165 foi atingida quando semeada 30/11/21. A NS 6700 teve a maior altura, tanto semeada na terceira e quarta época (15/11/21 e 30/11/21). A cultivar HO Mamoré teve maior crescimento sendo semeada em 15/11/22 (Tabela 1). A semeadura mais tardia (15/12/21) causou menor tamanho de plantas para as cultivares TMG 2165 e HO Mamoré. Para a NS 6700, tanto a semeadura tardia, quanto as duas primeiras (15/10/21 – 30/10/21) geraram plantas mais baixas. A faixa de semeadura entre 30/10/21 e 30/11/21 de 2021 causou as maiores alturas de planta.

A inserção da primeira vagem das cultivares TMG 2165 e Ho Mamoré foram mais altas quando semeadas 30/11/21, enquanto a NS 6700 em 15/11/21. De modo geral as cultivares tiveram a inserção da primeira vagem mais próximas do solo, quando cultivadas na primeira, quanto na última data de semeadura (Tabela 1).

As plantas se tornam mais compactas, ou seja, menor delta entre a primeira e a última inserção (altura de planta) quando semeadas na primeira e última época. Sendo que as cultivares TMG 2165 e HO Mamoré, tiveram apenas cerca de 45 cm de área composta por vagens quando semeadas em 15/12/22. Este fato resultou na redução de vagens por planta, influenciando diretamente na produtividade, pois essa variável é um dos principais componentes de produção da cultura da soja. Os parâmetros de crescimento das plantas bem como os componentes de produção (nº de vagens) seguiram uma mesma tendência relacionado a época de semeadura, concentrando os melhores resultados na faixa de semeadura de 30/10/21 a 30/11/21. O crescimento e produção de vagens da cultivar precoce foi mais sensível ao plantio tardio, quando semeada em dezembro.

A cultura da soja é originalmente sensível ao fotoperíodo, portanto, planta de dias curtos, variação no comprimento do dia interfere diretamente no período juvenil (FARIA et al., 2007; SEDIYAMA et al., 2015) fazendo com que as plantas possam iniciar o florescimento e estágio reprodutivo sem ter acumulado elevadas quantidades de matéria seca ou plantas com portes altos (ROCKENBACH et al. 2016). Plantas de soja com período juvenil curto tendem a ter menor altura, como consequência ser mais compacta e assim diminuir o número de vagens por planta (STRTECK et al., 2008). Semeaduras tardias tendem a diminuir o período juvenil da soja (BOSSOLANI et al., 2022).

A produtividade das cultivares tiveram interação com a época de semeadura (Figuras 2). A cultivar precoce TMG 2165 teve produtividade semelhante da semeadura do dia 15/10/22 até 30/11/22, somente tendo queda na última semeadura (15/12/21). Exceto na primeira semeadura, essa cultivar teve a menor produtividade do que as demais. A NS 6700 e a HO Mamoré tiveram queda na produtividade tanto na primeira (15/10/21) quanto na última época de semeadura. Quando semeada em 30/10/21 a NS 6700 produziu mais que as outras cultivares, no entanto nas demais épocas foi semelhante a HO Mamoré (Figura 2).

As maiores produtividades atingidas pelas cultivares testadas foram 2650 kg ha<sup>-1</sup>, 4450 kg ha<sup>-1</sup> e 3930 kg ha<sup>-1</sup> para TMG 2165, NS 6700 e HO Marmoré, respectivamente. As épocas de semeadura influenciaram de maneira diferente para cada cultivar, cada cultivar teve a própria época de semeadura que gerou maior produtividade. A cultivar TMG 2165 semeada até 7/12/22 teve a maior produtividade a partir daí ocorre uma perda de 107 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, a cultivar NS 6700 em 15/11/22 após isso perdeu 73 kg



ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para a cultivara HO Mamoré a melhor data de semeadura foi 12/11/22 após essa data ocorreu a perda de 58 kg há<sup>-1</sup>. A cultivar TMG 2165 tem uma flexibilidade de ser semeada dentro do mês de outubro (15/10/21 e 30/10/21) e novembro (15/11/21 e 20/11/21), pois não teve queda na produtividade nessas datas (Figura 3A). A NS 6700 com comportamento quadrático indicando que a melhor data de semeadura foi 15/11/21, no entanto com flexibilidade de plantio entre 30/10/21 a 30/11/21 (Figura 3B).

A cultivar de ciclo médio (NS 6700) sofreu menos interferência da época de semeadura, tendo maior flexibilidade para ser implantada. O mês com menor variação da produtividade para ambas cultivares foi novembro.

A partir do mês de dezembro ocorre proximidade com o solstício de verão no hemisfério sul (21/12) e os dias passam a ser mais curtos, portanto semeadura da soja dentro do verão tende a diminuir a produtividade independente da cultivar, o que ocorre devido a menor soma térmica que causa queda no período juvenil das plantas (FARIA et al., 2007; MARTINS et al., 2011; BOSSOLANI et al. 2022).

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A escolha da cultivar de soja deve ser com base na adaptação para a região que será cultivada. O presente trabalho observou-se que estas cultivares, já adaptadas a região do oeste paulista, devem ter sua semeadura priorizadas no mês de novembro, independente do grupo de maturação.

### **LITERATURA CITADA**

ABDELNOOR.R. V., et al. CULTIVARES DE SOJA. EMBRAPA SOJA. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/206337/1/Catalogo-4-Soja-2019-OL.pdf> Acesso em: 29/07/22.

FARIAS, José Renato B.; NEPOMUCENO, Alexandre L.; NEUMAIER, Norman. Ecofisiologia da soja. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007

BOSSOLANI, João W. et al. Sowing date changes phenological development, plastochron index, and grain yield of soybeans under Cerrado conditions. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 26, p. 488-494, 2022.

MARTINS, Juliano Dalcin et al. Plastochron and final node number of soybean cultivars as a function of sowing date/Plastocrono e numero final de nos de cultivares de soja em funcao da epoca de semeadura. Ciência Rural, v. 41, n. 6, p. 954-960, 2011.

ROCKENBACH, Ana Paula et al. Estimated length of soybean phenological stages. Semina: Ciências Agrárias, v. 37, n. 4, p. 1871-1882, 2016.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. Soy: From planting to harvesting. 2015.

STRECK, Nereu Augusto et al. Estimativa do plastocrono em cultivares de soja. Bragantia, v. 67, p. 67-73, 2008.



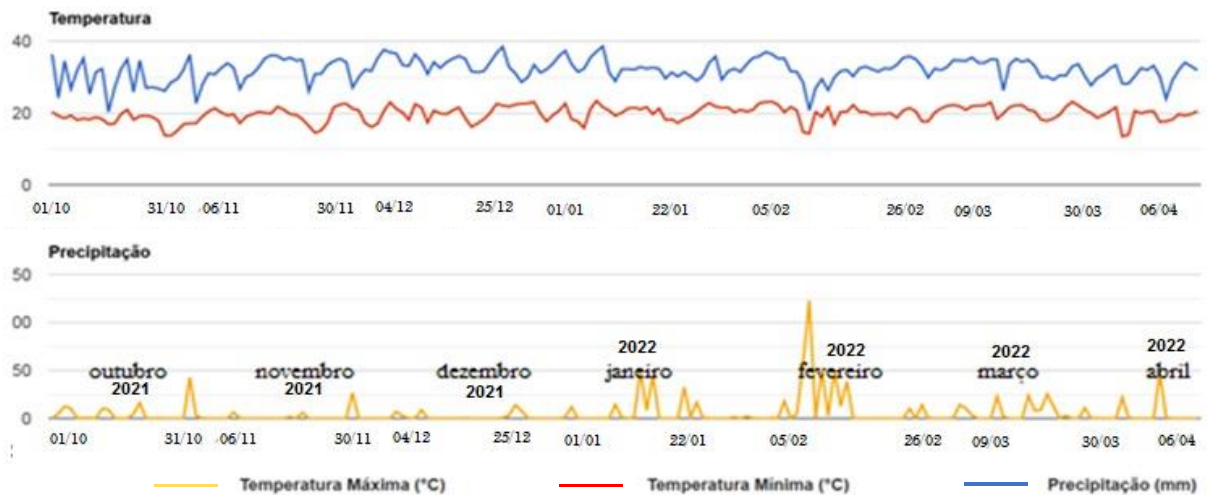


Figura 1. Precipitação e distribuição hídrica para o período experimental de outubro de 2021 a abril de 2022.

Tabela 1. Número de vagens por planta, altura final de planta (cm) e altura de inserção da primeira vagem, de acordo com as cultivares de soja e épocas de semeadura.

Cultivar	Datas de Semeadura				
	15.10.22	30.10.22	15.11.22	30.11.22	15.12.22
Número de vagens por planta					
TMG 2165	40 Dab <sup>1</sup>	51 Cb	58 Bb	78 Ab	53 BCa
NS 6700	36,5 Db	75 Ba	53 Cb	89 Aa	55 Ca
HO Mamoré	45 Ca	55 Bb	73 Aa	54 Bc	52 Ba
Teste F (valore de p)					
Época (EP)	0,000				
Cultivar	0,002				
EP X CV	0,000				
DMS	6,5				
Altura de Planta (cm)					
TMG 2165	68 aC	90 aB	95 aB	105 aA	53 bD
NS 6700	68 aB	77 bB	96 aA	87 bA	70 aB
HO Mamoré	66 aB	72 bB	99 aA	73 cB	57 bC
Teste F (valore de p)					
Época (EP)	0,000				
Cultivar	0,004				
EP X CV	0,000				
DMS	8,5				
Altura de inserção da primeira vagem (cm)					
TMG 2165	8 bC	9,7 aB	9,4 cB	12,5 aA	7,3 bC
NS 6700	9,4 aB	6,9 bC	13,7 aA	9,8 bB	9,5 aB
HO Mamoré	7,7 bD	9,3 aC	11,3 bAB	12 aA	10 aBC
Teste F (valore de p)					
Época (EP)	0,000				
Cultivar	0,804				
EP X CV	0,000				
DMS	1,4				

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ( $p < 0.05$ ) de acordo com o teste LSD. DMS = Diferença mínima significativa.

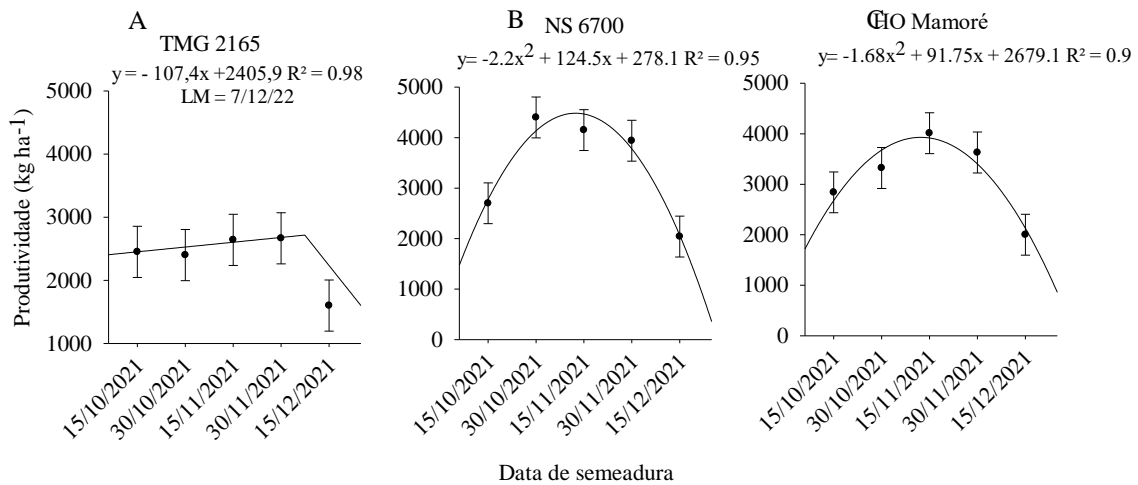


Figura 2. Comportamento com ajuste em platô, TMG 2165 (A) e quadrático NS 6700 (B) e HO Mamoré (C) entre época de semeadura e produtividade das cultivares de soja. Barras representam o DMS ( $p < 0,005$ ) (Diferença Mínima Significativa) pelo teste de LSD, barras que se sobrepõem indicam valores iguais entre si. LM = Limite de máxima.



## MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO ALGODOEIRO CULTIVADO EM SOLO ARENOSO

Gustavo Ricardo Aguiar Silva, Mateus Pipino Beraldo de Almeida, Daniel Veras  
Correa, Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

O nitrogênio (N), um dos macronutrientes mais absorvidos pela planta, é essencial para o desenvolvimento do algodoeiro, que pode atingir altas produtividades (> 400@) quando a demanda por esse nutriente é atendida. Entretanto, o nitrogênio tem uma maior complexidade no solo em relação aos outros nutrientes, podendo ocorrer lixiviação ( $\text{NO}_3^-$ ) e/ou volatilização ( $\text{NH}_3^+$ ), limitando a absorção do nutriente e reduzindo sua eficiência na planta. Diante desse problema, tem-se buscado maneiras para aumentar a eficiência de uso do nitrogênio pelas culturas, utilizando novas tecnologias inseridas nos fertilizantes, como as ureias de liberação controlada, entretanto, ainda são poucas informações sobre a utilização e eficiência desses fertilizantes nitrogenados de liberação controlada no cultivo do algodão em solo arenoso no Brasil.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O nitrogênio desempenha papel importante na produtividade e qualidade da fibra de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), e se a demanda desse nutriente pela planta não for atendida pode haver perda de produtividade. A aplicação em doses insuficientes, baixa recuperação do nutriente pela planta por excesso de lixiviação em solos arenosos e o aumento da volatilização da amônia são situações onde provocam a baixa absorção do nutriente (Devkota et al., 2013; Shareef et al., 2019; Liu et al., 2015). A ureia convencional é o fertilizante mais utilizado na agricultura brasileira, porém, apresenta uma baixa eficiência quando não é incorporada ao solo, devido a rápida hidrólise que ocorre e favorece a perda por volatilização (Zhao et al., 2009). Ao ser aplicada na superfície, a ureia pode perder em até 44% do total do N aplicado (Minato et al., 2020).

A ureia de liberação controlada (ULC) é um tipo de fertilizante que libera o N de forma gradual devido ao seu revestimento polimérico, acompanhando a demanda nutricional da cultura cultivada. Algumas pesquisas mostram que a utilização desse fertilizante pode diminuir a lixiviação do  $\text{NO}_3^-$  e a volatilização da  $\text{NH}_3^+$  em comparação à ureia (Tian et al., 2018; Liu et al., 2020). Além disso, associar o uso do fertilizante nitrogenado com culturas de cobertura melhora o estoque de N no solo na camada superficial e reduz a necessidade de N em solo arenoso (Cordeiro et al., 2021).

Alguns estudos mostram que a ULC aplicada totalmente na semeadura pode fazer com que o algodão atinja os mesmos resultados ou seja superior ao algodão fertilizado com ureia convencional parcelada (Li et al., 2020; Geng et al., 2015), entretanto, ainda não sabemos qual é a resposta do algodão cultivado em solo arenoso em condições tropicais, a esse tipo de manejo. Por isso, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e qualidade da fibra do algodão fertilizado com diferentes fontes de N e épocas de aplicação em solo arenoso.



## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido durante a safra 2020/2021 na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, localizada no município de Presidente Bernardes – SP. O solo desta região é classificado como Latossolo Amarelo distrófico de textura arenosa. A área experimental é definida pelas coordenadas geográficas: 22° 07' 32" Latitude Sul e 51° 23' 20" Longitude Oeste de Greenwich, com altitude média de 475 metros.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco repetições. Os tratamentos consistiam em três fontes de nitrogênio (Nitrato de amônio, ureia convencional e ureia de liberação controlada) manejadas de formas diferentes: 1 - Ureia de liberação controlada aplicada 100% incorporada na semente (ULC 100 I); 2 - Ureia de liberação controlada aplicada 100% a lanço na semente (ULC 100 L); 3 - Ureia de liberação controlada 70% incorporada e aplicada na semente e 30% aos 50 DAE a lanço (ULC 70/30); 4 - Ureia de liberação controlada 70% incorporada e aplicada na semente e 30% com ureia convencional a lanço aos 50 DAE (ULC/U 70/30); 5 - Ureia convencional aplicada a lanço aos 20, 40 e 60 DAE (Ureia); 6 - Nitrato de amônio aplicado a lanço aos 20, 40 e 60 DAE (NA). A dose correspondente de N foi de 100 kg ha<sup>-1</sup>. A ureia de liberação controlada tinha tecnologia de revestimento com enxofre (40% N + 8% S.)

Na entressafra do algodão, foi semeado o milheto como planta de cobertura (18 kg ha<sup>-1</sup>) e realizado a aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para elevar os teores de P no solo. Após dessecar o milheto, a sementeira do algodoeiro ocorreu no dia 10/12/2020 com a cultivar FM 974GLT espaçada a 0,90 metros com densidade populacional de 8 plantas por metro. Além disso, no momento da sementeira, também foi aplicado 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e aos 25 e 50 DAE do algodoeiro foi realizado a aplicação de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

No pleno florescimento (70 DAE), foi realizado uma coleta de 10 folhas por parcela (5° folha do ápice para a base) para avaliação do status nutricional da planta com N. Após a maturidade fisiologia do algodoeiro, realizamos a colheita de um metro das duas linhas centrais de cada parcela e estimamos a produtividade, número de capulhos e peso médio de capulhos. Uma sub amostra de 100g de cada parcela foi utilizada para determinação do rendimento de fibra e dos parâmetros de qualidade da fibra (resistência de fibra, comprimento de fibra, maturidade e *micronaire*) utilizando o método HVI.

O estudo estatístico contou com análise de variância e as médias dos tratamentos experimentais foram comparadas pelo Teste t (LSD) ao nível mínimo de 5% de probabilidade utilizando-se o software Sisvar e os gráficos foram feitos no Sigmaplot.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de N na folha do algodão não variou entre os tratamentos (Tabela 1). Segundo Borin et al (2014), os teores adequados estão entre as faixas de 40 a 45 g kg<sup>-1</sup>. O número de capulhos foi maior no tratamento com ureia, 21 e 25% maior que os tratamentos ULC 70/30 e ULC/U 70/30, respectivamente (Figura 1b). O número de capulhos é um componente de produção que pode afetar tanto o peso do capulho, como a produtividade e a qualidade de fibra (Cordeiro et al., 2022; Echer et al., 2020), entretanto, isso não foi encontrado nos nossos resultados, já que o peso do capulho, produtividade e



a qualidade de fibra (micronaire, resistência, comprimento e índice de fibras curtas – SFI) não mostraram diferença entre os tratamentos, assim também como o rendimento de fibra (Figura 1a, 1c, 1d e Tabela 2).

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A aplicação do N pode ser feita integralmente na semeadura quando se usa o fertilizante de liberação controlada, tanto de forma incorporada como a lanço sem prejuízo à produtividade.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e aos membros do Grupo de Estudos do Algodão (GEA) pelo apoio durante as atividades.

### **LITERATURA CITADA**

Borin, A. L. D. C., Ferreira, G. B., Carvalho, M. D. (2014). Adubação do algodoeiro no ambiente de Cerrado.

Cordeiro, C. F. D. S., Rodrigues, D. R., Echer, F. R. (2022). Cover crops and controlled-release urea decrease need for mineral nitrogen fertilizer for cotton in sandy soil. *Field Crops Research*, 276, 108387.

Cordeiro, C. F. D. S., Rodrigues, D. R., Rorato, A. F. D. S., Echer, F. R. (2022). Cover crops and controlled-release urea decrease nitrogen mobility and improve nitrogen stock in a tropical sandy soil with cotton cultivation. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 46.

Devkota, M., Martius, C., Lamers, J. P. A., Sayre, K. D., Devkota, K. P., Vlek, P. L. (2013). Tillage and nitrogen fertilization effects on yield and nitrogen use efficiency of irrigated cotton. *Soil and Tillage Research*, 134, 72-82.

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

Geng, J., Ma, Q., Zhang, M., Li, C., Liu, Z., Lyu, X., Zheng, W. (2015). Synchronized relationships between nitrogen release of controlled release nitrogen fertilizers and nitrogen requirements of cotton. *Field Crops Research*, 184, 9-16.

Li, Y., Hu, M., Tenuta, M., Ma, Z., Gui, D., Li, X., Gao, X. (2020). Agronomic evaluation of polymer-coated urea and urease and nitrification inhibitors for cotton production under drip-fertigation in a dry climate. *Scientific Reports*, 10(1), 1-8.

Liu, T. Q., Fan, D. J., Zhang, X. X., Chen, J., Li, C. F., Cao, C. G. (2015). Deep placement of nitrogen fertilizers reduces ammonia volatilization and increases nitrogen utilization efficiency in no-tillage paddy fields in central China. *Field Crops Research*, 184, 80-90.





Liu, X., Chen, L., Hua, Z., Mei, S., Wang, P., Wang, S. (2020). Comparing ammonia volatilization between conventional and slow-release nitrogen fertilizers in paddy fields in the Taihu Lake region. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(8), 8386-8394.

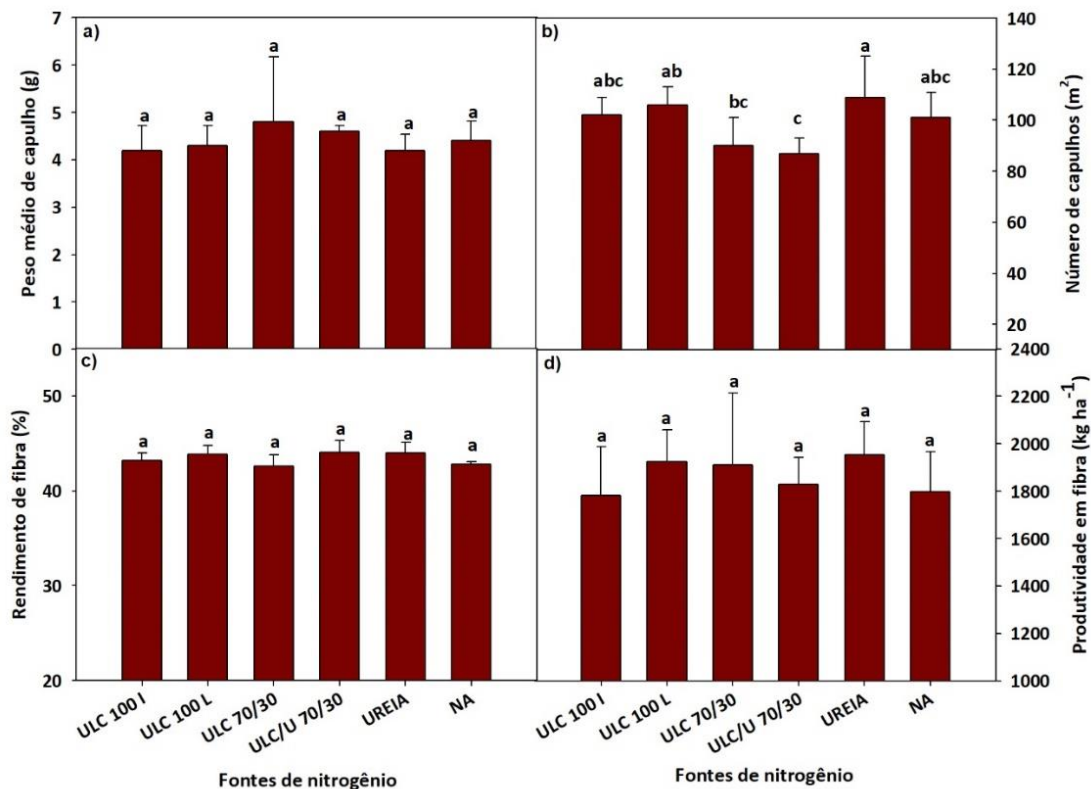
Minato, E. A., Cassim, B. M. A. R., Besen, M. R., Mazzi, F. L., Inoue, T. T., Batista, M. A. (2020). Controlled-release nitrogen fertilizers: characterization, ammonia volatilization, and effects on second-season corn. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 44.

Shareef, M., Gui, D., Zeng, F., Waqas, M., Ahmed, Z., Zhang, B., Xue, J. (2019). Nitrogen leaching, recovery efficiency, and cotton productivity assessments on desert-sandy soil under various application methods. *Agricultural Water Management*, 223, 105716.

Tian, X., Li, C., Zhang, M., Li, T., Lu, Y., Liu, L. (2018). Controlled release urea improved crop yields and mitigated nitrate leaching under cotton-garlic intercropping system in a 4-year field trial. *Soil and Tillage Research*, 175, 158-167.

Zhao, X., Xie, Y. X., Xiong, Z. Q., Yan, X. Y., Xing, G. X., Zhu, Z. L. (2009). Nitrogen fate and environmental consequence in paddy soil under rice-wheat rotation in the Taihu lake region, China. *Plant and soil*, 319(1), 225-234.

### FIGURAS E TABELAS





**Figura 1.** Componentes de produção (peso médio de capulho, número de capulhos e rendimento de fibra) e produtividade de fibra em diferentes fontes e épocas de aplicação.

**Tabela 1.** Teor de N na quinta folha da planta de algodão em diferentes fontes e épocas de aplicação.

Tratamentos	NITROGÊNIO
	g kg <sup>-1</sup>
ULC 100 I	40,22 a
ULC 100 L	39,90 a
ULC 70/30	40,45 a
ULC/UC 70/30	40,20 a
UREIA	39,76 a
NA	39,58 a
CV%	3,98

**Tabela 2.** Parâmetros de qualidade de fibra (micronaire, resistência, comprimento e índice de fibras curtas – SFI) em diferentes fontes e épocas de aplicação.

Tratamentos	Micronaire	Resistência	Comprimento	SFI
	ug pol <sup>-1</sup>	gf TEX <sup>-1</sup>	mm	%
ULC 100 I	3,79 a	35,16 a	31,40 a	7,39 a
ULC 100 L	3,96 a	35,74 a	31,59 a	7,19 a
ULC 70/30	3,76 a	35,08 a	31,30 a	7,45 a
ULC/UC 70/30	4,06 a	35,51 a	31,21 a	7,69 a
UREIA	3,69 a	35,80 a	30,97 a	7,83 a
NA	3,84 a	36,52 a	31,39 a	7,11 a
CV%	9,00	3,15	1,34	8,73



## **PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DE DIFERENTES PREPAROS DE SOLO COM E SEM APLICAÇÃO DE ÓXIDO DE CÁLCIO**

Washington Luis Pereira Peres, Alexandrius de Moraes Barbosa,  
Carlos Sérgio Tiritan

### **PROBLEMÁTICA**

A eliminação das queimadas na cultura da cana-de-açúcar aumentou o tráfego de máquinas (colhedoras e transbordos) causando redução na produtividade da cultura devido a compactação do solo. Atualmente, o controle da compactação mais utilizado na cana-de-açúcar é o mecânico, no momento da reforma do canavial. Ainda há uma discussão sobre qual sistema de preparo (convencional ou reduzido) deve ser utilizado em ambientes restritivos (solos arenosos). Visando promover o desenvolvimento do sistema radicular nos últimos anos passou-se a utilizar óxido de cálcio no fundo de sulco. No entanto, poucos são os estudos de sistemas de preparo do solo associados a aplicação de óxido de cálcio em ambientes restritivos na cultura da cana-de-açúcar.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

O novo cenário de intensa mecanização no setor canavieiro pode tornar-se altamente promissor, exigindo, no entanto, para maximização de seu potencial, uma revisão e reinterpretação de conceitos, especialmente os que se referem ao manejo e à conservação dos solos e da água (Mazza et al., 2017). Os tipos de preparo mais usados na cultura da cana-de-açúcar são classificados em: preparo convencional, preparo reduzido e plantio direto (Gonçalvez, 2006). De acordo com Freitas et al. (2017) as práticas e os processos de manejo nos solos arenosos têm sido os mesmos utilizados para solos com maiores teores de argila, tais práticas resultam na degradação acelerada do solo e na redução da capacidade produtiva.

Aliado aos sistemas de preparo de solo, visando uma boa formação do sistema radicular, aumentou nos últimos anos o uso de óxido em fundo de sulco de plantio da cana-de-açúcar. Nesse sentido, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito de diferentes preparos do solo com e sem aplicação de óxido de cálcio na cana-de-açúcar.

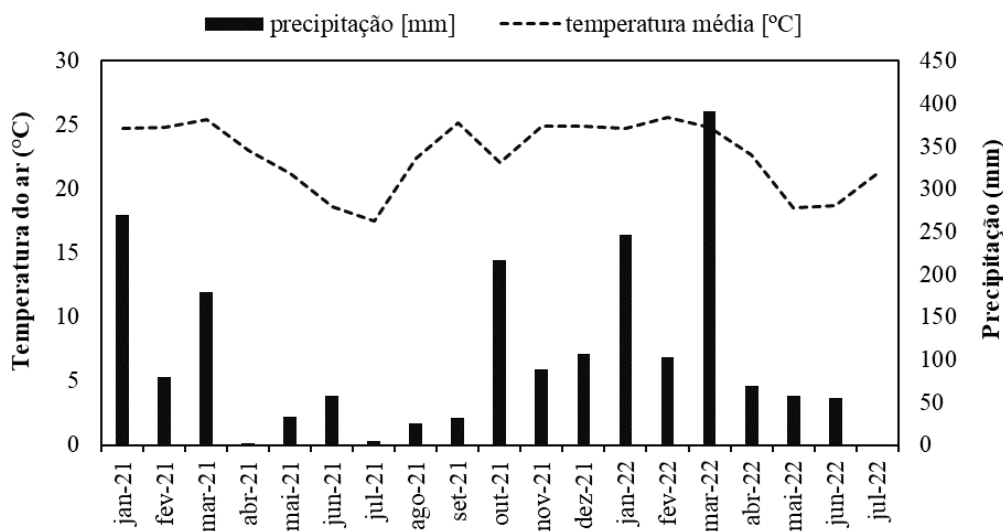
### **DESCRIÇÃO DA PESQUISA**

O experimento foi conduzido em condições de campo na Fazenda Lousã, situada no município de Rancharia – SP, em solo classificado como Neossolo Quartzarênico, classificado como ambiente F (Demattê; Demattê, 2009) com teor de 11% de argila na camada de 0 a 0,25 m e de 17% de argila na camada de 0,25 a 0,90 m. O clima do local do experimento é do tipo Aw (Köppen-Geiger, 1928). Os atributos químicos do solo podem ser visualizados na Tabela 1 e os dados climáticos durante o período experimental na Figura 1.



**Tabela 1.** Análise química do solo nas profundidades de 0 – 0,25 m e 0,25 – 0,50 m em Neossolo Quartzarênico (Rancharia-SP, 2022).

Prof. (cm)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	M.O. (g dm <sup>-3</sup> )	P (mg dm <sup>-3</sup> )	Al <sup>3+</sup> -----	H+Al (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0 – 25	4,9	16	16	1	24	0,9	14	7	21,9	45,9	47,7
25 – 50	5	12	12	1	19	0,7	13	6	19,7	38,7	50,9



**Figura 1.** Precipitação e temperatura média do ar durante o período experimental.

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados arranjados em faixas, com quatro repetições. Sendo os tratamentos descritos como: T1, aração; T2, aração mais aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> de óxido de cálcio; T3, aração mais aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de óxido de cálcio; T4, subsolagem; T5, subsolagem mais a aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de óxido de cálcio. A parcela experimental foi constituída de 10 sulcos de plantio, com comprimento de 25 metros, espaçados 0,9 x 1,5 m, totalizando área total da parcela de 300 m<sup>2</sup>.

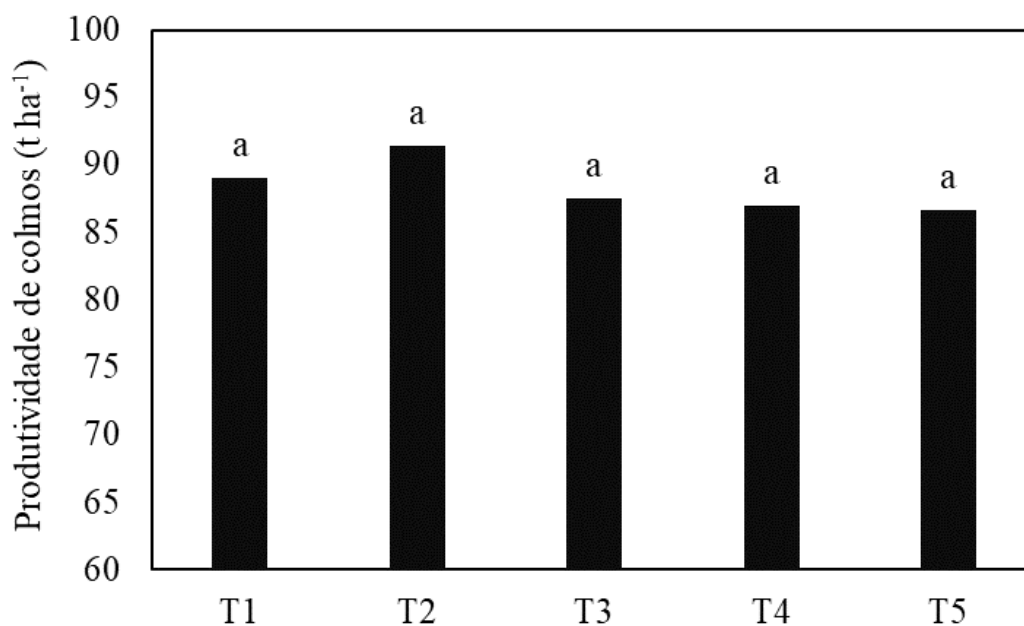
Antes do plantio foi realizado a correção do solo com aplicação de 5,7 t ha<sup>-1</sup> de calcário (calcário dolomítico, 28% de CaO e 12% de MgO), PN (Poder de Neutralização) de 80%, PRNT (Poder de Neutralização Total) de 70% e 280 kg ha<sup>-1</sup> de fosfatagem (super triplo, 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 11% de Ca) em área total. Para a aração utilizou-se o arado do tipo aiveca. A aplicação do óxido de cálcio ocorreu no momento da sulcação, através do implemento sulcador duplo com duas caixas independentes, sendo uma caixa para aplicação de 250 kg ha<sup>-1</sup> do adubo 11-52-00 (MAP, 11% de N e 52% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e a outra caixa sendo para aplicação de óxido de cálcio com garantias de 35% de Ca, 21% de Mg, PN de 175%. O plantio foi realizado no dia 27 de junho de 2021, com a variedade RB867515.

No dia 25 de julho de 2022 (330 dias após o plantio) foi realizada a colheita, em que, avaliou-se, a produtividade de colmos e de açúcar (t ha<sup>-1</sup>) por hectare e o açúcar total recuperável (ATR, kg t de colmo). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.



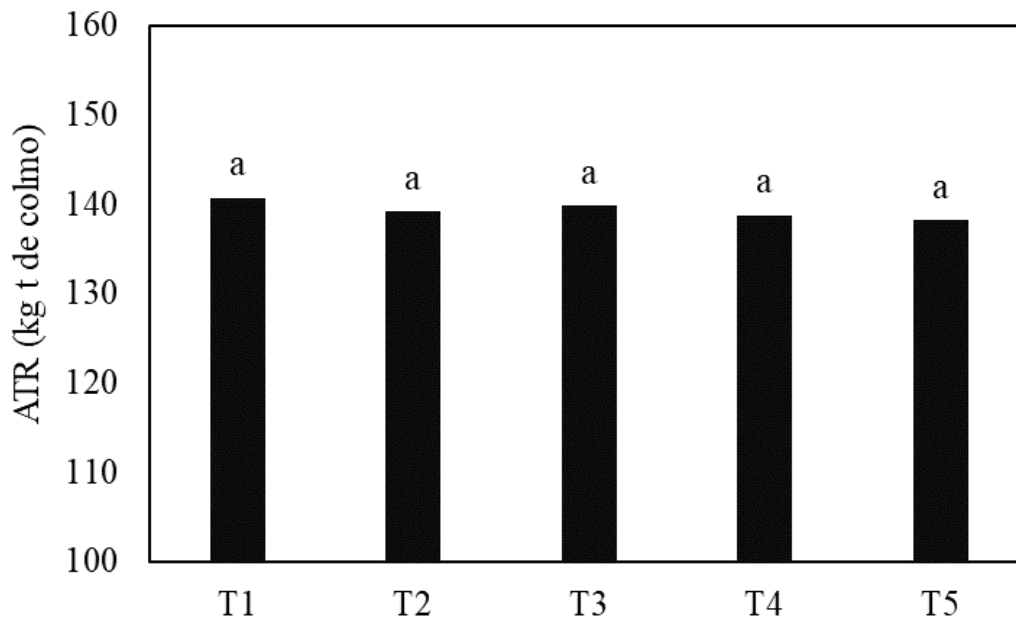
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, não houve efeito dos diferentes preparos de solo e da aplicação de óxido de cálcio em fundo de sulco sobre todos os parâmetros avaliados. A produtividade média de colmos de todos os tratamentos foi de 88,3 t ha<sup>-1</sup> (Figura 2). Também não houve efeito dos tratamentos sobre os parâmetros tecnológicos, onde o ATR médio dos tratamentos foi de 139,40 kg t<sup>-1</sup> de colmo (Figura 3). A produtividade de açúcar também não foi influenciada pelos tratamentos, obtendo média geral de 12,3 t ha<sup>-1</sup>.

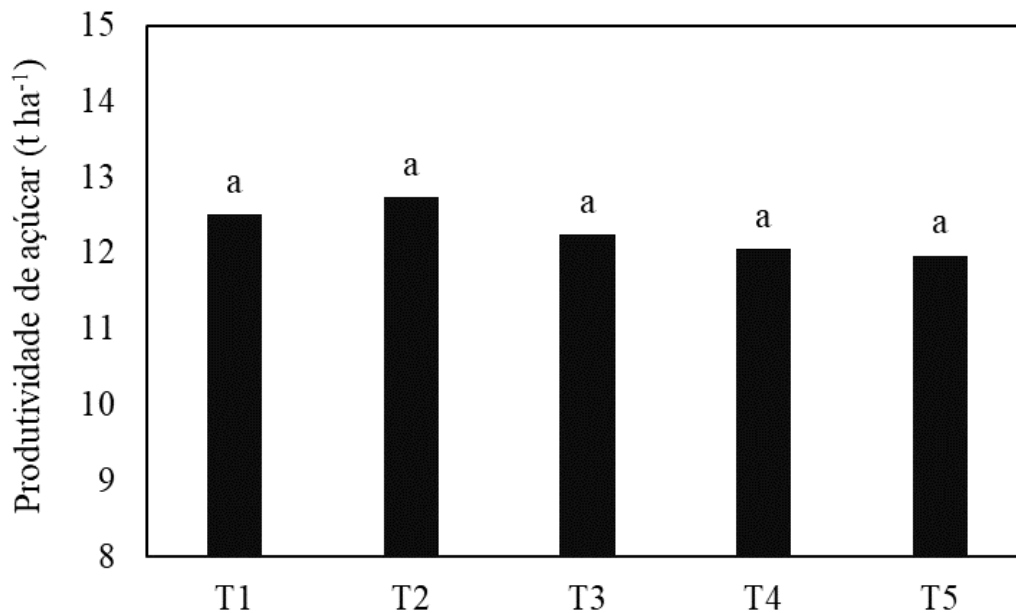


**Figura 2.** Produtividade de colmos de cana-de-açúcar (t ha<sup>-1</sup>) em função de diferentes preparos de solo com e sem aplicação de óxido de cálcio. T1, aração; T2, aração mais aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> de óxido de cálcio; T3, aração mais aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de óxido de cálcio; T4, subsolagem; T5, subsolagem mais a aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de óxido de cálcio.





**Figura 3.** Açúcar total recuperável ( $t\ ha^{-1}$ ) em função de diferentes preparos de solo com e sem aplicação de óxido de cálcio. T1, aração; T2, aração mais aplicação de  $150\ kg\ ha^{-1}$  de óxido de cálcio; T3, aração mais aplicação de  $200\ kg\ ha^{-1}$  de óxido de cálcio; T4, subsolagem; T5, subsolagem mais a aplicação de  $200\ kg\ ha^{-1}$  de óxido de cálcio.



**Figura 4.** Produtividade de açúcar de cana-de-açúcar em função de diferentes preparos de solo com e sem aplicação de óxido de cálcio. T1, aração; T2, aração mais aplicação de  $150\ kg\ ha^{-1}$  de óxido de cálcio; T3, aração mais aplicação de  $200\ kg\ ha^{-1}$  de óxido de cálcio; T4, subsolagem; T5, subsolagem mais a aplicação de  $200\ kg\ ha^{-1}$  de óxido de cálcio.



A ausência de efeitos em função dos tratamentos estudados pode estar relacionada ao curto período de avaliação. No estudo foi avaliado apenas o ciclo da cana planta (primeiro ano de cultivo), sendo que, a cana-de-açúcar é uma cultura semi-perene e a reforma do canavial ocorre a cada quatro ou cinco anos. Camilotti et al., (2005) em estudo com a cultura da cana-de-açúcar observaram pequenas alterações nas propriedades físicas em função de diferentes preparos de solo, no entanto, tais alterações não foram suficientes para alterar a produtividade da cana-de-açúcar. Dessa maneira, avaliações de médio-longo prazo são necessárias devido às mudanças que ocorrem no solo em função dos sistemas de manejo do solo (Tormena et al., 2002).

A produtividade similar observada entre o manejo do solo com arado de aiveca e com subsolador também ocorreu devido a textura do solo. Stolf e Matsuoka (2017) relataram que solos arenosos normalmente não necessitam de subsolagem, sendo necessário apenas gradagens pesadas para a destruição das soqueiras.

Em relação a aplicação de óxido de cálcio, não houve efeito no preparo com arado de aiveca e com subsolador. A ausência de resposta pode estar relacionada a calagem que foi realizada durante o preparo do solo, que foi suficiente para corrigir a acidez do solo e atender a demanda da cultura à curto prazo. No entanto, faz-se necessário estudos a médio e longo prazo com o objetivo de verificar o efeito da aplicação do óxido de cálcio em fundo de sulco ao longo dos sucessivos cortes da cultura.

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

No primeiro ciclo de cultivo da cana-de-açúcar (cana planta) não há diferenças entre o preparo de solo convencional com arado de aiveca e preparo com subsolador, como também, não houve efeito da aplicação do óxido de cálcio em fundo de sulco. Dessa maneira, o preparo reduzido em solos arenosos é uma boa estratégia de conservacionista do solo e da água.

### **LITERATURA CITADA**

CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; DIAS, F. L.; CASAGRANDE, A. A.; SILVA, A. R.; MUTTON, M. A.; CENTURION, J. F. Efeito prolongado de sistemas de preparo do solo com e sem cultivo de soqueira de cana crua em algumas propriedades físicas do solo. Engenharia Agrícola. v.25, p. 189-1987, 2005.

DEMATTÊ, J. L.; DEMATTÊ, J. A. Ambientes de produção como estratégia de manejo na cultura da cana-de-açúcar. IPNI, Informações agronômicas, n. 127, 2009.

FREITAS, P. L.; LUMBRERAS, J. F.; DONAGEMMA, G. K.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G. Comportamento de solos de textura superficial arenosa influenciado pela produção mecanizada de cana-de-açúcar. In: Sistemas de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos, v.2. / Silva, F. C.; Alves, B. J.; Freitas, P. L. editores técnicos – Brasília, DF: Embrapa, 2017.



GONÇALVES, N. H. Manejo do solo para implantação da cana-de-açúcar. In: Atualização em produção de cana-de-açúcar. SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. Piracicaba-SP, 2006.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

MAZZA, J. A.; FRANCO, A. P.; CAMPANELLI, V. P. Manejo e conservação do solo e da água na cultura da cana-de-açúcar com a intensificação da mecanização na região Centro-Sul do Brasil. In: Sistemas de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos, v.2. / Silva, F. C.; Alves, B. J.; Freitas, P. L. editores técnicos – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

STOLF, R.; MATSUOKA, S. Sistemas mecanizados na lavoura de cana-de-açúcar e a compactação do solo. In: Sistemas de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos, v.2. / Silva, F. C.; Alves, B. J.; Freitas, P. L. editores técnicos – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C.; GONÇALVES, C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. Scientia agrícola, v. 59, p. 795-801, 2002.



## EFEITOS DE DIFERENTES CULTURAS DE COBERTURA ANTECEDENDO O ALGODÃO (*Gossypium hirsutum*) EM ATRIBUTOS DE QUALIDADE FÍSICA DE UM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO ARENOSO

Camila Pereira Cagna, Jorge William de Souza Santos, Pedro Luan Ferreira da Silva, Cássio Antônio Tormena, Fabio Rafael Echer, Caroline Honorato Rocha

### PROBLEMÁTICA

Com a intensificação das atividades agrícolas para suprir a demanda por fibras, alimentos e energia, tem ocorrido a expansão da agricultura para áreas marginais, como áreas de solos arenosos. Os solos arenosos são caracterizados por possuírem estrutura fracamente desenvolvida, com reduzida estabilidade dos agregados e retenção de água (Huang e Hartemink, 2020). Em geral, são solos considerados de baixo potencial produtivo e susceptíveis aos processos de degradação como compactação e erosão (Donagemma et al., 2016). Do ponto de vista da qualidade física do solo, sistemas conservacionistas de manejo como o plantio direto (SPD) refletem positivamente sobre os solos de textura arenosa. O SPD associado a maior diversificação de culturas, sobretudo com a introdução de plantas de cobertura, promove melhoria nas propriedades físicas do solo, reduz os impactos negativos da degradação e, conseqüentemente, potencializa a produção agrícola (Nouri et al., 2019). Resultados sugerem que a utilização de plantas de cobertura no SPD contribui com o acúmulo de matéria orgânica no solo e intensificação de processos de agregação, assim como, aumento de infiltração e armazenamento de água no solo e crescimento de raízes das plantas (Blanco-Canqui e Ruis, 2018; DeLaune et al., 2020; Nouri et al., 2019). No entanto, poucos estudos foram realizados para compreender os efeitos de diferentes culturas de cobertura sobre as propriedades físicas de solos de textura arenosa e qual o impacto dessas, antecedendo a cultura do algodão. Neste contexto, é importante compreender a influência das culturas de cobertura, isoladas ou em consórcio, antecedendo a cultura do algodão em SPD sobre as propriedades físicas de um solo de textura arenosa.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O SPD tem como fundamento a mínima mobilização do solo, restrito à linha de semeadura, que a longo prazo pode resultar em aumento da compactação do solo (Cavaliere et al., 2009). Esse aumento da compactação do solo está associado ao tráfego intenso de máquinas, cada vez mais pesadas, além do baixo aporte de resíduos sobre o solo (Nouri et al., 2018). Entretanto, o uso de plantas de cobertura em SPD resulta em redução da compactação e da erosão do solo (Anghinoni et al., 2019), incremento de carbono orgânico no solo e na conservação dos recursos hídricos (Sá et al., 2014). Adicionalmente, se torna preocupante o avanço da cultura do algodão em áreas arenosas, por ser uma planta que exige um solo de qualidade do solo. Assim, em solos arenosos manejados com a utilização de culturas de cobertura em SPD há indicadores de ganhos de produtividade do algodoeiro e qualidade da fibra (Ferreira et al., 2020).



## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

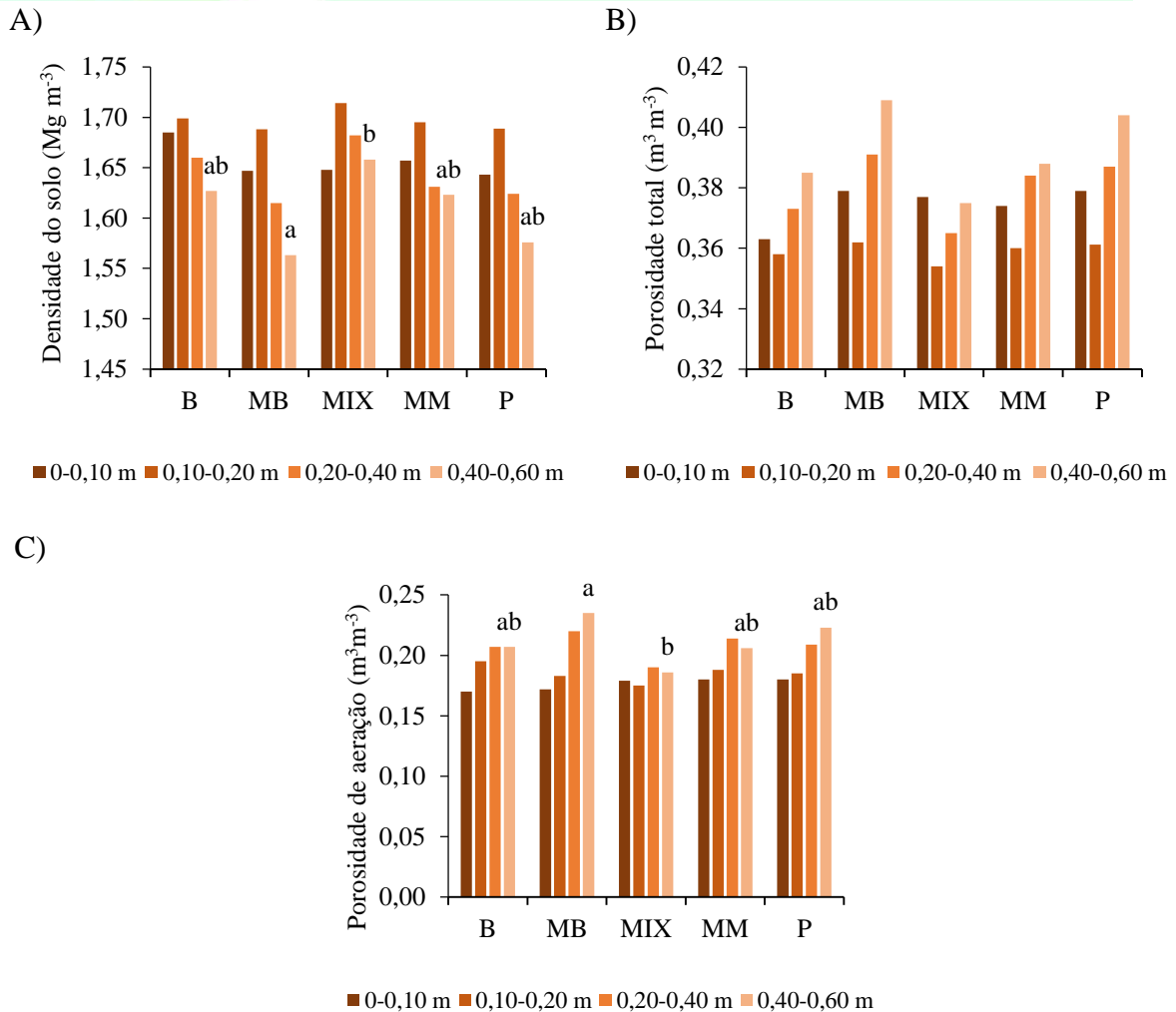
O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade do Oeste Paulista, em Presidente Bernardes-SP. O delineamento foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos compreenderam: a) área em pousio com manejo das plantas espontâneas; b) *Urochloa ruziziensis*; c) consórcio *Urochloa ruziziensis* e milho (*Pennisetum glaucum*); d) consórcio envolvendo uma gramínea (Milho) e uma leguminosa (*Mucuna pruriens*); e) consórcio de três plantas de cobertura – *Urochloa ruziziensis* + Milho + *Mucuna*, denominado de mix de plantas. As amostragens de solo foram realizadas após a colheita da cultura do algodão em junho de 2021. A densidade do solo, porosidade total, porosidade de aeração capacidade de armazenamento de água (CC/PT), a condutividade hidráulica ( $K_{sat}$ ), permeabilidade ao ar ( $K_a$ ) e a continuidade de poros ( $K_1$ ) foram avaliados em amostras retiradas das camadas de 0-0,10 m; 0,10-0,20 m; 0,20-0,40 m; 0,40-0,60 m. Os dados das variáveis medidas foram submetidos ao teste de normalidade de acordo com Shapiro e Wilk (1965) e submetidos a análise descritiva. A análise de variância foi usada para avaliar os efeitos dos tratamentos em cada camada estudada. Os dados originais das variáveis medidas foram submetidos às análises de variância conforme Banzatto & Kronka (2006) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) no software SISVAR versão 5.6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade do solo, é capaz de representar de forma indireta, a quantidade de vazios em um volume de solo, por isso é a propriedade mais utilizada como indicador de compactação, em estudos sobre sistemas de manejo. A porosidade total representa a quantidade máxima de vazios no solo, tanto os poros relacionados com a infiltração de água no solo, como os relacionados a retenção de água. A porosidade de aeração está associada aos poros que fornecem ar ao solo e não deve ser menor que  $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , caso seja menor que este valor, significa que o solo está compactado.

As plantas de cobertura influenciaram a densidade do solo ( $D_s$ ) (compactação) (Figura 1A) e a porosidade de aeração ( $Par$ ) (Figura 1C) apenas na camada de 0,40-0,60 m. Nas três primeiras camadas, os tratamentos apresentaram comportamento similar. Na camada de 0,40-0,60 m, o tratamento MIX apresentou a maior  $D_s$  e menor  $Par$  em relação ao tratamento MB. Contudo, nenhum dos tratamentos apresentou  $D_s$  e  $Par$  limitante para um bom desenvolvimento das culturas ( $D_s > 1,75 \text{ Mg m}^{-3}$ ;  $Par < 0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ).



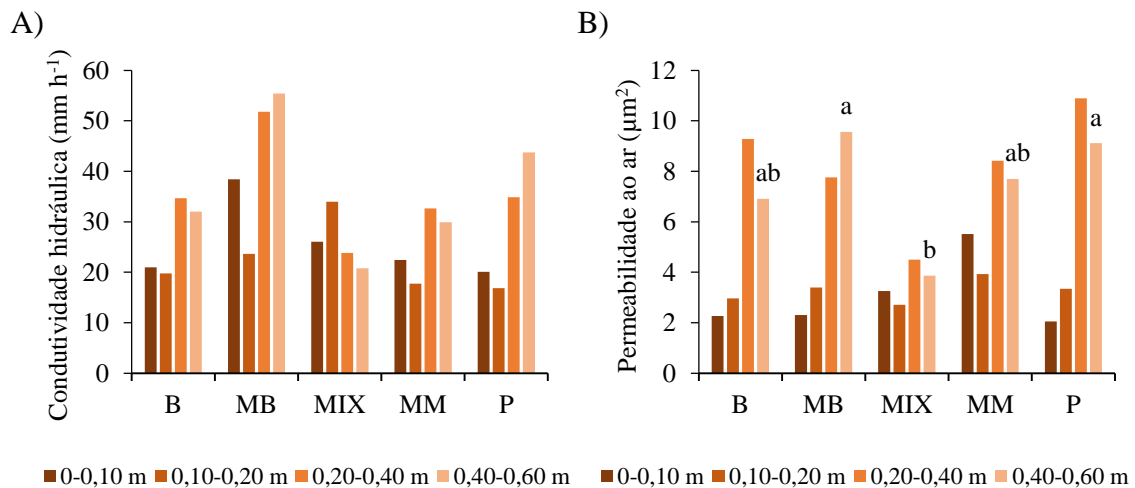


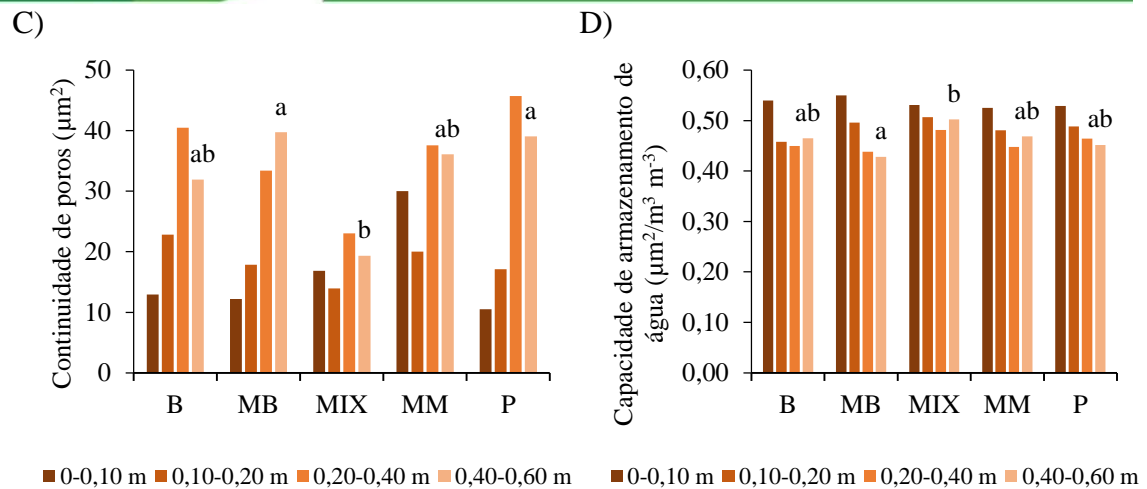
**Figura 1.** Valores médios de (A) densidade do solo ( $D_s$ ), (B) porosidade total (PT), (C) porosidade de aeração (Par) em diferentes tratamentos de manejo com plantas de cobertura. B – *Urochloa ruziziensis*; MB – Milheto + *Urochloa ruziziensis*; MM – Milheto + *Mucuna pruriens*; MIX – Milheto + *Urochloa ruziziensis* + *Mucuna pruriens*; P - pousio. Médias seguidas pelas mesma letra e ausência de letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

Os resultados indicam que na camada de 0,40-0,60 m do tratamento MIX, a maior  $D_s$  e menor Par (maior compactação) podem estar relacionados ao baixo crescimento das raízes do tratamento MIX em profundidade, devido à competição por luz, água e nutrientes. É provável que as raízes do tratamento MB contribuíram para a redução da  $D_s$  em profundidade e conseqüentemente aumentou a Par, devido ao desenvolvimento agressivo de suas raízes, que possivelmente tiveram uma menor competição quando comparado com o tratamento MIX. O impacto das culturas de coberturas na estrutura do solo pode ser dependente das características físico-químicas e mineralógicas do solo bem como do tipo de cultura, sistema de preparo e histórico de manejo e clima (Blanco-Canqui e Ruis, 2018).



Nas Figuras 2A, 2B, 2C e 2D são apresentados respectivamente os valores médios da condutividade hidráulica do solo saturado ( $K_{sat}$ ), permeabilidade ao ar ( $K_a$ ), continuidade de poros ( $K_1$ ) e capacidade de armazenamento de água no solo ( $CC/PT$ ). Em resumo,  $K_{sat}$ ,  $K_a$ , e  $K_1$  refletem a compactação ou não do solo, quanto maior os seus valores significam que o solo possui uma boa capacidade de conduzir água e ar, e possui uma boa continuidade de poros que possibilita o desenvolvimento das raízes com a menor resistência; quanto menor for esses parâmetros significa que o solo está compactado. A  $CC/PT$  está relacionado com a capacidade máxima do solo armazenar água, que posteriormente será disponibilizada para as plantas, este parâmetro deve estar dentro da faixa de  $0,60 \leq CC/PT \leq 0,70$ ;  $CC/PT$  com valores acima dessa faixa indicam solo compactado, e valores abaixo dessa faixa indicam solo muito solto sem estrutura definida (exemplo: solo muito arenoso) com necessidade de incremento de matéria orgânica para melhorar este parâmetro. A  $K_{sat}$ ,  $K_a$  e  $K_1$  não foram afetadas pelas culturas de cobertura na camada de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m. Apesar da ausência de diferença significativa nas camadas de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m, a  $K_{sat}$ ,  $K_a$  e o índice  $K_1$  foram maiores nos tratamentos com culturas de cobertura em relação ao pousio. Na camada de 0-0,10 m, os tratamentos MB, MIX, MM apresentaram respectivamente, valores de  $K_{sat}$  47%, 23% e 11%; de  $K_a$  37%, 11% e 63% e de  $K_1$  14%, 38% e 35% maiores do que o tratamento pousio. Os resultados sugerem que as culturas de cobertura promoveram mudanças que tornaram o solo mais eficiente em conduzir água e ar. Tanto a  $CC/PT$  como a  $K_a$  e o índice  $K_1$  foram estatisticamente influenciadas pelas culturas de cobertura nas camadas de 0,40-0,60 m, sendo que sob o mix de plantas de cobertura houve aumento de 10% na  $CC/PT$  e redução de 42% e 49% em  $K_a$  e  $K_1$ , respectivamente, em comparação com o pousio.





**Figura 2.** Valores médios de (A) condutividade hidráulica do solo saturado ( $K_{sat}$ ), (B) permeabilidade do solo ao ar ( $K_a$ ), (C) continuidade de poros ( $K_1$ ) e (D) capacidade de armazenamento de água (CC/PT) em diferentes tratamentos de manejo com plantas de cobertura. B – *Urochloa ruziziensis*; MB – *Urochloa ruziziensis* + Milheto; MM – Milheto + *Mucuna pruriens*; MIX – Milheto + *Urochloa ruziziensis* + *Mucuna pruriens*; P - pousio. Médias seguidas pelas mesma letra e ausência de letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

## APLICAÇÃO PRÁTICA

As culturas de cobertura se mostraram eficientes para aumentar a condutividade hidráulica do solo saturado, permeabilidade ao ar e continuidade de poros na camada de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m em comparação ao tratamento pousio. Desta forma, podem ser inseridas nos sistemas de produção agrícola, como uma alternativa para reduzir a compactação do solo. Em profundidade, o tratamento de mix de plantas reduziu a condutividade hidráulica, permeabilidade ao ar e continuidade de poros, devido a competição das plantas por nutrientes, água e luz.

## LITERATURA CITADA

Anghinoni, G.; Tormena, C.A.; Lal, R.; Zancanaro, L.; Kappes, C. Enhancing soil physical quality and cotton yields through diversification of agricultural practices in central Brazil. **Land Degradation and Development**, v.30, p.788-798. 2019.

Banzatto, D.A.; Kronka, S.N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237p.

Blanco-Canqui, H.; Ruis, S.J. No-tillage and soil physical environment. **Geoderma**, v.326, p.164-200, set. 2018.



Cavaliere, K.M.; Silva, A.P.; Tormena, C.A.; Leão, T.P.; Dexter, A.R.; HAKANSSON, I. Long-term effects of no-tillage on dynamic soil physical properties in a Rhodic Ferrasol in Paraná, Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.103, p.158-164. 2009.

Delaune, P.B.; Mubvumba, P.; Lewis, K.L.; Keeling, J.W. Rye cover crop impacts soil properties in a long-term cotton system. *Soil Science Society of America Journal*, v.83, p.1451-1458, 2019.

Donagemma, G.K.; Freitas, P.L.; Balieiro, F.C.; Spera, A.F.S.T.; Lumbreras, J.F.; Viana, J.H.M.; Araújo Filho, J.C.; Santos, F.C.; Albuquerque, M.R.; Macedo, M.C.M.; Teixeira, P.C.; Amaral, A.J.; Bortolon, E.; Bortolon, L. Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.9, p.1003-1020. 2016.

Ferreira, A.C.B.; Borin, A.L.D.C.; Lamas, F.M.; Bogiani, J.C.; Silva, M.A.S.; Silva Filho, J.L.; Staut, L.A. Soil Carbon accumulation in cotton production systems in the Brazilian Cerrado. **Acta Scientiarum**, v.43, e43039. 2020.

Huang, J. Hartemink, A. Soil and environmental issues in sandy soils. **Earth-Science Reviews**, v.208, e.103295. 2020.

Nouri, A.; Lee, J.; Yin, X.; Tyler, D.D.; Saxton, A.M. Thirty-four years of no-tillage and cover crops improve soil quality and increase cotton yield in Alfisols, Southeastern USA. **Geoderma**, 337: 998-1008. 2019.

Nouri, A.; Youssef, F.; Basaran, M.; Lee, J.; Saxton, A.M.; Erpul, G. The Effect of Fallow Tillage Management on Aeolian Soil Losses in Semi-arid Central Anatolia, Turkey. **Agrosystems, Geosciences and Environment**, v.1, p.1-13. 2018.

Sá, J.C.M.; Tivet, F.; Lal, R.; Briedis, C.; Hartman, D.C.; Santos, J.Z.; Santos, J.B. Long-term tillage systems impacts on soil C dynamics, soil resilience and agronomic productivity of a Brazilian Oxisol. **Soil and Tillage Research**, v.136, p.38-50. 2014.

Shapiro, S.S.; Wilk, M.B. Na analysis of variance test for normality. **Biometrika**, v.52, n.3/4, p.591-611, dez. 1965.



## **RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO E INTERVALO HÍDRICO ÓTIMO DE UM SOLO ARENOSO SOB CULTURAS DE COBERTURA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO CULTIVADO COM ALGODOEIRO**

Pedro Luan Ferreira da Silva, Antônio Marcos de Azevedo Batista, Camila Pereira Cagna, Caroline Honorato Rocha, Fábio Rafael Echer, Cássio Antonio Tormena

### **PROBLEMÁTICA**

A demanda global por fibras e proteínas resultou na incorporação de novas áreas expandindo a agricultura intensiva para solos arenosos. No Brasil, por exemplo, tem havido forte expansão da cotonicultura em solos arenosos, destacando-se as áreas de produção nos estados de Mato Grosso e Bahia. Contudo, os solos arenosos apresentam limitações como reduzido teor de matéria orgânica, fraco desenvolvimento estrutural, reduzido armazenamento e disponibilidade de água, baixa capacidade de troca catiônica e elevada decomposição de matéria orgânica. O sistema de plantio fundamentado na diversificação de culturas com elevada produção de biomassa, na mínima mobilização do solo e na manutenção da cobertura do solo pode amenizar estas limitações e tornar a cotonicultura uma atividade sustentável em solos arenosos.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

Globalmente, os solos arenosos ocupam uma área de aproximadamente 4.990 mil hectares e são caracterizados por possuírem teor de areia superior a 50% e teor de argila < 20% na camada arável de 0-30 cm de profundidade (Huang e Hartemink, 2020). No Brasil, os solos arenosos (Neossolos, Argissolos, Latossolos, Planossolos) estão localizados, em sua maioria, nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, chegando a representar 20% da fronteira agrícola conhecida como MATOPIBA (Donagemma et al., 2016). Contudo, as limitações físicas, químicas e biológicas apresentadas pelos solos arenosos podem interferir na sua utilização para o cultivo agrícola em regiões tropicais, devido, principalmente, a sua baixa capacidade de retenção de água (Di Raimo et al., 2022). Segundo esses autores, a capacidade do solo em reter água é um dos mais importantes fenômenos da natureza e, por estar diretamente relacionada à disponibilidade às plantas, a redução tende a retardar o crescimento, a reprodução dos vegetais, a fixação de carbono, a ciclagem de nutrientes e a taxa fotossintética (Minasny e McBratney, 2018). Entender o comportamento de alguns processos e propriedades que ocorrem nesses solos é crucial para a definição de estratégias sustentáveis de uso e manejo do solo, que possam trazer sucesso para a produção agrícola. Dentre essas propriedades, a resistência do solo à penetração (RP) e o Intervalo Hídrico Ótimo (IHO) têm se destacado por estarem diretamente relacionadas ao desenvolvimento da cultura, e podem ser facilmente modificadas pelas práticas e manejo do solo. O IHO é um parâmetro que incorpora, numa faixa de conteúdo de água, as limitações ao crescimento das plantas por aeração, água disponível e RP (Tormena et al., 1998). A amplitude do IHO indica a magnitude com que a condição estrutural do solo restringe a qualidade deste às plantas (Tormena et al., 2007). Nesse sentido, o trabalho

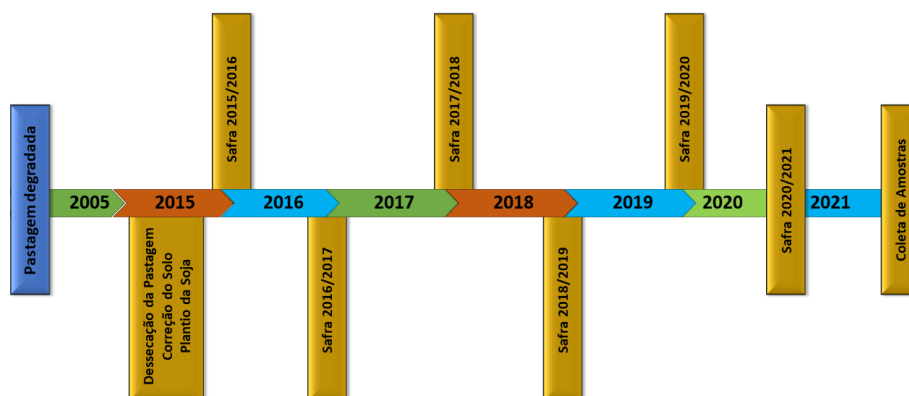




teve por objetivo avaliar a RP do solo e verificar o efeito de diferentes valores de RP crítica (RPc) na disponibilidade de água às plantas estimada pelo IHO.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi implantado no ano de 2015 em área da Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), em Presidente Bernardes, São Paulo (22°17'22" S, 51°40'51" W; 401 m alt.). Segundo a classificação de Köppen, o clima do local é caracterizado como de transição entre megatérmico úmido-subúmido (Aw) e mesotérmico úmido-subúmido (Cfa), com inverno seco e verão quente e úmido (Braido; Tommaselli, 2010). A umidade relativa do ar anual é em média de 65,1%, precipitação e temperatura média anual 1558 mm e 24,3°C, respectivamente (Barbosa, 2020). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (Santos et al., 2018), de classificação textural areia franca, com 835, 22 e 143 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente. O experimento foi implantado em parcelas experimentais com dimensões (15 x 9 m), em delineamento experimental de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições: T1 Gramínea (*Urochloa ruziziensis*); T2 Gramínea + Gramínea (*U. ruziziensis* + Milheto); T3 Gramínea + Leguminosa (Milheto + Mucuna); T4 Mix (*U. ruziziensis* + Milheto + Mucuna) e T5 Pousio (com manejo de plantas daninhas). Nos últimos 17 anos a área experimental foi conduzida conforme linha do tempo apresentada na Figura 1.



**Figura 1.** Condução da área experimental ao longo dos anos. 1° Safra (Cultura de interesse comercial); 2° Safra (Culturas de Cobertura).

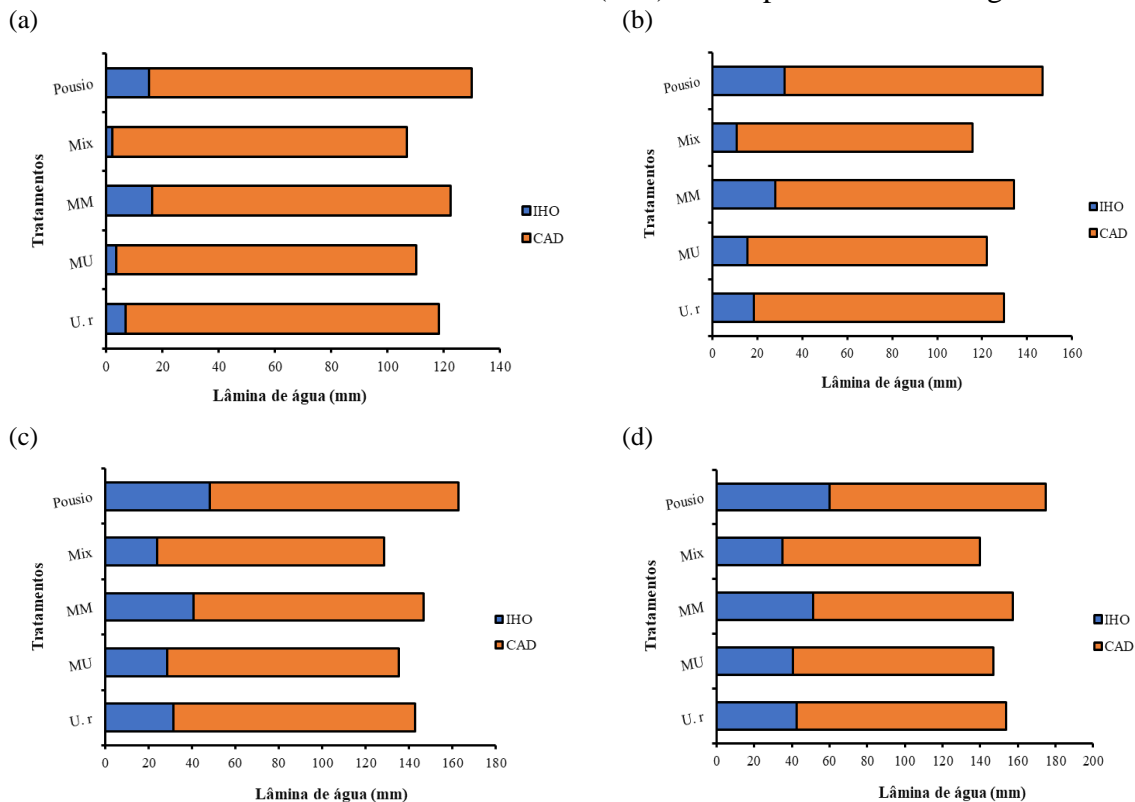
A coleta de amostras de solo com estrutura indeformada ocorreu logo após a colheita do algodão, em junho de 2020, utilizando cilindros metálicos com volume de 220 cm<sup>3</sup>, retirando amostras nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade. O IHO do solo foi determinado de acordo com o método descrito por Moreira et al. (2014). O teor de água na capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ; m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) foi estimado pela umidade do solo no potencial de -60 hPa (Moura et al., 2021). O teor de água equivalente ao ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ; m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) foi determinado por psicrometria utilizando o equipamento *Dewpoint Potential Meter* (WP4-T) pesando 10 gramas de solo, sendo determinado no potencial de -15.000 hPa (Savage et al., 1996). O teor de água no qual o solo apresenta 10% de poros livres ( $\theta_{PA}$ ; m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) foi determinado de acordo com Grable e Siemer (1968). A densidade do solo foi determinada conforme descrito por Blake e Hartge (1986). Simulou-se 4 níveis de resistência à penetração crítica do solo (RPc = 1,5;



2,0; 2,5 e 3,0 MPa) de forma a avaliar os efeitos sobre a disponibilidade de água às plantas. Para o teor de água para a RPC utilizou-se a inversão de um modelo matemático não linear proposto por Busscher (1990). A resistência do solo à penetração em campo foi realizada em fevereiro de 2022 utilizando um penetrômetro eletrônico, obtendo-se medidas até a camada de 60 cm de profundidade, com coleta de dados a cada 10 mm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capacidade de água disponível (mm) e o efeito dos diferentes níveis de RPC do solo sobre o intervalo hídrico ótimo do solo (mm) estão apresentados na Figura 2.

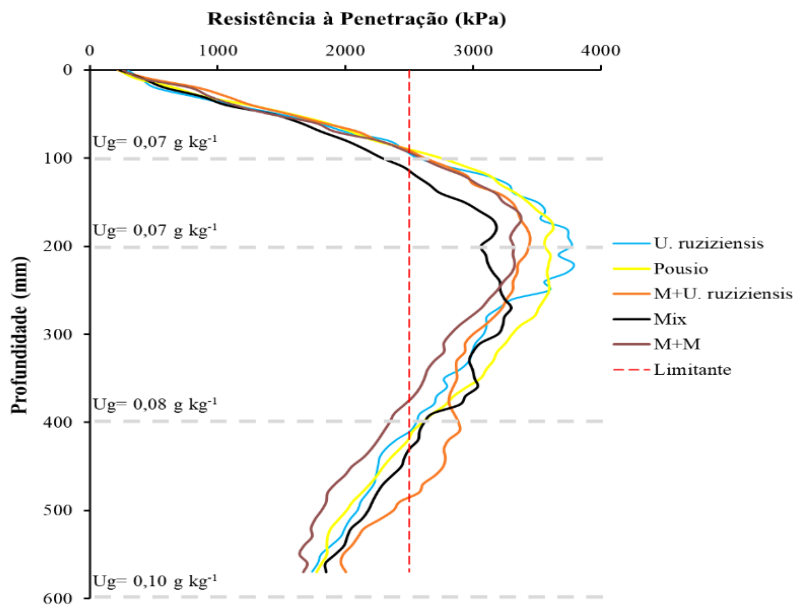


**Figura 2.** Capacidade de água disponível (CAD) e intervalo hídrico ótimo (IHO) em Latossolo sob SPD antecedente à cultura do algodoeiro. RPC de a) 1,5; b) 2,0; c) 2,5 e d) 3,0 MPa. MM- Gramínea + Leguminosa; MU- Gramínea+Gramínea; Ur- Gramínea.

O menor valor do IHO foi observado na RPC de 1,5 MPa (Figura 1 a), com destaque para os tratamentos Mix e MU onde os valores médios foram 1,98 e 3,47 mm, respectivamente. Esse resultado demonstra que a adoção de valores baixos de RP reduz a disponibilidade de água, uma vez que a resistência do solo à penetração torna-se limitante ao crescimento das raízes em elevados teores de água. Com o aumento da RPC em 0,5 MPa, notou-se um leve incremento no IHO (Figura 1 b), tendência essa que se manteve até a RPC de 3,0 MPa (Figura 1 d). O aumento da RPC implica em poder ocorrer maior secamento do solo até que a RP se torne limitante ao crescimento das raízes. É importante destacar que na RPC de 1,5 MPa o IHO representou apenas 8,02% da CAD, enquanto que em 2,0 MPa esse percentual aumentou para 19,18%, ou seja, um incremento de 12,2 mm. Nas RPC de 2,5 e 3,0 MPa o percentual do IHO sobre a CAD representou 31,55 e 41,98%, demonstrando, dessa forma, que a RP impõe limitação à disponibilidade de água no solo,

fato este constatado na maioria dos estudos que utilizam o IHO como indicador da qualidade física dos solos (Tormena et al., 1998).

Na Figura 2 estão apresentados os valores médios de resistência do solo à penetração em campo (RP<sub>campo</sub>) e os valores de umidade do solo durante a obtenção das medidas. Impedimento físico pode ser verificado na camada de 10 a 40 cm de profundidade.



**Figura 2.** Resistência do solo à penetração em campo num Latossolo arenoso sob SPD sob diferentes culturas de cobertura antecedente à cultura do algodoeiro. MM- Gramínea + Leguminosa; MU- Gramínea+Gramínea; Ur- Gramínea.

Os resultados obtidos demonstram que os valores de RP nas camadas de 0-10 e 40-60 cm de profundidade apresentaram-se próximos a 2,5 MPa, valor esse considerado limitante para o crescimento das raízes do algodoeiro. Nas camadas de 10-20 e 20-40 cm de profundidade, os valores de RP > 2,5 MPa foram constatados, sugerindo forte limitação ao crescimento das raízes. No tratamento *U. ruziziensis* a RP mostrou-se superior aos demais tratamentos avaliados nas camadas de 10-20 e 20-40 cm de profundidade (Figura 2). No tratamento Mix, verificou-se menores valores de RP quando comparado aos demais tratamentos na camada de 0-30 cm de profundidade, sugerindo que a mistura de plantas de cobertura é uma estratégia benéfica para a melhoria da qualidade física de solos arenosos com limitações físicas. A limitação física observada na camada de 10-40 cm de profundidade pode comprometer o acesso das raízes das plantas ao conteúdo de água estocado em subsuperfície. É conhecido que em locais onde há impedimento físico, as raízes tendem a se desenvolver em superfície, geralmente na camada de 0-10 cm de profundidade, tornando a cultura suscetível ao estresse hídrico. Os valores médios de umidade gravimétrica do solo praticamente não diferiram entre os tratamentos avaliados mantendo-se ao redor de 0,10 kg kg<sup>-1</sup>.



## APLICAÇÃO PRÁTICA

A maior resistência do solo à penetração, relacionada com a compactação, inibe fortemente o crescimento das raízes e o acesso à água no solo, como indicado pela forte redução da disponibilidade hídrica sob a influência da RP. Foi identificado no campo, pela medida da RP, compactação na camada de 10-40 cm de profundidade, o qual pode comprometer a utilização dessa água pelas plantas, especialmente em períodos de deficiência hídrica “veranicos”. A utilização de Mix de plantas de cobertura contribui para a redução do estado de compactação do solo de 10 até 25 cm de profundidade, promovendo melhorias na qualidade física do solo.

## LITERATURA CITADA

Barbosa, A. M. **Caracterização climática de Presidente Prudente- SP**. Presidente Prudente: UNOESTE, 2020. 6p. (Boletim Agrometeorológico).

Busscher, W. J. Adjustment of flat-tipped penetrometer resistance data to a common water content. **Transactions of American Society of Agricultural Engineers**, v. 33, n.2, p. 519-524, fev. 1990.

Blake, G.R.; Hartge, K.H. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.). **Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods**, 2. Ed. Madison: American Society of Agronomy/ Soil Science Society of America, 1986.p. 363-382.

Braido, L.M.H.; Tommaselli, J.T.G. Caracterização climática e dos anos extremos (chuvoso e seco): Seus efeitos na produção de cana-de-açúcar, milho e soja para a região do Pontal do Paranapanema- SP. **Revista Formação**, v. 1, n. 17, p. 13-34, jun. 2010.

Di Raimo, L.A.L.; Couto E.G.; Demmattê, J.A.M. et al. Sand fractions micromorphometry detected by Vis-NIR-MIR and its impact on water retention. **European Journal of Soil Science**, v. 73, n. 2, e13227, mar./abr. 2022.

Donagemma, G. K.; Freitas, P. L.; Balieiro, F. C. et al. Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1003-1020, set. 2016.

Grable, A.R.; Siemer, E.G. Effects of bulk density, aggregate size, and soil water suction on oxygen diffusion, redox potential and elongation of corn roots. **Soil Science Society of America Journal**, v. 32, n. 2, p. 180-186, mar./abr. 1968.

Huang, J.; Hartemink, A. E. Soil and environmental issues in sandy soils. **Earth-Science Reviews**, v. 208, n. 1, e103295, set. 2020.

Minasny, B.; McBratney A.B. Limited effect of organic matter on soil available water capacity. **European Journal of Soil Science**, v. 69, n. 1, p. 39-47, jan. 2018.



Moreira, S.G.; Lupo, R.M.; Lima, C.G. et al. Massa seca e macronutrientes acumulados em plantas de milho cultivadas sob diferentes plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13. n. 2, p. 218-231, maio, 2014.

Moura, M.S.; Silva, B.M.; Mota, P.K. et al. Soil management and diverse crop rotation can mitigate early-stage no-till compaction and improve least limiting water range in a Ferralsol. **Agricultural Water Management**, v. 243, 106523, jan. 2021.

Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 5. ed. Brasília, Embrapa, 2018. 356p.

Savage, M.J.; Ritchie, J.T.; Bland, W.L.; Dugas, W.A. Lower limit of soil water availability. **Agronomy Journal**, v. 88, n. 4, p. 644-651, jul.-ago. 1996.

Tormena, C.A.; Araújo, M.A.; Fidalski, J.; Costa, J.M. Variação temporal do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho distroférico sob sistemas de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 2, p. 211-219, abr. 2007.

Tormena, C.A.; Silva, A.P.; Libardi, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p. 573-581, dezembro, 1998.





## PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E TEOR DE MACRONUTRIENTES DOS CAPINS ARUANA E MOMBAÇA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO

Lorryne Guimarães Bavaresco; Juliana de Carvalho Ferreira; Tiago Benedito dos Santos; Alessandra Ferreira Ribas

### PROBLEMÁTICA

As pastagens são a principal fonte de alimentação do rebanho bovino brasileiro, cerca de 85% da carne bovina é produzida à pasto, cuja área total compreende a 165,2 milhões de hectares (ABIEC, 2021). A utilização de gramíneas mais produtivas e com maior qualidade nutricional trouxe aumentos na capacidade de suporte das pastagens e melhorou o desempenho dos bovinos. No entanto, a degradação das pastagens é o principal fator que compromete a pecuária e abrange grande parte das áreas cultivadas no Brasil (DIAS-FILHO, 2014).

O fósforo (P) é um macronutriente importante no desenvolvimento do sistema radicular e no perfilhamento das espécies gramíneas (COSTA *et al.*, 2017). A maioria dos solos tropicais apresentam baixa disponibilidade de fósforo, devido principalmente ao material de origem e à adsorção desse nutriente a partículas de argila e a óxidos de ferro e alumínio (SHEN *et al.*, 2011). A falta de informações em relação às necessidades nutricionais das espécies forrageiras dificulta o estabelecimento e a reposição dos nutrientes extraídos pelas plantas ao longo do seu desenvolvimento. Portanto, o conhecimento da demanda de nutrientes de cada cultivar é essencial para a recuperação de áreas degradadas e aumento da produtividade das pastagens.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

A gramínea *Megathyrsus maximus* (sin. *Panicum maximum* Jacq.) é uma espécie forrageira perene, propagada por sementes, que apresenta alta capacidade de produção, valor nutritivo elevado e ampla adaptabilidade a condições climáticas, no entanto, é exigente em fertilidade do solo. Esta chega a ocupar 10% da área de pastagens no Brasil, porém, a ampliação da área muitas vezes é limitada pela degradação e manejo inadequado dos solos (JANK *et al.*, 2014).

Dentre as cultivares comerciais a Aruana tem como principais características porte baixo, alta capacidade de perfilhamento e rápida rebrota que permitem boa cobertura do solo, evitando o surgimento de pragas e auxiliando no controle da erosão. O capim Aruana apresenta menor potencial de produção, atingindo entre 18 a 21 t de matéria seca ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo utilizada em sistemas de produção de ovinos, bovinos de corte e de leite e criação de cavalos (DUARTE, 2011; SILVA; BORTOLINI, 2012). Em contrapartida, a cultivar Mombaça se destaca entre as forrageiras por apresentar porte alto e alta produtividade, podendo atingir 40 t de matéria seca ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Além disso, essa cultivar possui maior capacidade de suporte e responde bem ao aumento de fertilidade do solo, sendo utilizada em sistemas intensivos de produção de bovinos (MACHADO *et al.*, 2010). Dessa forma, entender o comportamento dessas gramíneas e suas exigências nutricionais são importantes para o manejo de adubação e produção de forragem.



## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período da primavera de 2020, na Universidade do Oeste Paulista, em Presidente Prudente - SP. A semeadura das cultivares de *M. maximus*: cv. Aruana e cv. Mombaça, foi realizada em bandejas plásticas, contendo substrato (Carolina soil®) autoclavado. As mudas com 23 dias de idade, foram transferidas para vasos de plástico, contendo 1,8 L de solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950), com metade da concentração padrão. Cada vaso conteve três mudas que foram fixadas no topo do vaso pelo uso de espuma sintética.

As plantas cresceram em hidroponia por sete dias e depois foram submetidas a três níveis de fósforo 6,25; 31,25 e 156,25 mg dm<sup>3</sup>, equivalentes a baixa, média e alta concentração de P no solo (PEREIRA *et al.*, 2018). Os demais nutrientes seguiram a concentração padrão de Hoagland e Arnon (1950). A solução nutritiva foi continuamente aerada e renovada uma vez por semana. As plantas permaneceram 15 dias nos diferentes níveis de P, sob temperatura  $\pm 25$  °C e umidade relativa de 70%. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial (2x3), com três repetições.

As plantas foram coletadas ao final do experimento e a massa seca da parte aérea foi obtida após secagem em estufa a 65 °C, até atingir peso constante. Posteriormente, as amostras foram trituradas e submetidas a análise nutricional, para a determinação da concentração de macronutrientes na parte aérea, conforme proposto por Malavolta *et al.* (1997). Os resultados obtidos foram analisados no programa R Development Core Team (2021). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre as cultivares e os níveis de fósforo na solução nutritiva para a maioria das variáveis, exceto para o teor de potássio (K) na parte aérea (Tabela 1). A cv. Mombaça produziu duas vezes mais massa seca da parte aérea (MSPA), em relação a cv. Aruana. Além disso, o teor de fósforo (P) foi maior na cv. Mombaça, enquanto, os demais nutrientes não apresentaram diferença entre as cultivares (Tabela 1). As plantas sob níveis médio e alto de fósforo tiveram ganhos de 30% e 44%, respectivamente, na produção de MSPA (Tabela 1). O alto nível de fósforo na solução aumentou os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea das plantas (Tabela 1).

A maior disponibilidade de fósforo no solo permite maior crescimento foliar e radicular, devido esse nutriente atuar no metabolismo, respiração, fotossíntese e na divisão celular, favorecendo a absorção de água e nutrientes pelas plantas (COSTA *et al.*, 2017). Portanto, o acúmulo desses nutrientes na parte aérea das gramíneas, pode impactar positivamente na nutrição animal, suprimindo os minerais essenciais ao desenvolvimento dos animais.

**Tabela 1.** Produção de massa seca e teor de macronutrientes na parte aérea dos capins Aruana e Mombaça, em função de níveis de fósforo na solução nutritiva.

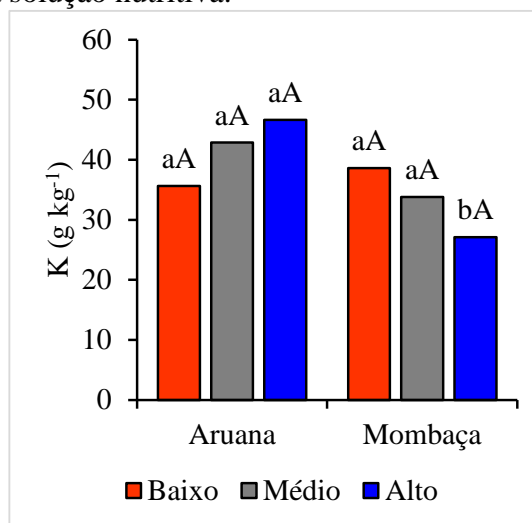


Tratamentos	MSPA g planta <sup>-1</sup>	N	P	Ca	Mg	S
Cultivares						
Aruana	6,14 b	29,44 a	6,32 b	20,82 a	10,00 a	2,03 a
Mombaça	12,21 a	31,17 a	6,86 a	22,13 a	9,91 a	2,01 a
Níveis de fósforo						
Baixo	7,37 b	31,12 ab	1,60 c	17,52 b	7,10 b	1,67 b
Médio	9,57 a	28,40 b	4,91 b	20,00 b	8,88 b	1,92 b
Alto	10,59 a	31,40 a	13,25 a	26,92 a	13,88 a	2,48 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

A maior exigência nutricional das cultivares Aruana e Mombaça foi de K, seguida por N, Ca, Mg, P e S. O teor de K na parte aérea da cv. Mombaça foi menor que a cv. Aruana quando cultivadas em alto fósforo (Figura 1). Isso mostra que a cv. Mombaça é menos exigente em K em relação a cv. Aruana, quando a disponibilidade de P aumenta na solução.

**Figura 1.** Teor de potássio (K) na parte aérea dos capins Aruana e Mombaça, em função de níveis de fósforo na solução nutritiva.



Médias seguidas por letras minúsculas comparam as cultivares e maiúsculas comparam os níveis de fósforo. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## APLICAÇÃO PRÁTICA

O fornecimento de 156,25 mg dm<sup>3</sup> de fósforo aumentou a produção de massa seca das cultivares de capim e proporcionou maior concentração de macronutrientes na parte aérea como N, P, Ca, Mg e S, melhorando a qualidade nutricional das gramíneas. Portanto, à medida em que se aumenta a produção de biomassa, maior é a capacidade de extração e exportação desses nutrientes pelas plantas forrageiras. Nesse contexto, para o manejo adequado da adubação, visando o alcance e a manutenção do potencial produtivo das



pastagens, deve ser levado em consideração a demanda de nutrientes exportados pela planta, a expectativa de produtividade e a quantidade de nutrientes disponíveis no solo.

### AGRADECIMENTOS

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES

### LITERATURA CITADA

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes Bovinas. Beef Report - Perfil da Pecuária no Brasil; 2021. Acesso em 10 Ago. 2021. Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/>.

COSTA N. L. *et al.* Acúmulo de forragem e morfogênese de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sob níveis de fósforo. **Pubvet.**, v. 11, n. 11, p. 1163-1168, 2017.

DUARTE A. L. M. Pastos de capim aruana para ovinos. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 2, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA. Doc. 402, 36 p. 2014.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The Water-Culture Method for Growing Plants without Soil. California Agri. Experiment Station, Circular-347, v. 347 n. 2, 32 p., 1950.

JANK, L. *et al.* The value of improved pastures to Brazilian beef production. *Crop and Pasture Science*, v. 65, n. 11, p. 1132–1137, 2014.

MACHADO, L. A. Z. *et al.* Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens para gado de corte. In: PIRES, A. V. (Ed.). *Bovinocultura de corte*. Piracicaba: FEALQ, p. 375-417, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 304 p. 1997.

PEREIRA, L. E. T. *et al.* Recomendações para correção e adubação de pastagens tropicais. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, Pirassununga, 56 p., 2018.

R Development Core Team. A Language and Environment for Statistical Computing; Version 4.1.0.; R Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria, 2021. Disponível em: <https://www.r-project.org/> (acesso em 19 nov. 2021).

SHEN, J. *et al.* Phosphorus Dynamics: From Soil to Plant. **Plant Physiology**, v. 156, n. 3, p. 997-1005, jul. 2011.

SILVA, J. L. S. da; BORTOLINI, F. Forrageiras de verão. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012.



## AJUSTANDO A RECOMENDAÇÃO DA ADUBAÇÃO COM BORO NO AMENDOIM

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro, Isadora Lyria de Alencar Bassanezi,  
Leonardo Vesco Galdi, Gustavo Ricardo Aguiar Silva, Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

Nos últimos anos no Brasil as cultivares de porte ereto de amendoim, que tinham baixas produtividades (2 a 3 t ha<sup>-1</sup>) foram substituídas por cultivares de porte rasteiro tipo runner que têm altas produtividades (5 a 7 t ha<sup>-1</sup>). As cultivares antigas eram pouco responsivas à adubação e raramente eram reportados incrementos de produtividade com aplicação de micronutrientes, incluindo o boro. Dessa forma devido a maior produtividade as cultivares modernas a exigência nutricional aumentou, incluindo o boro, que demanda estudos para ajustar doses, fontes, épocas e modo de aplicação.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O boro é o micronutriente mais limitante à produtividade das culturas no Brasil, principalmente das dicotiledôneas. Entre as dicotiledôneas, atenção maior deve ser dada ao amendoim, cultura que tem alta demanda por boro e é cultivada principalmente em solos arenosos com baixo teor de matéria orgânica e boro (Mantovani et al., 2013; Betiol et al., 2020a). A nutrição adequada com boro melhora as relações hídricas, crescimento radicular, transporte de carboidratos, germinação dos grãos de pólen, crescimento do tubo polínico e qualidade de sementes (Mantovani et al., 2013; Betiol et al., 2020a; Betiol et al., 2020b). A deficiência de boro no amendoim causa abscisão de flores, má formação de vagens e enchimento de grãos, resultando em baixa produtividade (Singh et al., 2017).

As cultivares modernas de porte rasteiro tipo runner de alto potencial produtivo (5 a 7 t ha<sup>-1</sup>) representam mais 90% da área de cultivo no Brasil. Essas absorvem em torno de 400 g ha<sup>-1</sup> de B e exportam cerca de 120 g ha<sup>-1</sup> (Cordeiro & Echer, 2022, dados não publicados). Portanto, mesmo em solos com teor adequado de boro deve-se aplicar boro via fertilizantes para repor a exportação, para não resultar em balanço negativo de boro no solo.

Porém apesar de haver estudos pontuais que mostram benefícios da adubação boratada na produtividade do amendoim moderno (tipo *runner*), ainda não existe uma recomendação de boro para o amendoim em função da disponibilidade inicial no solo, fonte ou forma de aplicação. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar a produtividade do amendoim em função do manejo da adubação boratada.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Os experimentos foram conduzidos nas safras 2020/2021 e 2021/2022 no município de Regente Feijó, São Paulo, em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura arenosa. Os teores iniciais de boro na camada de 0-20 cm eram de





0,07 e 0,20 mg dm<sup>-3</sup>, nas safras 2020/2021 e 2021/2022, respectivamente. A precipitação, temperatura máxima e mínima durante a condução dos estudos estão na Figura 1.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas sub-divididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram alocados o manejo de boro via solo: sem boro; 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de B (via ácido bórico na semeadura); 1,5 e 3,0 kg ha<sup>-1</sup> B (via ulexita na semeadura); 1,5 e 3,0 kg ha<sup>-1</sup> B (via tetraborato de sódio na semeadura). Nas sub-parcelas, foram alocadas as doses de boro via foliar: 0, 400, 800 e 1200 g ha<sup>-1</sup> via ácido bórico aos 20, 27, 34 e 41 dias após a emergência via foliar. Foi aplicado ¼ da dose a cada aplicação. Cada parcela tinha 6 m de comprimento x 3,6 m de largura, totalizando área de 21,6 m<sup>2</sup>.

Em agosto de 2020 e 2021 realizou-se a calagem na dose de 1600 e 1000 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em setembro de 2020 e 2021 foi realizado o preparo convencional do solo. Em 21/11/2020 e 22/11/2021 foi realizada a semeadura do amendoim, mecanicamente, com 25 sementes por metro e espaçamento de 0,73 x 17 m entre linhas (sistema de linha dupla), utilizando a cultivar Granoleico. 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. As aplicações via foliar foram realizadas com pulverizador pressurizado a CO<sub>2</sub>, com vazão de 200 L ha<sup>-1</sup>, com adjuvante.

Por ocasião da maturidade dos frutos, aos 119 (2020/2021) e 125 (2021/2022) dias após a emergência – 70% da vagens maduras (R8-R9), foram coletadas todas as plantas em um metro de cada uma das duas linhas centrais de cada unidade experimental (no centro da parcela) para avaliação da produtividade do amendoim em casca. A umidade dos grãos foi corrigida a 7% (padrão comercialização amendoim).

O estudo estatístico constou da 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 2020/2021 foi de 6300 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto na safra 2021/2022 foi 4980 kg ha<sup>-1</sup> de amendoim em casca (Figura 2). A maior produtividade em 2020/2021 pode ser explicada pela maior precipitação nessa safra (918 mm), enquanto que em 2021/2022 foi de 730 mm (Figura 1).

Na safra 2020/2021 quando foi aplicado boro via solo, independente da fonte ou dose, não houve necessidade de aplicar boro via foliar, e o incremento de produtividade foi de 1 ton ha<sup>-1</sup> ou 18% (média dos tratamentos via solo – comparado ao controle). Na ausência de adubação via solo foi necessário aplicar 800 g ha<sup>-1</sup> de B via foliar (parcelado em 4 aplicações), e houve incremento de 600 kg ha<sup>-1</sup> (10%) em relação ao controle (Figura 2a).

Na safra 2021/2022, mesmo com aplicação de 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de B via ácido bórico, tetraborato de sódio ou ulexita, foi necessário aplicar 400 g ha<sup>-1</sup> de boro via foliar para obter a máxima produtividade. Porém com 3 kg ha<sup>-1</sup> via solo, independentemente da fonte, não houve necessidade de aplicação de boro via foliar. Na ausência de adubação via solo, a aplicação foliar (400 g ha<sup>-1</sup>) aumentou a produtividade do amendoim em 19% (800 kg ha<sup>-1</sup> de amendoim em casca) (Figura 2b). Nas duas safras a associação de boro via solo com alta dose via foliar (maior que 400 g ha<sup>-1</sup>) reduziu a produtividade do amendoim.



## APLICAÇÃO PRÁTICA

A máxima produtividade de amendoim foi atingida com a aplicação de boro via foliar entre 400 g ha<sup>-1</sup> (solo com teor inicial de B de 0,20 mg dm<sup>-3</sup>) e 800 g kg<sup>-1</sup> (solo com teor inicial de B de 0,07 mg dm<sup>-3</sup>) e via solo de 1,5 (ácido bórico) a 3,0 kg ha<sup>-1</sup> (tetraborato de sódio e ulexita) via solo. Atenção para altas doses de B via foliar, principalmente se associada a aplicação de boro via solo, pois pode haver redução de produtividade, devido a toxicidade de boro.

Os experimentos apresentam três opções de manejo do boro no amendoim para os produtores de amendoim: Primeira opção: aplicar boro via solo a lanço com ulexita ou tetraborato de sódio, dose 3 kg ha<sup>-1</sup> de B. Segunda opção: aplicar 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de B com ácido bórico junto com a calda do herbicida pré-emergente. Terceira opção: aplicar boro via foliar com dose entre 400 e 800 g ha<sup>-1</sup>, parcelada em quatro aplicações.

## AGRADECIMENTOS

À empresa ICL<sup>®</sup> pelo financiamento do estudo. Ao produtor rural Helder Lamberti pela disponibilidade de parceria para condução do ensaio em sua propriedade.

## LITERATURA CITADA

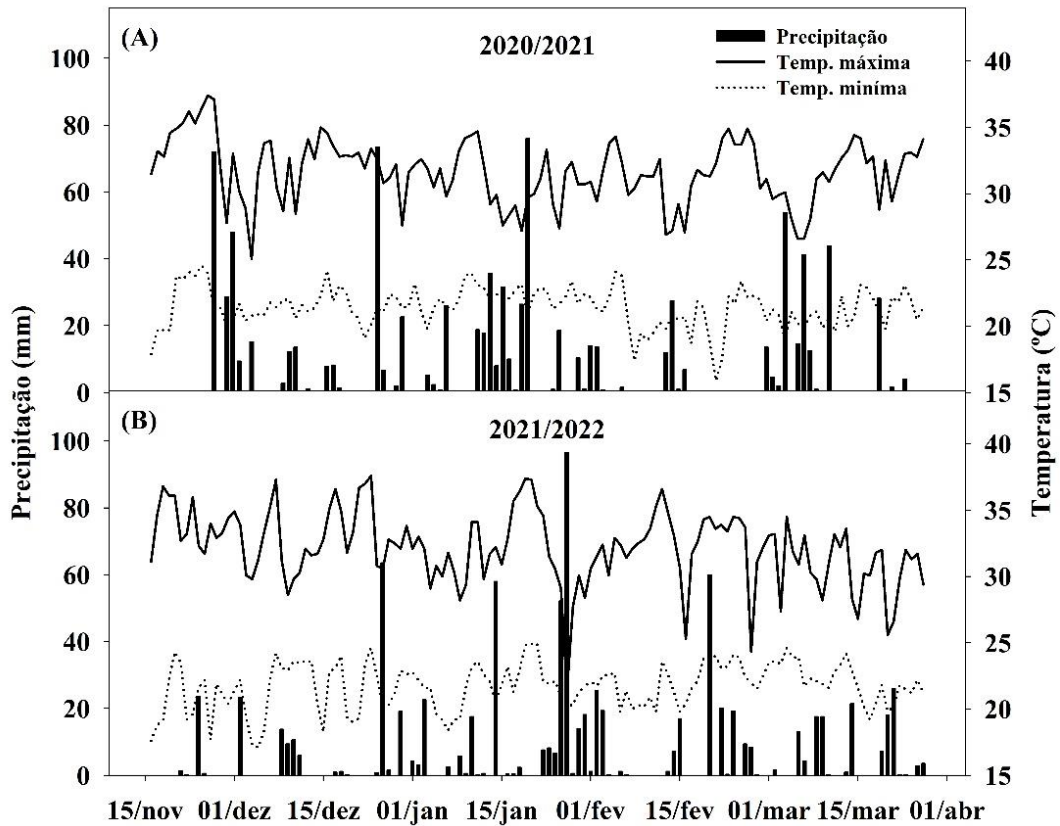
Betioli, R. A. B., Vitti, G. C., Heuert, J., & Xavier, M. F. N. (2020). Efeitos da aplicação foliar de doses de boro no amendoim. *South American Sciences* ISSN 2675-7222, 1(2), e2072-e2072. <https://doi.org/10.17648/sas.v1i2.72>

Nakagawa, J., Rosolem, C.A. O amendoim: Tecnologia de Produção. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, Botucatu. 2011. 167p.

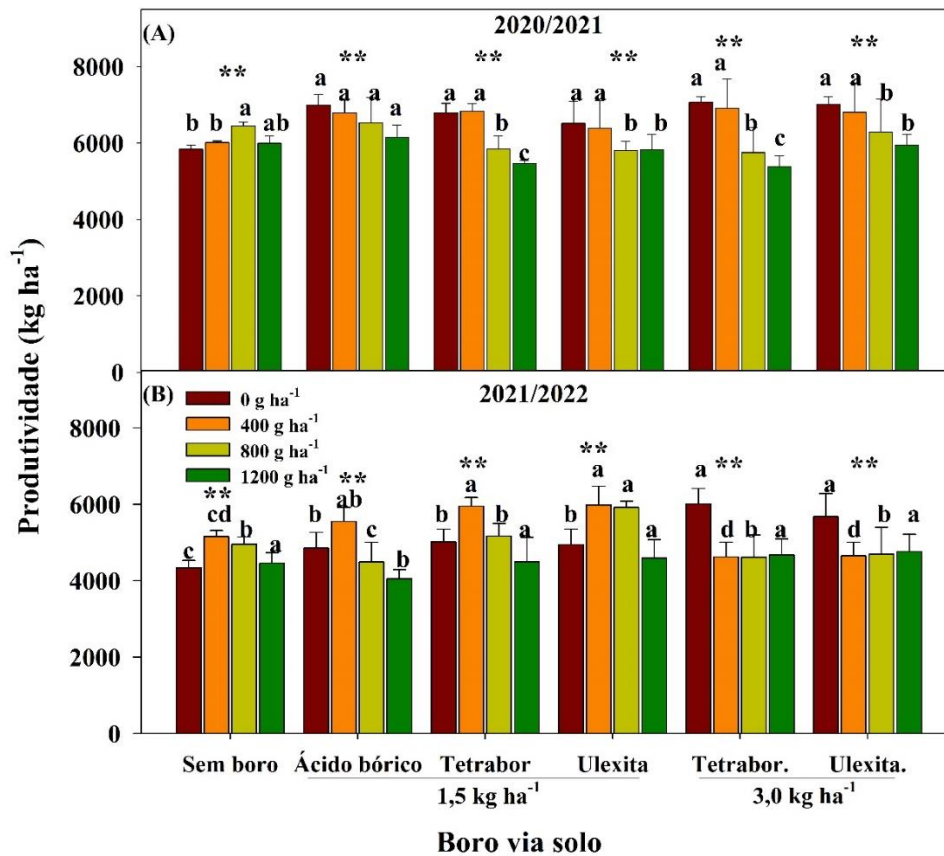
Mantovani, J. P. M., Calonego, J. C., & Foloni, J. S. S. (2013). Adubação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos da cultura do amendoim. *Revista Ceres*, 60, 270-278. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000200017>

Singh, A. L., Jat, R. S., Zala, A., Bariya, H., Kumar, S., Ramakrishna, Y. S., Singh, I. M. Scaling-up of boron sources for yield and quality of large seeded peanut cultivars under varied agro-ecological conditions in India. *Journal of Plant Nutrition*, 40(19), 2756-2767. 2017. <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1382522>

### FIGURAS E TABELAS



**Figura 1.** Precipitação, temperatura máxima e mínima, durante a condução dos estudos. Regente Feijó-SP.



**Figura 2.** Produtividade de amendoim em casca em função do manejo da adubação boratada via solo e foliar, safras 2020/2021 e 2021/2022. Letras comparam os tratamentos com aplicação de boro via solo. Asteriscos mostram o efeito da adubação foliar dentro de cada tratamento via solo.

**Tabela 1** – Recomendação de boro para cultura do amendoim em função do teor inicial de boro no solo, forma de aplicação e fonte utilizada.

Fontes de boro	Teor B - 0,07 mg dm <sup>-3</sup>		Teor B 0,20 mg dm <sup>-3</sup>	
	Aplicação via solo	Aplicação via foliar	Aplicação via solo	Aplicação via foliar
Ácido bórico	1,5 kg ha <sup>-1</sup>	800 g ha <sup>-1</sup> *	1,5 kg ha <sup>-1</sup>	400 g ha <sup>-1</sup> *
Ulexita	3,0 kg ha <sup>-1</sup>	--	3,0 kg ha <sup>-1</sup>	--
Tetraborato de sódio	3,0 kg ha <sup>-1</sup>	--	3,0 kg ha <sup>-1</sup>	--

\*Parcelado em quatro aplicações semanais, a partir dos 20 dias após a emergência.



## DIVERSIDADE DA MACROFAUNA EDÁFICA NO SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Gabriela Lozano Olivério Salvador, Milene Izilda Souza Coelho, Jonas Reina da Silva, Fernando Bertolim Fernandes, Alexandre Ribeiro Batista, Bianca Midori Souza Sekiya e Fabio Fernando de Araujo

### PROBLEMÁTICA

A fauna edáfica é composta por grande diversidade de organismos invertebrados, conferindo habilidade diferenciada na estratégia alimentar e diversas funções ecológicas no solo (Aquino *et al.* 2008), como a ciclagem de nutrientes, regulação das populações de bactérias e fungos, degradação da matéria orgânica, estímulo à atividade microbiana, estruturação física das partículas e da serapilheira, criação de bioporos, participação na dinâmica da água e da matéria orgânica do solo (Lavelle, 1996).

A caracterização e a qualidade do solo, são determinadas por diversos fatores edáficos (textura, estrutura, minerais predominantes, matéria orgânica, umidade, pH), cobertura vegetal, histórico da área, clima e o tipo de manejo desenvolvido. Estes fatores influenciam na composição, abundância, diversidade e na atividade biológica dos organismos presente no solo (Araujo *et al.* 2021; Nunes *et al.* 2019). Neste sentido, o conhecimento dos organismos presentes nos sistemas de produção se faz necessário, considerando a influência que exerce nas interações solo-planta.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Estudo realizado por Silva *et al.* (2008), mostrou que os sistemas com menor interferência antrópica teve maior abundância e riqueza da macrofauna do solo, além disso verificou que sistema integrado permite a recomposição da comunidade da macrofauna invertebrada do solo.

A macrofauna edáfica é um parâmetro de resposta rápida ao impacto dos tipos de sistemas de produção, isso possibilita seu uso como instrumento para avaliação de manejos sustentáveis nos sistemas agrícolas. Franco *et al.* (2016), mostrou mudanças no uso e manejo do solo, altera significativamente a abundância e diversidade de organismos da mesofauna e macrofauna do solo, assim como sua relação com os atributos físicos e químicos do solo, importantes para a avaliação da qualidade do sistema.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A área experimental se localiza na Fazenda Vó Altino em Caiuá/SP, pertencente ao Grupo Facholi, com precipitação média anual é de 1.154 mm e a temperatura média anual é de 22,8 °C, o solo é caracterizado como Latossolo Amarelo distrófico de textura arenosa (SANTOS *et al.* 2018). O experimento foi conduzido no sistema integração lavoura-pecuária. A área total do experimento foi 16,82 ha, com tamanho médio de cada parcela de 2 ha. O delineamento em blocos casualizados com três repetições dos tratamentos: T1: soja - *Urochloa brizantha* cv. Piatã; T2: Pastagem perene de *Urochloa*





*brizantha* cv. Piatã; T3: soja - *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás; T4: Pastagem perene de *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás; T5: soja- *Urochloa ruziziensis*; T6: soja – pousio (sistema convencional); T7: soja - pousio (sistema plantio direto).

As amostras de solo para avaliação da fauna foram coletadas em março de 2021, após a colheita da soja, pois espera-se maior atividade da macrofauna do solo e redução da variação da abundância (CUNHA NETO *et al.* 2012). Os monólitos de solo (ANDERSON e INGRAM, 1993) de 25 x 25 cm, à profundidade de 10 cm, foram coletados em cada unidade experimental e classificados de acordo com o Tropical Soil Biology and Fertility Institute (TSBF) (Figura 1).



**Figura 1** – Coleta de monólitos de solo. Fonte: Próprio autor.

Após a coleta, realizou-se a triagem manual (contagem e identificação dos organismos em grupos taxonômicos), com o auxílio de espátula e pinça (Figura 2). A abundância faunística foi estimada pelo número de indivíduos por m<sup>2</sup>, já a diversidade faunística foi estimada pela riqueza (número de grupos), pelo índice de diversidade de Shannon (H') e pela equitabilidade (E). O H' é calculado pela fórmula:  $H' = \sum_{i=1}^s . p_i . \log_2 (p_i)$ , sendo  $p_i$  = probabilidade de encontrar um número de indivíduos de um táxon no total de indivíduos. O índice de uniformidade é uma razão entre a diversidade calculada e a diversidade máxima:  $E = H' / \log_2 (s)$ , onde E representa a distribuição dos táxons e avalia o equilíbrio das populações. (FRANCO *et al.* 2016).



**Figura 2** – Triagem manual e contagem de organismos. Fonte: Próprio autor.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O táxon Coleoptera, apresentou indivíduos em todos os tratamentos, com destaque para o T7, diferente dos táxons Araneae e Dermaptera que apresentou indivíduos apenas nos tratamentos T7 e T3, respectivamente (Tabela 1). É sabido que os diferentes sistemas de manejo do solo influenciam a fauna edáfica. O sistema de ILP favorece as condições de microclima e a disponibilidade de alimento no solo e, assim é possível que novas populações se instaurem. No sistema convencional há menor diversidade de organismos devido à desestruturação do solo e à redução na quantidade de resíduos culturais (BALIN *et al.* 2017).

**Tabela 1** – Abundância da macrofauna do solo (m<sup>2</sup>).

Taxa	Nome comum	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Araneae	Aranha	0	0	0	0	0	0	16
Chilopoda	Centopéia	0	0	8	0	8	0	0
Coleoptera	Besouro	40	16	64	24	8	24	96
Dermaptera	Tesourinha	0	0	8	0	0	0	0
Formicidae	Formiga	0	0	0	16	40	0	8
Oligochaeta	Minhoca	32	8	72	40	24	0	16
Gastropoda	Caramujo	24	0	0	0	24	0	0
Hemiptera	Percevejo	0	32	40	56	8	0	0
Total geral		96	56	192	136	112	24	136

T1: soja - *Urochloa brizantha* cv. Piatã; T2: Pastagem perene de *Urochloa brizantha* cv. Piatã; T3: soja - *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás; T4: Pastagem perene de *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás; T5: soja- *Urochloa ruziziensis*; T6: soja – pousio (sistema convencional); T7: soja - pousio (sistema plantio direto).

Os parâmetros de avaliação da macrofauna do solo (Figura 3), apresenta o T6, com menor abundância, riqueza e com valores nulos para diversidade de equitabilidade. Isto pode ser explicado pelo tipo de manejo desenvolvido neste tratamento, com revolvimento de solo e ausência de palhada. Portilho *et al.* (2011), cita em seu trabalho que um equilíbrio dinâmico da fauna invertebrada do solo acontece melhor em sistemas de manejo mais sustentáveis. Com relação a abundância os tratamentos T1, T3 e T5, apresentaram valores mais elevados. Nas variáveis de riqueza, diversidade e equitabilidade não se encontrou diferenças, significativas, entre os tratamentos com ILP e, soja em sistema de plantio direto, apenas apresentaram diferenças quando comparados com o cultivo de soja no sistema convencional.

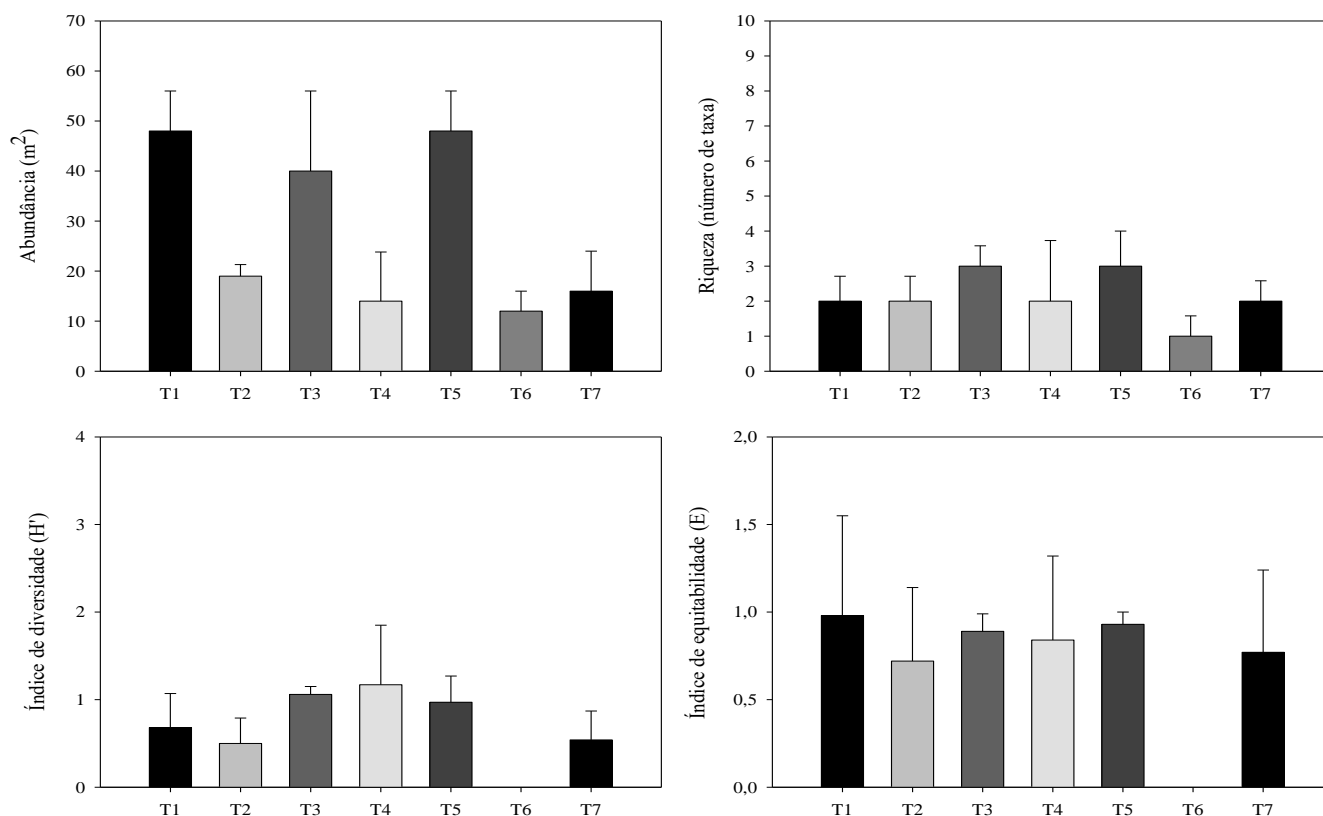


Figura 3: Parâmetros de avaliação da fauna edáfica, barras de erro denotam o desvio padrão da média. T1: soja - *Urochloa brizantha* cv. Piatã; T2: Pastagem perene de *Urochloa brizantha* cv. Piatã; T3: soja - *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás; T4: Pastagem perene de *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás; T5: soja- *Urochloa ruziziensis*; T6: soja – pousio (sistema convencional); T7: soja - pousio (sistema plantio direto).

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Os sistemas de cultivo sustentáveis, proporciona aumentos na qualidade do sistema solo-planta a longo prazo, esta melhoria de qualidade pode refletir nos atributos biológicos, como a macrofauna do solo e com isto melhorias no ecossistema. Neste sentido, as decisões de manejo do solo como o preconizado pela sistemas integrados, podem melhorar esse atributo no solo.

### AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à bolsa de Doutorado concedida a Gabriela L.O. Salvador e a bolsa de produtividade concedida a Fabio F Araujo. À Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE. À Universidade Estadual Paulista – UNESP.





LITERATURA CITADA

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods**. CAB International, Wallingford (1993).

ARAÚJO, E. C. G.; SILVA, T. C.; CHAGAS, K. P. T.; CUNHA NETO, E. M.; BEZERRA, J. C. F.; BORGES, C. H. A.; MARTINS, V. C.; SANQUETTA, C. R.; LIMA, T. V. Soil macrofauna in Brazil: a bibliometric review and state of the art. **Scientific Electronic Archives**, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 14-25, 26 fev. 2021. Scientific Electronic Archives. <http://dx.doi.org/10.36560/14320211296>.

ARAÚJO, V. S.; NOBRE, R. S.; MENDES, I. H. S. F.; CARVALHO, A. C. C.; SANTOS, C. M.; REZENDE, J. S. Efeito de usos e manejos agrícolas do solo no semiárido piauiense na macrofauna e carbono orgânico do solo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 161-172, maio 2021

AQUINO, A.M. de; SILVA, R.F. da; MERCANTE, F.M.; CORREIA, M.E.F.; GUIMARÃES, M. de F.; LAVELLE, P. Invertebrate soil macrofauna under different ground cover plants in the no-till system in the Cerrado. **European Journal of Soil Biology**, v.44, p.91-97, 2008.

BALIN, N. M.; BIANCHINI, C.; ZIECH, A. R. D.; LUCHESE, A. V.; ALVES, M. V.; CONCEIÇÃO, P. C. Fauna edáfica sob diferentes sistemas de manejo do solo para produção de cucurbitáceas. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 3, p. 74-84, set. 2017.

CUNHA NETO, F. V. D.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; LELES, P. S. D. S. Soil fauna as an indicator of soil quality in forest stands, pasture and secondary forest. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 36, n. 5, p. 1407-1417, nov. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832012000500004>.

FRANCO, A. L. C.; BARTZ, M. L. C.; CHERUBIN, M. R.; BARETTA, D.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; WALL, D. H.; DAVIES, C. A.; CERRI, C. C. Loss of soil (macro) fauna due to the expansion of Brazilian sugarcane acreage. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 563-564, p. 160-168, set. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.116>.

LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biol. Intern.*, 33:3-16, 1996.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO, A. S. F.; PESSOA, M. M. C.; SOUSA, R. S.; SILVA, J. D. C.; MATOS-FILHO, C. H. A. Edaphic fauna in a vegetation gradient in the Sete Cidades National Park. **Brazilian Journal Of Biology**, [S.L.], v. 79, n. 1, p. 45-51, jan. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.174135>.



PORTILHO, I. I. R.; CREPALDI, R. A.; BORGES, C. D.; SILVA, R. F.; SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1310-1320, out. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2011001000027>.

SANTOS, H. G.; JOCOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREARAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; FILHO, J. C. A.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5.ed. rev. ampli. Rio de Janeiro: **Embrapa**. 2018; 531p.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado agropecuária no Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, p. 725-731, 2008.