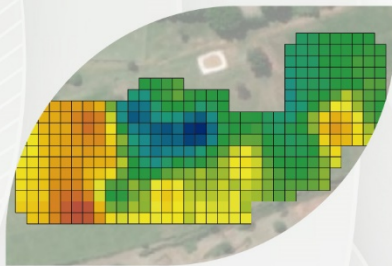


2020

# BOLETIM DE PESQUISA

## PPG - AGRONOMIA



# Unoeste



# BOLETIM DE PESQUISA

   /unoeste

**Maxwel Coura de Oliveira**

**André Ricardo Zeist**

**Fábio Rafael Echer**

**Editores**

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

**1ª Edição**

**PRESIDENTE PRUDENTE-SP, 2020**

**Unoeste**



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

Revisão e edição: Maxwell Coura de Oliveira, André Ricardo Zeist e Fábio  
Rafael Echer

Capa: Departamento de Comunicação – Unoeste

Editoração: NEAD – Unoeste

630  
B688d

Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia – Unoeste / Universidade do Oeste  
Paulista; editores: Maxwell Coura de Oliveira, André  
Ricardo Zeist, Fábio Rafael Echer. – 1. ed. (2020)-  
Presidente Prudente: Unoeste, 2020.

v.

Anual.

ISSN:

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

Catálogo na fonte: Michele Mologni – CRB 8/6204



## APRESENTAÇÃO

O Boletim de Pesquisa elaborado pelo Programa de Pós-Graduação e pelo curso Graduação em Agronomia, ambos mantidos pela Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), representa uma forma da sociedade se aproximar e aproveitar de informações pragmáticas que levam impactos no desenvolvimento econômico regional e nacional. Atualmente, o agronegócio brasileiro é certamente nosso símbolo de pujança, de inovação, de desenvolvimento tecnológico e de prosperidade nacional, resultado evidente de pura ciência aplicada ao campo.

Outra importância deste Boletim é que leva informação clara a todos os níveis de seu público, do pequeno ao grande produtor, passando pela indústria e pelo comércio, abordando culturas que cada vez mais estão sendo demandadas no mundo.

Gerar e aplicar conhecimento científico no campo, ajudando todo setor produtivo, é uma tarefa que exige muitos esforços. Por isso, temos que destacar o papel fundamental da universidade, em especial da UNOESTE que, baseada em critérios nacionais e internacionais de pesquisa avançada, sempre se identifica e ajuda a superar os desafios de nossa região, prezando pelo objetivo mais sublime de nos presentear com alimentos saudáveis em nossa mesa. Por isso, tenho a dizer que a UNOESTE muito se orgulha deste trabalho, e reconhece o esforço de todos os pesquisadores ou autores que puderam contribuir com sua experiência profissional. Parabéns! Nosso país precisa!

A ciência tem o seu tempo, a ciência tem o seu ritmo, a ciência tem o seu valor. Aplicar ciência é puro diferencial.

A todos e todas, desejo uma excelente leitura!

*Dr. Adilson Eduardo Guelfi*

*Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação e Extensão*



## PREFÁCIO

O Boletim de Pesquisa é uma feliz iniciativa do Programa de Pós-Graduação e Graduação em Agronomia da Unoeste. A publicação tem por objetivo a divulgação parcial ou integral de resultados de pesquisas conduzidas pelos docentes, discentes e funcionários do Curso. São trabalhos realizados nas linhas de pesquisa do Programa e envolvem Fisiologia e Tecnologia da Produção Vegetal; Genética e Melhoramento e Solos e Nutrição de Plantas especialmente com as principais culturas agrícolas desenvolvidas na região (soja, milho, sorgo, feijão, batata doce, algodão, pastagem e integração lavoura/pecuária). O Boletim apresenta uma linguagem simples, direta e objetiva, com o propósito de contribuir diretamente com os (as) engenheiros (as) agrônomos (as), técnicos, produtores, estudantes, cooperativas, revendas e profissionais que atuam diretamente no processo da produção agropecuária regional e nacional.

O desenvolvimento regional está diretamente relacionado com o sucesso do setor agropecuário. E o crescimento exige criatividade, inovação, coragem, determinação, dedicação, trabalho e muito conhecimento. Os resultados apresentados no Boletim trazem contribuições muito significativas para o avanço na qualidade das atividades desenvolvidas pela agropecuária regional.

Aproveitem, boa leitura e façam bom uso dos dados.

*Dr. Carlos Sérgio Tiritan – Coordenador*

*Dr. Fábio Rafael Echer – Vice-Coordenador*

*PPG-Agronomia – Gestão 2017-2020*



## LISTA DE AUTORES

Adalton Mazetti Fernandes, Pesquisador do Cerat – Unesp - Botucatu  
Agnaldo Cecatto, Engenheiro Agrônomo – Dalcin Consultoria  
Alberto Junior Torres Biscola, graduando em Agronomia, Unoeste  
Alessandra Ferreira Ribas, docente PPG-Agronomia Unoeste  
Alexandrius de Moraes Barbosa, docente do Curso de Agronomia Unoeste  
Amanda Carvalho Perrud, discente PPG-Agronomia Unoeste  
Amanda Silvia Custódio, graduanda em Engenharia Ambiental Unoeste  
André Dutra Silva Júnior, graduando em Agronomia, Unoeste  
Ana Flávia Rorato, graduanda em Agronomia, Unoeste  
André Ricardo Zeist, docente PPG-Agronomia Unoeste  
Beatriz Pelosi Jeronymo Azoia, egresso do Curso de Agronomia Unoeste  
Bruno Poloto Lopes, egresso do Curso de Agronomia Unoeste  
Caio Alves Toledo de Sá, graduando em Agronomia, Unoeste  
Carlos Felipe dos Santos Cordeiro, discente PPG-Agronomia Unoeste  
Carlos Sérgio Tiritan, docente PPG-Agronomia Unoeste  
Caroline Honorato Rocha, discente PPG-Agronomia Unoeste  
Ciro A. Rosolem, docente dos PPGs Agronomia da FCA/Unesp e Unoeste  
Daniel Rodrigues Rodela, discente PPG-Agronomia Unoeste  
Fábio Fernando de Araújo, docente PPG-Agronomia Unoeste  
Fábio Rafael Echer, docente PPG-Agronomia Unoeste  
Giuliano Carnevali Baltazar, egresso do Curso de Agronomia Unoeste  
Guilherme Dias Batista, discente PPG-Agronomia Unoeste  
Gustavo Ricardo Aguiar Silva, Graduando em Agronomia, Unoeste  
Helder Sampaio Ferrazza, Graduando em Agronomia, Unoeste  
Ivan K. Cabral, discente PPG-Agronomia Unoeste  
Jair Garcia Neto, discente PPG-Agronomia Unoeste  
Jaqueline Hafemann, graduanda em Agronomia, Unoeste  
José Henrique Verhalem, discente PPG-Agronomia Unoeste  
Julia Roberta Sanches De Pieri, graduanda em Agronomia, Unoeste  
Leonardo V. Galdi, discente PPG-Agronomia Unoeste  
Lucas Prado Osco, egresso do PPG- Agronomia Unoeste  
Luiz Gonzaga Esteves Vieira, docente PPG-Agronomia Unoeste  
Marcelo Raphael Volf, pós-doutorando PPG-Agronomia Unoeste  
Maria Clara Camargo, graduanda em Agronomia, Unoeste  
Murilo Henrique Souza Leal, graduando em Agronomia, Unoeste



# BOLETIM DE PESQUISA

   /unoeste

Nilson Rodrigues Junior, graduando em Agronomia, Unoeste  
Rafael Rebes Zilliani, egresso do PPG- Agronomia Unoeste  
Rafael Senna e Silva, egresso do Curso de Agronomia Unoeste  
Rodrigo Dias Vergara, discente PPG-Agronomia Unoeste  
Ronaldo Toshiaki Oikawa, discente PPG-Agronomia Unoeste  
Silviany Angelica Fernandes Silva, graduando em Agronomia, Unoeste  
Thiago Henrique Neves, Engenheiro Agrônomo – Fazenda Invernada - MT  
Tiago Benedito dos Santos, docente PPG-Agronomia Unoeste  
Vinicius José S. Peres, egresso do PPG- Agronomia Unoeste  
Viviane Cacefo, discente PPG-Agronomia Unoeste  
Wueslly de Melo Rufino da Silva, graduando em Agronomia, Unoeste



# BOLETIM DE PESQUISA

   /unoeste

## APOIO







## SUMÁRIO

<b><i>CARACTERIZAÇÃO AGROCLIMÁTICA DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP</i></b> .....	<b>10</b>
<b><i>PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM CONDIÇÕES DE SECA</i></b> .....	<b>14</b>
<b><i>DESENVOLVIMENTO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE</i></b> .....	<b>19</b>
<b><i>MELHORAMENTO GENÉTICO DO TOMATEIRO VISANDO O DESENVOLVIMENTO DE GENÓTIPOS TOLERANTES A SECA</i></b> .....	<b>24</b>
<b><i>PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE BATATA-DOCE DE POLPA LARANJA E AMARELA NA REGIÃO OESTE PAULISTA</i></b> .....	<b>28</b>
<b><i>INFERÊNCIA DE PROTEÍNA BRUTA EM PASTAGEM COM IMAGEM MULTIESPECTRAL E APRENDIZAGEM DE MÁQUINA</i></b> .....	<b>33</b>
<b><i>CRESCIMENTO DA SOJA EM FUNÇÃO DA INCORPORAÇÃO DE PALHADA DE UROCHLOA RUZIZENSES AO SOLO</i></b> .....	<b>38</b>
<b><i>CORREÇÃO DO PERFIL DO SOLO: ESTRATÉGIA PARA MELHORAR O AMBIENTE SOLO-PLANTA, AUMENTAR A PRODUTIVIDADE E LUCRATIVIDADE DA ATIVIDADE RURAL</i></b> .	<b>43</b>
<b><i>UROCHLOA RUZIZIENSIS AFETA O MANEJO DE POTÁSSIO NO ALGODÃO CULTIVADO EM SOLO ARENOSO</i></b> .....	<b>50</b>
<b><i>EFEITO DA POPULAÇÃO DE PLANTAS SOBRE A PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL</i></b> .....	<b>55</b>
<b><i>PRODUTIVIDADE DA SOJA EM ÁREA DE PRIMEIRO ANO EM FUNÇÃO DO PRÉ-CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA E ADUBAÇÃO NITROGENADA</i></b> .....	<b>59</b>
<b><i>PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS COM DIFERENTES DOSES E FONTES DE NITROGÊNIO</i></b> .....	<b>64</b>
<b><i>PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO EM RESPOSTA ÀS PLANTAS DE COBERTURA, ADUBAÇÃO POTÁSSICA E NITROGENADA</i></b> .....	<b>69</b>
<b><i>INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA SOJA CULTIVADA EM ÁREA PÓS PASTAGEM DEGRADADA E PÓS CULTIVO DE SOJA</i></b> .....	<b>74</b>
<b><i>PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA FIBRA DE CULTIVARES DE ALGODÃO EM RESPOSTA AO NITROGÊNIO E À DENSIDADE DE PLANTAS</i></b> .....	<b>81</b>
<b><i>EFEITO A ÉPOCA DE SEMEADURA SOBRE A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FIBRA DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO NO OESTE PAULISTA</i></b> .....	<b>86</b>



# BOLETIM DE PESQUISA

   /unoeste

<b>ADUBAÇÃO FOSFATADA NA BATATA-DOCE EM ÁREA COM BAIXA E ALTA DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO NO SOLO.....</b>	<b>91</b>
<b>PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FIBRA DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO NO OESTE PAULISTA – SAFRAS 2018/2019 E 2019/2020 .....</b>	<b>95</b>
<b>DEFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO PODE AFETAR O TRANSPORTE DE UREIA EM FEIJÃO (PHASEOLUS VULGARIS L.)? .....</b>	<b>100</b>
<b>NÚMERO DE GEMAS DAS RAMAS UTILIZADAS NO PLANTIO AUMENTAM A PRODUTIVIDADE COMERCIAL DA BATATA-DOCE .....</b>	<b>106</b>



## CARACTERIZAÇÃO AGROCLIMÁTICA DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP

Alexandrius de Moraes Barbosa

### PROBLEMÁTICA

O conhecimento das condições agroclimáticas de uma região pode auxiliar no manejo fitotécnico das culturas agrícolas de diversas maneiras, como por exemplo, no zoneamento agroclimático das culturas, definição de épocas de semeadura e colheita, posicionamento de genótipos, manejo da conservação do solo e plantas de cobertura, entre outros. O uso das informações agrometeorológicas pode maximar o potencial agrícola das culturas, bem como, promover manejos fitotécnicos que atenuem os efeitos climáticos negativos que ocorrem naturalmente no cultivo à campo. Nesse sentido, a caracterização agroclimática das regiões agrícolas torna-se de fundamental importância para a obtenção de altas produtividades agrícolas e para a realização de uma agricultura economicamente viável.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

No sistema produtivo agrícola, as condições meteorológicas representam fatores exógenos que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade de plantas e animais. Durante seu ciclo, a planta responde diretamente às condições meteorológicas, as quais formam uma combinação de fatores cujos efeitos podem variar desde os mais favoráveis até os mais desfavoráveis ao crescimento e à produtividade vegetais (Monteiro, 2009).

O conhecimento da planta desejada e do clima de uma determinada região permite o planejamento adequado da aplicação de fertilizantes em cobertura, manejo da irrigação para os diferentes subperíodos, planejamento das atividades de colheita, ou seja, permite realizar o cultivo de espécies agrícolas na época em que propicie maior rentabilidade e qualidade de frutos e grãos (Fiorin e Dall Ross, 2015).

O município de Presidente Prudente-SP está localizado na região Oeste do Estado de São Paulo (22°07' S e 51°23' O) com altitude próxima a 470 m. A classificação climática de Presidente Prudente é Aw (clima tropical com estação seca de inverno) segundo Köppen-Geiger. Nesse sentido, este trabalho teve por objetivo a caracterização agroclimática de Presidente Prudente-SP.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

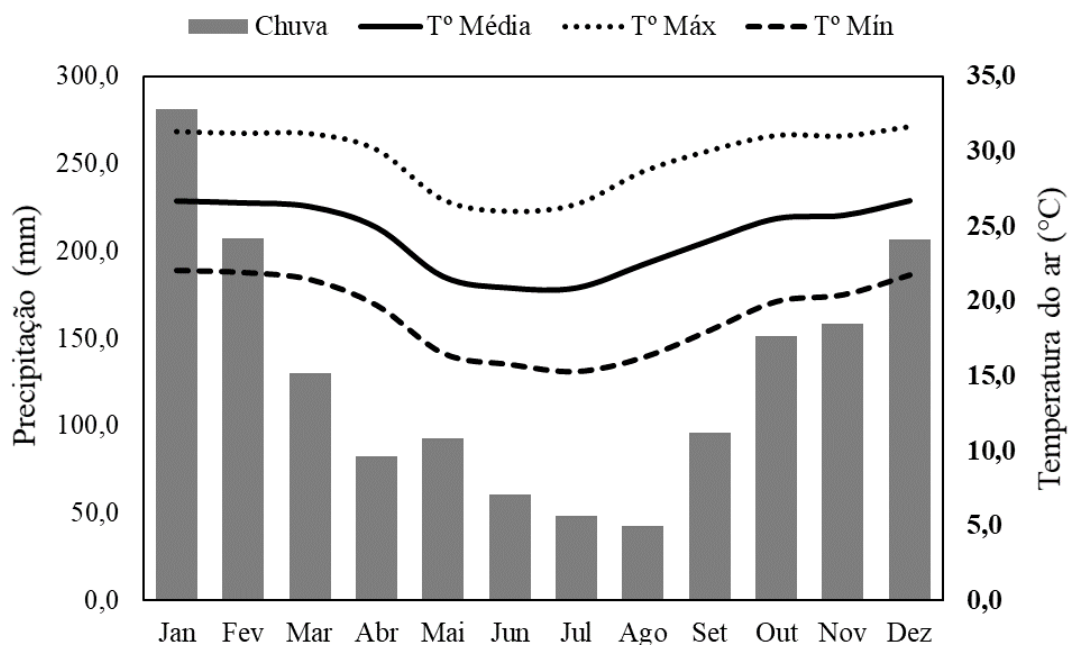
O estudo foi realizado através do levantamento histórico dos dados climáticos do município de Presidente Prudente-SP. Para a caracterização da precipitação acumulada mensal (mm) e temperaturas médias mensais máximas, mínimas e média do ar (°C), foram utilizados os dados históricos do período de

1993 a 2019 da estação meteorológica convencional posicionada no Campus II da Unoeste, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente-SP. Utilizou-se os dados do Inmet – Instituto Nacional de Meteorologia do período de 1961 a 2010 para a caracterização da insolação diária (horas dia<sup>-1</sup>) e do período de 2005 a 2019 para a caracterização da radiação solar (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

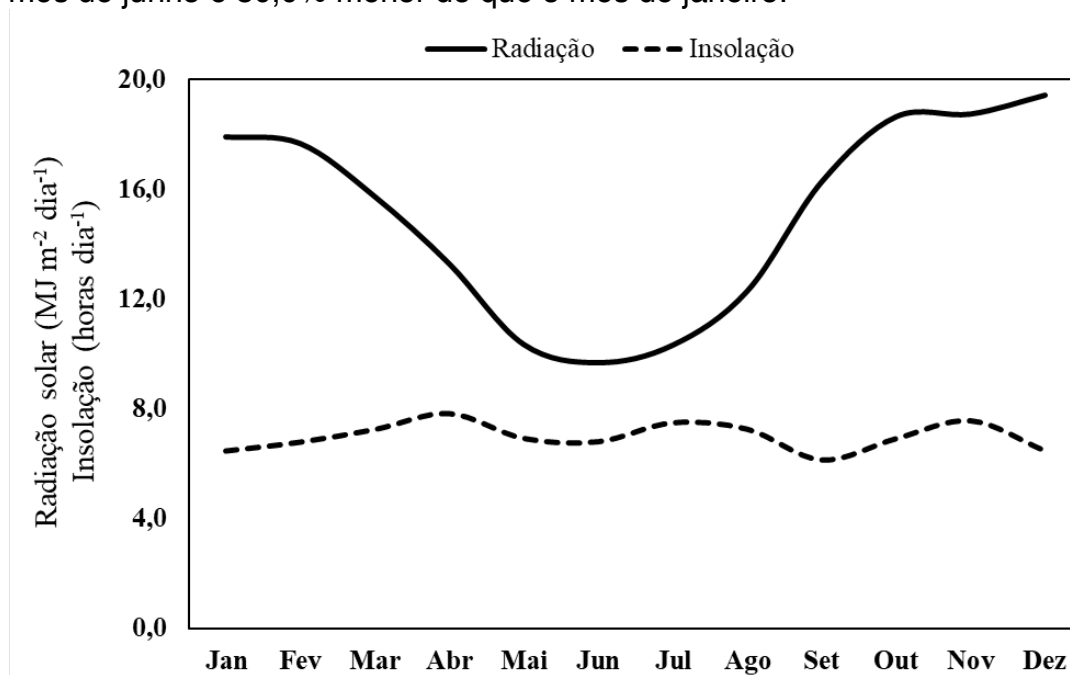
A precipitação total anual acumulada em Presidente Prudente-SP é de 1.558,0 mm, sendo que, 72,8% da precipitação anual ocorre entre os meses de outubro a março (Figura 1). Os meses com maior ocorrência de precipitação são janeiro (281,3 mm), fevereiro (207,5 mm) e dezembro (206,6 mm). Os meses mais secos são agosto (42,4 mm), julho (48,3 mm) e junho (60,8 mm). Nesse sentido, o período de outubro a março é caracterizado chuvoso, os meses de abril, maio e setembro são meses transitórios e o período de junho a agosto é o período mais seco. Destaca-se a queda na precipitação no mês de abril, que apresenta redução de 70,6% da precipitação observada em janeiro.

A temperatura média anual de Presidente Prudente-SP é de 24,3 °C, sendo que, os meses mais quentes são janeiro e dezembro, ambos com média de 26,6 °C. Já os meses de julho e junho, são os meses mais frios, ambos, com média de 20,9 °C (Figura 1). A média da temperatura máxima e mínima anual é de 29,6 e 19,0 °C, respectivamente. Se comparar a queda de temperatura mês a mês, observa-se, que a maior redução (13,0%) ocorre na transição do mês de abril (24,9 °C) para maio (21,6 °C), demonstrando, portanto, que o período de menores temperaturas se inicia em maio, perdurando até julho.



**Figura 1.** Precipitação acumulada mensal (mm) e média mensal das temperaturas máximas, mínima e média do ar de Presidente Prudente-SP.

A radiação solar média anual de Presidente Prudente é  $15,0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , sendo que, a maior radiação solar ocorre no mês de janeiro ( $19,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) e a menor no mês de junho ( $9,7 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) (Figura 2). A média da radiação entre os meses de outubro a março é de  $18,0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e de  $12,0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  no período de abril a setembro. Ainda, é possível observar, que a radiação solar do mês de junho é 50,0% menor do que o mês de janeiro.



**Figura 2.** Média mensal da radiação solar ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) e insolação (horas dia<sup>-1</sup>) de Presidente Prudente-SP.

O número de horas de sol (insolação) média anual de Presidente Prudente-SP é de 7,0 horas, sendo abril o mês com maior insolação (7,8 horas) e setembro o mês com menor insolação (6,1 horas). O monitoramento da insolação no decorrer das safras é de grande relevância, tendo efeito na temperatura do ar e do solo, na evaporação e no balanço de radiação, em que, é possível estimar através de equações meteorológicas, a quantidade de radiação solar que incide na superfície terrestre (BELÚCIO et al., 2014; FUNARI; TARIFA, 2017). Ressalta-se que a insolação não é diretamente relacionada com a radiação solar devido principalmente a dois fatores. A insolação é uma medida de horas de sol, portanto, meses mais chuvosos tendem a ter menor insolação diária devido ao maior índice de nebulosidade. Ainda, na insolação, não leva-se em consideração o fator intensidade, em que, a maior intensidade de radiação solar que incide sobre a superfície terrestre ocorre no verão. Este efeito pode-se ser visualizado no mês de janeiro, que apresenta insolação menor do que a



média anual 6,5 horas, no entanto, é o mês com maior radiação solar ( $19,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ).

### **APLICAÇÃO PRÁTICA**

Em função da caracterização agroclimática, observa-se que o período de outubro a março é o que apresenta condições agrometeorológicas mais favoráveis para o desenvolvimento das plantas, principalmente entre novembro a fevereiro. Ainda, é possível observar a necessidade de práticas especiais de manejo fitotécnico entre os meses de abril a maio, devido a significativa redução da precipitação, temperatura do ar e radiação solar. O período agroclimático mais desfavorável ocorre entre os meses de junho a agosto, devido a associação de vários fatores climáticos (baixa temperatura, precipitação e radiação solar).

### **AGRADECIMENTOS**

À Unoeste (Universidade do Oeste Paulista) e ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia Agrícola) pelo fornecimento dos dados climáticos.

### **LITERATURA CITADA**

Belúcio LP., Silva APN., Souza LR., Moura GBA. Radiação solar global estimada a partir da insolação para Macapá (AP). Revista Brasileira de Meteorologia, 29, p.494 - 504, 2014.

Fiorin TS e Dal Ross. Climatologia agrícola. Santa Maria-RS:UFSM, 2015, 82p.

Funari FL e Tarifa JR. Unshine, global radiation and net radiation in Brazil. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 38, p.49-83, 2017.

köppen w and geiger r (1928) Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm.

Monteiro BA. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF:Inmet, 2009, 530p.



## PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM CONDIÇÕES DE SECA

Viviane Cacefo, Rafael Rebes Zilliani, Alessandra Ferreira Ribas e Luiz Gonzaga Esteves Vieira

### PROBLEMÁTICA

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com destaque para o estado de São Paulo, responsável por mais de 50% da produção brasileira. Na safra 2018/2019, a produção brasileira foi de 620.728 mil toneladas o que resultou na produção de 33.154.370 m<sup>3</sup> de etanol e 29.044.307 mil toneladas de açúcar (Sindaçucar-AI, 2020).

Ainda assim, os estresses ambientais, tal como a seca, são os maiores limitantes para a produtividade dessa cultura. A redução da disponibilidade de água no solo diminui o potencial de água foliar, reduzindo o grau de hidratação da planta (Bergonci et al., 2000). Dessa forma, uma planta menos hidratada devido às condições de seca, tem seu metabolismo alterado, afetando diretamente a fotossíntese e, conseqüentemente, reduzindo o crescimento e a biomassa, afetando a produtividade da cultura (Gonçalves et al., 2010; Silva et al., 2014).

Portanto, a avaliação da produção de biomassa das plantas é importante para escolher a cultivar a ser plantada, principalmente em regiões onde ocorrem secas frequentes.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Várias empresas de pesquisa desenvolvem cultivares de cana-de-açúcar adaptadas as condições de cultivo em nosso país. Por exemplo, a cultivar RB92579 desenvolvida pela RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro) tem como principais características a tolerância à seca, alta eficiência no uso da água, com bom perfilhamento e porte ereto facilitando a colheita, e é considerada média a tardia (RIDESA, 2010). Já a cultivar SP80-3280 foi desenvolvida pela Copersucar, atual CTC (Centro de Tecnologia Canavieira) e apresenta como características a elevada exigência em solos férteis e úmidos, com pouca tolerância à seca (Idea News, 2004), alto teor de sacarose e produtividade em soqueira, perfilhamento intermediário, crescimento inicial vigoroso e colheita média a tardia (Ageitec, 2005).

É conhecido que o menor acúmulo de matéria seca pelas plantas em condições de

seca é consequência dos mecanismos da própria planta para evitar a perda excessiva de água. Porém, diferentes cultivares podem responder as condições ambientais de formas distintas (Cavatte, 2011).



Apesar de que as cultivares RB92579 e SP80-3280 são anunciadas como tolerante e suscetível a seca, respectivamente, em “folders” publicados pelos seus obtentores, não estão disponíveis de forma clara os dados que comprovem tais características. Portanto, neste boletim apresentamos os resultados da nossa pesquisa publicados na revista científica BMC Plant Biology (Cacefo et al., 2019), na qual foram analisados o potencial de água foliar e a produção de biomassa dessas duas cultivares em condições de seca.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi conduzida em casa-de-vegetação localizada no Campus II da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), em Presidente Prudente – SP. As mudas das variedades RB92579 e SP80-3280 de cana-de-açúcar foram fornecidas pelo IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná). As plantas foram cultivadas em vasos plásticos contendo 13 kg de solo, classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico de textura média (EMBRAPA, 2008), sendo adubadas por cobertura com fertilizante 20-00-20 aplicando-se 5 g/vaso, aos 135 DAP (dias após o plantio) e outra aos 165 DAP. Semanalmente foi realizada a retirada de novos perfilhos, deixando apenas o colmo principal.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x4, com três repetições por tratamento, totalizando vinte e quatro parcelas. Foram utilizadas duas cultivares de cana-de-açúcar: RB92579 e SP80-3280 e quatro tratamentos com diferentes níveis de estresse hídrico: controle (condições normais de irrigação - solo com 100% de retenção de água), estresse moderado (potencial de água foliar ( $\psi_f$ ) = -1,5 a -1,8 MPa), estresse severo (abaixo de -2,0 MPa) e recuperação (48 h após reidratação). O déficit hídrico foi imposto aos 210 DAP, onde as plantas que foram submetidas à seca tiveram a irrigação suspensa até atingirem 30% da capacidade de retenção de água no solo. A partir do momento em que os vasos atingiram 30% da capacidade de campo, o potencial de água foliar das cultivares foi monitorado diariamente até atingirem os níveis de estresse estabelecidos com uma câmara de pressão, em uma folha do terço médio das plantas, sempre as 13:00 h. O nível de estresse moderado ocorreu três dias após a imposição do déficit hídrico e o nível de estresse severo ocorreu nove dias após o moderado, totalizando doze dias de estresse hídrico. Ao final desse período de estresse, as plantas foram reidratadas e avaliado a biomassa após 48 h da reidratação. A parte aérea foi separada das raízes e a área foliar (Af) foi medida com um analisador portátil. Foi determinada a massa seca das folhas e raízes (MSF e MSR) em estufa a 60°C até obtenção de massa constante, utilizando uma balança de precisão para as medidas. A massa fresca do colmo (MFC) foi obtida por pesagem e, após os colmos serem desfibrados em um triturador forrageiro, coletou-se 100 g de colmo triturado de cada amostra, as quais foram secas em estufa para obtenção da massa seca (MSC). Através da equação:  $100 - \text{massa seca}$ , foi determinada a umidade de cada amostra. De posse do teor de umidade do colmo, foi calculada

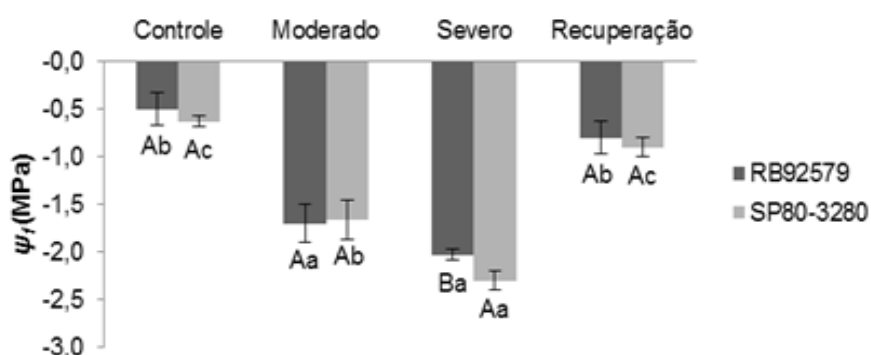


a massa seca do colmo conforme a equação:  $MSC = (100 - \text{umidade} / 100) \times MFC$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativas, às médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cana-de-açúcar, quando exposta à seca, reduz o potencial de água foliar devido a menor disponibilidade de água no solo para sua absorção (Inman-Bamber; Smith, 2005). Plantas de cana-de-açúcar tolerantes à seca tem a capacidade de manter seu potencial de água foliar maior do que as plantas suscetíveis sob o mesmo regime hídrico (Pincelli, 2010). No presente trabalho, a cultivar RB92579 apresentou menor redução no potencial de água foliar ( $\psi_f$ ) quando submetida ao déficit hídrico severo por um período de doze dias (Figura 1).



**Figura 1.** Potencial de água foliar ( $\psi_f$ ) em duas cultivares de cana-de-açúcar submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Letras maiúsculas indicam diferença estatística entre as cultivares (RB92579 e SP80-3280) em cada tratamento e letras minúsculas indicam diferença estatística entre os tratamentos (controle, moderado, severo e recuperação) para cada cultivar. Valores apresentados como média e expressos em megapascal (MPa). Barra de erros indica o desvio padrão. Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (Publicado em Cacefo et al., 2019).

Plantas de cana-de-açúcar submetidas a condições de seca diminuem significativamente a massa seca total, incluindo massa seca de folhas, de raízes e do colmo, além da área foliar, sendo que a maior diminuição relativa pode ocorrer na massa seca do colmo (Barbosa et al., 2015). Estudos mostram que a seca imposta durante a fase de alongamento do colmo em cana-de-açúcar, mesmo estágio de desenvolvimento em que foram coletados os dados neste trabalho, causa menores taxas de crescimento e conseqüente menor produção



de biomassa (Santos et al., 2015). Dessa forma, como esperado, o estresse hídrico afetou negativamente os parâmetros de biomassa nas duas cultivares de cana-de-açúcar utilizadas neste estudo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Área foliar (Af, cm<sup>2</sup>), massa seca foliar (MSF, kg), massa seca da raiz (MSR, kg), massa seca do colmo (MSC, kg) e massa seca total (MST, kg) de duas cultivares de cana-de-açúcar submetidas a 100% (irrigado) e 30% da capacidade de campo por 3 e 12 dias (Publicado em Cacefo et al., 2019)

Cultivar	RB92579			SP80-3280		
	Irrigado	3 DE	12 DE	Irrigado	3 DE	12 DE
Af (cm <sup>2</sup> )	2658,51 Ba	2313,00 Ba	1727,82 Bb	3316,84 Aa	2776,82 Ab	2058,72 Ac
MSF (Kg)	0,120 Aa	0,111 Aa	0,097 Ab	0,125 Aa	0,115 Aa	0,091 Ab
MSR (Kg)	0,141 Aa	0,123 Aa	0,077 Ab	0,163 Aa	0,123 Ab	0,079 Ac
MSC (Kg)	0,197 Ba	0,160 Ab	0,145 Ab	0,236 Aa	0,151 Ab	0,133 Ac
MST (Kg)	0,458 Ba	0,394 Ab	0,319 Ac	0,524 Aa	0,389 Ab	0,303 Ac

A cultivar SP80-3280, que é considerada como tendo um crescimento inicial vigoroso, apresentou maior área foliar e massa seca do colmo, o que levou a maior massa seca total nas plantas irrigadas. Esse fato foi também observado por Abreu et al. (2013), onde plantas de cana-de-açúcar que apresentaram maior área foliar resultaram em maior produtividade de colmos. Entretanto, esta cultivar, quando comparada com a RB92579, apresentou maiores reduções de biomassa, mostrando que genótipos mais sensíveis à seca são normalmente mais afetados em condições de estresses ambientais em virtude de reduzirem, principalmente, sua massa de folhas e área foliar (Wahid, 2004).

### APLICAÇÃO PRÁTICA

A seca causou reduções no potencial de água foliar e na produção de biomassa de ambas as cultivares, com reduções mais pronunciadas na cultivar SP80-3280. As avaliações confirmaram o relatado em publicações de divulgação científica e, portanto, em regiões onde ocorrem secas frequentes e continuadas é recomendável o plantio da variedade RB92579 que mostrou-se menos afetada pelas condições de déficit hídrico aplicadas.

### AGRADECIMENTOS

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

### LITERATURA CITADA



Abreu, M. L. et al. Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Bragantia**, v. 72, n. 3, p. 262-270, 2013.

Ageitec. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Cultivares de cana-de-açúcar**. 2005. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>>.

Barbosa, A. M. et al. Biomass and bioenergy partitioning of sugarcane plants under water deficit. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 37, n. 142, p. 1-8, Aug. 2015.

Bergonci, J. I. et al. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 1531-1540, ago. 2000.

Cacefo, V. et al. Decarboxylation mechanisms of C4 photosynthesis in *Saccharum* spp.: Increased PEPCK activity under water-limiting conditions. **BMC Plant Biology**, v. 19, p. 144, 2019.

Cavatte, P. C. A fisiologia dos estresses abióticos. In: Fritsche-Neto, R.; Borém, A. (Eds.). Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos. Visconde do Rio Branco: Suprema, p. 39-79, 2011.

Gonçalves, E. R. et al. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* em variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 378-386, 2010.

Idea News. **Características agrônomicas da cultivar SP80-3280**. Ano 5, n. 41, fev. 2004. Disponível em: <<http://www.ideaonline.com.br/>>.

Inman-bamber, N. G.; Smith, D. M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, v. 92, n. 2-3, p.185-202, Jun. 2005.

Pincelli, R. P. **Tolerância à deficiência hídrica em cultivares de cana-de-açúcar avaliada por meio de variáveis morfofisiológicas**. 2010. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

RIDESA. Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Curitiba, 2010. 136 p.

Santos, A. B. et al. Water stress alters lignin content and related gene expression in two sugarcane genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 19, p. 4708-4720, May 2015.

Silva, M. A. et al. Pigmentos fotossintéticos e índice spad como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 173-181, jan./fev. 2014.

**Sindacucar-AL. Boletim da Safra – Semanal**. Disponível em: <<http://www.sindacucar-al.com.br/>>. Acessado em 07 de julho de 2020.

Wahid, A. Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yield of sugarcane. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 45, p. 133-141, 2004.



## DESENVOLVIMENTO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE

Murilo Henrique Souza Leal, André Dutra Silva Júnior, Amanda Carvalho Perrud, Jair Garcia Neto, Rodrigo Dias Vergara, André Ricardo Zeist

### PROBLEMÁTICA

A região Oeste Paulista é uma importante produtora de batata-doce, sendo a segunda principal microrregião do Brasil. Entretanto, a produtividade da região fica abaixo da média de diversas outras microrregiões produtoras. Na região, são comumente utilizados genótipos regionais devido a sua boa tolerância as condições de solo arenosos e clima da região. No entanto, esses genótipos são em sua maioria não registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e obsoletos em aspectos relacionados a produtividade. Adicionalmente, os mercados externos que mais valorizam a batata-doce, requerem raízes de formato fusiforme e com polpa de coloração alaranjada ou roxa, aspecto que ainda é limitado no Brasil. A obtenção de cultivares superiores e que sejam adaptadas as condições edafoclimáticas da região se faz necessária. Isso permitirá aos produtores ter acesso a um maior número de genótipos que atendam suas necessidades e os altos níveis de exigência dos consumidores.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

A batata-doce é uma importante hortaliça, adaptando-se a diversas condições edafoclimáticas. É um alimento rico em carboidratos, potássio e minerais, podendo ser importante componente alimentar na luta contra a desnutrição e má alimentação e podendo também promover uma produção sustentável (Kwak, 2019). A batata-doce tem ainda potencial para a produção de biocombustíveis, devido ao seu balanço energético adequado, podendo ser utilizada na fabricação de etanol (Lima e Silva et al., 2019). Adicionalmente é uma opção promissora para a alimentação animal (Gonçalves Neto et al., 2011).

A produção total de batata-doce do Brasil é de 741 mil toneladas, com uma produtividade média de 14,0 ton/ha, sendo uma produtividade consideravelmente baixa quando comparada a países da Ásia e África (FAO, 2019). O Oeste Paulista é a principal região produtora de batata-doce do estado de São Paulo, com uma produção de 47,6 mil toneladas (IBGE, 2019). Os motivos para a baixa produtividade da batata-doce no Brasil são diversos, dentre eles a suscetibilidade dos genótipos a broca *Euscepes Postfasciatus* (Tsurui-Sato et al., 2018).

A batata-doce é hexaploide, de propagação vegetativa, auto-incompatível e com considerável divergência genética. Esses aspectos permitem ao melhoramento genético facilidade na realização de cruzamentos e certa rapidez na obtenção de novos genótipos. Na obtenção de novos e superiores genótipos



deve-se explorar a divergência genética, utilizando nos policruzamentos genitores adaptados as condições locais e outros superiores introduzidos.

As variações da quantidade de compostos presentes na batata-doce, como betacaroteno e antocianinas, influenciam na coloração da polpa. Raízes de polpa laranja armazenam uma quantidade significativa de betacaroteno, sendo uma boa alternativa para o combate a deficiência de vitamina A. A batata-doce com raiz de polpa roxa, contém antocianinas e atributos anticancerígenos, antimutagênicos e anti-hipertensivos. Ao mesmo tempo, raízes de polpa branca ou creme são ainda as mais procuradas requeridas por mercado da América do Sul.

Selecionar plantas que tenham alta produtividade de raízes tuberosas e com boas características físicas, químicas e resistência a pragas é um relevante desafio. Para o fortalecimento e desenvolvimento sustentável da batata-doce nas principais regiões produtoras, como o Oeste Paulista, o melhoramento genético focado nas condições locais é imprescindível. Diante desse aspecto, o Centro de Estudos em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista da Universidade do Oeste Paulista iniciou um programa de melhoramento genético da batata-doce que tem visado desenvolver genótipos focados a produção de raízes que melhor atendam às necessidades dos produtores e exigências dos consumidores.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

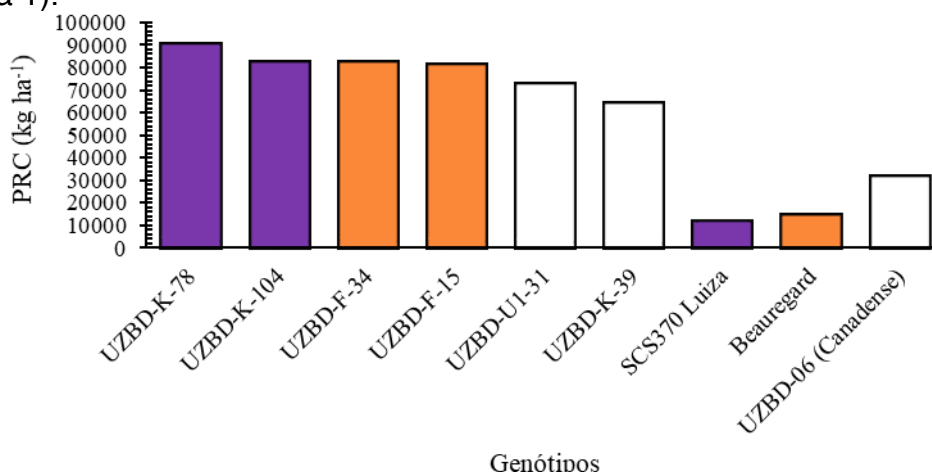
Os experimentos foram conduzidos na Universidade do Oeste Paulista em Presidente Prudente-SP. Foram realizados cruzamentos ao acaso, no intuito de obter genótipos experimentais, sendo que foi utilizado bloco de policruzamento com 22 genótipos comerciais já estabelecidas no cenário nacional. As mudas dos genótipos experimentais foram conduzidas a campo, em leiras de 0,4 m de altura e com espaçamento de 1,00 m entre leiras 0,33 m entre ramas. Adotou-se delineamento experimental de blocos aumentados com testemunhas intercaladas. Avaliou-se aproximadamente 1.000 genótipos experimentais e utilizou-se como testemunhas intercaladas SCS370 Luiza, Beauregard e UZBD 06 (Canadense). As plantas foram irrigadas conforme a necessidade hídrica da cultura. As adubações foram realizadas de acordo com a análise química do solo. A colheita foi realizada aos 140 dias após o plantio e avaliou-se os parâmetros produção de raízes comerciais e resistência das raízes tuberosas a broca *E. postfasciatus*. Adicionalmente, avaliou-se quanto a esses parâmetros apenas os genótipos que produziram raízes tuberosas com formato fusiforme, sem veias ou rachaduras e os demais foram antecipadamente considerados como não selecionados.

Foi realizada a análise de variância com a qual se obteve as matrizes de correlação, variância e covariância genotípica, fenotípica e residual. Os tratamentos testemunhas foram os que permitiram a estimativa do erro. A matriz de variância e covariância residual foi utilizada para a realização do teste comparação de médias de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ). Os genótipos experimentais de

polpa roxa foram comparados com 'SCS370 Luiza', os de polpa laranja com 'Beauregard' e os de polpa branca ou creme com 'UZBD 06'. A análise estatística foi realizada utilizando o programa estatístico genes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

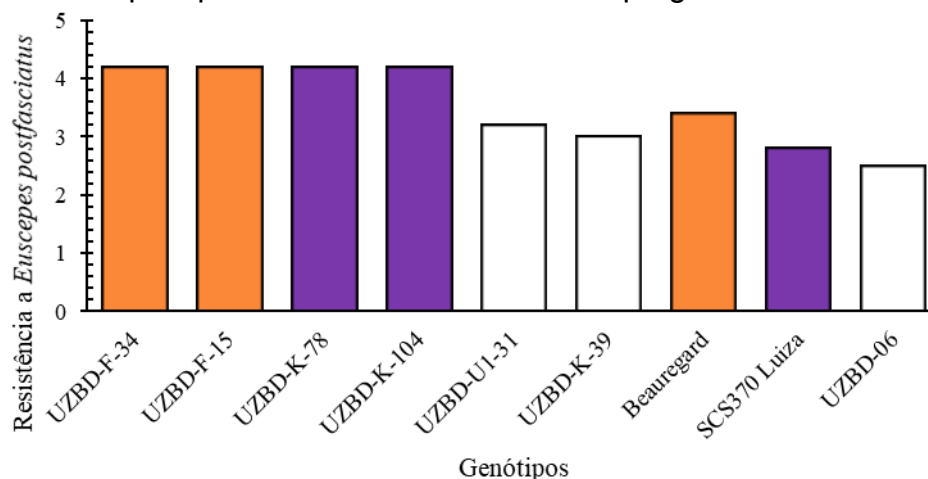
Dentre os genótipos experimentais de batata-doce desenvolvidos por meio de policruzamentos e avaliados, foram identificados 54 com desempenho igual ou superior as testemunhas comerciais SCS370 Luiza, Beauregard e UZBD 06 e excelente formato/padrão comercial. Desses, são apresentados o desempenho produtivo e de resistência à *E. postfasciatus* de seis destaques, UZBD-K-78 e UZBD-K104 com polpa de coloração roxa intensa, UZBD-F-34 e UZBD-F-15 com polpa alaranja e UZBD-U1-31 e UZBD-K-39 com polpa branca (Figura 1 e 2). Esses seis genótipos experimentais tiveram produtividade de raízes comerciais no mínimo duas vezes superior as testemunhas comerciais (Figura 1).



**Figura 1.** Genótipos experimentais de batata-doce de polpa roxa, laranja e branca com produção de raízes comerciais superior em relação as testemunhas comerciais (Duncan,  $P \leq 0.05$ ) de mesma cor de polpa

Apesar de existirem cultivares produtivas ou resistentes a pragas de solo, não é usual selecionar genótipos de batata-doce que combinem ambas características (Amaro et al., 2017). Inclusive, de modo geral, foram menos de dez, os genótipos experimentais que apresentaram resistência à *E. postfasciatus* e produtividade superior as testemunhas comerciais. Esse aspecto demonstra que selecionar plantas de batata-doce aliando produtividade e resistência é um desafio para os programas de melhoramento genético. Além de diminuir a produtividade da batata-doce a *E. postfasciatus* causa danos evidentes na casca e na polpa, prejudicando esteticamente a raiz (Okada et al., 2014), o que pode atrapalhar sua comercialização. Adicionalmente é uma praga de difícil manejo

em nível de campo e acomete danos a cultura em diversos países do mundo (Tsurui-Sato et al., 2018). Sendo assim é imprescindível a seleção de genótipos experimentais que apresentem resistência a essa praga.



**Figura 2.** Genótipos experimentais de batata-doce de polpa roxa, laranja e branca com resistência à *Euscepes postfasciatus* superior em relação as testemunhas comerciais (Duncan,  $P \leq 0.05$ ) de mesma cor de polpa.



**Figura 3.** Genótipo experimental de batata-doce de polpa roxa do programa de melhoramento genético do Centro de Estudos em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista da Universidade do Oeste Paulista.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Os genótipos selecionados e com destaque superior possuem potencial para possibilitar o lançamento de novas cultivares de batata-doce voltadas as



condições edafoclimáticas da região Oeste Paulista, possibilitando melhor atender as necessidades dos produtores e exigências dos consumidores.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo seu apoio por meio de uma bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor (Processo 2019/16730-4).

## LITERATURA CITADA

Amaro, G B; Fernandes, F R; Silva, G O; *Et al.* Desempenho de cultivares de batata doce na região do Alto Paranaíba-Mg. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 286–291, 2017.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. **FAOSTAT data**. 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

Gonçalves Neto, Á C; Maluf, W R; Gomes, L A A; *Et al.* Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 11, p. 1513–1520, 2011.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Kwak, S. biotechnology of the sweetpotato: ensuring global food and nutrition security in the face of climate change. **Plant Cell Reports**, v. 38, n. 11, p. 1361–1363, 2019.

Okada, Y; Yasuda, K; Sakai, T.; *Et al.* Sweet potato resistance to *Euscepes postfasciatus* (Coleoptera: Curculionidae): larval performance adversely effected by adult's preference to tuber for food and oviposition. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 4, p. 1662–1673, 2014.

Silva, L F L; Gonçalves, W M; Maluf, W R; *Et al.* Energy and budget balances for sweet potato-based ethanol production. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, p. E26251, 2019.

Tsurui-Sato, Kaori; Kumano, Norikuni; Honma, Atsushi; *Et al.* Host plants influence female oviposition and larval performance in west indian sweet potato weevils *Euscepes Postfasciatus* (Coleoptera: Curculionidae). **Applied Entomology And Zoology**, v. 53, n. 1, p. 107–115, 2018.





## MELHORAMENTO GENÉTICO DO TOMATEIRO VISANDO O DESENVOLVIMENTO DE GENÓTIPOS TOLERANTES A SECA

Jair Garcia Neto, Nilson Rodrigues Junior, Helder Sampaio Ferrazza, José Henrique Verhalem, Amanda Carvalho Perrud, André Ricardo Zeist

### PROBLEMÁTICA

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil, sua produção é em torno de 4,17 milhões de toneladas e 64 mil hectares cultivados. A cultura do tomateiro possui um consumo de água bastante elevado durante o seu ciclo, sendo em torno de 580 mm (Raesi et al., 2019). É uma cultura muito exigente em água, apresentando sensibilidade ao déficit hídrico prolongado e severo (Mendonça et al., 2019). Devido esse aspecto, quase todas as lavouras são irrigadas, resultando em um impacto ambiental considerado, diretamente pela elevada quantidade de água utilizada pela irrigação e indiretamente pelo gasto de energia envolvido durante sua aplicação. O Oeste Paulista já foi inclusive uma relevante região produtora de tomate, mas devido a aspectos edafoclimáticos perdeu relevância no cenário nacional. Dentre esses, destaca-se o estresse hídrico, que interfere em seu desenvolvimento, promovendo a queda de botões e flores e causa rachadura em frutos (Nunes et al., 2019).

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Genótipos de tomateiro com maior eficiência no uso de água e/ou com maior tolerância à seca podem permitir um aumento substancial da área plantada, com menor impacto na utilização de recursos hídricos que são cada vez mais escassos. Cultivares com características que possibilitem a tolerância ao estresse hídrico fornecem um risco menor, permitindo um melhor desenvolvimento e aumentando a produção ao longo do tempo. No entanto, na variabilidade intraespecífica do tomateiro a tolerância é limitada quando se refere ao estresse hídrico, salinidade e altas temperaturas do ar (Solankey et al., 2015). Aspecto contrário é observado na variabilidade interespecífica, especialmente quando se refere a espécie *Solanum pennellii* acesso LA 716 que possui genes de resistência/tolerância a seca. Considerando que a produção pode ser limitada em regiões de estresse hídrico (Solankey et al., 2015) e, da existência de potencial genético para esses caracteres, é indispensável explorar genes das espécies silvestres para aumentar a tolerância à escassez hídrica (Zeist et al., 2018). Diante desse cenário, o Centro de Estudos em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista está conduzindo um Programa de Melhoramento Genético do Tomateiro que visa desenvolver genótipos tolerantes a seca e com maior eficiência do uso da água



## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Utilizou-se o acesso silvestre LA716 como doador de genes e as cultivares Santa Clara e Redenção como genitores recorrentes, com características para consumo *in natura* e processamento industrial, respectivamente. Procedeu-se os cruzamentos artificiais Santa Clara × LA 716 e Redenção × LA 716, seguido de retrocruzamento dos híbridos F<sub>1</sub> interespecíficos com as cultivares Santa Clara e Redenção. A partir da autofecundação da primeira geração do primeiro retrocruzamento (F<sub>1</sub>RC<sub>1</sub>) obteve-se a população F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub>.

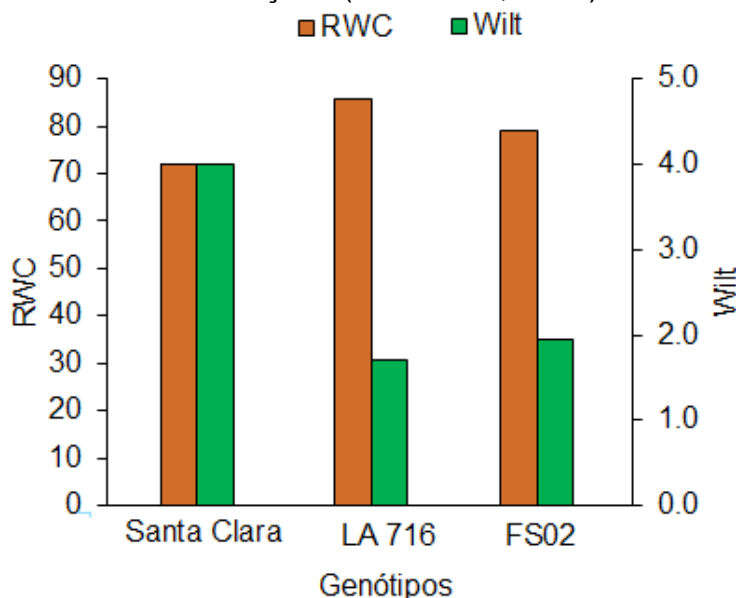
Para ambas as populações, 60 genótipos foram transplantados em vasos contendo 10 dm<sup>2</sup> e conduzidos por meio de estaquia vertical em ambiente protegido. Para a adubação de base, utilizou-se 16 g de NPK na fórmula 04-20-20 e 7,6 g de superfosfato simples por vaso. Adotou-se delineamento experimental de blocos aumentados com testemunhas intercaladas, ao qual os genótipos LA 716, Santa Clara e Redenção foram os tratamentos comuns e os genótipos F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> os tratamentos regulares. Pulverizações preventivas foram realizadas com inseticidas e fungicidas conforme recomendações técnicas para a cultura.

As plantas foram irrigadas conforme a necessidade hídrica até os 15 dias após o transplântio (DAT). A partir de então suspendeu-se a irrigação e aos 30 DAT procedeu-se a avaliação do conteúdo relativo de água das folhas (RWC). A RWC foliar foi calculada como  $RWC = [(FW - DW) / (SW - DW)] \times 100$  (Du et al., 2013) onde FW é o peso fresco, SW é o peso após a hidratação dos discos das folhas em água por 24 horas e DW é o peso da massa seca. Adicionalmente foi avaliada a murcha das plantas com base no aspecto foliar por escala de classificação: 5 - 0% folhas murchas; 4 - 0 a 30% de folhas murchas; 3 -  $\geq 30\%$  de folhas murchas e todas de coloração verde; 2 -  $\geq 30\%$  de folhas murchas e com o início da secagem; e 1 - folhas completamente secas. Foi realizada a análise de variância com a qual se obteve as matrizes de correlação, variância e covariância genotípica, fenotípica e residual. Os tratamentos testemunhas foram os que permitiram a estimativa do erro. A matriz de variância e covariância residual foi utilizada para a realização do teste comparação de médias de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ). A análise estatística foi realizada utilizando o programa estatístico genes.

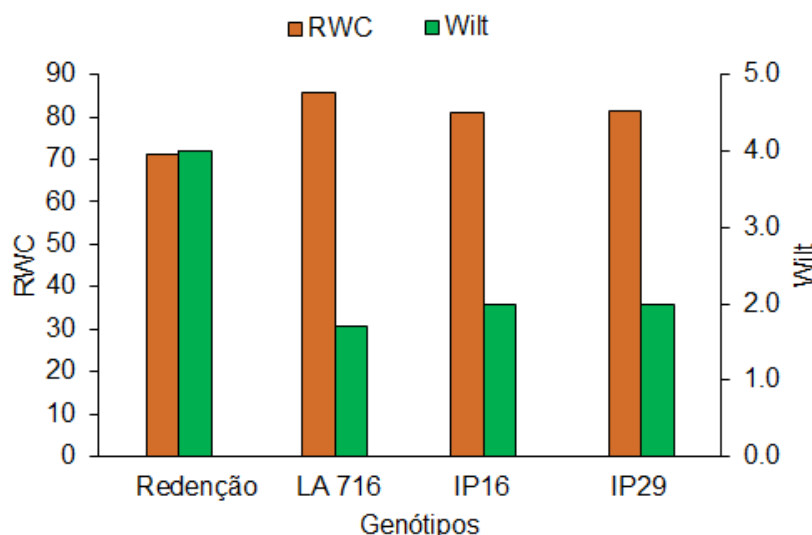
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambas gerações F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> foi possível desenvolver e selecionar genótipos de tomateiro tolerantes ao estresse hídrico. Quanto aos tomateiros com características para consumo *in natura* e processamento industrial destacaram-se os genótipos segregantes FS02 (Figura 1) e IP16 e IP29 (Figura 2), respectivamente, com resultados de RWC e murcha das plantas sem diferir de LA716. Esses genótipos foram superiores as testemunhas comerciais Redenção e Santa Clara (genitores recorrentes). Desse modo, é possível por meio de melhoramento clássico utilizando a técnica dos retrocruzamentos o resgate de genes para tolerância ao estresse hídrico presentes na variabilidade interespecífica

e introgressão no tomateiro cultivado. No entanto, visando recuperar por completo as características agrônômicas dos genitores recorrentes serão necessários novos ciclos de retrocruzamentos e seleções (Zeist et al., 2018).



**Figura 1.** Genótipo de tomateiro F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com características para consumo *in natura* com desempenho superior (Dunnett,  $P \leq 0,05$ ) ao genitor recorrente Santa Clara e igual ao genitor doador *Solanum pennellii* acesso LA 716 para os parâmetros teor de água relativo da folha (RWC) e murcha das plantas com base no aspecto da folha (Wilt), em condições de estresse hídrico.



**Figura 2.** Genótipos de tomateiro F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> com características para processamento industrial com desempenho superior (Dunnett,  $P \leq 0,05$ ) ao genitor recorrente Redenção e igual ao genitor doador *Solanum pennellii* acesso LA 716 para os parâmetros teor de água relativo da folha (RWC) e murcha das plantas com base no aspecto da folha (Wilt), em condições de estresse hídrico.



## APLICAÇÃO PRÁTICA

Os genótipos da geração F<sub>2</sub>RC<sub>1</sub> tolerantes ao déficit hídrico são promissores para avanços na obtenção de linhagens com background para consumo *in natura* e processamento industrial e que permitem maior eficiência em condições de escassez de recursos hídricos, destacando-se entre estes FS02, IP16 e IP29.

## LITERATURA CITADA

Du, Y.-L. et al. Exogenous abscisic acid reduces water loss and improves antioxidant defence, desiccation tolerance and transpiration efficiency in two spring wheat cultivars subjected to a soil water deficit. **Functional Plant Biology**, v. 40, n. 5, p. 494–506, 4 jun. 2013.

Mendonça, T.G.; Berça, A.S.; Souza, C.F. Uso da água em tomateiro cultivado com cobertura morta em casa de vegetação. **Revista brasileira de agricultura irrigada**, v.13, nº1, p. 3236 – 3246, 2019.

Nunes, A.M.C.; Nunes, L.R.L.; Rodrigues, A.J.O.; Uchôa, K.S.A. Silício na tolerância ao estresse hídrico em tomateiro. **Revista Científica Rural**, v.21, nº2, 2019.

Raeisi, L. G. et al. Effect and side-effect assessment of different agricultural water saving measures in an integrated framework. **Agricultural Water Management**, v. 223, p. 105685, 20 ago. 2019.

Solankey, S.S.; Singh, R.K.; Baranwal, D.K.; Singh, D.K. Genetic expression of tomato for heat and drought stress tolerance: An overview. **International Journal of Vegetable Science**, 21: 496-515, 2015.

Zeist, A.R.; Resende, J.T.V.; Faria, M.V.; Gabriel, A.; Adriano, E.; Lima Filho, R.B. Photosynthetic characteristics in species and interspecific hybrids of tomato. **Horticultura Brasileira**, 36: 352-360, 2018.



## PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE BATATA-DOCE DE POLPA LARANJA E AMARELA NA REGIÃO OESTE PAULISTA

Amanda Carvalho Perrud, Julia Roberta Sanches De Pieri, Murilo Henrique Souza Leal, André Dutra Silva Júnior, Alberto Junior Torres Biscola, André Ricardo Zeist

### PROBLEMÁTICA

O plantio da batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] na região do Oeste Paulista é realizado durante o ano inteiro. Cerca de 36% da produção do estado de São Paulo é do Oeste Paulista, tornando a região a maior produtora do estado (IBGE, 2019). Apesar do cultivo de batata-doce ser considerado referência nacional (Montes et al., 2013), a produtividade média da região é de 15,38 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2019), estando bem abaixo do potencial da cultura que pode superar 40 t ha<sup>-1</sup>. A baixa produtividade está relacionada ao uso de genótipos obsoletos, que há muito tempo estão sendo utilizados na região. Esses genótipos, além de apresentarem susceptibilidade a pragas e doenças, não atendem os consumidores mais exigentes. Atualmente, as lavouras locais estão focadas principalmente na produção de batata-doce com polpa creme e casca roxa, que não é o mais desejável pelo mercado internacional. Adicionalmente, no Oeste Paulista a ocorrência de veranicos, somando a condição dos solos arenosos com baixa capacidade de armazenamento de água e nutrientes, são fatores limitantes ao desenvolvimento das plantas. Dessa forma, se faz necessário a identificação de genótipos adaptados as condições edafoclimáticas da região, resistentes as principais pragas e doenças, com alta produtividade e que atendam às exigências dos consumidores.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

A batata-doce é uma hortaliça tuberosa, rústica e de fácil adaptação ao meio que esta implantada. Sua rusticidade faz necessários baixo investimento para a instalação da lavoura. Adapta-se melhor a climas tropicais e não possui tolerância a geadas e exige temperaturas relativamente altas. No Oeste Paulista ocorre o predomínio do uso dos genótipos 'Canadense', 'Arapey Uruguia' e 'Ligeirinha Paulista'. No entanto, existem diversas cultivares de batata-doce no Brasil, sendo que a cultura está entre as cinco hortaliças mais produzidas. Os diferentes genótipos de batata-doce permitem que ocorram variações de coloração da polpa da raiz, podendo indicar as suas quantidades de beta-caroteno, antocianinas, compostos fenólicos, fibra dietética, ácido ascórbico, ácido fólico e também de sais minerais (Vizzotto et al., 2017). Normalmente as cultivares comercializadas tem polpa branca ou creme e epiderme roxa, rosa ou branca, há batatas com película externa amarela ou creme e polpa amarelo-clara, salmão e até roxa. A batata-doce de polpa alaranjada, está relacionada a



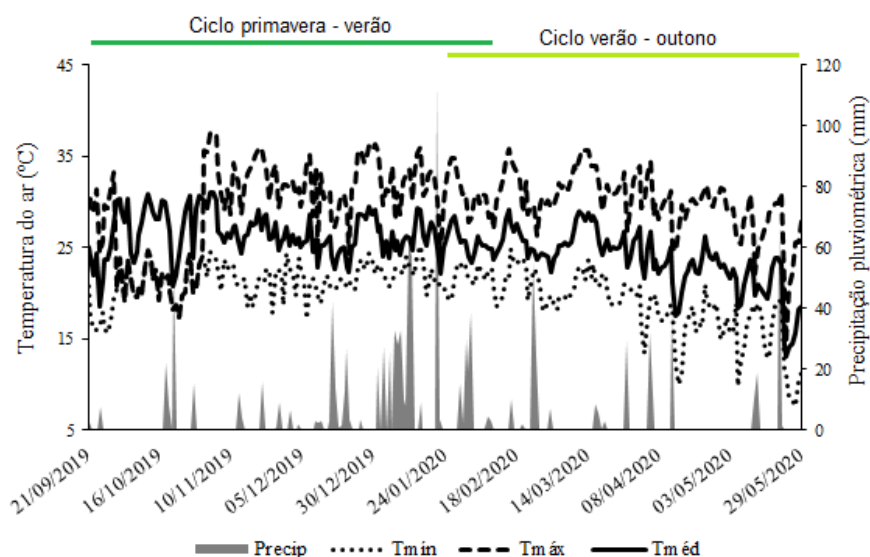
alta concentração de betacaroteno. Após ingerida, o beta-caroteno se transforma em vitamina A, nutriente essencial para o desenvolvimento dos órgãos da visão, formação da pele e crescimento do corpo. No entanto, apesar da batata-doce ser amplamente difundida, ainda são escassos estudos que visam identificar cultivares adaptadas para cada região (Cardoso et al., 2005).

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

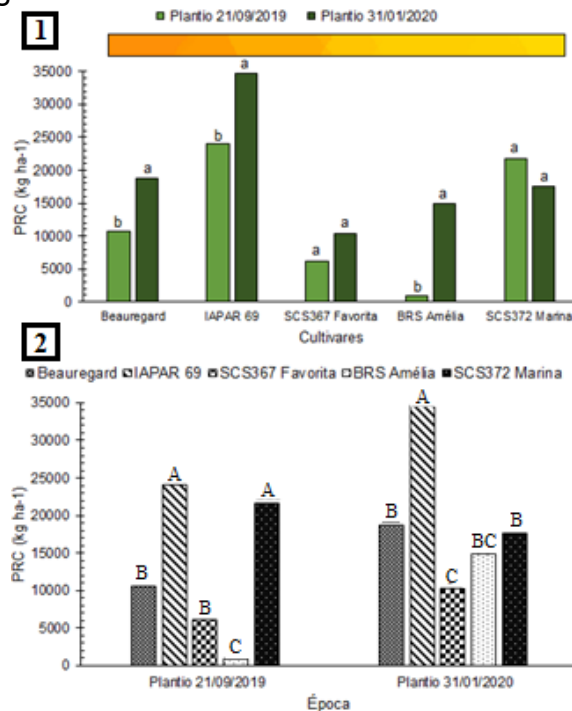
Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Centro de Estudos em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista, na Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Campus II, em Presidente Prudente. Os experimentos foram instalados em duas épocas de plantio: 21/09/2019 (ciclo primavera – verão) e 31/01/2020 (ciclo verão – outono). O delineamento experimental adotado foi o de blocos com os tratamentos ao acaso, com três repetições. Foram avaliados cinco cultivares de batata-doce de polpa alaranjada e amarela: Beauregard (polpa alaranjada), IAPAR 69 (polpa alaranjada), SCS367 Favorita (polpa amarela), BRS Amélia (polpa amarela) e SCS372 Marina (polpa amarela). Durante os dois ciclos, as batata-doce foram mantidas sem irrigação. Os tratamentos culturais e adubação de plantio e cobertura foram feitos conforme recomendação da cultura, de acordo com a análise química de solo (Echer et al., 2015). Durante os períodos experimentais, os dados diários de temperatura mínima e máxima do ar e precipitação pluviométrica foram coletados na estação meteorológica automática da Universidade do Oeste Paulista, localizada a 400 m das unidades experimentais. As colheitas foram realizadas aos 150 e 120 dias após o plantio para as épocas 21/09/2019 e 31/01/2020, respectivamente. Avaliou-se as características número e produção de raízes comerciais. Os dados foram submetidos a análise de variância e comparados pelo teste t de Student quando presentes duas médias e de Tukey quando presente cinco médias a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

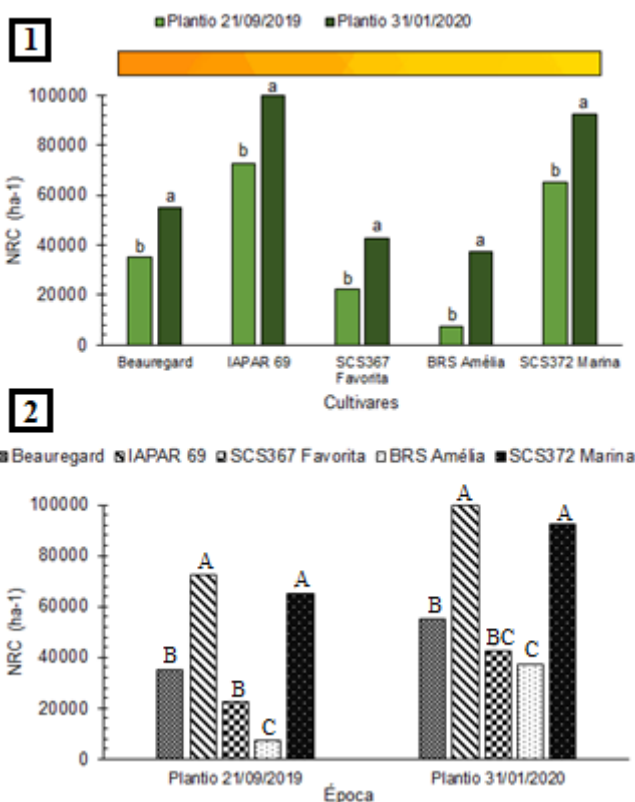
No ciclo primavera – verão, os meses que sucederam o plantio, foram caracterizados pela escassez de chuva, com a temperatura média entre 20 e 30°C (Figura 1). A época de plantio influenciou na produtividade das cultivares exploradas (Figura 2). A produção de raízes comerciais foi maior quando realizado o plantio em 31/01/2020 para as cultivares Beauregard (18.700 kg.ha<sup>-1</sup>), IAPAR 69 (34.640 kg.ha<sup>-1</sup>), BRS Amélia (14.840 kg.ha<sup>-1</sup>). Nas duas épocas de plantio, a cultivar IAPAR 69 foi destaque na produção de raízes comerciais, juntamente com o genótipo SCS372 Marina na primeira época de plantio (21/09/2019). Todas as cultivares avaliadas obtiveram maior número de raízes comerciais quando plantadas em 31/01/2020. Nas duas épocas de plantio, as cultivares IAPAR 69 e SCS372 Marina, foram superiores as demais cultivares (Beauregard, SCS367 Favorita, BRS Amélia), quanto ao número de raízes comerciais (Figura 3).



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica e temperatura do ar durante os ciclos experimentais com cultivares de batata-doce de polpa laranja e amarela, na primavera – verão (plantio em 21/09/2019) e verão – outono (plantio em 31/01/2020), na região Oeste Paulista.



**Figura 2 –** Produção de raízes comerciais de cultivares de batata-doce de polpa laranja e a amarela na região Oeste Paulista e em duas épocas de plantio, 21/09/2019 e 31/01/2020. 1. Produção de raízes comerciais de cada cultivar nas duas épocas de plantio. 2. Comparação das cultivares em cada época de plantio.



**Figura 3-** Número de raízes comerciais de cultivares de batata-doce de polpa laranja e amarela na região Oeste Paulista em duas épocas de plantio, 21/09/2019 e 31/01/2020. 1. Produção de raízes comerciais de cada cultivar nas duas épocas de plantio. 2. Comparação das cultivares em cada época de plantio.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

As cultivares de batata-doce IAPAR 69 com raízes de polpa alaranjada e a SCS Marina com polpa amarela, tiveram desempenho produtivo em relação as demais exploradas e são as mais indicadas para o cultivo nos ciclos primavera – verão e verão – outono da região Oeste Paulista.

### LITERATURA CITADA

- Cardoso, A. D.; Viana, A. E. S.; Ramos P. A. S.; Matsumoto, S. N.; Amaral, C. L. F.; Sedyama, T.; Morais O. M. Avaliação de clones de batata-doce em Vitória da Conquista. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 911–914, dez. 2005.
- Echer, F.R.; Creste, J.E.; Torre, E.J.R.L. **Nutrição e adubação da batata-doce**. 1. ed. Presidente Prudente: Ed. do Autor, v.1. 94p. 2015.
- 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 25 julho de 2020.
- Montes, S.M.N.M. **Cultura da batata-doce: do plantio à comercialização**. 1. ed. Campinas: **Instituto Agrônomo**, 80p. 2013.





Vizzotto, M.; Pereira, E. dos S.; Castro, L.A.S. de; Raphaelli, C. de O.; Krolow, A.C. Composição mineral em genótipos de batata-doce de polpas coloridas e adequação de consumo para grupos de risco. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.21, p.01-08, 2017.



## INFERÊNCIA DE PROTEÍNA BRUTA EM PASTAGEM COM IMAGEM MULTIESPECTRAL E APRENDIZAGEM DE MÁQUINA

Amanda Silvia Custódio, Ronaldo Toshiaki Oikawa, Lucas Prado Osco, Fábio Fernando de Araújo

### PROBLEMÁTICA

A avaliação do valor nutricional das pastagens é realizada por análises laboratoriais tradicionais denominadas de bromatológicas. As pastagens ocupam áreas extensas nas propriedades rurais que exploram a pecuária de corte, o que dificulta a correta amostragem. Outro fator limitante também é a ausência de laboratórios próximos das áreas produtoras. Também é levado em conta o custo dessas análises, o que reduz o monitoramento da qualidade nutricional dessas gramíneas. Desta forma, novos métodos para analisar o valor nutricional, com baixo custo e facilidade para realização, podem ser utilizados para o monitoramento das áreas de pastagem com maior possibilidade de intervenção.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Por meio de técnicas desenvolvidas com sensores remotos é possível inferir o conteúdo nutricional de culturas a partir de métodos não destrutivos, sendo vantajosos com relação a agilidade e ao custo na análise do nutriente. Nos últimos anos, diferentes métodos, processamentos e algoritmos foram implementados no processamento de imagens adquiridas com sensores a bordo de plataformas aéreas e orbitais (WEISS et al., 2020).

No sentido apresentado, os algoritmos de aprendizado de máquina têm ganhado atenção no processamento de dados, e tem se mostrado uma técnica robusta e inteligente para modelar diferentes tipos de informações espectrais. Esses algoritmos têm a vantagem de não serem paramétricos e não lineares, ao mesmo tempo em que são capazes de analisar dados ruidosos e imperfeitos. Eles também são capazes de executar inúmeras combinações e cálculos em questão de segundos, obtendo sucesso relativo em aplicações de sensoriamento remoto em relação à análise de plantas (OSCO et al., 2020).

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado em área de integração lavoura pecuária na Fazenda Experimental do Campus II em agosto e setembro 2019. Na área estava sendo cultivada *Brachiaria brizantha* por três anos. Para o processamento dos dados, coletamos 25 pontos amostrais ao longo da área e registramos sua geolocalização com auxílio de um GNSS de alta precisão. As amostras foram trazidas para o laboratório e submetidas à análise de N total pelo método Kjeldahl. Em seguida, interpolamos esses pontos pelo método IDW e criamos

uma imagem. Depois, organizamos em um banco de dados imagens multiespectrais da plataforma Sentinel 2, sensor MSI, processadas em refletância de superfície, e calculamos dois índices espectrais de vegetação: NDVI e GNDVI. Em ambiente computacional, extraímos os valores de pixels de cada banda, índice e adotamos o algoritmo Random Forest para a predição (AUTOR?). O algoritmo foi treinado com 10k dobras dentro da validação cruzada com 317 pixels que correspondiam ao mapa de N (%) interpolado. Como métricas de validação adotamos o coeficiente de correlação, o erro médio absoluto e a raiz quadrada do erro médio. Também avaliamos a contribuição individual de cada variável (banda ou índice) na predição do modelo (Random Forest). Por último, plotamos o mapa de inferência de N (%) que pode ser estimado para proteína bruta (%) utilizando-se a fórmula de  $\%PB=N \times 6,25$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de regressão por meio do algoritmo de aprendizagem de máquina Random Forest retornou uma acurácia relativamente adequada para a predição de N (%), em torno de 0,73 (Tabela 1). Essa acurácia apresenta-se como representativa pelo conjunto de pontos avaliados na área.

**Tabela 1.** Métricas de regressão voltadas para o conjunto de validação do Random Forest.

Coeficiente de correlação	Erro médio absoluto	Raiz quadrada do erro médio
0,729	0,07	0,09

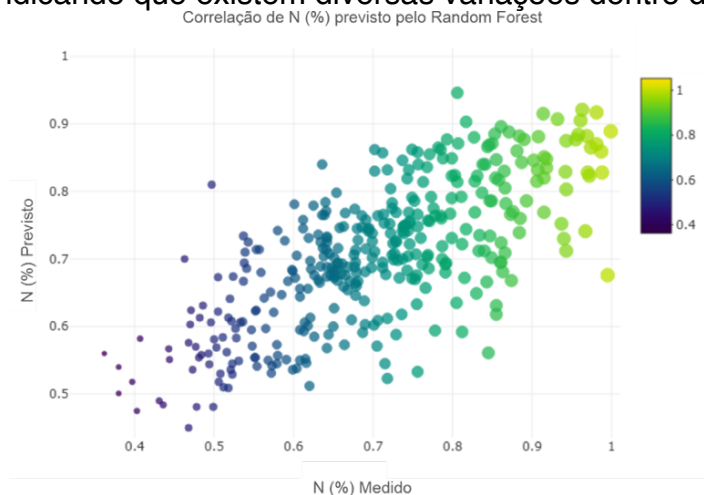
A importância relativa de cada parâmetro de entrada para o algoritmo indicou que as melhores variáveis para determinar o conteúdo de N e proteína bruta na cultura analisada pertencem a região do visível (Tabela 2). Os índices espectrais, por sua vez, apresentaram a pior contribuição dentre as variáveis estudadas, contradizendo o esperado conforme discutido na literatura (OSCO et al., 2019).

**Tabela 2.** Importância relativa indicando a contribuição de cada variável de entrada para o algoritmo.

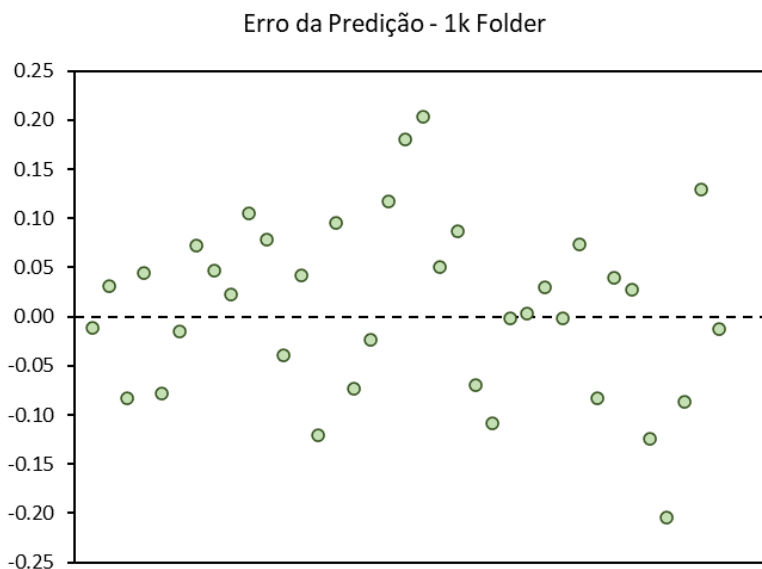
Rank	Atributo	Métrica
1	Azul	0,248
2	Vermelho	0,219
3	Verde	0,144
4	Infravermelho	0,005
5	GNDVI	-0,110
6	NDVI	-0,173

Por meio dos gráficos de dispersão e erro (Figuras 1 e 2) nota-se que as predições ocorreram de maneira similar para todo o conjunto de dados (i.e., não

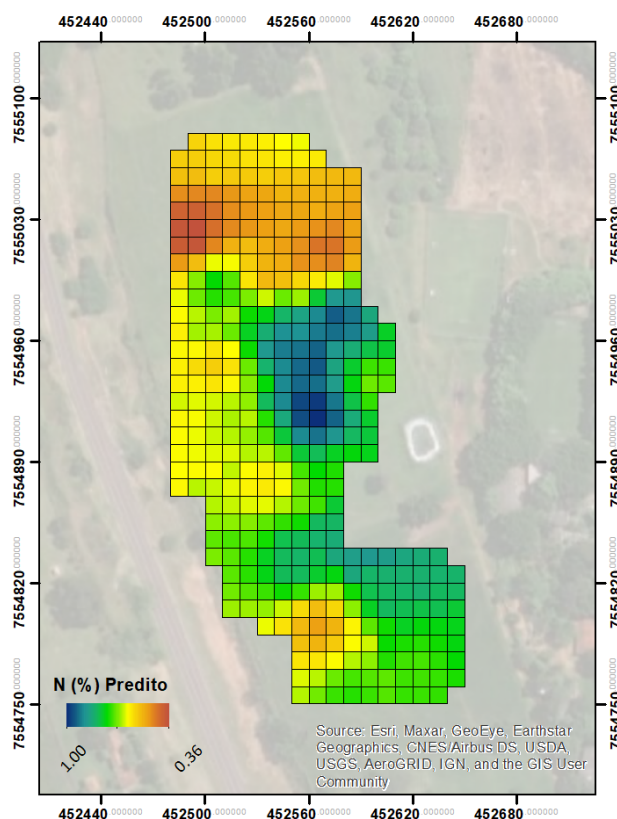
apresentaram um comportamento específico para nenhuma região do conjunto amostral, seja ela na baixa, média ou alta quantidade do nutriente). Por último, a Figura 3 permite uma análise qualitativa do resultado da inferência realizada pelo modelo, indicando que existem diversas variações dentro da mesma área.



**Figura 1.** Gráfico de dispersão para os 10 conjuntos (k) de teste pelo método de validação-cruzada.



**Figura 2.** Gráfico da distribuição de erro da predição para 1 conjunto (k) de teste.



**Figura 3.** Mapa demonstrando a inferência de N (%) realizada pelo Random Forest.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

Essa predição pode auxiliar no monitoramento da qualidade nutricional das pastagens na região oeste paulista. A acurácia encontrada permite que seja feita novas avaliações em áreas maiores utilizando das imagens de satélite disponíveis. Os valores proteicos estimados vão auxiliar no monitoramento e manejo das pastagens pelos produtores rurais.

## LITERATURA CITADA

Oscó, L. P., Ramos, A. P. M., Pereira, D. R., Moriya, Érika A. S., Imai, N. N., Matsubara, E. T., Estrabis, N., De Souza, M., Junior, J. M., Gonçalves, W. N., Li, J., Liesenberg, V., & Creste, J. E. (2019). Predicting canopy nitrogen content in citrus-trees using random forest algorithm associated to spectral vegetation indices from UAV-imagery. *Remote Sensing*, 11(24), 1–17. <https://doi.org/10.3390/rs11242925>

Oscó, L. P., De Arruda, M. Dos S., Marcato Junior, J., Da Silva, N. B., Ramos, A. P. M., Moryia, É. A. S., Imai, N. N., Pereira, D. R., Creste, J. E., Matsubara, E. T., Li, J., & Gonçalves, W. N. 2020. A convolutional neural network approach for counting and geolocating citrus-trees in UAV multispectral imagery. *ISPRS*



**Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 160(August 2019), 97–106.  
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.12.010>

WEISS, M., JACOB, F., & DUVEILLER, G. (2020). Remote sensing for agricultural applications: A meta-review. **Remote Sensing of Environment**, 236(November 2019), 111402. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111402>



## CRESCIMENTO DA SOJA EM FUNÇÃO DA INCORPORAÇÃO DE PALHADA DE *UROCHLOA RUZIZENSES* AO SOLO

Ivan K. Cabral e Fábio F. Araujo

### PROBLEMÁTICA

As áreas de pastagem estão presentes em boa parte do oeste paulista, devido sua característica de alta resistência às intempéries climáticas, sendo assim o cultivo de pastagem se faz possível para as condições encontradas nesta região. Entretanto, sua utilização não somente fica restrito ao pastejo animal (pecuária). Dentre as praticas que possibilitou o cultivo de grãos no oeste paulista, estão os sistemas de integração e uso do sistema de plantio direto que consiste em manter palhada sobre o solo, com isto o uso do gênero *Urochloa* para este fim se tornou comum. Entretanto, além dos benefícios já descritos, levanta-se a hipótese que os resíduos destas plantas possam ocasionar alguma interferência no desenvolvimento da soja em função da produção de metabólitos secundários (alelopatia). Neste contexto, avaliou-se de forma preliminar o efeito de resíduos vegetais de plantas da espécie *Urochloa ruzizienses*, muito utilizada nos sistemas de integração lavoura pecuária, por apresentar boa formação de material vegetal e fácil dessecação.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O gênero *Urochloa* representam boa parte da cobertura vegetal cultivada no Brasil, sendo uma das culturas de maior ocupação, este fato se deve principalmente a pecuária ser uma das principais atividades nacional, desta forma exigindo extensas áreas de pastejo (Silva & Sbrissa., 2000), porém outro fator se dá devido ao incremento dos sistemas de integração que vem ganhando espaço ano a ano, com utilização dos sistemas de semeadura direta se torna imprescindível a adoção de culturas para formação de cobertura vegetal, se destacando as braquiárias, por terem alta adaptabilidade a diferentes ambientes tanto de solo como clima, resistência a pragas e patógenos estas plantas vem ganhando cada vez mais espaço (Torres et al., 2015).

A utilização do sistema de plantio direto pode encadear uma série de efeitos ao ambiente de cultivo, sendo eles positivos ou negativos, a utilização de material residual sob o solo antecessor a soja pode proporcionar benefícios como controle de daninhas, menor temperatura do solo entre outros, em contraproposta alguns efeitos maléficos como alelopatia e maior número de inoculos de patógenos também podem ser considerados (Voss & Sidiras, 1985; Almeida, 1988; Santos & Reis, 1991).

O efeito alelopático observado em determinadas plantas, ocorre naturalmente em determinadas espécies que produzem compostos provenientes



do metabolismo secundário, que podem ser liberados no ambiente e em contato com outras plantas ou sementes presentes em seu entorno, podem interferir negativamente na germinação e desenvolvimento (Soares., 2000).

Dentre as dificuldades para determinação e comprovação dos efeitos alelopáticos se encontra a alta variabilidade dos compostos entre as plantas, juntamente a variação na concentração dos metabólitos de acordo com as estações do ano, nos períodos de maior estresse a planta normalmente se tem maior produção de metabólitos em relação a condições normais. (Silva et al., 2016).

Uma das vias de liberação destes compostos ao ambiente se dá a partir da decomposição do resíduo vegetal incorporado ou deixado sobre a superfície do solo, com o decorrer do tempo estes compostos são liberados percolando no perfil de solo. (Gressel & Holm, 1964). Aleloquímicos presentes no solo através da liberação por decomposição de resíduos vegetais, podem ocasionar redução no desenvolvimento e produtividade de determinadas culturas.

Neste cenário, tem-se aumentado o interesse nos estudos para identificar e comprovar os efeitos alelopáticos do gênero *Urochloa*, assim como observado por Favaretto et al., (2018) que comprovou que as plantas do gênero braquiária produzem compostos aleloquímicos que podendo exercer efeitos alelopáticos

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do laboratório de biologia do solo, localizada no Campus II da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, em Presidente Prudente/SP. Inicialmente foi coletada a parte aérea da *Urochloa ruzizienses* e realizada secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, em seguida feita a moagem para obtenção de um pó fino, o qual foi pesado em quantidades diferentes, sendo incorporados no solo 7 dias antes da semeadura sendo decomposto ao longo do período do experimento, com isto liberando os compostos no solo buscando simular situação real de campo oriunda do sistema de semeadura direto.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado sendo composto por 5 tratamentos (quantidade de massa de matéria seca de folhas de *U. ruzizensis*) com 5 repetições cada, Os tratamentos foram: T1- Controle; T2- 4,0 Mg ha<sup>-1</sup>; T3- 8,0 Mg ha<sup>-1</sup> T4- 12,0 Mg ha<sup>-1</sup> e T5- 15,0 Mg ha<sup>-1</sup>. O solo utilizado no experimento (Argissolo Vermelho Amarelo) foi retirado da área experimental da Unoeste e analisado para posterior calagem. A semeadura da soja cultivar BRS 388 foi realizada utilizando 6 sementes por vaso com capacidade de 5 kg de solo. Foi avaliada a germinação 10 dias após a semeadura e o crescimento da soja (altura), clorofila, massa seca da parte aérea e massa seca raiz 45 dias após a emergência.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), regressão e comparação entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa na avaliação das diferentes quantidades de massa de matéria seca de *Urochloa* quanto à emergência da soja. Como também não houve efeito alelopático dos resíduos que pudessem inibir a germinação das sementes.

No tocante à clorofila obteve-se uma resposta de tendência linear decrescente com aumento das quantidades de palha, ou seja, conforme aumento da palhada menores índices de clorofila foram observados (Figura 1- A). Para a variável altura de plantas a resposta foi crescente ou seja o aumento das quantidades de matéria seca aumentou a altura das plantas de soja (Figura 1- B). Do mesmo modo ocorreu para massa seca da parte aérea, cuja resposta foi linear crescente, conforme aumento da quantidade de resíduo vegetal (Figura 1 – C). Para a massa seca das raízes não houve ajuste significativo, entre as diferentes quantidades de resíduo vegetal (Figura 1 – D).

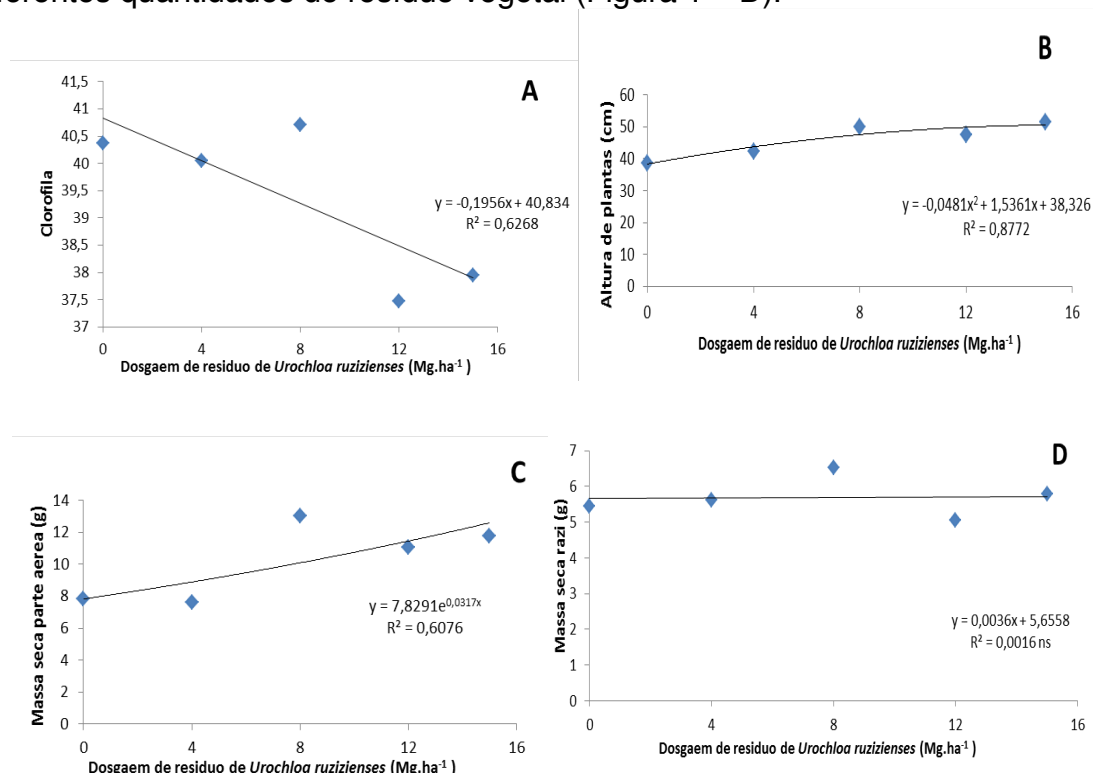


Figura 1. Avaliação de Clorofila (A), altura de plantas (B), massa seca da parte aérea (C) e massa seca raiz (D) em função das diferentes quantidades de resíduo de *Urochloa ruzizienses*.

Estas respostas observadas de aumento no crescimento em função do aumento da quantidade de material vegetal presente no solo podem ser associadas à liberação de nutrientes oriundo da decomposição do resíduo



vegetal ao longo do período do experimento, que puderam ser reutilizados pela soja e sendo assim contribuindo para um maior desenvolvimento. Porém o acréscimo do material vegetal em grandes quantidades ocasionou a imobilização do nitrogênio no solo, podendo ser relacionado aos menores índices de fotossíntese e clorofila observada nas quantidades elevadas de resíduo. Verificou-se que não houve efeito negativo no crescimento da planta relacionado a adição de doses crescentes de palhada de braquiária ao solo. Não se verificando o efeito de redução de crescimento encontrado por Pereira et al. (2011) que constatou redução na altura do milho quando aumentou as doses de palhadas de capim colchão ao solo. Contudo precisa ser melhor investigado o impacto negativo sobre a fotossíntese decorrente do aumento das doses de resíduos do capim ao solo

### APLICAÇÃO PRÁTICA

O uso da Urochloa ruzizienses como palhada antecessora ao cultivo da soja apresentou benefícios ao crescimento das plantas, comprovadas pelo aumento na altura de plantas e massa seca da parte aérea, porém quantidades elevadas geraram decréscimo nos índices de clorofila e conseqüentemente nos níveis fotossintéticos. Logo a quantidade de palhada de 8 toneladas ha<sup>-1</sup> se mostrou a mais indicada para cultivo antecessor a soja. Faz-se necessário buscar compreender se a decomposição da palhada pode alterar outros fatores como a microbiologia do solo e identificar compostos responsáveis por tal inibição e assim se ter resultados conclusivos desta redução fotossintética.

### LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, F.S. **A Alciopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60p. (IAPAR. Circular, 53).
- FAVARETTO, A., SCHEFFER-BASSO, SM e PEREZ, NB. Allelopathy in Poaceae species present in Brazil: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 2, Apr. 2018.
- GRESSEL, J. B.; HOLM, L. G. Chemical inhibition of cropgermination by weed seed and the nature of the inhibition by Abutilon theophrasti. **Weed Res.**, v. 4, p. 44-53, 1964.
- PEREIRA, M.R.R. et al . Inibição do desenvolvimento inicial de plantas de girassol, milho e triticales por palhada de capim-colchão. Planta daninha, Viçosa , v. 29, n. 2, p. 305-310, 2011
- SILVA, A. B. et al. Efeito do extrato de Cyperus rotundus L. no enraizamento de estacas de amoreira-preta. **CIENTEC-Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2016
- SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Efeitos de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.729-735, maio 1991.



- SILVA, S.C.; SBRISSA, A.F. A planta forrageira no sistema de produção. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**, 17., 2000, Jaboticabal, SP. Anais... Jaboticabal: FEALQ, 2000. p.3-20
- SOARES, G.L.G. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. Grand Rapids) por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Floresta e Ambiente**, v.7, p.190-197, 2000.
- TORRES, F. E.o et al. Estimation of genetic divergence between braquiaria ecotypes based on quantitative and qualitative descriptors. **Ciência Rural**, v. 45, n. 3, p. 485-491, 2015.
- VOSS, M.; SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.20, n.7, p.775-782,jul. 1985.



## **CORREÇÃO DO PERFIL DO SOLO: ESTRATÉGIA PARA MELHORAR O AMBIENTE SOLO-PLANTA, AUMENTAR A PRODUTIVIDADE E LUCRATIVIDADE DA ATIVIDADE RURAL**

Marcelo Raphael Volf, Thiago Henrique Neves, Agnaldo Cecatto, Carlos Sérgio Tiritan

### **PROBLEMÁTICA**

O solo é o substrato para o crescimento das plantas, e como tal, é dinâmico e complexo, é um ambiente bifásico pois é tanto fonte como reservatório. É por meio dele que as plantas se fixam, recebem água e nutrientes, e assim são capazes de gerar, de forma direta ou indireta, fibras, grãos, carne ou energia. A correção dos solos é o primeiro passo para que isso aconteça, em especial em solos tropicais que tem características de baixa fertilidade e acidez potencial.

As plantas são organismos altamente eficientes em converter água, luz e nutrientes em biomassa e conseqüentemente no produto de interesse. Porém, necessitam de ambiente que seja capaz de fornecer, de forma equilibrada, os elementos essenciais como o carbono (C), oxigênio (O), hidrogênio (H), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), manganês (Mn), ferro (Fe), boro (B), cobre (Cu), zinco (Zn), molibdênio (Mo) e níquel (Ni). O desequilíbrio ou a falta de qualquer um desses, pode causar baixa produtividade ou até a morte das plantas. A correção de solo não deve somente fornecer alguns desses elementos, ou a apenas corrigir da acidez potencial, mas sim construir a base sólida de uso racional e equilibrado de todos estes elementos. Sendo assim, os efeitos causados pela falta de boro (B), um nutriente requerido em pequenas quantidades, pode ser tão prejudicial quanto a falta de água ou excesso de luminosidade. Por outro lado, os solos corrigidos/equilibrado apenas em superfície (0-20 cm) podem limitar o crescimento das raízes em profundidade, e assim as plantas podem sofrer com qualquer período de déficit hídrico.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

A correção do perfil do solo, que consiste em melhora das características químicas e físicas, em maiores profundidades possíveis, pode ser uma ótima estratégia para proporcionar a exploração do ambiente e dos recursos naturais de forma mais eficaz, bem como, pode evitar perdas decorrentes de problemas climáticos, como falta de água (Sako et al., 2016) em especial em solos arenosos. Essa correção deve ser direcionada em adicionar os nutrientes, de forma o mais uniforme possível, ao menos até 60 cm de profundidade. Sendo assim, por meio do sistema radicular mais bem distribuído ao longo deste perfil,



as plantas podem tornar-se mais eficaz na utilização do ambiente. Tal estratégias pode favorecer o alcance de altas produtividades

A correção do perfil do solo deve ser embasada no equilíbrio entre os nutrientes. A característica intrínseca a cada nutriente deve ser levada em consideração, como o potencial de lixiviação e fixação, e como consequência o poder de mobilidade no solo. Isso faz com que se tenha a necessidade de adequação do manejo para fornecer cada nutriente. Os que tem baixa mobilidade no solo devem ser incorporados, como o uso do equipamento adequado e com a adequação do cálculo de necessidade ao volume de solo, que esse irá ser incorporado. Os nutrientes de maior mobilidade podem ser aplicados a lanço, sem a necessidade de incorporação, no entanto, adequando a necessidade aos cuidados para minimizar os riscos com a lixiviação. Nesse sentido iremos focar no Ca que tem como dupla finalidade nutrição e correção de acidez.

O Ca é um importante nutriente para promoção do crescimento radicular e sua falta pode comprometer os pontos de crescimentos nas raízes (Ritchey et al., 1982; Zonta et al., 2006). A falta de Ca em profundidade pode prejudicar a distribuição do sistema radicular, fazendo com que as plantas fiquem mais susceptíveis a intempéries climáticos. Altas produtividades de soja (acima de 70 sc ha<sup>-1</sup>) podem ser alcançadas por meio de teores de Ca em subsuperfície (0,8 – 1,0 m de profundidade) em torno de 1,0 cmmolc dm<sup>-3</sup> (Sako et al., 2016). Teores de 0,8 cmmolc dm<sup>-3</sup> foram suficientes para promover crescimento radicular na cultra da soja (Rosolem et al 1998). Teores de Ca, na camada de 0-0,2 m, acima de 2,5 cmmol podem promover maiores produtividades de milho (Costa, 2015). Em soja, produtividades superiores a 70 sc ha<sup>-1</sup>, foram obtidas com Ca acima de 2,9 cmmol (Sako et al 2016).

Os principais produtos para correção ou condicionamento do solo, contendo Ca são calcário e gesso agrícola. Os calcários são fontes de CaO e MgO que tem potencial de correção de acidez por meio da dissociação do O e formação da hidroxila (OH<sup>-</sup>) que se associará ao H<sup>+</sup>, além de também se ligar ao Al<sup>3+</sup> e neutralizá-lo. O gesso agrícola é composto por CaSO<sub>4</sub> (CaSO<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>O) que além de potencial condicionante do Al<sup>3+</sup>, pode fornecer Ca em profundidade, devido sua fórmula ser sulfato de cálcio, que é facilmente percolado no perfil.

Algumas metodologias são utilizadas para mensurar a necessidade de calcário e gesso. A maioria delas visando a correção da acidez potencial e ou condicionamento do alumínio. No entanto trataremos estes corretivos, neste documento, também como fonte de fertilizante, assim serão feitos cálculos visando adequação dos teores de Ca no solo. Para as recomendações de calcário que haja a necessidade de incorporação, focaremos no volume de solo a ser tratado. Enquanto para a recomendação da necessidade de gesso agrícola será levado em consideração o teor de Ca em subsuperfície e este será aplicado em superfície sem incorporação.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido na fazenda Monte alegre, Nova Xavantina, MT em um latossolo Vermelho Amarelo Distroférrico de textura média arenosa (230 g kg<sup>-1</sup> de argila) e teor de matéria orgânica (M.O) de 17 g kg<sup>-1</sup>. O experimento foi composto por um delineamento em blocos ao acaso, com 4 repetições e cinco doses de calcário dolomítico (0; 2; 4; 8; 12 e 16 ton ha<sup>-1</sup>). Após a aplicação do calcário foi feita a incorporação com o auxílio da grade aradoura de 34', a fim de incorporar a uma profundidade de 0,2 m. Foi cultivado soja nas parcelas, sendo semeada dia 15/11/2018. Foi feita a colheita dos grãos de soja na área útil das parcelas a fim de mensurar a produtividade. Após a colheita, o solo foi coletado, a profundidade de 0-0,2 m.

Para estimar o ganho imobiliário da terra após a correção, denominado como valor justo, referindo-se ao ganho de produtividade em decorrência desta correção, foi utilizado a equação 1.

$$[1] \text{Valor Justo} = \frac{(Prod f - Prod i)}{Cap rate (f)}$$

Onde *Valor Justo* é a valorização da terra devido a melhora química do solo que gerou o ganho de produtividade; *Prod f* produtividade máxima atingida; *Prod i* é produtividade do controle (menor valor de Ca); *Cap rate (f)* é o fator de correção baseado no rendimento marginal desejado, que neste caso foi utilizado 0,08 (ou seja 8%) ou seja, é o percentual imobiliário utilizado para se prever a taxa de renda anual que este imóvel gerará.

Para análise estatística, atendendo os pressupostos estatísticos, os dados foram submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F. Quando significativo (teste F), procedeu-se à análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de soja teve as médias ajustadas a uma equação quadrática em relação ao teor de Ca no solo, na profundidade 0- 0,2 m, com o ponto de máxima produtividade em 2,52 cmmol dm<sup>-3</sup> (Figura 1). Inicialmente o solo tinha o teor de Ca acima de 1,6 e o V% acima de 50%, índices que podem ser considerados adequados (FUNDAÇÃO MT, 2016; Sousa e Lobato, 2004) mesmo assim houve acréscimo na produtividade com adição de Ca via calcário dolomítico. Assim pode-se inferir que solos arenosos tendem a proporcionar maiores produtividades, com teores de Ca em 0-0,2 m superiores 2,5 cmmol.

A atividade agrícola deve ser encarada como um negócio, e a terra e os meios de produção como uma empresa desse negócio. Assim, é certo que uma terra, como uma empresa, deve valer aquilo que ela produz de riqueza ao longo do tempo. Deste modo, estimando o quanto a correção de solo produz de ganho de produtividade em uma lavoura, podemos calcular a respectiva valorização da terra resultante desse ganho de produtividade a ser obtido.

O ganho de produtividade em decorrência da melhora química do solo, nesse caso do Ca, pode ser observado na Figura 1. Sendo assim, ao avaliar o ganho máximo de produtividade da soja (2549 kg ha<sup>-1</sup>) relacionado ao teor de

Ca no solo ( $2,52 \text{ cmol dm}^{-3}$ ) é possível comparar a valorização de uma área que sai de 1,88, para  $2,52 \text{ cmol dm}^{-3}$ , por meio da aplicação de calcário, e assim ter um ganho em produtividade de  $249 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 1). Portanto ao se aplicar esse ganho de produtividade ( $249 \text{ kg ha}^{-1}$ ) à fórmula 1, que fornece o valor justo de valorização da terra em função do acréscimo de produtividade, a qual foi decorrente do aumento no teor de Ca no solo, obtém-se um valor de  $3.115 \text{ kg ha}^{-1}$  ou 52 sacas há<sup>-1</sup> de grãos de soja. Ou seja, é possível dizer que ao corrigir o teor de Ca desse solo de 1,88 para  $2,52 \text{ cmol dm}^{-3}$ , essa terra deverá ganhar, em termos de valor justo, 52 sacas de soja por hectare de valorização do imóvel rural.

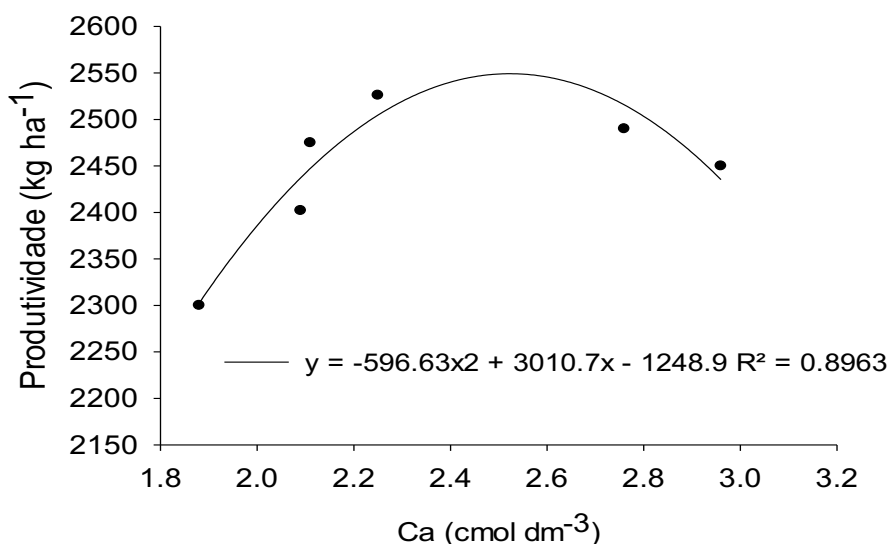


Figura 1. Produtividade de soja em relação ao teor de Ca no solo a 0-0,2 m de profundidade, após aplicação de calcário dolomítico, Nova Xavantiana, MT.

Para que atingir estes teores de Ca acima devemos ressaltar que para qualquer cálculo de calagem o objetivo é tratar volume de solo, ou seja, a quantidade de calcário a ser adicionado deverá, de alguma forma, levar em consideração o volume de solo ao qual esse será incorporado. Sendo assim, é necessário adequar a necessidade de calcário ao perfil de solo que esse será adicionado. Calagem com dose de calcário inadequada para o volume de solo que se deseja corrigir, pode gerar excesso de bases podendo acarretar problemas no equilíbrio químico do solo.

A Tabela 2 evidencia as doses necessárias de Ca, para atingir os teores de Ca a  $3 \text{ cmolc dm}^{-3}$ . As profundidades são tratadas de forma distintas pois a depender do manejo utilizado a dose deverá ser adequado a este. Tais manejos devem ser feitos com o equipamento adequado para que se consiga revolver o volume de solo proposto.

Manejos distintos devem ser adotados para corrigir cada profundidade do solo. A profundidade de 0-10 cm, onde é utilizado a grade niveladora para

incorporação. Vale ressaltar que para esse perfil é possível atingir os objetivos de correção de solo e adição de Ca sem que haja a necessidade de incorporação, ou seja, a aplicação pode ser feita em cobertura. O manejo na profundidade de 0-20 cm está focado no uso de grade aradoura que seja capaz de revolver esta camada de solo, o que pode ser atingido com equipamento acima de 32”.

O manejo em uma só operação, ou seja, CaO para 0-40 cm (Tabela 2) tem uma necessidade do dobro de Ca do que 0-20 cm, devido ao dobro do volume do solo. Para promover este manejo será necessário um revolvimento e homogeneização do perfil, de tal forma que todo o produto aplicado seja realmente incorporado e misturado a todo esse volume de solo. Sendo assim a grade aradoura deverá ser suficientemente grande para promover esse trabalho, grades de 36” pode ser uma opção. A outra opção é corrigir esse perfil por meio da incorporação do produto de forma distinta para as duas porções de solo. Para isso utiliza-se a recomendação de 0-20 cm (tabela 2) e promove primeiro a incorporação com o arado de lveca, isso fará com que o solo deste perfil vá para 20-40 cm, já com o produto incorporado. Por outro lado, o que estava a 20-40 cm será depositado em 0-20 cm, então utiliza-se da quantidade de CaO para 20-40 cm (tabela 2) promovendo assim a incorporação com grade aradoura de 32”. Isso fará com que se tenha uniformidade ao longo desse perfil sem a necessidade de equipamentos extremamente grandes.

O perfil de 40-60 tem um impedimento mecânico para se atingir o revolvimento de forma a se obter homogeneidade de incorporação adequada, então para adicionar Ca a esse perfil, pode-se utilizar o gesso agrícola, na dose que atinja a quantidade proposta na tabela 1. Além do que, como pode ser visto na Tabela 2, a quantidade de Ca pode ser menor neste perfil.

Tabela 1. Características químicas de um argissolo, utilizado para que se tenha a base para calcular a necessidade de calcário.

Prof (cm)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	M.O. g dm <sup>-3</sup>	P <sub>(resina)</sub> -- mg dm <sup>-3</sup> --	S	H+Al	K	Ca	Mg	CTCe	CTCt	V %
							Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				
0-20	5	13,1	12,1	0	19,5	0,7	1,3	0,6	2,5	3,9	47,1
0-10	5,4	15,3	12,7	0	17	1	1,9	0,8	3,7	4,5	62,3
10-20	4,6	10,9	11,4	0	22	0,4	0,6	0,4	1,4	3,2	31,9
20-40	4,4	8,6	10,6	0	22	0,2	0,4	0,3	0,9	1,9	24,4
40-60	4,2	6,7	9,5	0	21	0,1	0,2	0,3	0,6	2,6	20,4



Tabela 2. Quantidade necessária de cálcio em  $\text{kg ha}^{-1}$ , para atender o teor de Ca no solo de  $3 \text{ cmmolc dm}^{-3}$  utilizando os teores da Tabela 1 como referência.

Profundidade (cm)	Calcio (Ca) $\text{kg ha}^{-1}$			
	No solo	Necessidad	Adicionado_CaO	Adicionado_Gess
0-10	380	600	308	
0-20	500	1200	980	
0-40	660	2400	1960	
20-40	160	1200	1456	
40-60*	80	300		220

\*Para fornecer Ca a esse perfil foi utilizado o cálculo proposto por Caires e Guimarães (2018) com uma modificação, em vez de usar o perfil de 0,2 a 0,4 m como referência utilizamos 0,4-0,6 m.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação de calcário, em solo arenoso cultivado com soja a vários anos, elevou os teores de Ca (cálcio) no solo, o que proporcionou acréscimo de produtividade dos grãos de soja. O pico de máxima produtividade se deu com o teor de Ca em  $2,52 \text{ cmmol dm}^{-3}$ . Calagem a fim da obtenção de correção do Ca em profundidade deve obedecer a critérios que levem em consideração o volume de solo a ser corrigido. Cultivo de soja em solo arenoso requer correção de perfil visando a máxima homogeneidade possível do teor de Ca em profundidade. Vale ressaltar que somente este manejo, nesse ambiente com solo arenoso, não será suficiente para obtenção de altas produtividades. Assim é necessário sistemas de produção capazes de otimizar os escassos recursos desse ambiente, como por exemplo sistemas integrados de produção.

### AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a fazenda Monte Alegre de propriedade do Eng<sup>o</sup>. agrônomo Endrigo Dalcin, bem como a Dalcin Consultoria Agropecuária, pelo apoio e disponibilização da área para o estudo de campo.

### LITERATURA CITADA

- Caires, E. F., Guimarães, A. M. A novel phosphogypsum application recommendation method under continuous no-till management in Brazil. *Agronomy Journal* 110(5):1987–1995. 2018.
- Costa, C.H.M. 2015. Calagem superficial e aplicação de gesso em sistema plantio direto de longa duração: efeitos no solo e na sucessão milho/crambe/feijão-caupi (Tese)., Universidade Estadual Paulista., Botucatu, SP, Brazil.
- Crusciol, C.A.C., Costa, C.H.M., Castro, G.S.A., Volf, M.R. Manejo adequado da fertilidade do solo para uma agricultura sustentável no cerrado: Avanços e



- desafios. In. Flores, R.A.; Cunha, P.P. Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no cerrado. Goiânia: Gráfica UFG, 2016.
- Crusciol, C. A. C., Marques, R. R., Carmeis Filho, A. C. A., Soratto, R. P., Costa, C. H. M., Ferrari Neto, J., Castro, G. S. A., Pariz, C. M., Castilhos, A. M., and Franzluebbbers, A. J. Lime and gypsum combination improves crop and forage yields and estimated meat production and revenue in a variable charge tropical soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 115(3):347–372. 2019.
- FUNDAÇÃO MT. Boletim de pesquisa. 2016.
- Sako, H.; Alves, M., Moraes, M.F., Teixeira, W.W.R., Silva, R.O.L., Shiozaki, E.A. Fatores decisivos para se obter produtividade de soja acima de 4.200 kg/ha. CESB, 29 p. (Circular Técnica). 2016.
- Ritchey, K.D., Silva, J.E., Costa, U.F. Calcium deficiency in clayey B horizons of savana oxisols. *Soil Science*, v.133, p.378-382, 1982.
- Rosolem, C. A., Marcello, C. S. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. *Scientia agricola*, v. 55, n. 3, p. 448-455, 1998.
- Sousa, D. M. G., Iobato, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 416p. 2004.
- Zonta, E., Brasil, F.C., Goi, S.R., da Rosa, M.M.T. O sistema Radicular e sua interações com o ambiente In: Fernandes, M.S, editores. *Nutrição mineral de plantas*. 1nd ed. Viçosa: SBCS; p. 8-45. 2006



## **UROCHLOA RUZIZIENSIS AFETA O MANEJO DE POTÁSSIO NO ALGODÃO CULTIVADO EM SOLO ARENOSO**

Fábio R. Echer, Vinicius José S. Peres, Ciro A. Rosolem, Gustavo Ricardo A. Silva

### **PROBLEMÁTICA**

O (K) potássio é um nutriente absorvido pelo algodoeiro em grandes quantidades e participa de importantes processos fisiológicos. Devido ao baixo teor de argila dos solos arenosos (inferior a 15%) e baixa CTC, o potássio pode ser facilmente lixiviado para as camadas mais profundas do solo, ficando fora do alcance das raízes do algodoeiro. Essa ocorrência causa menor absorção do nutriente pela planta, conseqüentemente, menor produtividade e qualidade das fibras. A utilização da *Urochloa ruzizensis* pode ser uma alternativa para a ciclagem deste nutriente, uma vez que a mesma possui alta capacidade de absorção e acúmulo de K devido ao fato do seu sistema radicular ser profundo. Antecipar a adubação potássica na planta de cobertura pode melhorar a absorção do potássio pelo algodoeiro, manter a produtividade e qualidade; além de flexibilizar o operacional da lavoura.

### **CONHECIMENTO PRÉVIO**

O algodoeiro é uma cultura de grande importância devido a utilização de suas fibras para as indústrias têxtil no Brasil e no mundo (PAIVA et al., 2016). No Brasil foram cultivados 1,62 milhões de hectares na safra 19/20 para produção de fibra (CONAB, 2020). A absorção de K pelo algodoeiro varia de acordo com o potencial produtivo da lavoura, e pode ser de 77 a 250 kg ha<sup>-1</sup> (ROCHESTER, 2007). O K é um macronutriente essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, pois atua em diversos processos fisiológicos (WANG e WU, 2017). O manejo correto com a adubação potássica pode aumentar a produtividade, melhorar qualidade da fibra, especialmente o índice de micronaire e a reduzir o índice de fibras curtas, além de aumentar a eficiência de uso do fertilizante potássico (CARVALHO et al., 2006).

Os solos arenosos apresentam como característica principal a baixa fertilidade natural, baixa retenção de água e capacidade de troca de cátions (CTC) devido ao baixo teor de matéria orgânica e argila (FONTES et al., 2001; MENDONÇA et al., 2006). Nesses solos o potássio (K) tem menos cargas negativas para se associar, portanto, quando na presença de água, o K não adsorvido estará na solução do solo, aumentando a possibilidade de ocorrer lixiviação (ROSOLEM e STEINER, 2017).

Uma prática que vem sendo bastante discutida é a antecipação da aplicação do potássio na planta de cobertura (FRANCISCO et al., 2007), uma vez que o potássio da palha pode ter liberação rápida para o solo e ser absorvido

pela cultura (NADAL, 2018). Além do potássio proveniente da adubação, as plantas de cobertura podem reciclar o potássio que se encontra nas camadas mais profundas do solo (MICHELON et al., 2019).

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado nas safras 2016/17 e 2017/18 na fazenda experimental da UNOESTE, localizada no município de Presidente Bernardes – SP. O delineamento experimental foi fatorial 2x6, sendo duas cultivares de algodão, FM 913GLT (Precoce) e FM 983GLT (Tardia) e seis manejos da adubação com potássio (Tabela 1). A ruziziensis (RZ) foi semeada em 05/05/2016 e 06/06/2017 com 14 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis. O fertilizante potássico foi aplicado na RZ nos tratamentos correspondentes no início de setembro de cada ano, usando cloreto de potássio. A RZ foi dessecada em 01/11/2016 e 06/11/2017 utilizando glifosato (1,92 g ha<sup>-1</sup> i.a), e o algodoeiro foi semeado em 09/12/2016 e 23/11/2017. A aplicação de potássio no algodoeiro ocorreu aos 30 DAE nos tratamentos 70K na RZ + 70K no Algodão (A), e aos 30 e 45 DAE nos tratamentos 140K sem RZ e 140K no A + RZ, sendo que cada aplicação foi de 70 kg ha<sup>-1</sup>.

Tabela 1. Esquema da adubação nos tratamentos.

Tratamentos	Ruziziensis (RZ)	Dose de K <sub>2</sub> O	Época da adubação
0K	Não	0	-
140K	Não	140 kg ha <sup>-1</sup>	70 kg ha <sup>-1</sup> aplicado 30 DAE e 70 kg ha <sup>-1</sup> aos 45 DAE
0K+RZ	Sim	0	-
140K na RZ	Sim	140 kg ha <sup>-1</sup>	aplicado na fase vegetativa da ruziziensis (90 DAE)
70K na RZ+ 70K no A	Sim	140 kg ha <sup>-1</sup>	70 kg ha <sup>-1</sup> aplicado na fase vegetativa da ruziziensis e 70 kg ha <sup>-1</sup> no algodão aos 30 DAE
140K no A + RZ	Sim	140 kg ha <sup>-1</sup>	70 kg ha <sup>-1</sup> aplicado 30 DAE e 70 kg ha <sup>-1</sup> aos 45 DAE

DAE: dias após a emergência

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira safra, 2016/17, o peso do capulho não foi afetado pelos tratamentos (Fig 1a), mas na segunda safra aumentou com a adubação com K, principalmente na presença de ruziziensis. O número de capulhos aumentou com a fertilização com K somente quando não havia ruziziensis na Safra 2016/17 (Fig 1b). Em 2017/18 o número de capulhos foi maior do que em 2016/17, e foi maior no algodão adubado sem ruziziensis e quando o K foi parcelado na ruziziensis e no algodão. Por outro lado, o rendimento de fibra foi menor no algodão não

adubado na safra 2016/17 e com pouca variação nos tratamentos adubados com K nas duas safras (Fig 1c).

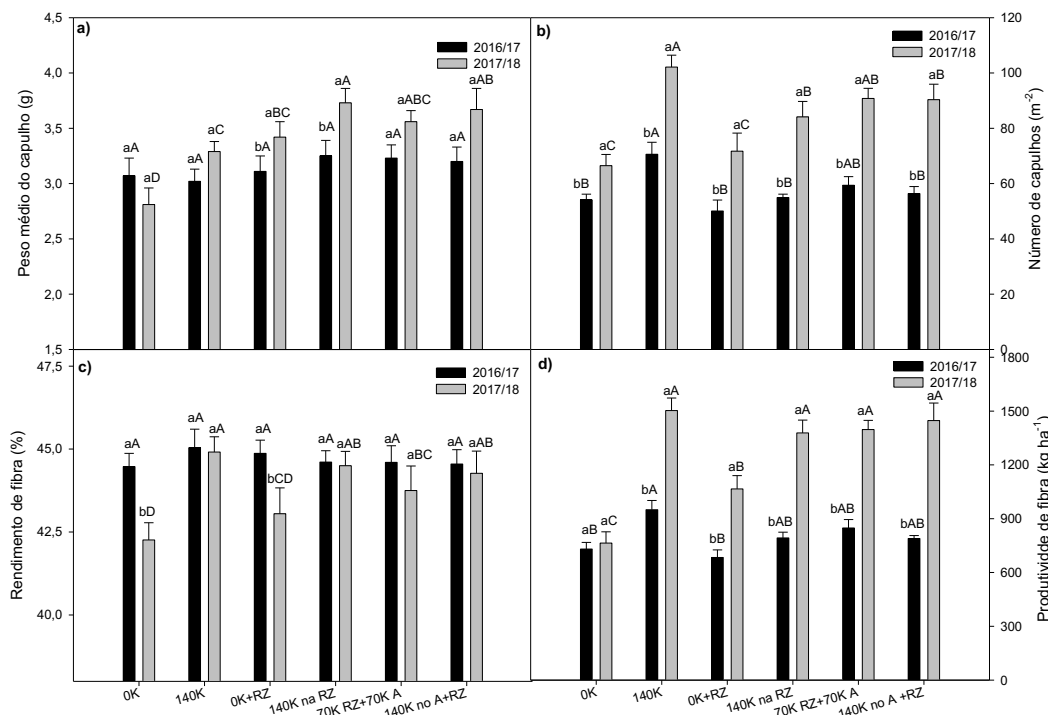


Figura 1. Peso médio do capulho (a), número de capulhos (b), rendimento de fibra (c) e produtividade de fibra (d) do algodoeiro cultivado sob diferentes manejos da adubação potássica nas safras 2016/17 e 2017/18.

No primeiro ano, o manejo de K pouco influenciou a produtividade de fibra, e esta foi menor nos tratamentos sem fertilização com K (Fig. 1d). No entanto, na safra 2017/18, a produtividade foi maior nos tratamentos adubados com K, independentemente da presença da RZ e do manejo da adubação. Na ausência de K, a produtividade de fibra foi 16% maior quando a RZ foi cultivada antes do algodão.

Não houve interação significativa dos anos com os tratamentos para a porcentagem de fibras curtas, e esta foi maior em 2017/18 do que em 2016/17 (Tabela 2); no entanto, a resistência e o comprimento das fibras foram menores no segundo ano de cultivo. Não houve efeito da adubação com K ou presença da RZ sobre a resistência ou comprimento das fibras, mas a porcentagem de fibras curtas foi menor quando havia mais K disponível para o algodão (Tabela 2).

Houve interação significativa do ano com o manejo de K para o micronaire e a maturidade da fibra (Fig. 2). Em média, o micronaire foi menor na segunda safra. Nos dois anos, o micronaire foi menor quando não foi aplicado K em parcelas sem RZ. Vale ressaltar que apenas o cultivo de RZ antes do algodão foi suficiente para aumentar o micronaire tanto quanto a aplicação de 140 kg ha<sup>-1</sup> e

K sem a RZ. A maturidade da fibra respondeu ao K nos dois anos e foi maior no primeiro ano na maioria dos tratamentos (Fig. 2). Em geral, a maturidade foi maior quando o adubo K foi aplicado na RZ ou dividido na RZ e no algodoeiro.

Tabela 2. Resistência, comprimento e índice de fibra curtas no algodoeiro em duas safras agrícolas e em diferentes manejos da adubação potássica.

	Resistência	Comprimento	Índice de fibras curtas
Ano	g tex <sup>-1</sup>	mm	%
2016/17	31.3 a	29,6 a	7.0 b
2017/18	29.9 b	28,9 b	9.9 a
<b>Tratamento</b>			
OK	30.0	29.1	8.9 a
140K	30.6	29.1	8.5 ab
OK+RZ	30.3	29.1	8.6 ab
140K on RZ	30.8	29.2	8.3 b
70K na RZ+70K no A	31.1	29.4	8.2 b
140K no A + RZ	30.6	29.2	8.2 b
Ano (A)	0.001	0.001	0.001
Tratamento (T)	0.06	0.57	0.11
AxT	0.16	0.73	0.79
CV(%)	3.66	2.18	10.78

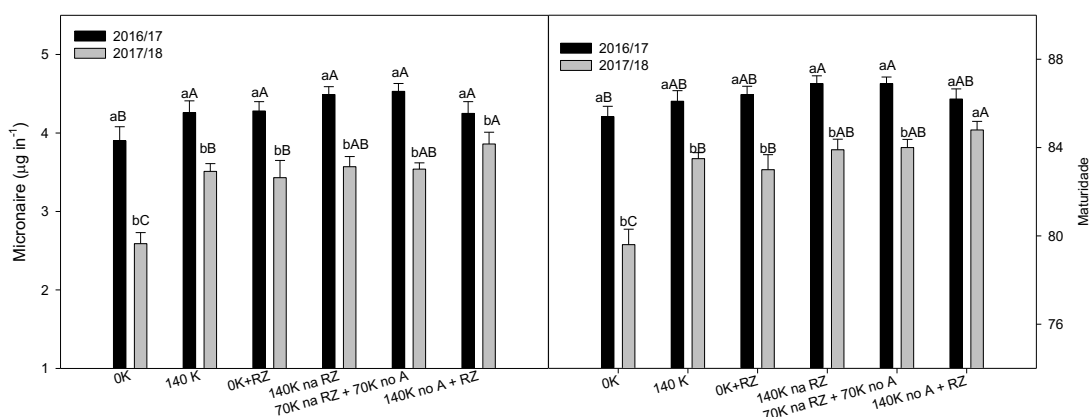


Figura 2. Micronaire (a) e maturidade da fibra (b) do algodoeiro cultivado sob diferentes manejos da adubação potássica nas safras 2016/17 e 2017/18.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

A aplicação antecipada do fertilizante potássico na ruziziensis cultivada antes do algodão permite a manutenção da produtividade e pode melhorar a qualidade da fibra, sem a necessidade de dividir a fertilização com K, o que seria recomendado em solos arenosos sem a ruziziensis no sistema, o que pode contribuir para reduzir custos operacionais na fazenda.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carvalho, M.C.S; Barbosa, K.A; Ferreira, A.C.B; Leandro, W.M; Oliveira Júnior, J.P. Sugestão de adubação potássica do algodoeiro para o estado de Goiás – com base de resultados de pesquisa. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006.

CONAB, 2020. Disponível: <https://www.conab.gov.br/>

Fontes, M.P.F; Camargo, O.A; Sposito, G. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperados. *Scientia Agricola*, v. 58, p. 627-646, 2001.

Francisco, E.A.B.; Câmara, G. M.S.; Segatelli, C.R. Estado nutricional e produção do capim-pé-de-galinha e da soja cultivada em sucessão em sistema antecipado de adubação. *Bragantia*, v.66, n. 2, p.259-266, 2007.

Mendoza, E.S. et al. Effect of pH on the revelopment of acidic sites in clayey and Sandy loam Oxisol from the Cerrado region, Brazil. *Geoderma*, v. 132, p. 131-142, 2006.

Michelon, C. J., Junges, E., Casali, C. A., Pellegrini, J. B. R., Neto, L. R., De Oliveira, Z. B., & De Oliveira, M. B. (2019). Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18(2), 230-239.

NADAL, A. A. (2018). Ciclagem e liberação de potássio por plantas de cobertura na cultura da soja no ecótono Cerrado-Amazônia Mato-Grossense.

PAIVA, F. I. G. et al. Qualidade da fibra do algodoeiro BRS verde irrigado com águas de diferentes níveis salinos. *Irriga, Botucatu*, v. 1, n. 1, p. 209-220, 2016.

Rochester, I.J. Nutrient uptake and export from an Australian cotton field. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**. v. 77; p.213-223, 2007. <https://doi.org/10.1007/s10705-006-9058-2>

Rosolem, C.A; Steiner, F. Effects of soil texture and rate of K on potassium balance in tropical soil. *European Journal of Soil Science*, v. 68, p. 658-666, 2017.

Wang, Y; Wu, W.H; Regulation of potassium transport and signaling in plants. *Current opinion in plant biology*. V 39, p. 123-128, 2017.



## EFEITO DA POPULAÇÃO DE PLANTAS SOBRE A PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro; Daniel Rodrigues Rodela; Beatriz Pelosi  
Jeronymo Azoia; Rafael Senna e Silva & Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

A irregularidade pluviométrica no Oeste Paulista associado a solos de textura arenosa com baixa capacidade de retenção de água podem limitar o potencial produtivo do algodoeiro, especialmente quando os veranicos ocorrem na fase reprodutiva da cultura. Nessa região, normalmente o algodoeiro é cultivado em Sistema de Plantio Convencional (SPC). Adicionalmente os produtores utilizam altas densidades de plantas, acarretando fatores que aumentam as perdas de água por evapotranspiração, além de aumentar o custo de produção pela aquisição de sementes e com o preparo mecânico do solo. Assim, a implantação do algodoeiro no Sistema de Plantio Direto (SPD) e a adequada população de plantas podem reduzir o risco de perda de produtividade.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O algodão é uma das principais *commodities* brasileiras com uma área de 1,6 milhões de hectares cultivados na safra 2019/2020. Apesar da grande maioria da área de cultivo estar no Centro-Oeste (Mato Grosso) e Oeste da Bahia e em solos de média e alta fertilidade (CONAB, 2018), a área de cultivo em solos arenosos de baixa fertilidade vem aumentando nos últimos anos, inclusive no Oeste Paulista, que teve área de 1,2 mil hectares na safra 2019/2020 (APPA, 2020).

No Mato Grosso, mais de 90% da área de cultivo do algodoeiro é após soja, sem o preparo do solo. Na Bahia a maior parte do algodoeiro é semeada sob plantas de cobertura (braquiárias, milheto etc.). Entretanto, no Oeste Paulista as chuvas são irregulares entre outubro/abril, com frequente presença de veranicos, o que aumenta a importância do manejo do solo e da planta para melhorar a eficiência do uso da água.

O SPD melhora a agregação do solo e o armazenamento de água (Basche & Delonge, 2017) e favorecer o crescimento radicular das culturas (Calonego & Rosolem, 2010). Esses aspectos permitem a aquisição de água pelas culturas, reduzindo os efeitos negativos em períodos de veranicos. Associado a isso, menores populações de plantas reduzem as perdas de água por transpiração devido à menor área foliar (El-Hendawy et al., 2008).

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido nas safras 2017/2018 e 2018/2019 na Fazenda Experimental da UNOESTE, em Presidente Bernardes-SP, em um Argissolo





Vermelho Distroférico de textura arenosa (14% de argila (0-20 cm). O delineamento experimental foi em blocos com os tratamentos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas e com cinco repetições. Nas parcelas foram alocados os sistemas de plantio (Sistema de Plantio Direto (SPD) e Sistema de Plantio Convencional (SPC); nas subparcelas foram alocadas as densidades de plantas 5, 8, 10 e 12 (2017/2018) e 4, 6, 7 e 8 (2018/2019) plantas por metro linear.

O experimento foi implantado sobre área de pastagem degradada (*Urochloa brizantha*). Em agosto de 2017 e 2018 foram aplicados 2,5 e 1,2 toneladas por hectare de calcário dolomítico na área, respectivamente. Em março e abril de 2017 e 2018, respectivamente, foi semeado mombaça (*Megathyrsus maximus*) nas parcelas do sistema plantio direto.

Em outubro de 2017 e 2018 as parcelas do SPD foram dessecadas com glifosato e as do SPC realizou-se o preparo mecânico com grande pesada, uma grade leve e nivelamento com grade leve fechada. Em novembro de 2017 e 2018 foi realizada semeadura do algodoeiro com 15 sementes por metro linear, utilizando a cultivar TMG 47B2RF, com espaçamento de 0,8 m entre linhas. Em 2018 houve dificuldade para estabelecer o stand de plantas, devido a restrição hídrica pós semeadura, sendo oito plantas por metro a população máxima. Aos 10 dias após a emergência das plantas foi realizado o desbaste das plantas para estabelecer as populações de plantas desejadas.

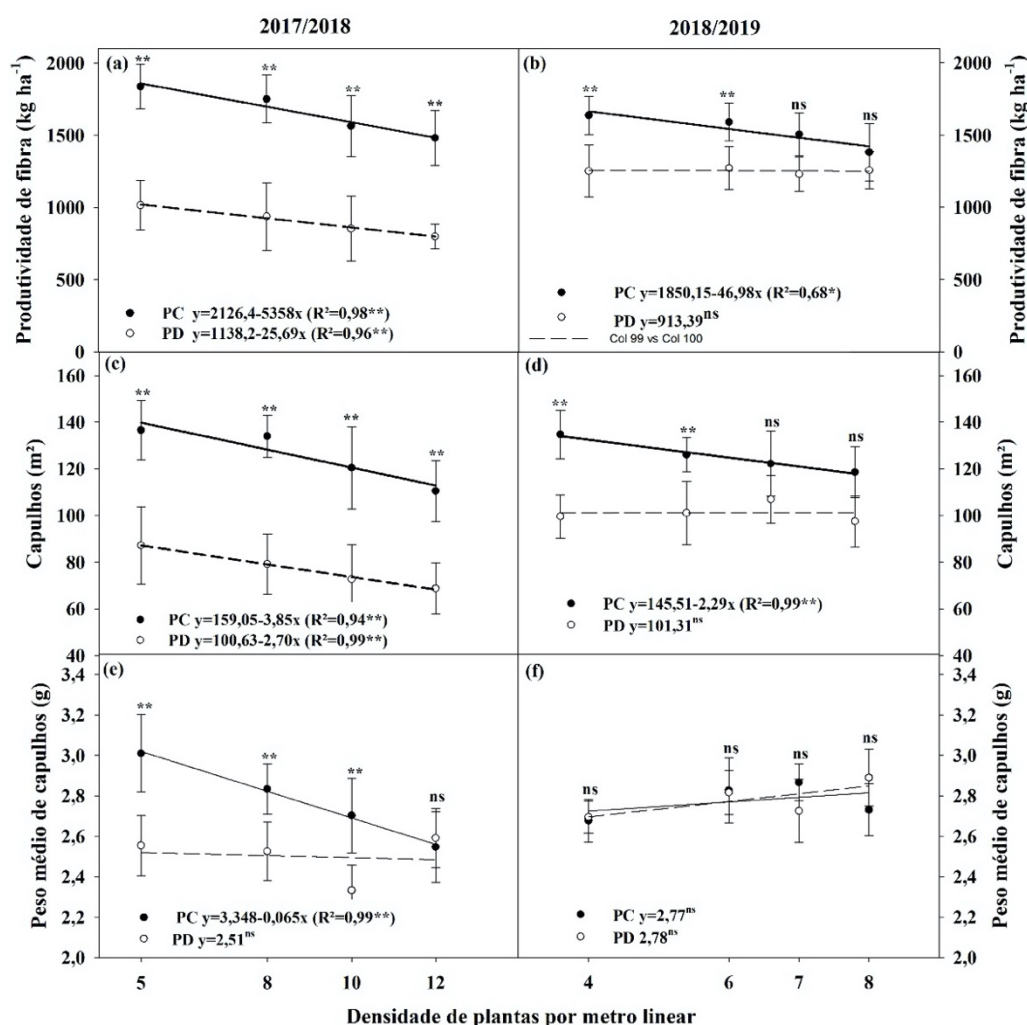
Aos 145 dias após emergência do algodoeiro avaliou-se o número de plantas por m<sup>2</sup>, número de capulhos, peso médio de capulhos e a produtividade que foi estimada com a colheita manual de dois metros de linha de cada parcela. Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas safras 2017/2018 e 2018/2019 houve precipitação de 1274 e 768 mm, respectivamente. Na safra 2018/2019 não houve precipitação significativa entre os 50 e 71 dias após emergência do algodoeiro, ou seja, em 21 dias houve acúmulo de apenas 15 mm na fase de florescimento da cultura (maior demanda hídrica).

A produtividade de fibra foi maior no SPC nas duas safras, exceto em 2017/2018 para altas densidades de plantas (7 e 8 plantas m<sup>-1</sup>) (Figura 1 a;b). Isso evidencia que em anos com restrição hídrica, as altas densidades de plantas podem limitar a produtividade do algodoeiro, sendo a baixa densidade de plantas uma estratégia para mitigar os efeitos negativos da restrição hídrica em ambos sistemas de cultivo. Na primeira safra (dois sistemas) e segunda safra no SPC o aumento da densidade de plantas reduziu linearmente a produtividade de fibras, sendo às maiores produtividades com 5 e 4 plantas por metro linear nas safras 2017/2018 e 2018/2019. A redução de produtividade ocorreu devido ao menor número de capulhos, pois o peso médio de capulhos foi afetado pela densidade

de plantas apenas em 2017/2018, no plantio convencional (Figura 1). A produtividade no SPC foi maior que no SPD nos dois anos, porém há uma tendência de redução dessa diferença, que foi em média de 744 kg ha<sup>-1</sup> ou 81% na primeira safra e de 304 kg ha<sup>-1</sup> ou 24% no segundo ano de implantação do SPD. Isso pode ser atribuído às melhores condições químicas do solo no SPC resultado da incorporação de calcário de profundidade, o que não foi realizado no SPD, antes da implantação do sistema, sendo essa prática recomendada, para potencializar os benefícios dessa técnica.



**Figura 1.** Produtividade de fibra, número capulhos e peso médio de capulhos do algodoeiro, nas safras 2017/18 e 2018/19, cultivado em plantio direto (PD) e convencional (PC), com diferentes densidades de plantas. \*\*=significativo a 1%, \*= significativo a 5% e ns= não significativo.



**Figura 2.** Desenvolvimento do algodoeiro em diferentes sistemas de preparo do solo.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

A utilização de baixas densidades de plantas (entre quatro e cinco plantas por metro linear) e utilização do Sistema de Plantio Convencional proporcionam melhores produtividades do algodoeiro nos primeiros anos de cultivo. No Sistema de Plantio Direto a fertilidade do solo limitou o desempenho do algodoeiro nos primeiros dois anos da implantação. Antes da implantação do Sistema de Plantio Direto é recomendado a incorporação de calcário com preparo mecânico do solo, visando a correção do solo em profundidade.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Associação Paulista dos Produtores de Algodão (APPA) pelo apoio financeiro à pesquisa.

### LITERATURA CITADA

- APPA, Associação Paulista dos Produtores de Algodão. **Estatística safra 2019/2020**. Disponível em <http://www.appasp.com.br>. Acesso em: 01/07/20.
- Basche, A.; Delonge, M. The impact of continuous living cover on soil hydrologic properties: A meta-analysis. **Soil Science Society of America Journal**, 81(5), 1179-1190. 2017. <https://doi.org/10.2136/sssaj2017.03.0077>
- Calonego, J. C.; Rosolem, C. A. Soybean root growth and yield in rotation with cover crops under chiseling and no-till. **European Journal of Agronomy**. v. 33, p.242-249, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.06.002>
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamento de safra 2020. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18\\_03\\_13\\_14\\_15\\_33\\_grao\\_marco\\_2020.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_03_13_14_15_33_grao_marco_2020.pdf)
- El-Hendawy, S.E., El-Lattief, E.A.A., Ahmed, M.S., Schmidhalter, U. Irrigation rate and plant density effects on yield and water use efficiency of drip-irrigated corn. *Agricultural water management*, v.95, p. 836-844, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.02.008>
- Lamas, F.M., Ferreira, A.C.B., De la Torre, E.J.R., Staut, L.A. Sistema Plantio Direto e Convencional: efeito na produtividade de fibra de três cultivares de algodoeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 3, p. 34-40, 2016.



## PRODUTIVIDADE DA SOJA EM ÁREA DE PRIMEIRO ANO EM FUNÇÃO DO PRÉ-CULTIVO DE PLANTAS DE COBERTURA E ADUBAÇÃO NITROGENADA

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro; Guilherme Dias Batista; Bruno Poloto Lopes e Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

A produtividade da soja em área de primeiro ano de cultivo pós-pastagem degradada e em solo de textura arenosa normalmente é baixa, devido à baixa fertilidade do solo e menor eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Dessa forma a melhoria do solo com o cultivo de plantas de cobertura no outono/inverno anterior ao cultivo da soja pode melhorar as condições químicas e biológicas do solo, melhorando a eficiência da fixação biológica do nitrogênio (FBN) e a produtividade da soja.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O cultivo da soja tem se expandido para áreas menores com potenciais produtivos em razão das novas fronteiras agrícolas brasileiras, sobretudo em solos de textura arenosa, como os do Oeste Paulista. Essas áreas incluem pastagens degradadas ou em algum estágio de degradação e solos arenosos, que compreendem cerca de 8% dos solos brasileiros (Donagemma et al., 2016). Nesses ambientes, a produtividade da soja normalmente é menor, devido a menor fertilidade do solo e a restrição hídrica. O Sistema de Semeadura Direta (SSD), com plantas de cobertura em pré-cultivo da soja e a oferta adequada de nitrogênio podem aumentar a produtividade da soja nesses ambientes, devido a melhoria das condições edáficas (Pereira et al., 2007).

Cerca de 80% do N requerido pela soja é proveniente da FBN e o restante vem dos fertilizantes aplicados na linha de semeadura e da mineralização da matéria orgânica do solo. Entretanto em ambientes de solos arenosos, pós-pastagem degradada a nodulação da soja é baixa, mesmo com altas doses de inoculante, isso devido principalmente a baixa fertilidade do solo (Cordeiro; Echer, 2019). Dessa forma a melhoria das condições do solo com o pré-cultivo de plantas de cobertura, pode melhorar a eficiência da FBN e a produtividade da soja.

Alguns estudos indicam que o pré-cultivo de plantas de cobertura não melhora a produtividade da soja (Restovich et al., 2012; Garcia et al., 2014). Outro, relata que há aumento em até 12% na produtividade da soja a longo prazo com adoção dessa prática (Calonego; Rosolem, 2010). Em ambientes de solos arenosos pode haver efeito benéfico da aplicação de até 50 kg ha<sup>-1</sup> N na soja (Cordeiro; Echer, 2019), mas ainda são poucos os estudos com plantas de



cobertura no primeiro ano de cultivo, visando a melhoria do ambiente para potencialização da FBN.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido na safra 2017/2018, na fazenda experimental da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) em Presidente Bernardes-SP. O solo da área é classificado como Argissolo distrófico de textura arenosa (14% de argila - 0-20 cm). A área era ocupada anteriormente por pastagem degradada (*Urochloa brizantha* cv. Marandu). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da combinação entre plantas de cobertura e adubação mineral com nitrogênio: 1) Aveia; 2) Aveia + 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na aveia; 3) Aveia + 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na soja; 4) Aveia + Tremoço; 5) Aveia + tremoço + 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na soja; 6) Tremoço; 7) Pousio; 8) Pousio + 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na soja. Cada unidade experimental teve dimensões 7x3,15m, totalizando 22,05 m<sup>2</sup>.

O experimento foi implantado em Sistema de Semeadura Direta (SSD). Em abril de 2017 a área foi dessecada para implantação das plantas de cobertura. Logo após a dessecação foi realizada a calagem na área (1800 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico), oito meses antes da semeadura da soja. A fertilização nitrogenada (nitrito de amônio) na aveia (tratamento 2) foi realizada aos 60 DAE da aveia. Em novembro de 2017 (45 dias antes da semeadura da soja) as plantas de cobertura foram dessecadas. A semeadura da soja (cultivar TMG 7062 IPRO) foi em 28/12/2017. A inoculação foi realizada no sulco de semeadura, com inoculante líquido com oito doses ha<sup>-1</sup>. No estágio V3 foi aplicado via foliar os micronutrientes cobalto e molibdênio na dose de 8 e 40 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em R1 realizou-se a fertilização nitrogenada na soja (nitrito de amônio) nos tratamentos 3, 5 e 8.

No estágio R4 da soja (15 dias após a adubação nitrogenada) foi coletado raízes de seis plantas por parcela para avaliação da nodulação da soja (número e peso seco de nódulos). No final do ciclo foi determinado os componentes de produção da soja (stand de planta, número de vagens por planta, número de grão por vagem, peso de 100 grãos) colhendo manualmente um metro de planta por parcela, a produtividade foi determinada com colheita manual das três linhas de cada parcela, excluindo um metro de cada bordadura. A umidade de grãos da soja foi corrigida para 13%. O teor de N nos grãos foi determinado e a exportação de N via grãos calculada. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve precipitação de 650 e 690 mm durante o ciclo das plantas de cobertura e soja, respectivamente. O cultivo da aveia e a aveia+N na aveia (50 kg ha<sup>-1</sup>) aumentou a produtividade em 44 e 51%, respectivamente, comparado ao pousio (Tabela 1). Na ausência de plantas de cobertura (pousio) a fertilização nitrogenada (pousio+N na soja) aumentou a produtividade em 19% (262 kg ha<sup>-1</sup>

<sup>1)</sup> (Tabela 1). Mesmo assim a produtividade média da soja foi baixa (1700 kg ha<sup>-1</sup>), devido principalmente a restrição hídrica no período de enchimento de grãos (R5) e semeadura tardia (dezembro).

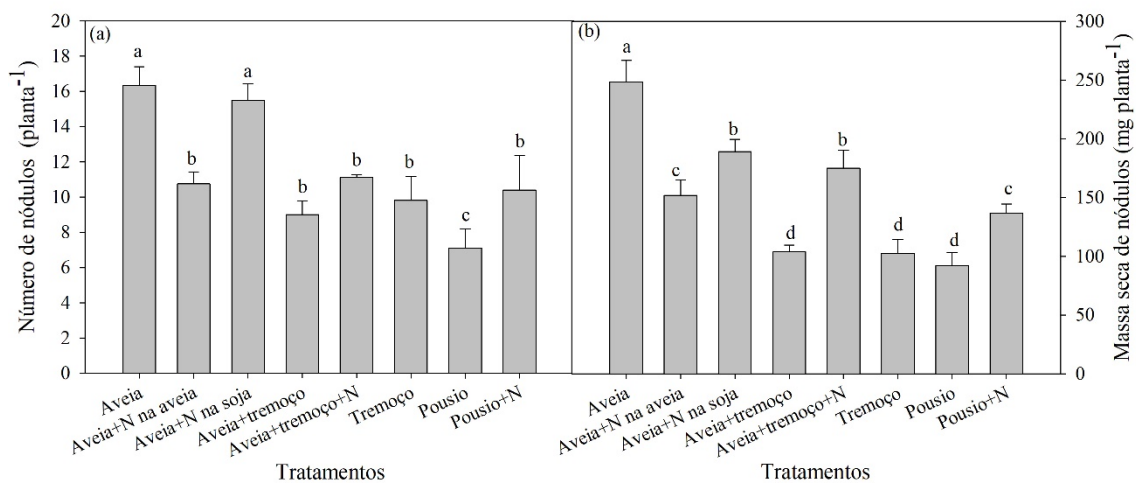
**Tabela 1.** Componentes de produção e produtividade da soja em diferentes tratamentos. Médias dos tratamentos seguidas por letras iguais não diferem

Tratamentos	Número de vagens	Número de grãos	Massa de 100 grãos	Teor de N no grão	Produtividade de grãos	Exportação de N
	planta <sup>-1</sup>	vagem <sup>-1</sup>	grama s	g (kg <sup>-1</sup> )	kg ha <sup>-1</sup>	
Aveia	19,6 b	2,9 a	15,1 a	61,7 a	2038 a	125,5 a
Aveia+N na aveia	30,0 a	1,8 c	15,9 a	61,9 a	2130 a	131,9 a
Aveia+N na soja	22,7 b	2,8 a	12,1 c	58,5 b	1872 a	109,4 b
Aveia+tremoço	21,9 b	1,9 c	14,1 b	64,6 a	1478 b	95,5 c
Aveia+tremoço+N	22,5 b	2,1 c	14,0 b	62,7 a	1552 b	97,3 c
Tremoço	17,5 d	2,4 b	14,8 b	60,2 b	1477 b	88,7 c
Pousio	19,6 c	1,9 c	14,4 b	56,9 b	1356 b	80,1 c
Pousio+N na soja	16,2 d	2,7 a	15,7 a	63,1 a	1618 b	97,4 c
CV%	8,5	5,5	4,1	4,1	9,8	11,0

entre si pelo teste de Skott-Knott 5% de probabilidade  $a > b$  ( $p < 0,05$ ).

Os tratamentos aveia+N na soja, tremoço e pousio apresentaram os menores teores de N nos grãos da soja (Tabela 1). A exportação de N nos grãos foi maior nos tratamentos aveia e aveia+ N na soja, reflexo da maior produtividade nesses tratamentos (Tabela 1). Mas de forma geral a exportação de N foi baixa (máxima de 130 kg ha<sup>-1</sup>), devido à baixa produtividade de grãos.

O pré-cultivo de aveia melhorou a nodulação da soja (Figura 1 a; b), mesmo assim o número de nódulos nesse tratamento foi menor que o recomendado para cultura, de no mínimo, 20 nódulos viáveis por planta (Hungria et al., 2017). A antecipação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na aveia reduziu em 52% o número de nódulos, enquanto a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na soja em R1 não reduziu o número de nódulos (Figura 1a). Isso indica que aplicação de apenas 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na soja de primeiro ano em solo arenoso pode ser benéfico a produtividade da soja, sem prejudicar a FBN, como reportado por Cordeiro; Echer (2019).



**Figura 1.** Número e massa seca de nódulos da soja cultivada após adubos verdes e manejo do nitrogênio. Médias dos tratamentos seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott 5% de probabilidade  $a > b$  ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Plantas de cobertura e soja em área de primeiro ano de cultivo, pós pastagem degradada.



## APLICAÇÃO PRÁTICA

O pré-cultivo de plantas de cobertura em áreas de abertura de soja, sob solo arenoso, melhora a eficiência da fixação biológica de nitrogênio e consequentemente a produtividade da soja. Entretanto, a escolha das espécies deve ser realizada de acordo com as condições de cada ambiente, sendo que para o Oeste Paulista a aveia preta tem potencial em anos com menores temperaturas e precipitação regular no outono/inverno. Assim, a melhoria do solo com pré-cultivo de plantas de cobertura é uma opção para viabilizar o cultivo da soja em áreas pós-pastagem degradada, não havendo necessidade de N mineral.

## AGRADECIMENTOS

A Fundação Agrisus pelo financiamento da bolsa de iniciação científica ao segundo autor, e financiamento da pesquisa (Processo PA 85944).

## LITERATURA CITADA

- Cordeiro, C. F. S., Echer, F. R. Interactive Effects of Nitrogen-Fixing Bacteria Inoculation and Nitrogen Fertilization on Soybean Yield in Unfavorable Edaphoclimatic Environments. **Scientific Reports**, v.9, 15606. 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52131-7>.
- Donagemma, G. K., Freitas, P. L., Balieiro, F. C., Fontana, A., Spera, 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, p.1003-1020, 2016. <http://dx.1003-1020.10.1590/S0100-204X2016000900001>.
- Pereira, A. V., Hungria, M., Franchini, J. C., Kaschuk, G., Chueire, L. D. O., Campo, R. J., Torres, E. Variações Qualitativas e Quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1397-1412, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000600017>.
- Restovich, S. B., Andriulo, A. E., Portela, S. L. Introduction of cover crops in a maize-soybean rotation of the Humid Pamps: Effect on nitrogen and water dynamics. **Field Crops Research**. v. 128, p. 62-70. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.12.012>.
- Calonego, J. C., Rosolem, C. A., 2010. Soybean root growth and yield in rotation with cover crops under chiseling and no-till. **European Journal of Agronomy**. v. 33, p.242-249, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.06.002>.
- Hungria, M., Araújo, R. S., Silva Júnior, E. B., Zilli, J. E. Inoculum Rate Effects on the Soybean Symbiosis in New or Old Fields under Tropical Conditions. **Agronomy Journal**, v. 109, p.1106-1112, 2017. <https://doi.org/10.2134/agronj2016.11.0641>.





## PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS COM DIFERENTES DOSES E FONTES DE NITROGÊNIO

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro; Daniel Rodrigues Rodela; Ana Flávia Rorato; Maria Clara Camargo & Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

A cultivo do algodoeiro no Oeste Paulista ocorre predominantemente em áreas de reforma da pastagem, onde o preparo do solo é convencional, mas também há cultivo em áreas de rotação de culturas (milho, feijão e soja), sem revolvimento do solo, mas sem uso de plantas de cobertura. Associado a isso, a dose de N pode variar de acordo com cultura antecessora, sendo que em rotação com leguminosa a dose de N mineral adequada pode ser menor, comparado a rotação com gramíneas, onde há imobilização do N. Além disso, a ureia é a principal fonte de N, sendo essa de baixa eficiência, principalmente em solos arenosos, onde as perdas por lixiviação são maiores. Assim o estabelecimento de um sistema de rotação de culturas e o ajuste da dose e fontes de N á cada sistema pode melhorar o manejo do algodoeiro nessa região.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

A rotação de culturas com plantas de cobertura traz inúmeros benefícios ao sistema de produção, melhorando a atividade microbiológica, química e física do solo, inclusive aumento de produtividade das culturas (Calonego & Rosolem 2010). E os benefícios são maiores em sistemas com maior diversificação de plantas. Entretanto em rotações com gramíneas de alta relação C:N, a demanda por N mineral pode aumentar devido a imobilização de N pelos microrganismos (Borin et al., 2012), mas em rotações com leguminosa a demanda por N mineral pode ser menor.

No cerrado brasileiro a dose de N para o algodoeiro varia entre 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>, e isso depende principalmente do potencial produtivo da cultura, teor de matéria orgânica do solo e cultura antecessora (Souza & Lobato, 2004). Para a região oeste de São Paulo a dose recomendada é em torno de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N. Entretanto há necessidade do ajuste da dose para cada sistema de produção, principalmente em sistemas de maior complexidade, onde há alta diversidade de espécies de plantas e com fontes de nitrogênio de maior eficiência.

O uso de fertilizantes nitrogenados de liberação controlada ainda é pouco difundido no Brasil, mas tem mostrando alta eficiência principalmente em solos de textura leve (Minato et al., 2020), como os encontrados no Oeste Paulista. Nesses solos as perdas por lixiviação de N são altas, principalmente de nitrato. O uso fertilizante de liberação controlada, associado às plantas de cobertura pode melhorar a eficiência do nitrogênio solo, reduzindo a dose a ser aplicada,



o custo de produção, e o impacto ambiental decorrente da lixiviação do nitrato para o lençol freático.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido nas safras 2018/2019 e 2019/2020, na Fazenda Experimental da UNOESTE, em Presidente Bernardes-SP, em um Argissolo Vermelho Distroférico de textura arenosa (14% de argila (0-20 cm)). A precipitação na safra 2018/2019 e 2019/2020 foi de 639 e 923 mm, respectivamente. Na safra 2018/2019 houve veranico de 21 dias entre os 44 e 65 dias após emergência do algodoeiro, o que prejudicou o pegamento das estruturas reprodutivas, reduzindo o potencial produtivo da cultura. Na safra 2019/2020 o veranico (15 dias sem chuvas) ocorreu após os 95 dias após a emergência, não reduzindo o potencial produtivo.

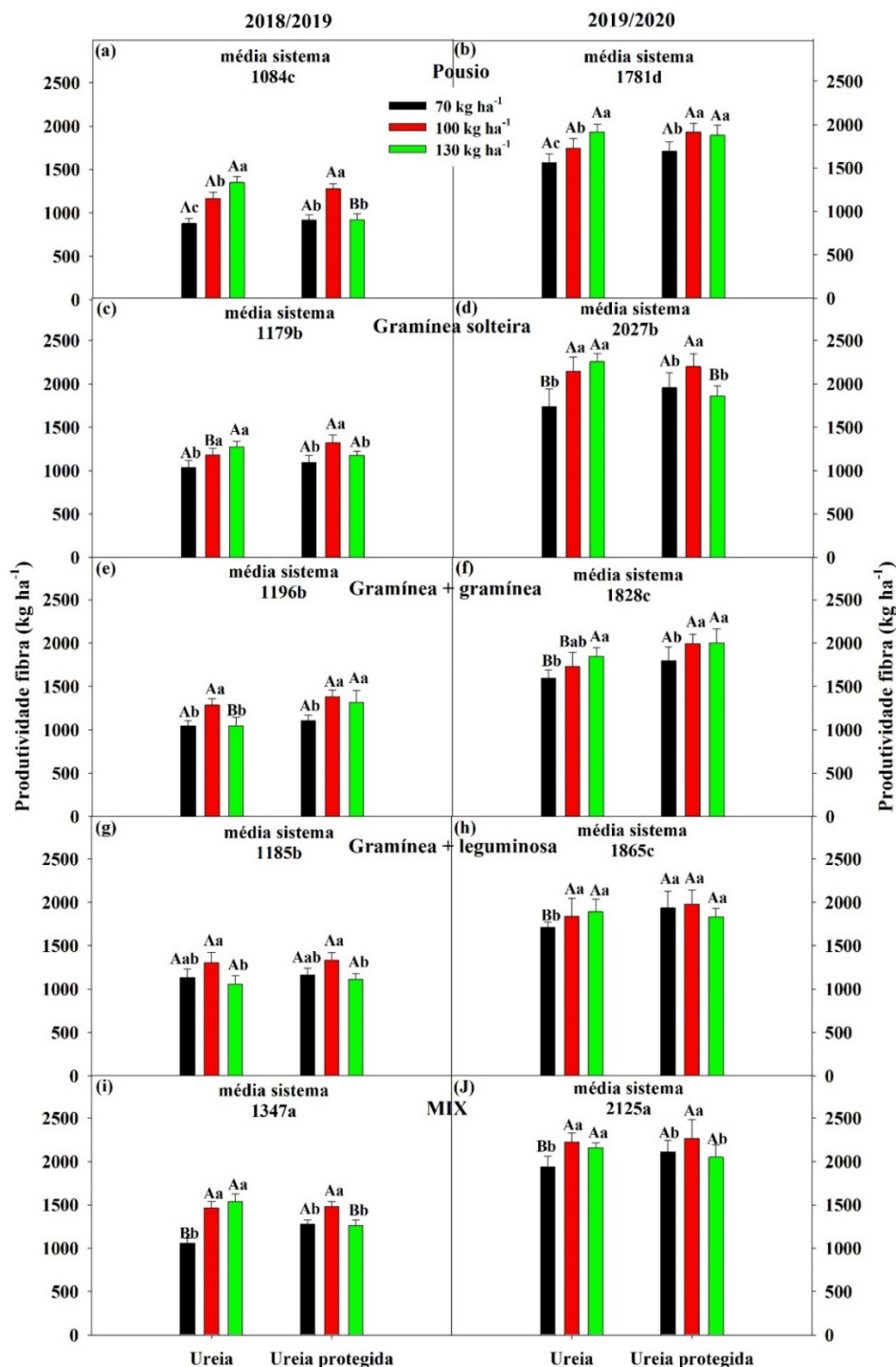
O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições, em esquema de parcelas sub-subdivididas. As parcelas foram compostas pelos sistemas de cultivo: pousio (sem planta de cobertura), gramínea solteira (uso exclusivo de gramíneas), gramínea+gramínea (duas gramíneas em consórcio), gramínea+leguminosa (consórcio entre gramínea e leguminosa), MIX (misturas de mais de três espécies); subparcela: doses de N: 70, 100 e 130 kg ha<sup>-1</sup>; sub-subparcela: fontes de N: ureia convencional (UC) (45% N) e ureia revestida com enxofre elementar (ureia protegida (UP)) (40% N, 8% S).

O estudo foi implantado em uma área com histórico de três anos de rotação de culturas, em que foi mantido a mesma concepção dos tratamentos. Entre 2018 e 2020 na safra foi cultivado o algodoeiro e na entressafra as plantas de cobertura. As plantas de cobertura foram semeadas em abril de 2018 e 2019. O algodoeiro foi semeado em novembro de 2018 e 2019, utilizando a cultivar FM 983GLT, espaçamento de 0,9 m entre linhas e população de seis plantas por metro linear.

A colheita ocorreu aos 150 dias após a emergência do algodoeiro e a produtividade foi estimada com a colheita manual de dois metros de linha de cada parcela. O rendimento de fibra foi determinado pela separação do caroço da fibra e expressado em porcentagem de fibra. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível mínimo de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade média foi maior na safra 2019/2020 (1925 kg ha<sup>-1</sup> de fibra) comparado à safra 2018/2019 (1198 kg ha<sup>-1</sup> de fibra), isso devido principalmente a melhor distribuição das chuvas, e melhoria no sistema de produção, devido o maior tempo de rotação de culturas. Nas duas safras a maior produtividade de fibra foi no sistema com MIX de plantas de cobertura, 24 e 19% maior comparado ao pousio (Figura 1).



**Figura 1.** Produtividade de fibra do algodoeiro em diferentes sistemas de rotação de culturas, doses e fontes de nitrogênio nas safras 2018/2019 e 2019/2020.

No sistema sem planta de cobertura e uso de ureia convencional, a resposta a N mineral é maior, sendo a maior produtividade com 130 kg ha<sup>-1</sup> de N; já com ureia protegida a máxima produtividade é com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (duas

safras), economia de 30% da dose aplicada (Figura 1). Com uso de apenas 70 kg ha<sup>-1</sup> de N, a produtividade foi maior com ureia protegida, no MIX (duas safras), gramínea solteira, gramínea+gramínea e gramínea+leguminosa (safra 2019/2020), economia de 30%, ou seja, a associação de plantas de cobertura e ureia de liberação controlada, melhora a eficiência agrônômica do nitrogênio aplicado (Figura 1).

Na safra 2018/2019 (baixo potencial produtivo) a aplicação de 70 kg ha<sup>-1</sup> foi suficiente para máxima produtividade de fibra do sistema gramínea+leguminosa (duas fontes) (Figura 1g). Nos demais sistemas com planta de cobertura a máxima produtividade foi com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e pousio com 130 kg ha<sup>-1</sup> de N, com ureia convencional. Na safra 2019/2020 (alto potencial produtivo) as maiores produtividades foram com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, exceto no pousio com ureia convencional (130 kg ha<sup>-1</sup>). A aplicação de 130 kg ha<sup>-1</sup> de N, via ureia protegida pode reduzir a produtividade de fibra em alguns sistemas, principalmente em anos de menor precipitação (excesso de N) (Figura 1).



**Figura 2.** Desenvolvimento das plantas de cobertura e algodoeiro cultivado em sistemas de rotação de culturas.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

O uso de plantas de cobertura e ureia protegida melhora a eficiência do nitrogênio, com possibilidade de redução da dose aplicada em até 30%. A aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura é suficiente para atender a demanda do algodoeiro cultivado no Oeste Paulista. A maior diversificação de plantas no sistema melhora a produtividade de fibra do algodoeiro.



## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio por meio de uma bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor (Processo 2018/23770-0). À Fundação Agrisus pelo financiamento da pesquisa (Processo C1: 2628/19). À Associação Paulista dos Produtores de Algodão (APPA) pelo apoio financeiro á pesquisa e á Compass Minerals.

## LITERATURA CITADA

- Borin, A.L.D.C., Ferreira, A.C.B., Sofiatti, V., Carvalho, M.C.S., Moraes, M.C.G. Produtividade do algodoeiro adensado em segunda safra em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Revista Ceres**, Viçosa, v.64, p.622-630, 2017. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201764060009>
- Calonego, J. C.; Rosolem, C. A. Soybean root growth and yield in rotation with cover crops under chiseling and no-till. **European Journal of Agronomy**. v. 33, p.242-249, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.06.002>
- Minato, E.A., Cassim, B.M.A.R., Besen, M.R., Fabrício Linares Mazzi, F.L., Inoue, T.T., Batista, M.A. Controlled-release nitrogen fertilizers: characterization, ammonia volatilization, and effects on second-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 44:e0190108, 2020.
- Souza, D.M.G., Lobato, E. (2004). Cerrado, correção de solo e adubação. (2 ed). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.



## PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO EM RESPOSTA ÀS PLANTAS DE COBERTURA, ADUBAÇÃO POTÁSSICA E NITROGENADA

Caroline Honorato Rocha, Gustavo Ricardo Aguiar e Fábio Rafael Echer.

### PROBLEMÁTICA

As condições de clima e solo da região do Oeste Paulista limitam as produtividades das culturas agrícolas exploradas regionalmente. O baixo teor de argila e de matéria orgânica limita a retenção de água e de nutrientes, expondo as culturas aos estresses ambientais. A utilização de inoculante (*Azospirillum brasiliensis*) em forrageiras e a antecipação da adubação potássica podem contribuir para melhoria da qualidade do solo e o aumento da tolerância do algodoeiro às condições edafoclimáticas do Oeste de São Paulo e possivelmente reduzir a demanda por nitrogênio (N) mineral.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

A área de cultivo com algodão no Oeste Paulista tem oscilado ao longo das safras e foi de 1,8; 1,6 e 1,3 mil hectares nas safras 2017/18, 2018/19 e 2019/20 (Appa, 2020). Esta região já apresentou área superior a 100 mil hectares de algodão na safra de 1985 (IEA).

Assim, acredita-se que cotonicultura apresenta potencial no Oeste Paulista, porém o entendimento das limitações impostas pelo ambiente e pela característica dos solos é fundamental para a sustentabilidade do sistema de produção agrícola, o que inclui o manejo da adubação e a adoção de práticas conservacionistas do solo, sobretudo nos de textura leve.

Nesses solos, a adoção de manejos que consideram a melhoria dos fatores físicos, químicos e biológicos do solo deve preconizar o aumento de matéria orgânica (MOS) e a consequente disponibilidade de nitrogênio. Assim, o uso de plantas de cobertura no sistema promove o aumento da qualidade do solo no médio-longo prazo, principalmente quando se cultiva diferentes espécies de plantas de cobertura (NOURI et al., 2019). Além disso, o uso de bactérias promotoras de crescimento em forrageiras, que visa aumento na produção de biomassa e ciclagem de nutrientes, tem aumentado e com potencial de diminuição da dependência no uso fertilizantes minerais (SÁ et al., 2019).

Além disso, o fornecimento de N e potássio (K) é fundamental para o aumento do potencial produtivo do algodoeiro, pois são os nutrientes absorvidos em maior quantidade pelo algodoeiro e atuam em processo fisiológicos, crescimento vegetativo e reprodutivo e na qualidade da fibra. Além disso, a antecipação da adubação potássica nas plantas de cobertura é uma alternativa que permite otimização operacional e diminuição nos riscos de estresse hídrico que podem comprometer o fornecimento de K às plantas em solos arenosos. Já nas primeiras chuvas após a dessecação, o K é entra na solução do solo e fica



disponível para ser absorvido pelas culturas subsequentes (CARVALHO et al., 2012).

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, no município de Presidente Bernardes –SP durante as safras de 2018/2019 e 2019/2020. O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho distroférrico (EMABRAPA, 2013) de textura arenosa. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 5 repetições em esquema de parcelas subdivididas. Foram conduzidos dois experimentos, um com as épocas de aplicação de potássio e outros com doses de N. Nas parcelas foram alocadas as plantas de cobertura, antecessoras ao algodoeiro: 1 – *Mucuna* (M); 2- *Pousio* (P); 3 – *Urochloa ruziziensis*+*Azospirillum* (R+A); 4 – *U. ruziziensis*+*mucuna* (R+M); 5 – *U. ruziziensis*+*Azospirillum*+*mucuna* (R+A+M) e 6 – *U. ruziziensis*; nas subparcelas as doses de 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (1º Experimento) e o manejo do K: 140 kg ha<sup>-1</sup> aplicado em pré-plantio nas culturas de cobertura e/ou pós-plantio no algodoeiro (cobertura) (2º Experimento).

A semeadura das plantas de cobertura ocorreu em 09/08/2018 e 21/05/2019. As sementes de *U. ruziziensis* do tratamento inoculado foram inoculadas com *A. brasiliensis* (2,0 x 10<sup>8</sup> UFC ml<sup>-1</sup>). A aplicação de potássio na safra 2018/19 ocorreu em 09/10/2018 e em 26/09/2019 na dose de 140 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) nos tratamentos em pré-plantio. A dessecação ocorreu em 13/11/2018 e 13/11/2019, e a semeadura do algodoeiro (cultivar FM 983GLT) foi em 21/11/2018 e 28/11/2019 no espaçamento de 0,8 m e densidade de semeadura de 10 sementes/m. A adubação de semeadura foi com 250 kg ha<sup>-1</sup> de MAP (25 kg ha<sup>-1</sup> de N e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

As adubações com N e K nos tratamentos de pós-plantio (cobertura) foram realizadas aos 30 DAE com 40 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia) em todas as parcelas e 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (KCl) no tratamento com fornecimento de K em pós-plantio. Aos 45 DAE do algodoeiro foram aplicados 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia) nos tratamentos com 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> N, respectivamente e 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (KCl) no tratamento com fornecimento de K pós-plantio. O intervalo entre as adubações foi de 15 dias, devido ao aproveitamento da precipitação de janeiro (Figura 1) e estas foram realizadas manualmente.

A colheita para determinação da produtividade ocorreu em abril de 2019 e 2020. Os dados foram submetidos à análise de variância e os valores médios comparados pelo teste t (LSD) (p < 0,05), pelo programa estatístico SISVAR.

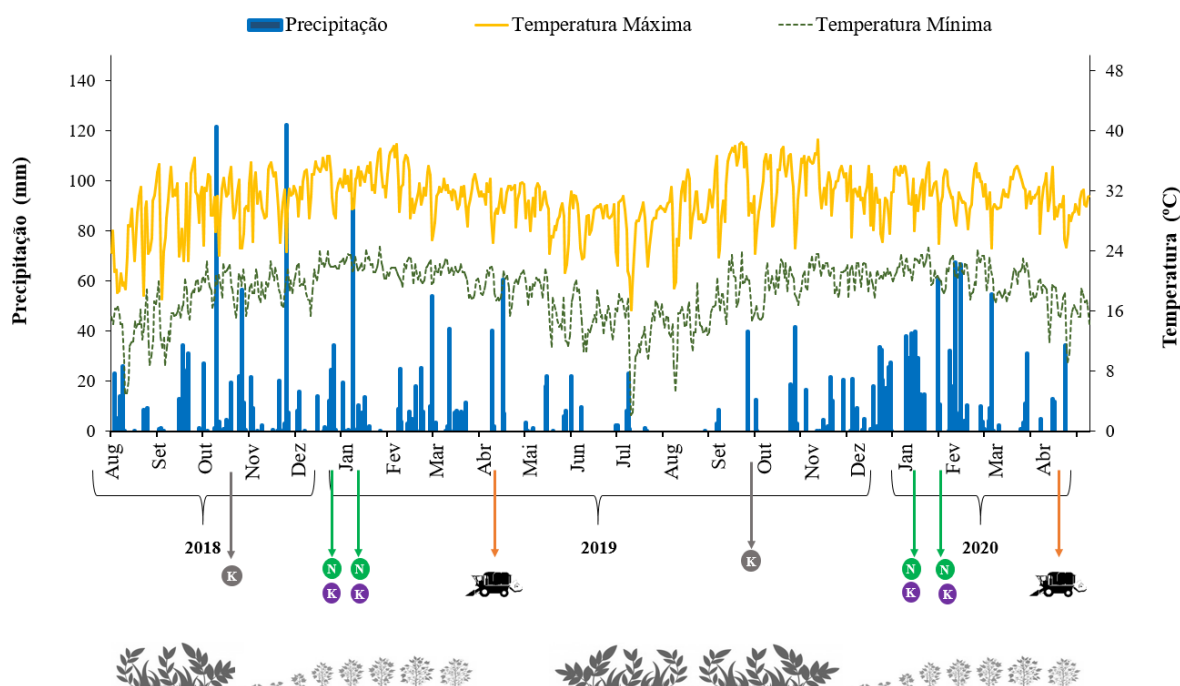


Figura 1. Condições climáticas registradas nas safras 2018/19 e 2019/20.

● – Adubação Potássica em Pré-plantio ( $140 \text{ kg ha}^{-1}$ ); ● – Adubação em Pós plantio ( $140 \text{ kg ha}^{-1}$  parcelado); ● – Adubação Nitrogenada ( $80$  e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  parcelado); 🚛 – Colheita do Algodão. Nota: Dados trabalhados pelo autor.

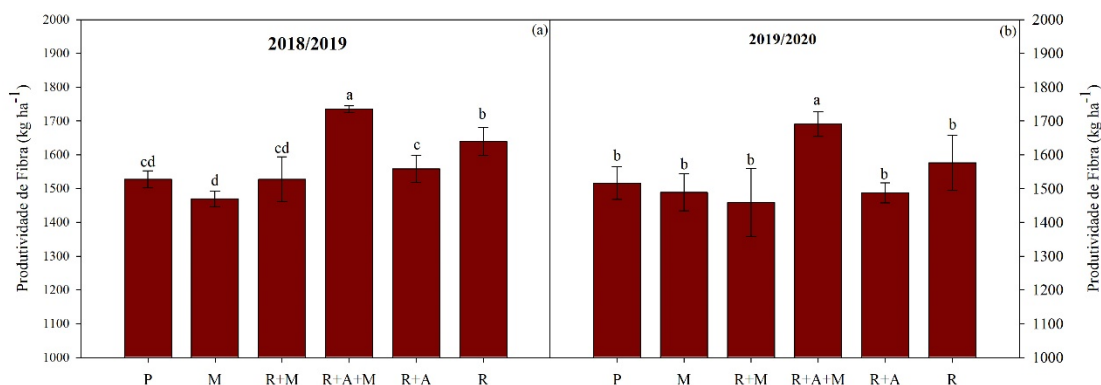
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A *U. ruziziensis* inoculada com *Azospirillum* + mucuna apresentou maior produtividade de fibra na dose de  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de N nas duas safras avaliadas ( $1734,96$  e  $1691,22 \text{ kg ha}^{-1}$  para 2018/19 e 2019/20, respectivamente) (Figura 2 a; b). Trabalhos de longa duração (34 anos) descrevem o aumento da produtividade de algodão sobre resíduos de plantas de cobertura como ervilha e trigo (NOURI et al., 2019).

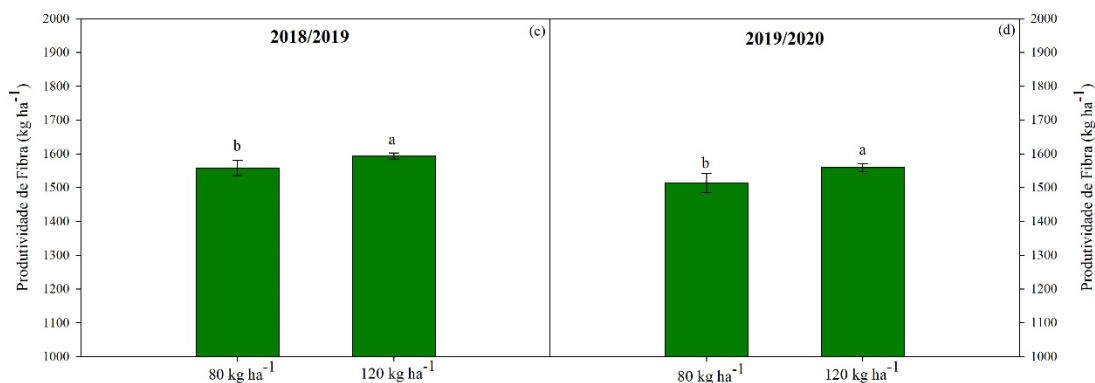
Em relação a doses de N aplicadas em ambas as safras a aplicação de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N proporcionou maior produtividade de fibra, no entanto, com pouca diferença entre elas (2,9% em 2018/2019 e 2,2% em 2019/2020) (Figura 2 c,d). Similar aos resultados de N ocorreram com as épocas de aplicação de K, onde o fornecimento em pós-plantio apresentou maiores produtividades em ambas as safras (Figura 2 e,f), mas com diferença de apenas 1,4% em 2018/2019 (Figura 2 e). O mesmo é apresentado por Win et al. (2017), com produtividades altas com K aplicado em cobertura na dose de  $124 \text{ kg ha}^{-1}$  com  $180 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. Já Carvalho et al. (2012), descrevem um aumento na produtividade do algodoeiro com a adubação potássica no pré-plantio na braquiária.



### Plantas de Cobertura



### Doses de Nitrogênio (N)



### Épocas de Aplicação de Potássio (K)

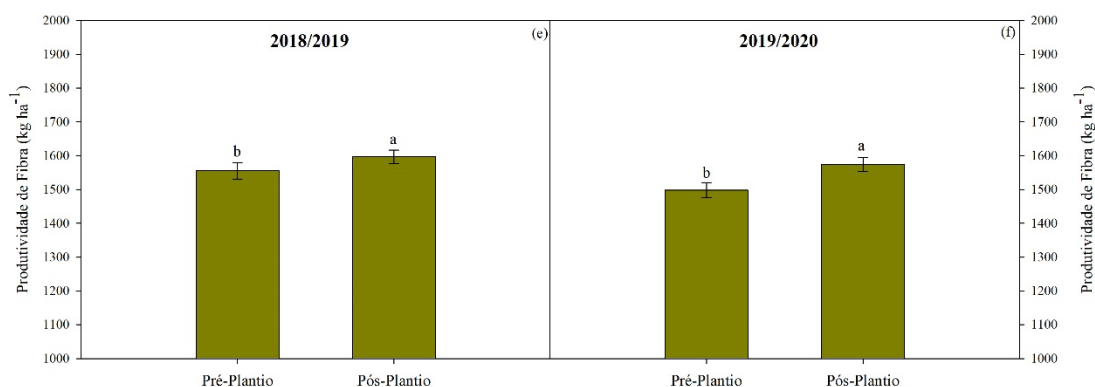


Figura 2. Produtividade de algodão em fibra influenciada pelas plantas de cobertura e doses de N e épocas de aplicação de K nas safras de 2018/2019 e 2019/2020. Pousio (P); Mucuna (M); *Ruziziensis* + Mucuna (R+M); *Ruziziensis* + *Azospirillum* + Mucuna (R+A+M); *Ruziziensis* + *Azospirillum* (R+A); *Ruziziensis* (R). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade.



## APLICAÇÃO PRÁTICA

Os resultados indicam que a inoculação da *ruzizensis* com *Azospirillum + mucuna*, a aplicação de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N e o K em cobertura melhoram a produtividade do algodoeiro, podendo ser recomendado para o manejo da cultura na região oeste paulista.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida à primeira autora e à APPA (Associação Paulista de Produtores de Algodão) pelo apoio financeiro ao projeto.

## LITERATURA CITADA

Carvalho, M. C. S. Ferreira, A. C. De B.; Santos, F.C.; Santos, C. R. O. Antecipação da Adubação Potássica do Algodoeiro para a Cultura de Cobertura do Solo em Sistema Plantio Direto. In: **FERTIBIO**, Maceió Anais, 2012.

Embrapa. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: **Embrapa-SPI**; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2013.

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*, v.337, p. 998-1008, 2019.

Sá, G.C.R.; Carvalho, C.L.M.; Moreira, A.; Hungria, M.; Nogueira, M.A.; Heinrichs, R.; Soares Filho, C.V. Biomass yield, nitrogen accumulation and nutritive value of mavuno grass inoculated with plant growth-promoting bacteria. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 50:15, 1931-1942, 2019. DOI: 10.1080/00103624.2019.1648498

Win, T.Z.; Myint, A.K.; Ngwe, K.; Thein, S.S.; Khaing, T.T. Effects of nitrogen and potassium application on plant growth, yield and fiber quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Jornal of Agricultural Research*, v.7, n.1, p. 47-55, 2017.



## INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA SOJA CULTIVADA EM ÁREA PÓS PASTAGEM DEGRADADA E PÓS CULTIVO DE SOJA

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro e Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

A incorporação de áreas de pastagem degradada e solos arenosos para produção de grãos vem aumentando nos últimos anos em todo o Brasil, sendo a soja a principal cultura implantada nessas áreas. Nesses ambientes a eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN) é baixa, associado a isso o teor de matéria orgânica normalmente é em torno de 1%, o que pode limitar o fornecimento de nitrogênio à soja e conseqüentemente a produtividade, havendo necessidade do aumento das doses de inoculante e/ou utilização de adubação mineral.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Na safra 2019/2020 a área de cultivo de soja no Brasil foi de 36 milhões de hectares, com produção de 120 milhões de toneladas de grãos, 4,7% maior que na safra 2018/2019. O crescimento de área e produção se deve principalmente ao aumento de produtividade, e incorporação de novas áreas de cultivo, principalmente nos estados da Bahia, Maranhão, Tocantins e Piauí (Conab, 2020). Sendo que nesses estados os solos de textura arenosa ocupam cerca de 20% do território (Donagemma et al., 2016), similar ao Oeste Paulista. Estudos da soja nesses ambientes de cultivo ainda são poucos, principalmente sobre FBN e adubação nitrogenada.

Estudos prévios em áreas sem histórico de soja relataram baixa nodulação da soja, mesmo com altas concentrações de inoculante (Hungria et al., 2017; Pavanelli e Araújo 2009). Isso ocorre devido a ausência de estirpes nativas de bactérias no solo que colonizam as raízes da soja. Adicionalmente, em ambientes de solos arenosos, altas temperaturas e restrição hídrica a eficiência das bactérias fixadoras de nitrogênio é menor (Heithot et al., 2007; Hungria e Kaschuk, 2014), podendo ocorrer respostas à altas doses de inoculante e adubação nitrogenada.

Nos EUA há relatos de incremento de produtividade da soja com aplicação de nitrogênio mineral em até 16% (Ray et al., 2006), mas isso depende das condições de solo e clima (Mourtzinis et al., 2018). No Brasil, a maioria dos estudos científicos não reportam aumento da produtividade de grãos com aplicação de nitrogênio mineral (Kaschuk et al., 2016; Saturno et al., 2017). Entretanto esses estudos, como a maioria na literatura até o momento, foram realizados em ambientes edafoclimáticos com melhores condições (solo de textura média e argilosa com alta fertilidade, precipitação regular e com histórico de cultivo de soja), sendo necessários estudos em áreas de solos arenosos, após pastagem degradada e com instabilidade climática.



## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Foram conduzidos seis experimentos entre 2015 e 2018 (safras 2015/2016; 2016/2017 e 2017/2018) na Fazenda Experimental da UNOESTE, em Presidente Bernardes-SP, em um Argissolo Vermelho Distroférico de textura arenosa (14% de argila (0-20 cm)). Em cada safra foram conduzidos dois experimentos simultaneamente, um em área ocupada previamente por pastagem degradada com *Urochloa brizantha* cv. Marandu (área pós-pastagem) e outro em área anteriormente cultivada com soja no verão anterior, e na entressafra com cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, estabelecida com o próprio banco de sementes do solo (área pós-soja). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema de parcelas sub-divididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram alocadas as doses de inoculante (0, 4, 8 e 12 doses ha<sup>-1</sup>), e nas subparcelas as doses de nitrogênio mineral (0, 25, 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup>). As unidades experimentais foram de 7,00 × 3,15 m, totalizando 22,05 m<sup>2</sup>.

A semeadura foi em Sistema de Semeadura Direta (SSD) e ocorreu em 21/11/2015, 05/12/2016 e 28/12/2017, nas safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente. Foi utilizada a cultivar TMG 7062 IPRO (três safras). A calagem foi realizada 60 dias antes da semeadura (doses conforme a necessidade das áreas). A dessecação foi realizada 30 dias antes da semeadura. Na linha de semeadura aplicou-se 20 kg ha<sup>-1</sup> de N (todos ensaios), mais fósforo e potássio conforme a necessidade de cada área. A inoculação foi realizada no sulco de semeadura (inoculante líquido), *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079 e SEMIA 5080) a 6 × 10<sup>9</sup> UFC ml<sup>-1</sup> (uma dose era igual a 100 ml). A solução foi aplicada com uma vazão de 50 L ha<sup>-1</sup>. As aplicações foliares de cobalto (8 g ha<sup>-1</sup>) e molibdênio (40 g ha<sup>-1</sup>) foram realizadas no estágio V3 da soja. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no estágio R1 da soja, manualmente (nitrato de amônio 33% N). Em R4 (15 dias após a adubação nitrogenada) foi coletado raízes de seis plantas por parcela para avaliação da nodulação da soja (número e peso seco de nódulos). No final do ciclo foi determinada a produtividade da soja, com colheita manual das três linhas de cada parcela, desprezando um metro de cada bordadura. A umidade de grãos da soja foi corrigida a 13%.

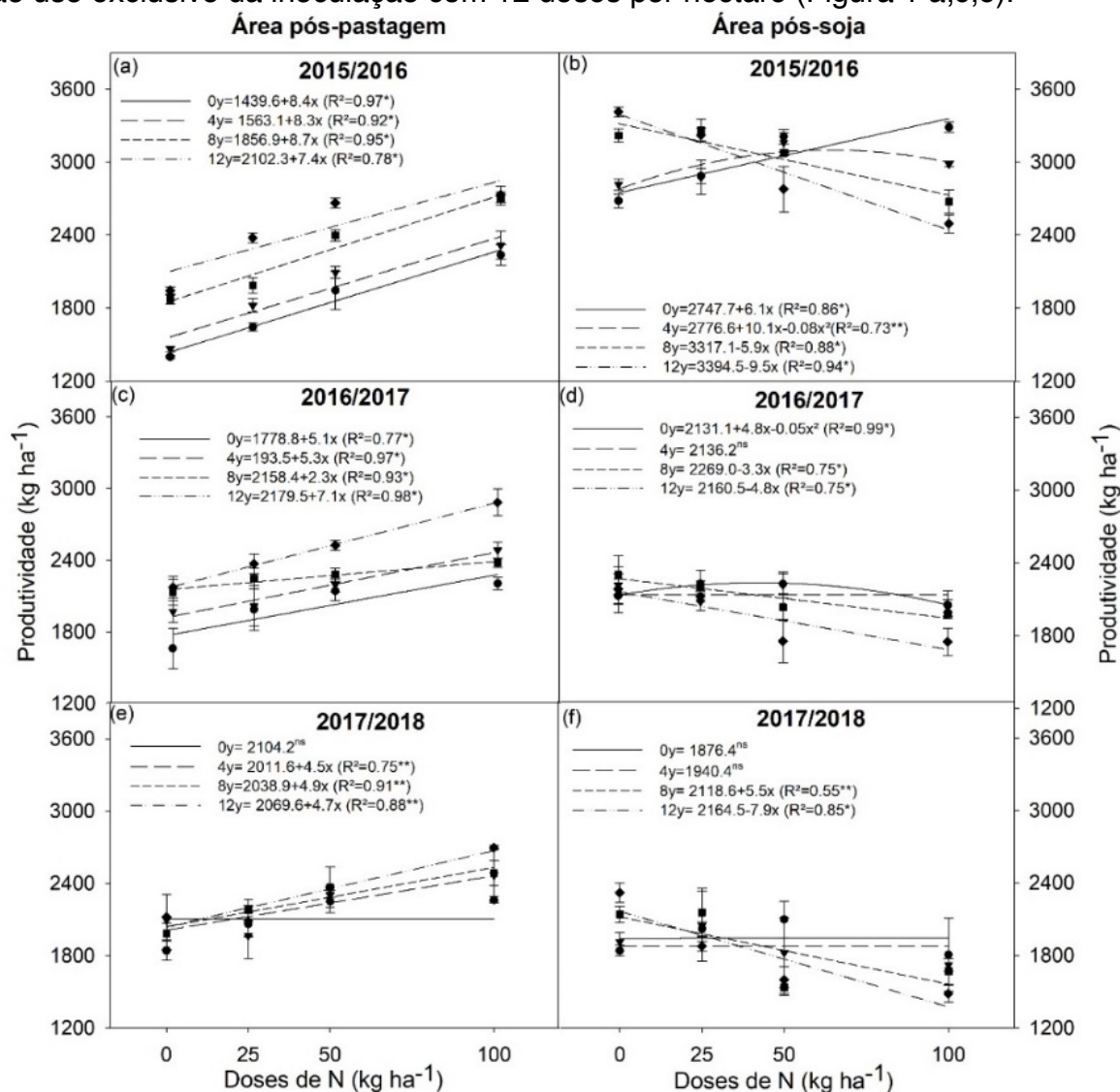
A análise estatística consistiu na análise de variância e análise de regressão. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a um nível de probabilidade de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas safras 2016/2017 (630 mm) e 2017/2018 (690 mm) faltou chuva durante o enchimento de grãos da soja (R5), limitando a produtividade de grãos, especialmente na área pós soja, devido o maior crescimento vegetativo e maior demanda hídrica, sendo a produtividade inferior a 2500 kg ha<sup>-1</sup> de grãos. A

produtividade esteve acima da média nacional (3200 kg ha<sup>-1</sup>) apenas na safra 2015/2016 na área pós soja, devido a precipitação acima da média (1113 mm) durante o ciclo da soja e ausência de veranicos.

Em área pós pastagem degradada, nos três anos de estudo a produtividade da soja aumentou de forma linear crescente com incremento das doses de inoculante e nitrogênio mineral, sendo que na associação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N e 12 doses ha<sup>-1</sup> a produtividade de grãos foi 22% (439 kg ha<sup>-1</sup>) superior ao uso exclusivo da inoculação com 12 doses por hectare (Figura 1 a;c;e).



**Figura 1.** Produtividade de grãos de soja, cultivada em área previamente ocupada por pastagem degradada (área pós-pastagem) e com histórico de soja (área pós-soja), sob diferentes doses de inoculante (0, 4, 8 e 12 doses ha<sup>-1</sup>) e de nitrogênio mineral (0, 25, 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup>), nas safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018. \* significativo a 1% e \*\* significativo a 5%; ns = não significativo.

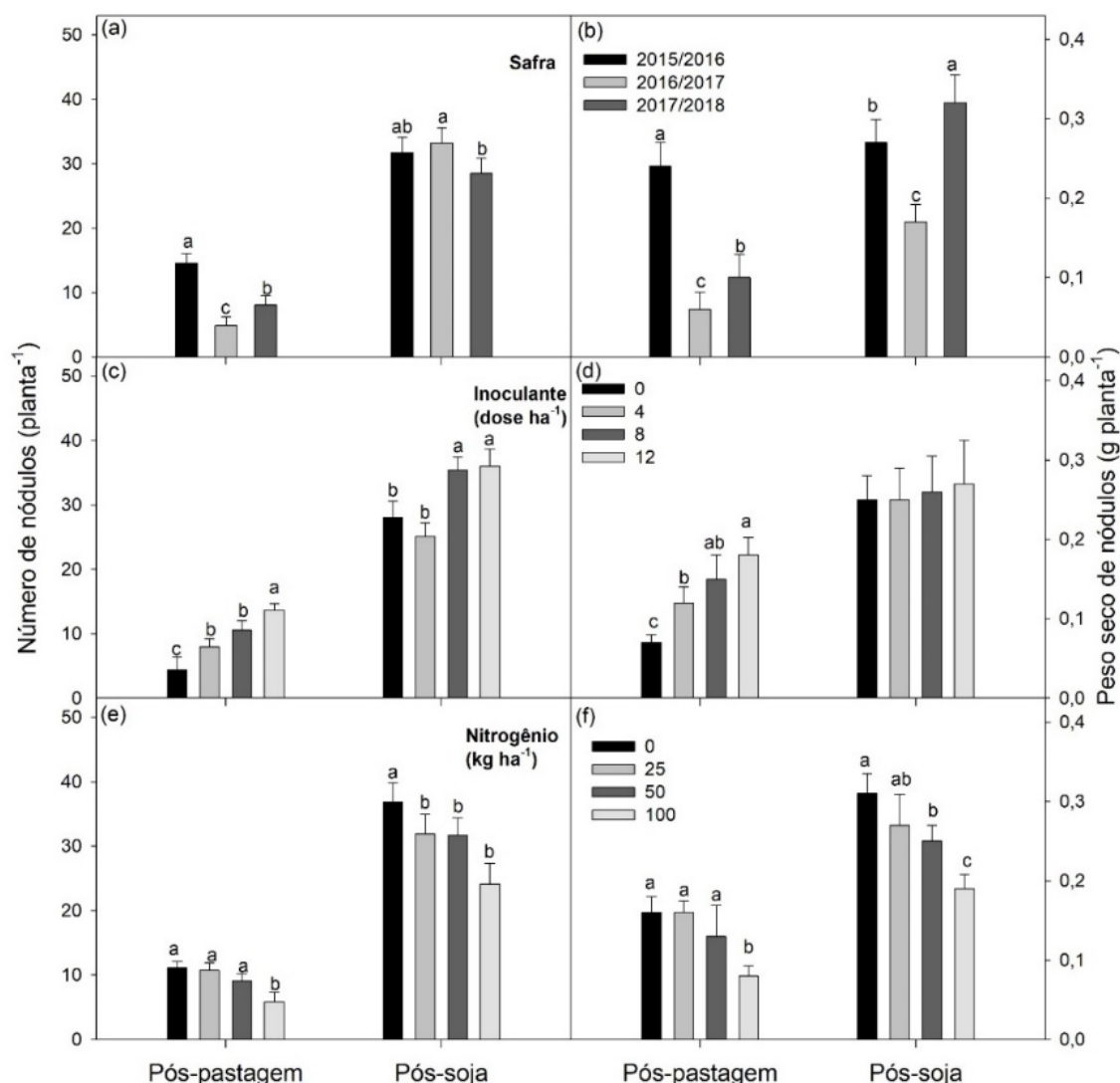


Nas áreas pós soja, a produtividade máxima foi com apenas a inoculação da soja (12 doses  $\text{ha}^{-1}$ ), que aumentou em 10% (237  $\text{kg ha}^{-1}$ ) e 15% (336  $\text{kg ha}^{-1}$ ) a produtividade da soja, comprado a apenas quatro doses e ausência de inoculante, respectivamente. Nessas áreas a resposta da adubação nitrogenada ocorreu apenas quando foi associada á quatro doses de inoculante ou na ausência de inoculação. Além disso, a associação de altas doses de inoculante e a aplicação de N mineral reduziu a produtividade da soja (Figura 1 b;d;f).

A resposta positiva a adubação nitrogenada nas áreas pós-pastagem degradada se deve a baixa nodulação da soja nessas áreas, mesmo com altas doses de inoculante (máxima de 14 nódulos por planta com 12 doses  $\text{ha}^{-1}$  de inoculante) (Figura 2 a;c;e), valor abaixo do adequado, que é de no mínimo 20 nódulos viáveis por planta (Hungria et al., 2017). Na área com histórico de soja o número de nódulos sempre esteve acima de 20 por planta (Figura 2 b;d;f), demonstrando maior eficiência da FBN nesses ambientes devido ás melhores condições de fertilidade do solo, e presença de rizóbios, devido a inoculação da safra anterior.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) tem baixa eficiência quando o cultivo de soja é realizado em área pós-pastagem degradada sem um prévio preparo e correção do solo, sendo recomendado a aplicação de 12 doses  $\text{ha}^{-1}$  de inoculante no sulco de semeadura associado a 50  $\text{kg ha}^{-1}$  de nitrogênio mineral em cobertura para máxima produtividade econômica. Mesmo em área com histórico de soja, mas com condições edafoclimáticas do Oeste Paulista (solos arenosos, altas temperaturas e irregularidade na precipitação), sem faz necessária a aplicação de 12 doses  $\text{ha}^{-1}$  de inoculante no sulco de semeadura, mas sem necessidade da adubação nitrogenada mineral.



**Figura 2.** Número e peso seco de nódulos da soja cultivada em área previamente ocupada por pastagem degradada (pós-pastagem) e com histórico de soja (pós-soja), na safra 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, safras (a,b), doses de inoculante (c,d); e doses de nitrogênio mineral (e, f). As médias dos tratamentos seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

Acesse o artigo completo pelo link: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52131-7>



**Figure 3.** Soja aos 35 dias após a emergência em área pós-pastagem degradada, em 2015/2016 (a) e 2017/2018 (c); e em área pós-soja, em 2015/2016 (b) e 2017/2018 (d).

### AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio por meio de uma bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor (Processo 2016/17232-0).

### LITERATURA CITADA

- Donagemma, G.K., Freitas, P.L., Balieiro, F.C. Fontana, A., Spera, 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, p.1003-1020, 2016. <http://dx.1003-1020.10.1590/S0100-204X2016000900001>
- Heithot, J. J., Kee, D., Sloan, J.J., MacKown, C.T., Metz, S., Kee, A.L., Sutton, R.L. Soil-applied Nitrogen And Composted Manure Effects on Soybean Hay Quality and Frains Yield. *Journal of Plant Nutrition*. v.30, p.1717–1726, 2007. <https://doi.org/10.1080/01904160701615566>
- Hungria., M., Kaschuk, G. Regulation of N<sub>2</sub> fixation and NO<sub>3</sub><sup>-</sup> NH<sub>4</sub><sup>+</sup> assimilation in nodulated and N-fertilized *Phaseolus vulgaris* L. exposed to high temperature stress. *Environmental and Experimental Botany*. v. 98, p. 32-39, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.10.010>
- Hungria, M., Araújo, R. S., Silva Júnior, E. B., Zilli, J. E. Inoculum Rate Effects on the Soybean Symbiosis in New or Old Fields under Tropical Conditions.





- Agronomy Journal, v. 109, p.1106-1112, 2017. <https://doi.org/10.2134/agronj2016.11.0641>
- Kaschuk, G., Nogueira, M. A., Luca, M. J., Hungria, M. Response of determinate and indeterminate soybean cultivars to basal and topdressing N fertilization compared to sole inoculation with Bradyrhizobium. *Field Crops Research*. v.195, p.21–27, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.05.010>
- Mourtzinis, S. Kaur, G., Orlowshi, J.M., Shapiro, C.A., Lee, C.D., Wortmann, C., Holshouser, D., Nafziger, E.D., Kandel, H., Niekamp, J., Ross, W.J., Lofton, J., Vonk, J., Roozeboom, K.L., Thelen, K.D., Lindsey, J.E., Staton, M., Naeve, S.L., Casteel, S.N., Wiebold, W.J., Conley, S.P. Soybean response to nitrogen application across the United States: A synthesis-analysis. *Field Crops Research*. v. 2015, p.74–82, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.09.035>
- Pavanelli, L. E., Araújo, F. F. Fixação biológica de nitrogênio em soja em solos arenosos cultivados com pastagem e culturas anuais do Oeste Paulista. *Bioscience Journal*. v.25, p.21–29, 2009.
- Ray, D. K., Gerber, J. S., MacDonald, G. K., West, P. C. Climate variation explains a third of global crop yield variability. *Nature Communications*. v.6, p.1–9, 2015. <https://doi.org/10.1038/ncomms6989>
- Saturno, D. F., Cerezini, P., Moreira, P.S., Oliveira, A.B., Oliveira, M.C.N., Hungria, M., Nogueira, M.A. Mineral Nitrogen Impairs the Biological Nitrogen Fixation in Soybean of Determinate and Indeterminate Growth Types. *Journal of Plant Nutrition*. v.40, p.1690–1701, 2017.



## PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA FIBRA DE CULTIVARES DE ALGODÃO EM RESPOSTA AO NITROGÊNIO E À DENSIDADE DE PLANTAS.

Leonardo V. Galdi, Carlos F. Cordeiro e Fábio R. Echer

### PROBLEMÁTICA

Altas doses de nitrogênio em lavouras de algodão estimulam o crescimento vegetativo, causando possíveis reduções na fotossíntese das plantas devido ao autossombreamento em função da maior área foliar, o que pode reduzir a retenção das estruturas reprodutivas. Dessa forma o uso de baixas populações de plantas aliado ao manejo adequado de nitrogênio pode melhorar o pegamento das estruturas e a produtividade, e essa resposta pode variar com a cultivar de algodão.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das principais culturas exploradas no Brasil, principalmente para a produção de fibra, que é a principal matéria-prima da indústria têxtil brasileira e mundial (Paiva et al., 2016).

As características tecnológicas da fibra do algodão, de acordo com Santana (2002) estão intrinsecamente ligadas a fatores hereditários, mas sofrem influência de fatores ambientais como condições climáticas, fertilidade do solo, nutrição, arranjo populacional, incidência de pragas e aparecimento de doenças. Segundo Moresco et al. (1999), o apodrecimento de estruturas frutíferas e foliares é favorecido com o adensamento. Além disso, altas populações de plantas podem aumentar o custo de produção da cultura, já que o custo das sementes no Brasil é relativamente alto, devido à alta tecnologia contida na mesma.

O arranjo ideal de plantas assim como a dose de N estabelecida deve variar entre ambientes e solos assim como Khan et al., (2017) observaram que a redução da população de plantas para  $8,1 \text{ m}^{-1}$  melhora os parâmetros fotossintéticos das plantas de algodão e produtividade da cultura devido a melhor eficiência na absorção de N e melhor arquitetura das plantas. Por outro lado, doses menores de N sob baixas populações não afetaram a produtividade; Dai et al., (2017) observaram que com baixa população de plantas e o aumento da adubação nitrogenada a produtividade do algodoeiro aumentou, entretanto com alta população de plantas não houve resposta a adubação nitrogenada.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), localizada no município de Presidente Bernardes – SP ( $22^{\circ}11'53''$  S, longitude  $51^{\circ}40'30''$  W e altitude 401 metros) durante os meses

de novembro de 2018 a maio de 2019. O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho distroférico de textura arenosa (Embrapa, 2018).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4x2 com quatro repetições. Foram conduzidos dois experimentos, um com a cultivar de ciclo precoce FM 906GLT e outra de ciclo médio FM 954GLT. Os tratamentos foram as populações de plantas: 6,6; 7,7; 8,8 e 9,9 plantas  $m^{-2}$  para a cultivar precoce e 6,3; 7,3; 8,3 e 9,7 plantas  $m^{-2}$  para a cultivar média; e as doses de N em cobertura: 100 e 140  $kg\ ha^{-1}$  de N (ureia), sendo parcelado em 50% aos 30 DAE e 50% aos 60 DAE.

Os componentes de produção (número de capulhos, peso médio de capulhos) e a produtividade do algodoeiro foram avaliados por ocasião da colheita. A qualidade da fibra do algodão foi avaliada pelo método HVI.

Os dados foram submetidos a análise de variância e para os efeitos significativos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral as melhores produtividades foram obtidas em populações de 8,8 e 6,3 plantas  $m^{-2}$  para as cultivares de ciclo precoce (FM 906GLT) e médio (FM 954GLT) respectivamente, mas sem resposta ao aumento da dose de N na cultivar precoce. A produtividade da cultivar de ciclo médio é incrementada com o aumento da dose de N. A dose mais alta de N elevou o peso médio do capulho (PMC) somente na densidade mais baixa (6,6 plantas  $m^{-2}$ ) da cultivar precoce, mas com efeito contrário sob população mais elevada (8,8 plantas  $m^{-2}$ ).

Os maiores pesos de capulho foram observados com 8,8 plantas  $m^{-2}$  na menor dose de N e 6,6 e 7,7 plantas  $m^{-2}$  na maior dose de N. Maiores populações de plantas na cultivar de ciclo médio tendem a aumentar o índice de fibras curtas.

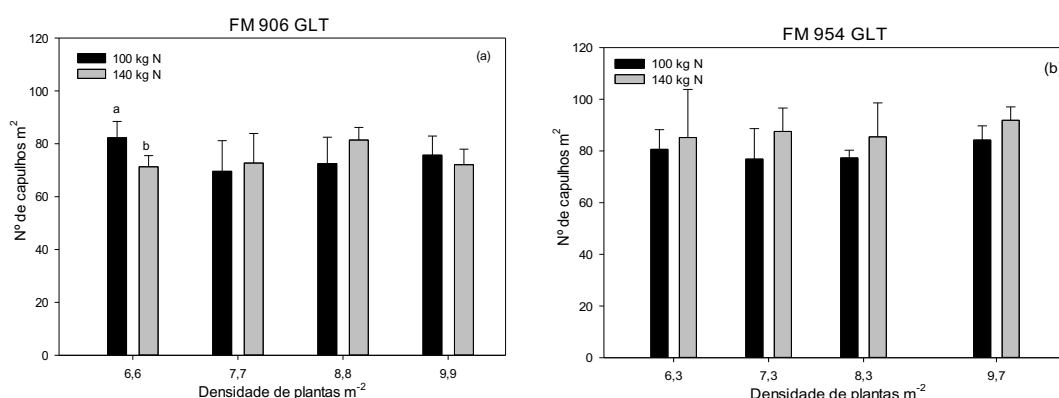


Figura 1. Nº de capulhos  $m^{-2}$  em função da dose de nitrogênio e densidade de plantas  $m^{-2}$ . Letras maiúsculas correspondem a comparação entre densidade de plantas  $m^{-2}$  e letras minúsculas entre doses de N. Médias dos tratamentos seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade  $a > b$  ( $p > 0,05$ ).

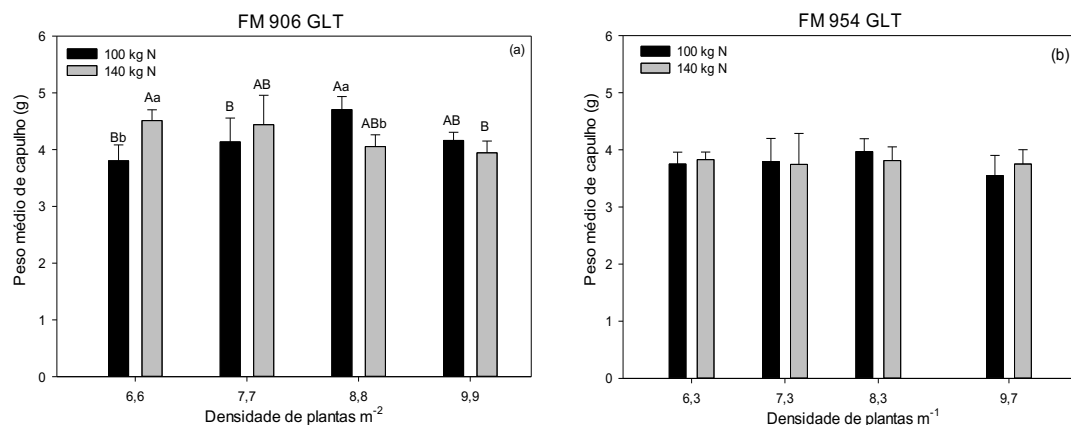


Figura 2. Peso médio de capulho (g) em função da dose de nitrogênio e densidade de plantas m<sup>-2</sup>. Letras maiúsculas correspondem a comparação entre densidade de plantas m<sup>-2</sup> e letras minúsculas entre doses de N. Médias dos tratamentos seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade a>b (p>0,05).

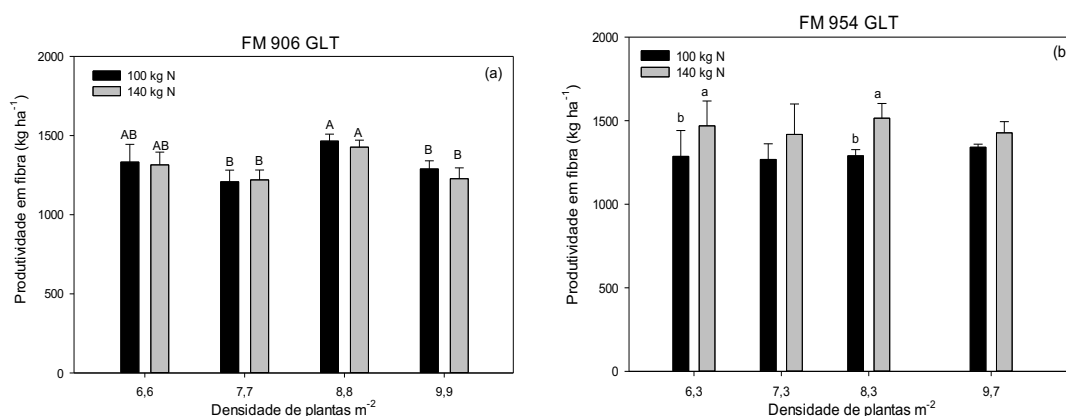


Figura 3. Produtividade do algodoeiro em fibra (kg ha<sup>-1</sup>) em função da dose de nitrogênio e densidade de plantas m<sup>-2</sup>. Letras maiúsculas correspondem a comparação entre densidade de plantas m<sup>-2</sup> e letras minúsculas entre doses de N. Médias dos tratamentos seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade a>b (p>0,05).

Tabela 1. Qualidade da fibra do algodoeiro cultivar FM 906GLT em função da dose de nitrogênio e densidade de plantas  $m^{-2}$ . Letras maiúsculas correspondem a comparação entre densidade de plantas  $m^{-2}$  e letras minúsculas entre doses de N. Médias dos tratamentos seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade  $a>b$  ( $p>0,05$ ).

Nº plantas ( $m^{-2}$ )	Micronaire		Comprimento (mm)		Resistência		Fibras Curtas	
	100	140	100	140	100	140	100	140
6,6	4.8	4.7	29.2	29.2	32.5	31.5	9.9 a	8.4 b
7,7	4.7	4.8	29.2	29.4	30.9	32.3	9.0	8.7
8,8	5.0	4.8	29.7	29.5	32.3	31.8	8.3	8.6
9,9	4.9	4.4	28.9	29.7	32	31.2	9.3 a	7.5 b
CV%	7.74		2.34		5.68		10.88	
Média	4.8		29.4		31.85		8.74	

Tabela 2. Qualidade da fibra do algodoeiro cultivar FM 954GLT em função da dose de nitrogênio e densidade de plantas  $m^{-2}$ . Letras maiúsculas correspondem a comparação entre densidade de plantas  $m^{-2}$  e letras minúsculas entre doses de N. Médias dos tratamentos seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade  $a>b$  ( $p>0,05$ ).

Nº plantas ( $m^{-1}$ )	Micronaire		Comprimento (mm)		Resistência		Fibras Curtas	
	100	140	100	140	100	140	100	140
6,3	4.5 B	4.6	30.6	30.3	32.8	34.6	6 AB	4.7 B
7,3	4.4 B	4.7	29.8	30.9	33.7	33.2	4.2 B	5.3 AB
8,3	5.0 A	4.7	30.7	30.1	33.8	32.4	6.5 A	6.9 A
9,7	4.8 AB	5.1	30.8	30.3	33.8	34.2	5.5 AB	6.5 AB
CV%	9.42		3.08		3.97		16.44	
Média	4.77		30.48		33.59		5.75	

## APLICAÇÃO PRÁTICA

Em ambientes similares ao do presente estudo ao utilizar a cultivar FM 906GLT de ciclo precoce o produtor deve optar pela população de 8,8 plantas  $m^{-2}$  (7,5 a 8 plantas  $m^{-1}$ ) e dose de 100  $kg ha^{-1}$  de nitrogênio. Por outro lado, ao utilizar a cultivar de ciclo médio FM 954GLT deve-se optar pela população de 6,3 plantas  $m^{-2}$  (5,5 a 6 plantas  $m^{-1}$ ) e utilizar a dose de 140  $kg ha^{-1}$  de N.



## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fapesp pelo incentivo e bolsa de iniciação científica do primeiro autor (Processo: 2018/20829-3) e também à Appa pelo aporte financeiro ao estudo realizado.

## LITERATURA CITADA

- DAI, JIANLONG et al. Competitive yield and economic benefits of cotton achieved through a combination of extensive pruning and a reduced nitrogen rate at high plant density. **Field Crops Research**, v. 209, p. 65-72, 2017.
- KHAN, Aziz et al. Planting density and sowing date strongly influence growth and lint yield of cotton crops. **Field crops research**, v. 209, p. 129-135, 2017.
- MORESCO, E.R.; FARIAS, F.J.C.; SOUZA, M.; MARQUES, M.F. TAKEDA, C. Influência da densidade e do espaçamento na produtividade do algodoeiro herbáceo. I. In: **Congresso Brasileiro De Algodão**, 2., Ribeirão Preto, 1999. Resumos. Campina Grande: EMBRAPA, CNPA, 1999, p. 632-633.
- PAIVA, F. I. G. et al. Qualidade da fibra do algodoeiro BRS verde irrigado com águas de diferentes níveis salinos. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 209-220, 2016.
- SANTANA, J. C. DA S. Características tecnológicas da fibra de duas cultivares de algodão armazenado em dois municípios paraibanos. Campina Grande: UFCG, 2002. 48p. **Dissertação Mestrado**.



## EFEITO A ÉPOCA DE SEMEADURA SOBRE A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FIBRA DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO NO OESTE PAULISTA

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro; Rafael Senna e Silva; Giuliano Carnevali Baltazar; Jaqueline Hafemann e Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

O cultivo do algodoeiro no Oeste de São Paulo ocorre exclusivamente na primeira safra. Entretanto, o período de semeadura ocorre entre os meses de outubro e dezembro. Normalmente os produtores utilizam a mesma cultivar, nos diferentes períodos de semeadura, sabendo que as condições de temperatura, radiação e precipitação são diferentes, as cultivares devem ser ajustadas de acordo com as épocas de semeaduras, para expressar o máximo potencial produtivo da cultura.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

As condições ambientais estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento, produtividade e qualidade de fibra do algodoeiro (Echer, 2014). Para o algodoeiro, a precipitação, temperatura, luminosidade são os principais elementos climáticos que determinam o potencial produtividade da cultura, sendo altamente sensível a baixas temperaturas e ao sobreamento (menor luminosidade) (Loka e Oosterhuis, 2010; Echer e Rosolem, 2015), assim como restrição hídrica (Hearn, 1995).

No Oeste Paulista a partir de fevereiro ocorre redução da radiação global, temperatura, e as precipitações passam a ter maior irregularidade (Inmet). Aliado a isso a semeadura tardia (a partir da segunda quinzena de novembro), reduz o potencial produtivo da cultura, além da qualidade de fibra, devido ao menor crescimento vegetativo (menor número de nós), menor número e peso de estruturas reprodutivas, em decorrência da menor oferta de energia luminosa e hídrica durante o ciclo da cultura, principalmente na fase reprodutiva da cultura, que uma vez semeada entre final de novembro e início de dezembro irá ocorrer a partir de fevereiro.

O ajuste de cultivares é uma estratégia para aumentar o potencial produtivo da cultura nessas condições. As cultivares de ciclo longo, se posicionadas na abertura do plantio, resultam em um maior em maior potencial da cultura, pois a mesma terá maior tempo para o desenvolvimento e condições ótimas de luz, temperatura e possivelmente precipitação. As cultivares de ciclo curto, podem ser posicionadas em condições de fechamento de plantio, devido ao menor período no campo, menor crescimento vegetativo, e conseqüentemente menor demanda por luz, temperatura e precipitação, como recomendado por Chiavegato et al. (2014).



## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido nas safras 2018/2019 e 2019/2020, na Fazenda Experimental da UNOESTE, em Presidente Bernardes-SP, em um Argissolo Vermelho Distroférico de textura arenosa. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema de parcelas sub-divididas, com quatro repetições, as parcelas foram compostas pelas épocas de semeadura (1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> épocas), e as sub-parcelas pelas cultivares de algodão (FM 906 GLT (ciclo precoce) TMG 44 B2RF (ciclo médio) FM 985 GLTP (ciclo tardio). As datas da época de semeadura foram 29/10, 18/11 e 30/11 na safra 2018/2019 e 14/11, 28/11 e 12/12 na safra 2019/2020. A safra 2019/2020 não foi possível a semeadura do algodoeiro no final de outubro/início de novembro devido ao atraso do início das chuvas nesse ano.

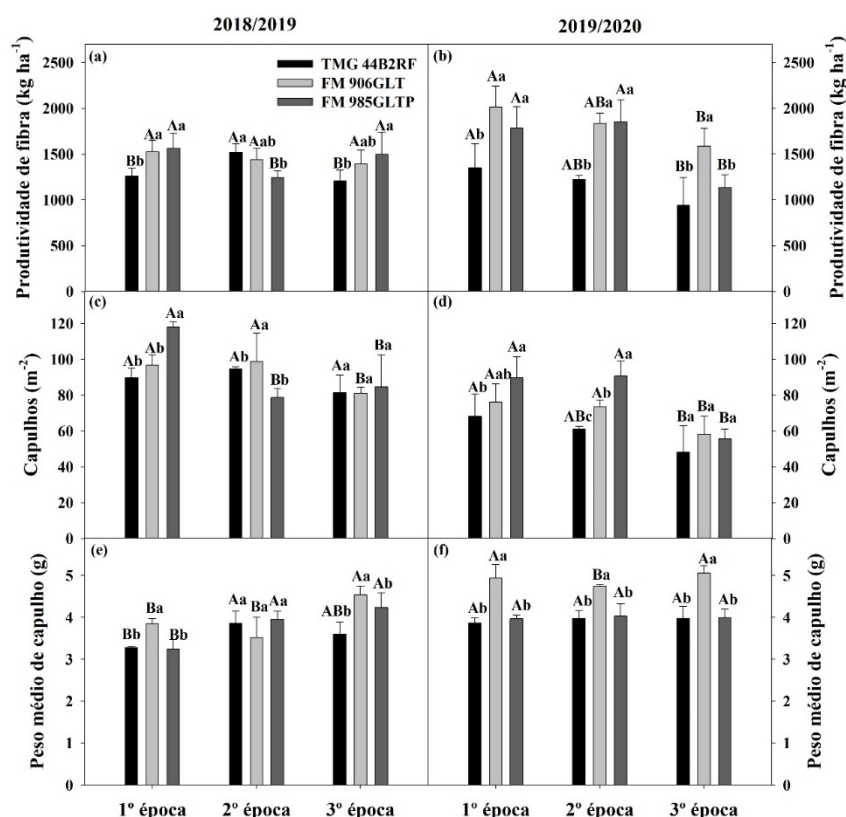
O cultivo do algodoeiro foi em Sistema de Plantio Direto (SPD), sobre palhada de milho. Na semeadura do algodoeiro foi utilizado 20 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tendo como fonte o fosfato monoamônico (MAP). Aos 25 e 45 dias após a emergência foram realizadas as adubações de cobertura com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, tendo como fonte a ureia e cloreto de potássio, respectivamente. Foram realizados os controles de plantas daninhas, pragas e doenças de acordo com a necessidade, além do uso do regulador de crescimento (cloreto de mepiquate).

Aos 150 dias após emergência do algodoeiro foram determinados os componentes de produção: número de plantas m<sup>-2</sup>, número de capulhos m<sup>-2</sup> e peso médio de capulho além da produtividade com a colheita manual de dois metros de linha de cada parcela. Uma amostra de 100 g de algodão em caroço foi separada e encaminhada para o laboratório para descaroçamento (determinação do rendimento de fibra) e para análise dos parâmetros de qualidade de fibra pelo método HVI. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LSD) ao nível mínimo de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra 2018/2019 a semeadura do algodoeiro no final de outubro (1<sup>o</sup> época) resultou em uma planta de maior potencial produtivo (120 capulhos m<sup>-2</sup>), cultivar tardia (FM 985GLTP) (Figura 1c), mas o peso médio de capulho nessa época foi baixo, especialmente das cultivares de ciclo médio e tardio, em função do veranico de 21 dias entre os 76 e 97 DAE (Figura 1e). Entretanto para época 3 entre os 76 e 97 DAE houve precipitação de 165 mm, resultando em capulhos mais pesados (Figura 1e), compensando o menor número de estruturas reprodutivas nessa época (Figura 1c). Na primeira safra o efeito do ciclo das cultivares de acordo com a época de semeadura foi pouco conclusivo.





**Figura 1.** Produtividade de fibra e componentes de produção de cultivares de algodoeiro em diferentes épocas de semeadura, safras 2018/2019 e 2019/2020.

Na safra 2019/2020 não houve restrição hídrica durante o ciclo do algodoeiro (três épocas). As maiores produtividades de fibra foram com a semeadura na primeira época (14/11) e na segunda apenas para cultivar tardia (FM 985 GLTP) (Figura 1b), em função do maior número de capulhos m<sup>-2</sup> (Figura 1d), já que houve pouca diferença entre o peso médio de capulho entre as épocas para essa safra (Figura 1f). A produtividade na 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> épocas foram maiores com as cultivares FM 906 GLT (precoce) e FM 985 GLTP (tardia), mas para 3<sup>o</sup> época, a maior produtividade foi apenas com a cultivar precoce, reduzindo, consideravelmente para cultivar tardia entre a 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> épocas, mostrando que para fechamento de plantio o mais aquedado, é uso de cultivares precoces. Apesar da cultivar tardia não ter maior produtividade nas épocas 1 e 2, o número de capulhos foi maior, demonstrando que cultivares de ciclo longo tem maior potencial para abertura de plantio (Figura 1d).

Na safra 2018/2019 os índices de micronaire, resistência e comprimento de fibra foram menores na 1<sup>o</sup> época de semeadura, em função da menor oferta hídrica no período de formação da fibra, ou seja, mesmo com oferta aquedada de radiação e temperatura, a qualidade de fibra é extremamente dependente a disponibilidade hídrica (Tabela 1). Entre as cultivares, a FM 906 GLT, teve menor



comprimento e resistência de fibra, enquanto a TMG 44 B2RF teve maior rendimento de fibra (Tabela 1).

**Tabela 1.** Rendimento (RF) e parâmetros de qualidade de fibra de cultivares de algodoeiro em diferentes épocas de semeadura, safras 2018/2019 e 2019/2020.

Épocas de cultivo	RF	Micronaire	Resistência	Comprimento	IFC
	%	ug pol <sup>-1</sup>	gf TEX <sup>-1</sup>	mm	%
<b>2018/2019</b>					
1º época	41,3 a	4,30 b	29,5 b	29,5 b	6,6 a
2º época	41,0 a	4,67 a	33,4 a	30,0 ab	6,5 a
3º época	40,9 a	4,70 a	33,8 a	30,5 a	6,6 a
<b>Cultivares</b>					
TMG 44B2RF	42,6 a	4,54 a	32,6 a	30,0 ab	6,3 a
FM 906GLT	39,9 b	4,56 a	31,4 b	29,6 b	6,9 a
FM 985GLTP	40,8 b	4,58 a	32,7 a	30,4 a	6,4 a
<b>Valor de p</b>					
Época	0,7343	0,0430	0,0000	0,0031	0,9903
Cultivar	0,0000	0,9712	0,0220	0,0363	0,3405
E*C	0,0368	0,5775	0,4098	0,0685	0,0286
CV%	2,8	8,9	3,7	2,2	6,8
<b>2019/2020</b>					
Épocas de cultivo					
1º época	42,4 a	4,60 a	31,2 a	30,2 a	7,7 a
2º época	41,5 a	4,22 b	31,3 a	29,7 a	8,2 a
3º época	41,7 a	4,43 ab	31,1 a	28,8 b	8,1 a
<b>Cultivares</b>					
TMG 44 B2RF	40,8 b	4,52 a	32,6 a	29,8 a	6,9 b
FM 906 GLT	43,6 a	4,43 a	30,5 b	28,7 b	8,8 a
FM 985 GLTP	40,9 b	4,29 a	30,5 b	30,1 a	8,2 a
<b>Valor de p</b>					
Épocas	0,2213	0,0444	0,9501	0,0002	0,4239
Cultivares	0,0000	0,2938	0,0082	0,0000	0,0011
E*C	0,1251	0,4027	0,1698	0,0108	0,0800
CV%	2,9	8,0	5,5	2,2	13,4

IFC: Índice de fibra curtas.

Na safra com oferta hídrica adequada (2019/2020) a redução da luminosidade e temperatura, decorrente da semeadura tardia (2º e 3º época) reduziu índice e micronaire e comprimento de fibra (Tabela 1), ou seja, em



situação de oferta hídrica adequada a semeadura até a primeira quinzena de novembro melhora a qualidade de fibra do algodoeiro. As cultivares mais produtivas tiveram tendência de reduzir comprimento (FM 906 GLT) e resistência de fibra (FM 906 GLT e FM 985 GLTP). O maior rendimento de fibra foi da cultivar FM 906 GLT (Tabela 1).

## **APLICAÇÃO PRÁTICA**

A semeadura entre a segunda quinzena de outubro e primeira de novembro aumenta o potencial produtivo do algodoeiro, e devem ser utilizadas cultivares de ciclo tardio, mas a produtividade será dependente das condições hídricas. Por outro lado, apesar da semeadura após a primeira quinzena de novembro reduzir o potencial produtivo do algodoeiro, isso pode ser amenizado com posicionamento de cultivares de ciclo precoce, nesse período. Ou seja, os produtores devem utilizar cultivares de ciclo tardio para abertura do plantio e finalizar com cultivares de ciclo curto.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Associação Paulista dos Produtores de Algodão (APPA) pelo apoio financeiro à pesquisa.

## **LITERATURA CITADA**

Echer, F.R. O algodoeiro e os estresses abióticos, temperatura, luz, água e nutrientes. Instituto Mato-Grossense do Algodão – IMAmt - Cuiabá (MT), p.23, 2014.

Loka, D. A.; Oosterhuis, D. M. Effect of high night temperatures on cotton respiration, ATP levels and carbohydrate content. *Environmental and Experimental Botany*, Amsterdam, v. 68, p. 258-263, 2010.

Hearn, A. B. The principles of cotton water relations and their application in management. In: CONSTABLE, G. A. and FORRESTER, N. W. (eds.). *Proc. World Cotton Research Conference (1st:1994 Brisbane, Queensland)*. CSIRO, Melbourne, Austrália. p. 66,9.1995.

Chiavegato, E.J. Bernardes, M.S., Carvalho, H.R. Estratégias para melhorar o aproveitamento da luminosidade na cultura do algodão. In. *O algodoeiro e os estresses abióticos, temperatura, luz, água e nutrientes*. p. 43-62, 2014.



## ADUBAÇÃO FOSFATADA NA BATATA-DOCE EM ÁREA COM BAIXA E ALTA DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO NO SOLO

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro; Guilherme Dias Batista; Adalton Mazetti Fernandes e Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

A área de cultivo e produtividade da batata-doce vem crescendo nos últimos anos, especialmente no Oeste Paulista, que é a principal região produtora nacional. Entretanto, as recomendações oficiais de adubação não foram atualizadas para as atuais produtividades e cultivares. Associado a isso, na região predomina na região solos de textura arenosa, que tem baixa reserva natural de fósforo (P). Normalmente o cultivo da batata-doce ocorre em áreas pós pastagem degradada, onde os teores de P são baixos, mas também há cultivo em áreas de rotação de culturas, cujos teores de P são maiores (adequados ou altos), havendo necessidade do ajuste da dose de  $P_2O_5$  para os dois ambientes de produção.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O cultivo de batata-doce ocorre praticamente em todo território nacional. Sendo que o estado de São Paulo é um dos maiores produtores de batata-doce e a região Oeste Paulista é a principal produtora do estado (IBGE, 2018). Apesar da grande expressão da cultura ainda são poucos os estudos, principalmente relacionado a nutrição de planta, incluindo o manejo do fósforo, que muitas vezes pode limitar a produtividade e qualidade da batata-doce, especialmente em solos com baixo teor de P.

As recomendações de adubação fosfatada para a batata-doce variam de 100 a 180  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  em solos com baixo teor de P e de zero a 60  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  em solo com alto teor de P (Lorenzi et al., 1997). Entretanto há relatos de resposta da batata-doce com dose acima de 250  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  em áreas com baixo teor P, isso para cultivar Beauregard (Cruz et al., 2016; Nascimento et al., 2019). Mas ainda não se sabe a dose máxima de  $P_2O_5$  para cultivar Canadense (principal cultivar no Oeste Paulista). Por outro lado, em situações com alto teor de P no solo, pode ser que a batata-doce não responda a altas doses de  $P_2O_5$ , podendo ser reduzida a dose aplicada, o que reduziria o custo de produção e aumentaria a rentabilidade dos produtores. Visto que a batata-doce tem alta eficiência na absorção de P (Oliveira et al., 2005).

Além da produtividade, a qualidade da batata-doce também é diretamente afetada pelo fornecimento adequado de P à cultura, sendo que grande importância, visto que é um alimento consumido de forma direta pela população. Na batata-doce, o P também tem uma função importante sobre a qualidade das raízes tuberosas porque seu suprimento pode aumentar o teor de amido e de



açúcares totais dos tubérculos (Oliveira et al., 2005), melhorando a qualidade final do alimento.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Foram conduzidos dois experimentos em lavoura comercial. O primeiro experimento foi conduzido em Presidente Prudente-SP, entre janeiro e julho de 2017 em área de rotação de culturas com alto teor de fósforo no solo ( $P_{\text{resina}}=23 \text{ mg dm}^{-3}$ ). O segundo experimento foi conduzido em Anhumas-SP entre maio e outubro de 2017 em área pós pastagem degradada com baixo teor de fósforo no solo ( $P_{\text{resina}}=3,7 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Os solos das áreas são classificados Argissolo Vermelho Distroférrico de textura arenosa. As precipitações foi de 517 e 830 mm, em Presidente Prudente-SP (alto teor de P) e Anhumas-SP (baixo teor de P), respectivamente, durante a condução dos experimentos. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro doses de fósforo (0, 50, 100, 200 e 400  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) aplicadas no sulco de plantio. A fonte utilizada foi o superfosfato triplo (41%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

Trinta dias antes do plantio da batata-doce foram aplicados 1,0 e 1,3 toneladas  $\text{ha}^{-1}$  de calcário dolomítico nas áreas de Presidente Prudente-SP (alto teor de P) e Anhumas-SP (baixo teor de P), respectivamente. O preparo do solo foi realizado de forma convencional. O espaçamento foi de 0,80 m entre leiras. Os sulcos foram abertos sobre as leiras e a adubação de plantio foi realizada nos sulcos aplicando-se as doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  de acordo com os tratamentos junto com 20  $\text{kg ha}^{-1}$  de N e 60  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . Como fonte de N e  $\text{K}^+$  foram utilizados os fertilizantes ureia (45 % N) e cloreto de potássio (60%  $\text{K}_2\text{O}$ ). O plantio da batata-doce foi realizado manualmente com mudas da cultivar Canadense.

Aos 182 (DAP) (área alto P) e 172 (DAP) (área baixo P) foi realizada a colheita da batata-doce manualmente, das duas linhas centrais de cada parcela para determinação da produtividade total de raízes. Posteriormente foi determinado os teores de amido nas raízes.

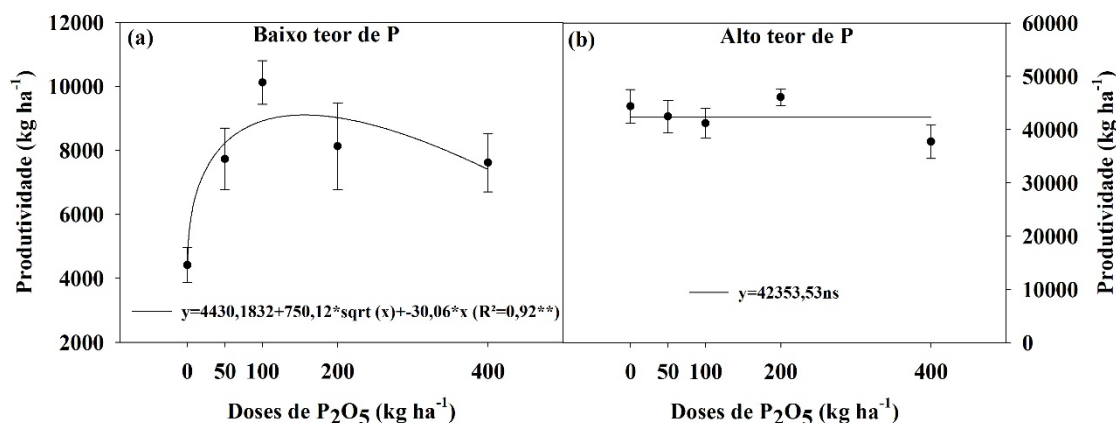
Os dados foram submetidos a análise de variância separadamente por experimento. O efeito das doses de P foram submetidos a análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade foi menor na área com baixo teor de fósforo (7,6 toneladas por hectare (média ensaio), devido principalmente a baixa fertilidade do solo e restrição hídrica. Enquanto na área com alto teor de fósforo a produtividade média do ensaio foi de 42 toneladas por hectare.

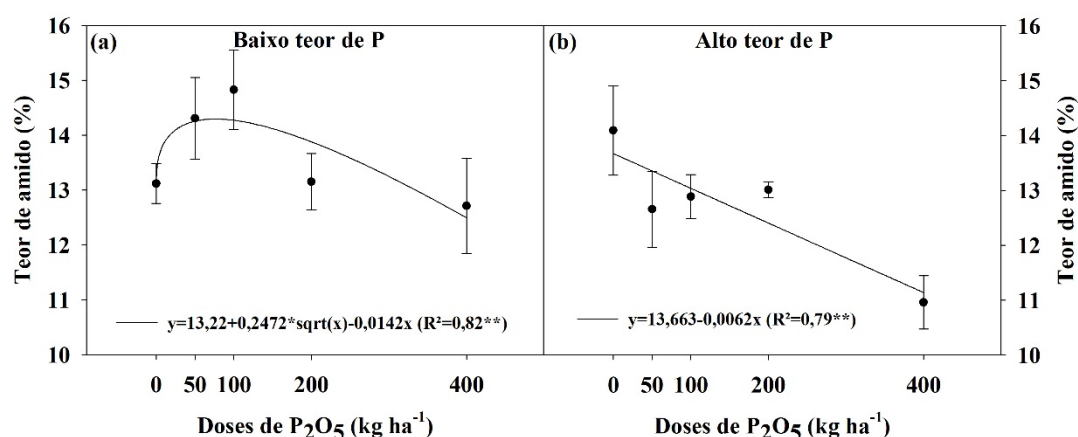
Na área com baixo teor de fósforo a produtividade da batata-doce aumentou com aplicação de até 155  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , produzindo 9,8 toneladas por hectares, 5,4 toneladas por hectare a mais em relação a ausência de adubação com fósforo (Figura 1a). Na área com alto teor de fósforo no solo (maior de 20  $\text{mg dm}^{-3}$ ) não houve efeito da adubação fosfatada sobre a

produtividade (Figura 1b). A exportação de fósforo nessa área foi de 14,4 kg ha<sup>-1</sup> de P ou 33 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> que deve ser levado em consideração na adubação de manutenção nesse solo. Na área com baixo P no solo a exportação de fósforo foi baixa, apenas 3,1 kg ha<sup>-1</sup> de P ou 7,1 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, isso devido a baixa produtividade nessa área.



**Figura 1.** Produtividade total de raiz de batata-doce, em área com baixa e alta disponibilidade de inicial de fósforo. \*\*significativo a 1%, \*significativo a 5% e ns = não significativo. As barras verticais representam o erro padrão da média.

A área com baixo teor de P, é necessário aplicação de 75 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para o máximo acúmulo de amido na batata-doce (Figura 2a). Mas na área com teor alto de P no solo o aumento das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> reduziu linearmente a porcentagem de amido na batata-doce (18,4%) (Figura 2b). Isso indica que em solos de baixa fertilidade, o fornecimento adequado de P para batata-doce, gera um alimento de melhor qualidade para população.



**Figure 2.** Concentração de amido em raízes de batata-doce (% em peso fresco) em área com baixa e alta disponibilidade de inicial de fósforo. \*\*significativo a 1%, \*significativo a 5% e ns = não significativo. As barras verticais representam o erro padrão da média.



## APLICAÇÃO PRÁTICA

Em áreas com o teor inicial de fósforo no solo já é alto (maior que 20 mg dm<sup>-3</sup>), a adubação fosfatada deve ser realizada apenas com objetivo de repor a quantidades exportadas pela cultura. Em áreas de pós pastagem degradada, com baixo teor inicial de fósforo a produtividade da batata-doce responde a aplicação de até 155 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, além de melhorar o teor de amido na batata-doce, resultando em um alimento de melhor qualidade.

## AGRADECIMENTOS

Aos produtores Gabriel Fonseca Trevisan (Anhumas-SP) e Leonardo Mendonça Pereira e Armindo Mendonça Pereira (Presidente Prudente-SP) pela disponibilidade de parceria para condução dos ensaios em suas respectivas propriedades.

## LITERATURA CITADA

- Cruz, S.M.C.; Cecílio Filho, A.B.; Nascimento, A.S.; Vargas, P.F. Mineral nutrition and yield of sweet potato according to phosphorus doses. *Comunicata Scientiae*, v.7, p.183-191, 2016. <http://dx.doi.org/10.14195/CS.v7i2.958>
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal: Culturas temporárias e permanentes. v. 40. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.
- Lorenzi, J.O.; Monteiro, P.A.; Miranda Filho, H.S.; Rajj, B.V.; Raízes e tubérculos. In: Rajj, B.V.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. (eds). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: 2ed. Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. P. 221-229 (Boletim Técnico, 100).
- Oliveira, A.P.; Silva, J.E.L.; Pereira, W.E.; Barbosa, L.J.N. Produção de batata-doce e teor de amido nas raízes em função de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. *Acta Sci. Agron.*, 27: 747-751, 2005. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v27i4.1342>
- Nascimento, S.M.C.; Cecilio-Filho, A.B.; Silva, A.S.N., Vargas, P.F. Carotene yield in sweet potato after potassium and phosphorus fertiliser application. *Revista Caatinga*, 32: 851-857, 2019.



## PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FIBRA DE CULTIVARES DE ALGODOEIRO NO OESTE PAULISTA – SAFRAS 2018/2019 E 2019/2020

Carlos Felipe dos Santos Cordeiro; Rafael Senna e Silva; Giuliano Carnevali Baltazar; Jaqueline Hafemann e Fábio Rafael Echer

### PROBLEMÁTICA

Devido a área de cultivo do algodoeiro no Oeste Paulista ser relativamente pequena, variando entre 1000 e 2000 hectares nos últimos anos, não há cultivares de algodão desenvolvida exclusivamente para essa região, o que pode limitar o potencial produtivo da cultura. Dessa forma há necessidade de avaliar quais cultivares, que são cultivadas em outras regiões melhor se adaptam ao Oeste Paulista.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

Atualmente a área cultivada de algodão no Brasil chega a 1,6 milhões de hectares, sendo Mato Grosso e Bahia os principais produtores nacionais (CONAB, 2018). O Oeste Paulista representa apenas 0,075% da área de cultivo, ou 1,2 mil hectares (APPA, 2020). Não justificando o desenvolvimento de cultivares exclusivamente para essa região.

A escolha de cultivares de algodão está diretamente ligada a diferentes situações, seja, locais, ecológicas, tecnológicas e econômicas, assim, o sucesso na produção da fibra depende da integração harmônica dos fatores. Devido a interação entre genótipo e ambiente no algodoeiro, um mesmo material não é capaz de ter a mesma performance em diferentes regiões, com necessidade estudos locais (Carvalho et al., 1995). Sendo que a escolha correta do cultivar pode aumentar em até 100% a produtividade do algodoeiro (Cordeiro et al., 2016).

As cultivares com tecnologia GLT e GLTP (*GlyTol*, *LibertyLink* e *TwinLink Plus*), conferem maior tolerância ao ataque de lepidópteras, além da resistência aos herbicidas glifosato e glufosinato de amônio, entretanto têm um maior custo de sementes. Por outro lado, as cultivares com tecnologia B2RF (*Bollgard II RR Flex*), têm um menor custo de sementes, sendo resistente a herbicida glifosato e com tolerância a lepidópteras, sendo mais utilizadas no Oeste Paulista. Também tem as cultivares GL (*GlyTol*, *LibertyLink*), que não tem a tecnologia Bt, sendo utilizadas em áreas de refúgio. Entretendo, o potencial produtivo dessas cultivares no Oeste Paulista, precisa ser avaliado, para melhor posicionamento.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi conduzido nas safras 2018/2019 e 2019/2020, na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), em Presidente Bernardes-SP, em um Argissolo Vermelho Distroférico de textura arenosa. O





delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Na safra 2018/2019 foram avaliadas oito as cultivares: FM 985 GLTP, FM 983 GLT, FM 906 GLT, FM 944 GL, TMG 44 B2RF, IMA 5801B2RF, DP 1746B2RF e DP 1536 B2RF. Na safra 2019/2020 foram avaliadas sete cultivares: FM 985 GLTP, FM 983 GLT, FM 906 GLT, FM 944 GL, TMG 44 B2RF, IMA 5801B2RF, IMA 6801 B2RF e DP 1746 B2RF.

O cultivo do algodoeiro foi em Sistema de Plantio Direto (SPD), sobre palhada de milho, em 14/12/2018 (safra 2018/2019) e 14/11/2019 (safra 2019/2020). Na semeadura do algodoeiro foi utilizado 20 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tendo como fonte fosfato monoamônico (MAP). Aos 25 e 45 dias após a emergência foi realizada as adubações de cobertura com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, tendo como fonte ureia e cloreto de potássio, respectivamente. Foi realizado o controle de plantas daninhas, pragas e doenças de acordo com a necessidade, além do uso do regulador de crescimento.

Aos 150 dias após emergência do algodoeiro foi determinado os componentes de produção número de plantas m<sup>-2</sup>, número de capulhos m<sup>-2</sup> e peso médio de capulho além da produtividade com a colheita manual de dois metros de linha de cada parcela. Uma amostra de 100 g de algodão em caroço foi separada e encaminhada para o laboratório para descaroçamento (determinação do rendimento de fibra) e para análise dos parâmetros de qualidade de fibra pelo método HVI. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LSD) ao nível mínimo de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar FM 985GLTP teve a maior produtividade de fibra, nas duas safras (Tabela 1). Entretanto, em 2018/2019 as cultivares TMG 944GL e DP 1536B2RF, não se diferenciaram da FM 985GLTP, nessa safra as cultivares FM 906 GLT, TMG 44 B2RF e IMA 5801B2RF as foram as menos produtivas. Na safra 2019/2020 a FM 983 GLT foi a menos produtiva. O comportamento diferente das cultivares nas safras se deve a dois motivos, restrição hídrica na safra 2018/2019 (600 mm), além da semeadura tardia. Na safra 2019/2020 o acumulado de chuva foi de 977 mm, e semeadura dentro da janela adequada de plantio, ou seja, o desempenho produtivo das cultivares estão diretamente relacionadas ao clima de cada safra.

Com exceção do cultivar FM 983 GLT e TMG 44B2RF, que tiveram baixa produtividade na safra 2019/2019, todas as demais têm potencial de cultivo no Oeste Paulista. Apesar de Cordeiro et al. (2016) reportarem que a cultivar FM 983 GLT tem potencial para cultivo no Oeste de São Paulo, nos últimos essa cultivar tem reduzido o teto produtivo nessa região, não sendo recomendado o cultivo da mesma atualmente. Cordeiro et al. (2016) também relatam que as cultivares com tecnologia GLT e ciclo médio e tardio são as mais adequadas para essa região, mas, nos últimos anos cultivares B2RF também tiveram bom desempenho produtivo, inclusive algumas de ciclo médio e precoce. Sendo

assim, o estudo de adaptabilidade de cultivares deve ser realizado anualmente, sempre com incorporação de novas cultivares nos ensaios.

**Tabela 1.** Componentes de produção, produtividade e rendimento de fibra do algodoeiro nas safras 2018/2019 e 2019/2020 na região do Oeste Paulista.

Cultivares	Altura de planta	Número de nós	Capulhos	Peso médio de capulho	Rendimento de fibra	Produtividade de fibra
	cm	--	m <sup>2</sup>	g	%	kg ha <sup>-1</sup>
2018/2019						
FM 985GLTP	89,7ab	17,1	90,4a	4,1	41,8bc	1562 a
FM 983GLT	95,8a	18,0	79,9abc	3,9	41,1c	1264 bc
FM 906GLT	82,8b	17,4	63,4cd	4,1	41,2c	1072 c
FM 944GL	95,5a	17,3	81,3ab	3,9	41,3c	1375 ab
TMG 44B2RF	85,43b	16,6	75,6abcd	3,2	42,8b	1048 c
IMA 5801B2RF	81,4ab	17,8	70,4bcd	3,9	40,5c	1065 c
DP 1746B2RF	90,4ab	16,6	61,1d	4,2	44,8a	1165 bc
DP 1536B2RF	86,8ab	17,2	77,8abcd	4,1	41,6bc	1354 ab
CV%	7,9	6,6	15,9	17,8	2,3	12,6
2019/2020						
FM 985GLTP	109,3	21,0	128,9a	4,0d	42,5 bc	2228 a
FM 983GLT	109,0	21,0	97,5bc	4,5bcd	44,6 a	1862 b
FM 906GLT	97,2	20,0	90,7c	4,9ab	44,1 ab	2099 ab
TMG 44B2RF	99,2	21,4	113,3ab	4,2cd	42,2 c	1936 b
IMA 5801B2RF	103,6	19,6	99,4bc	5,1a	40,0 d	2048 ab
IMA 6801 B2RF	104,4	19,9	98,0bc	4,6abc	44,6 a	1975 ab
DP 1746 B2RF	104,5	20,8	106,7bc	4,5bcd	42,5 bc	1951 ab
CV%	8,1	7,7	14,0	7,6	2,9	9,5

As cultivares DP 1746B2RF (2018/2019), FM 985GLT e IMA 6801B2RF (2019/2020), tiveram os maiores rendimentos de fibra, e IMA 5801B2RF teve menor rendimento de fibra nas duas safras (Tabela 1). Na safra 2019/2020 houve pouca diferença entre os parâmetros de qualidade de fibra, com diferença apenas para resistência (maior na variedade FM 906GLT). Na safra 2018/2019 a cultivar DP 1536B2RF teve os maiores índices de micronaire e maturidade e DP 1746B2RF a maior resistência. Mas o menor micronaire foi da cultivar FM 985GLTP, possivelmente devido a maior produtividade de competição por fotoassimilados (Tabela 2). Entretanto, sempre os parâmetros de qualidade de fibra esteve dentro do adequado.

**Tabela 2.** Componentes de qualidade de fibras do algodoeiro determinados pelo método HVI (*High Volume Instrument*) nas safras 2018/2019 e 2019/2020 na região do Oeste Paulista.

Cultivares	Micronaire	Comprimento	Resistência	Uniformidade	Maturidade	IFC
	ug pol <sup>-1</sup>	mm	gf TEX <sup>-1</sup>	%	--	%
<b>2018/2019</b>						
FM 985GLTP	4,45 b	29,9 a	32,2 d	82,9 cd	87,5 b	8,3 a
FM 983GLT	4,73 ab	30,6 a	33,2 cd	82,8 d	88,0 ab	7,2 ab
FM 906GLT	4,54 ab	30,0 a	33,5 bcd	83,8 bcd	89,0 ab	6,5 abc
FM 944GL	4,50 ab	29,6 a	34,3 abc	84,2 abc	88,7 ab	5,3 bcd
TMG 44B2RF	4,66 ab	29,8 a	32,7 d	84,4 ab	88,2 ab	4,1 d
IMA 5801B2RF	4,71 ab	30,3 a	33,0 cd	85,3 a	89,0 ab	4,8 cd
DP 1746B2RF	4,48 ab	30,1 a	35,2 a	84,5 ab	87,7 ab	5,5 bcd
DP 1536B2RF	4,95 a	29,7 a	35,0 ab	85,0 ab	89,2 a	4,8 cd
CV%	6,9	2,6	3,1	1,0	1,1	21,8
<b>2019/2020</b>						
FM 985GLTP	4,21 a	29,7 a	31,9 ab	83,3 a	87,0 a	7,4 a
FM 983GLT	4,39 a	29,5 a	30,5 b	82,5 a	86,7 a	8,1 a
FM 906GLT	4,56 a	30,5 a	33,1 a	84,1 a	87,0 a	6,6 a
TMG 44B2RF	4,35 a	29,4 a	31,5 ab	82,7 a	87,5 a	8,0 a
IMA 5801B2RF	4,38 a	30,6 a	31,8 ab	84,3 a	87,0 a	6,4 a
IMA 6801 B2RF	4,38 a	29,7 a	32,3 ab	82,8 a	87,0 a	8,0 a
DP 1746 B2RF	4,49 a	30,0 a	31,1 ab	83,6 a	87,5 a	6,9 a
CV%	8,8	3,6	5,6	1,8	0,9	18,9

IFC: índice de fibra curtas.

### APLICAÇÃO PRÁTICA

Com exceção da cultivar TMG 44B2RF e FM 983GLT e, que reduziu a produtividade de fibra na safra 2019/2020, todas demais cultivares tem potencial para cultivo no Oeste Paulista. Atenção deve ser dada para cultivar IMA 5801B2RF que tem menor rendimento de fibra, mas que pode ser posicionada em áreas com problemas de nematoides, devido a sua tolerância e cultivares com tecnologia GLT e principalmente GLTP, que tem alto custo de sementes, e pode aumentar o custo de produção. Adicionalmente, cultivares com tecnologia B2RF são mais interessantes para o Oeste Paulista, devido o menor custo de sementes.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Associação Paulista dos Produtores de Algodão (APPA) pelo apoio financeiro á pesquisa.

### LITERATURA CITADA

APPA, Associação Paulista dos Produtores de Algodão. Estatística safra 2019/2020. 2020. Disponível em: <http://www.appasp.com.br>>. Acesso em: 01 julho. 2020.

Carvalho, L. P.; Costa, J. N. da.; Santos, J. W. DOS.; Andrade, F. P. de. Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.30, n.2, p.207-213, 1995.



Cordeiro, F.S.C. Peres, V.J., Echer, F.R. Produtividade de cultivares de algodão no Oeste Paulista. *Colloquium Agrariae*. v. 12, p. 68-74. 2016. DOI: 10.5747/ca.2016.v12.nesp.000173  
CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamento de safra 2020.



## DEFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO PODE AFETAR O TRANSPORTE DE UREIA EM FEIJÃO (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)?

Silviany Angelica Fernandes Silva, Wueslly de Melo Rufino da Silva, Caio Alves Toledo de Sá, Tiago Benedito dos Santos

### PROBLEMÁTICA

Em termos de sistemas de produção agrícola, o sucesso no manejo nutricional de qualquer cultura agrícola depende de vários fatores: características químicas, físicas e biológicas do solo, além da influência dos genótipos. Entretanto, apesar do manejo agrônômico visando à adequação do solo para a cultura do feijoeiro estar estabelecido, pouco se conhece sobre o efeito dos genótipos na adaptação a baixa disponibilidade de nutrientes e dos genes transportadores de nitrogênio envolvidos nesse processo. Neste ínterim, a bioinformática tornou-se uma ferramenta-chave para o melhoramento vegetal, possibilitando um maior entendimento e resolução dos processos biológicos (mudanças na expressão gênica) frente as adversidades (ex: estresses abióticos, bióticos, deficiência nutricional) que as culturas podem enfrentar. Com efeito, esta pesquisa básica de identificação de genes candidatos via bioinformática, permitirá futuramente o desenvolvimento de plantas mais eficientes na absorção e utilização de nutrientes minerais, bem como, explorar a variabilidade genética, combinadas com manejo do solo e do uso de fertilizantes.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerado uma das leguminosas mais importantes do mundo para consumo humano, e dentre os maiores produtores estão Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia (FAO, 2019). Esta cultura também se destaca pela relevância econômica e social, por ser uma grande fonte nutricional, em particular para os brasileiros e população mais carentes em todo o mundo (Celmile et al., 2018; Lovato et al., 2018). Notavelmente, a maior concentração da produção desta cultura é proveniente da agricultura familiar e pouco tecnificada (Hoffmann, 2014).

Condições edafoclimáticas adversas (dentre elas a falta de nitrogênio) podem limitar severamente o crescimento e a produtividade agrícola. O nitrogênio (N) é um elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, considerado um dos fatores preponderantes para o sucesso da cultura do feijoeiro, visto que é o nutriente mais requerido pela espécie (Braz et al., 2018; Lange et al., 2018). Adicionalmente, este elemento é extremamente necessário para a síntese de aminoácidos e proteínas, bases nitrogenadas, enzimas, coenzimas e vitaminas, pigmentos e uma variedade de outros metabólitos que contém N em sua estrutura (Tegeder; Masclaux-Daubresse, 2018).



As principais formas inorgânicas de N absorvidas pelas plantas são amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e a ureia [ $\text{CO}_2(\text{NH})_2$ ]. As plantas desenvolveram diferentes estratégias, envolvendo vias de sinalização de curto e longo alcance para lidar com as mudanças e a disponibilização de N no solo. Dentre estas estratégias, o transporte de nutrientes pode ser desencadeado por uma série de famílias gênicas, tais como, os transportadores de amônio (AMT), nitrato (NRT) e ureia (DUR3) (Nacry et al., 2013).

Particularmente, de acordo com Kojima et al. (2007), em plantas superiores, os respectivos homólogos de DUR3 podem ser os principais transportadores responsáveis pela captação de ureia de alta afinidade via membrana plasmática. O gene transportador *DUR3* já foi identificado e caracterizado em importantes culturas de interesse agrônomo: arroz (*OsDUR3*) e milho (*ZmDUR3*) (Wang et al., 2012; Liu et al., 2015). Em culturas agrícolas exigentes em N, como o feijoeiro, o transportador de ureia torna-se um grande potencial a ser explorado para otimização da absorção desta molécula diretamente da solução do solo, antes que esta passe pelo processo de hidrólise e seja, posteriormente, convertida em formas de N voláteis. Diante do exposto, utilizando as ferramentas da bioinformática na caracterização *in silico* do gene *DUR3* de *P. vulgaris* L., será o primeiro passo na seleção de genes-candidatos para futuras análises funcionais, auxiliando os programas de melhoramento desta espécie, em tornar plantas mais eficientes na utilização do fertilizante aplicado no solo.

## DESCRIÇÃO DA PESQUISA IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO *IN SILICO*

No presente estudo a sequência de *Arabidopsis thaliana* (AT5G45380.1) foi utilizada como sequência de consulta no algoritmo *BlastP* no genoma *P. vulgaris* L. depositado banco de dados *Phytozome* (<https://phytozome.jgi.doe.gov/pz/portal.html>). Todas as sequências (genômica, aminoácido e sequência codificadora (CDS)), foram recuperadas e copiadas em um arquivo no formato *FASTA*. As sequências foram confrontadas individualmente com as sequências depositadas no banco de dados *NCBI* (*National Center for Biotechnology Information*), utilizando os algoritmos *online BlastX* e *BlastP* (Altshul et al., 1997), visando confirmar a identidade das mesmas. Posteriormente, as características das propriedades físico-químicas da proteína DUR3, tais como peso molecular (kDa) e ponto isoelétrico (pI), foram preditas utilizando a ferramenta *ProtParam* (<http://web.expasy.org/protparam/>). A localização subcelular foi realizada com o algoritmo *Plant-mPLOC* (<http://www.csbio.sjtu.edu.cn/bioinf/plant-multi/>). Através do programa *GRAVY calculator* foi verificado o índice de propriedade hidrofílica/hidrofóbica da proteína DUR3 (*hydropathy index - Grand average of hydropathy*). Adicionalmente, outras ferramentas de bioinformática foram empregadas visando a comparação de sequências obtidas, bem como: predição de hélices transmembrana (<http://www.cbs.dtu.dk/services/TMHMM>), estrutura gênica (*GSDS 2.0 - Gene*

*Structure Display Gene*), alinhamento (*ClustalW*) e construção de árvore filogenética (programa MEGA7, usando o método de vizinhança - *Neighbor Joining* (NJ), com valor de *bootstrap* de 1000 repetições independentes).

## PLANTAS CRESCIDAS SOB SUPRESSÃO DE N

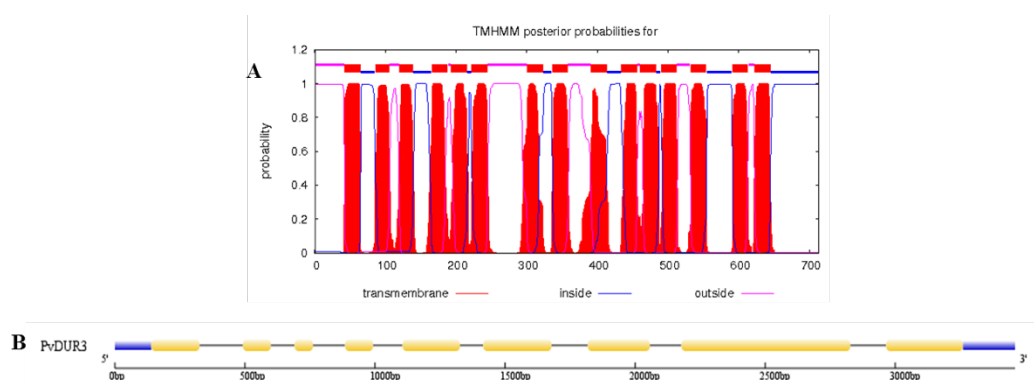
Sementes de feijão provenientes de duas diferentes cultivares (IPR Colibri (ciclo precoce) e IPR Tangará (ciclo médio)), foram germinadas em caixas contendo substrato vegetal em casa de vegetação climatizada, localizada a 22°06'59"S, 51°27'02"W em altitude de 475 m, no Campus II da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). Após a emergência (uma semana após semeadura), as raízes das plantas foram lavadas cuidadosamente com água destilada para retirada do substrato e foram então transferidas para vasos de 1,8 L com solução nutritiva e aeração constante contendo macro e micronutrientes com a seguinte composição (em  $\mu\text{M}$ ): 800  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 250  $\text{MgSO}_4$ , 200  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 500  $\text{CaCl}_2$ , 4000  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 100  $\text{NaFeEDTA}$ , 5  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , 3  $\text{MnSO}_4$ , 2,5  $\text{ZnSO}_4$ , 0,1  $\text{CuSO}_4$ , 0,7  $\text{NaMoO}_4$ . Os vasos utilizados nesse experimento hidropônico (ver Figura 1) foram escuros (negros), para evitar que a solução nutritiva receba a luz solar evitando a proliferação de possíveis microrganismos, tais como algas. Após uma semana de crescimento em solução nutritiva, as plantas foram transferidas para uma nova solução sem fontes de N por 3, 5 dias, para verificação da dinâmica da indução dos genes relacionados ao transporte de N. Como controle experimental foram utilizadas plantas que não foram expostas a falta de N (Ctr). Após o término de cada tratamento (3 e 5 dias), foram coletadas folhas (um trifólio expandido de cada vaso) e raízes laterais. Cada replicata biológica foi representada por *pools* de tecidos (folha e raiz sob as mesmas condições). Todos materiais vegetais coletados foram imersos imediatamente em N líquido e armazenada em freezer  $-80^\circ\text{C}$ , para posteriores análises moleculares.



**Figura 1.** Representação do experimento hidropônico do feijoeiro sob supressão de N. (Fonte próprio autor).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de transporte de uréia nas plantas foi identificado e caracterizados há pouco tempo, sendo a primeira evidência descrita por Liu et al. (2003). Utilizando as ferramentas *in silico*, foi identificado um membro do transportador de ureia (número de acesso no genoma de *P. vulgaris* L. - Phvul.002G127200.1), o qual foi denominado *PvDUR3*. Este transportador está localizado no cromossomo dois (Chr02:26934399..26937859). Quanto as características físico-químicas da proteína, o tamanho deduzido da sequência de aminoácidos (aa) do gene foi de 713 aa, pI foi de 8.80 e o peso molecular (kDa) foi de 76.90. Quanto a predição da localização subcelular foi observado que *PvDUR3* está localizado na membrana celular. Também foi verificado a presença de 15 domínios transmembrana na proteína *PvDUR3* (Figura 2).

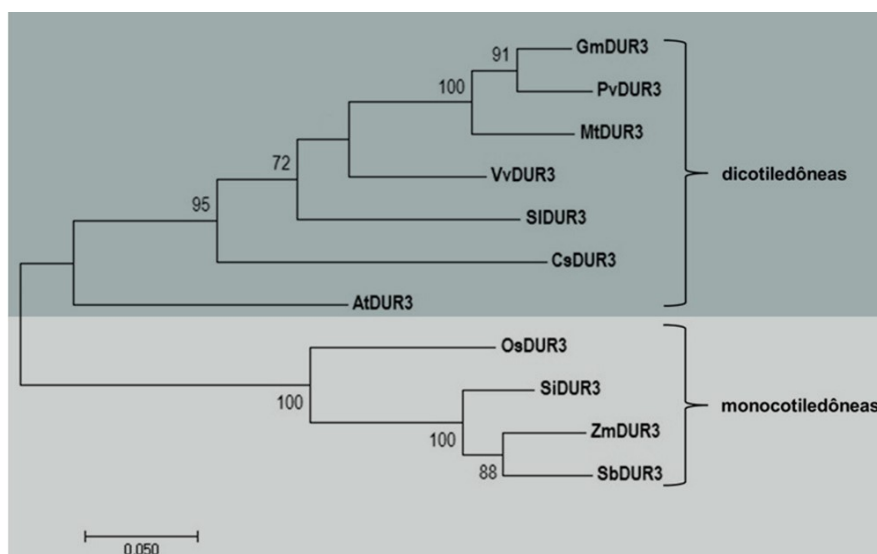


**Figura 2. A.** Predição da topologia transmembranar obtida na análise realizada pelo programa *TMHMM*. **B.** Estrutura gênica do gene *PvDUR3*. Caixas amarelas representam os éxons e as linhas representam íntrons.

Tomados em conjunto, estes resultados corroboram com o observado em outros genomas de plantas sequenciados, como em *A. thaliana* (planta modelo) e *Vitis vinifera*, onde comprovou-se que o transportador *PvDUR3* também pertence a subfamília de transportadores de uréia *DUR3*, o qual, está relacionado com a superfamília de transportadores de solutos por simporte com sódio (SSS; Kojima et al., 2007), além de ser descrito como gene de cópia única (De Michele et al., 2012).

A Figura 3A revelou que baseados nos critérios de homologia e filogenia os genes *DUR3* formaram um agrupamento que respeita a divisão entre dicotiledôneas, monocotiledôneas. A sequência de *PvDUR3* foi agrupada com seqüências de outras plantas dicotiledôneas (Figura 3A).





**Figura 3. A.** Árvore filogenética de transportadores de uréia, construída a partir do alinhamento das 11 proteínas DUR3 de espécies dicotiledôneas e monocotiledôneas, utilizando o programa MEGA7. São indicados valores de *bootstrap* acima de 50%.

Para entender o mecanismo transcricional do gene *PvDUR3* (folha e raiz) no feijoeiro sob supressão de N (Figura 1), a próxima etapa desse estudo será a validação do gene, a ser realizada pela técnica de PCR quantitativo em tempo real (qRT-PCR).

### APLICAÇÃO PRÁTICA

O transportador de N descrito neste estudo é um gene-candidato promissor para a engenharia genética, permitindo o desenvolvimento de novas estratégias que visem o melhoramento do feijoeiro. Adicionalmente, os resultados obtidos ajudarão a aumentar a eficiência na absorção e utilização de fertilizantes pelo feijoeiro, desencadeando uma diminuição nos custos com insumo, além de diminuir o impacto ambiental da produção agrícola.

### AGRADECIMENTO

Ao banco de germoplasma do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, por disponibilizar através de suas coleções, as sementes IPR Colibri e IPR Tangará para este estudo.

### LITERATURA CITADA

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



- Braz, A. J. B. P. et al. Nitrogen fertilization in super-early cycle common bean using new sources of urea. *Científica*, 46: 180–186, 2018.
- Celmeli, T. et al. The Nutritional Content of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces in Comparison to Modern Varieties. *Agronomy*, Madison, 8: 166, 2018.
- De Michele, R. et al. Ammonium and urea transporter inventory of the *Selaginella* and *Physcomitrella* genomes. [Front Plant Science](#), 62, 2012.
- FAO – Food and Agriculture Organization the United Nations. FAOSTAT: Crops. Disponível em: Acesso em: 13 jun. 2019.
- Hoffmann, R. Agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos no Brasil? *Segurança Alimentar e Nutricional*, 21: 417-421, 2014.
- Kojima, S. et al. AtDUR3 represents the major transporter for high-affinity urea transport across the plasma membrane of nitrogen-deficient Arabidopsis roots. *Plant Journal*, 52: 30–40, 2007.
- Lange, A. et al. Métodos de fornecimento de nitrogênio para melhorar a produtividade na cultura do feijoeiro irrigado no Cerrado Mato-grossense. *Nativa*, Sinop, 6: 252–260, 2018.
- Liu, G. W. et al. Identification and functional analysis of a maize (*Zea mays*) DUR3 homolog that transports urea with high affinity. *Planta*, 241: 861–874, 2015.
- Liu, L. H. et al. Urea transport by nitrogen-regulated tonoplast intrinsic proteins in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 133: 1220–1228, 2003.
- Lovato, F. et al. Composição centesimal e conteúdo mineral de diferentes cultivares de feijão biorfortificado (*Phaseolus vulgaris* L.). *Brazilian Journal of Food Technology*, 21: e2017068, 2018.
- Nacry, P., Bouguyon, E., Gojon, A. Nitrogen acquisition by roots: physiological and developmental mechanisms ensuring plant adaptation to a fluctuating resource. *Plant Soil* 370, 1–29, 2013.
- Tegeder, M., Masclaux-Daubresse, C. Source and sink mechanisms of nitrogen transport and use. *New Phytologist*, 217: 35-53, 2018.
- Wang, W. H. et al. Rice DUR3 mediates high-affinity urea transport and plays an effective role in improvement of urea acquisition and utilization when expressed in Arabidopsis. *New Phytologist*, 193: 432–444, 2012.



## NÚMERO DE GEMAS DAS RAMAS UTILIZADAS NO PLANTIO AUMENTAM A PRODUTIVIDADE COMERCIAL DA BATATA-DOCE

Lorrayne Guimarães Bavaresco, Amanda Carvalho Perrud, Julia Roberta Sanches De Pieri, Nilson Rodrigues Junior, Bruno Da Rocha Taroco, André Ricardo Zeist

### PROBLEMÁTICA

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é originária das Américas Central e do Sul e se destaca por ser a sétima fonte de carboidrato mais consumida no mundo. O desenvolvimento da batata-doce é melhor em locais que apresentam temperatura média superior a 24 °C, pluviosidade anual entre 750 a 1000 mm e solos arenosos. O estado de São Paulo por apresentar as características edafoclimáticas necessárias para o cultivo da batata-doce se posiciona como segundo maior produtor nacional, com 149.085 toneladas, e se destaca com a maior produtividade média, em torno de 17,23 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2020). Porém, a batata-doce tem capacidade de atingir produtividade superior a 40 t ha<sup>-1</sup> (Andrade Júnior et al., 2009, 2012). Entre os fatores decisivos para o bom desempenho da batata-doce e o alcance do potencial produtivo, está o manejo adequado da cultura. O número de gemas por rama usadas como material propagativo de plantio pode afetar diretamente o sucesso do transplante, a população de plantas no campo, o número de raízes tuberosas e a produção comercial. Adicionalmente, o tamanho da rama no momento do plantio e a proporção enterrada são questionamentos frequentes dos produtores. Desse modo, um importante passo para fortalecer a cadeia produtiva da batata-doce é a definição do número de nós das ramas de plantio, visando incremento da produção.

### CONHECIMENTO PRÉVIO

A propagação da batata-doce em regiões tropicais e subtropicais ocorre vegetativamente, por meio de ramas. Para a realização do plantio comercial as ramas são selecionadas e coletadas manualmente das partes mais novas das plantas matriz. O tamanho da rama comumente utilizada pelos agricultores é de cerca de 30 cm e contém de seis a oito entrenós (Silva et al., 2008). As raízes tuberosas se desenvolvem a partir de primórdios radiculares pré-formados e não danificados de nós contidos nas ramas. Em condições ambientais desfavoráveis como deficiência hídrica e temperaturas elevadas logo após o transplante das ramas, podem resultar na produção de raízes finas que não se tornarão raízes comerciais (Meyers et al., 2017). Dessa forma, o tamanho da rama, o número de nós e a proporção de nós enterrados são fundamentais para a formação de raízes comerciais de batata-doce. No entanto, essas informações são escassas para a maioria dos genótipos e regiões do Brasil.



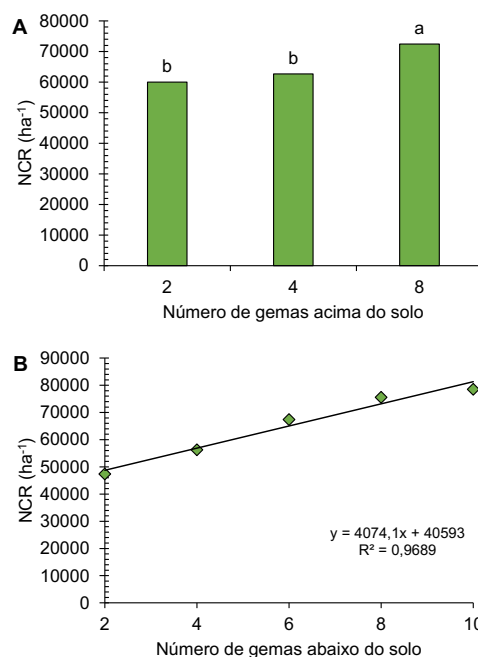
## DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Estudos em Olericultura e Fruticultura do Oeste Paulista, na Universidade do Oeste Paulista, em Presidente Prudente - SP. As adubações de plantio, na dosagem de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, foram incorporadas nas leiras de cultivo, e a adubação de cobertura foi realizada aos 30 e 60 dias após o plantio das ramas utilizando 30 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O (Echer et al., 2015). A irrigação da área experimental foi realizada conforme a necessidade hídrica da cultura. O delineamento experimental foi em blocos com os tratamentos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos consistiram na utilização de três quantidade de gemas acima do solo (2, 4 e 8) e cinco abaixo do solo (2, 4, 6, 8 e 10). Utilizou-se o genótipo UZBD 06 pertencente ao padrão canadense. Aos 138 dias após o plantio, avaliou-se o número e produtividade de raízes comerciais. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias do número de gemas acima do solo foram comparadas pelo teste de Duncan ( $P \leq 0,05$ ) e do número de gemas abaixo do solo foram submetidas à análise de regressão, derivando-se para estimar os pontos de máxima.

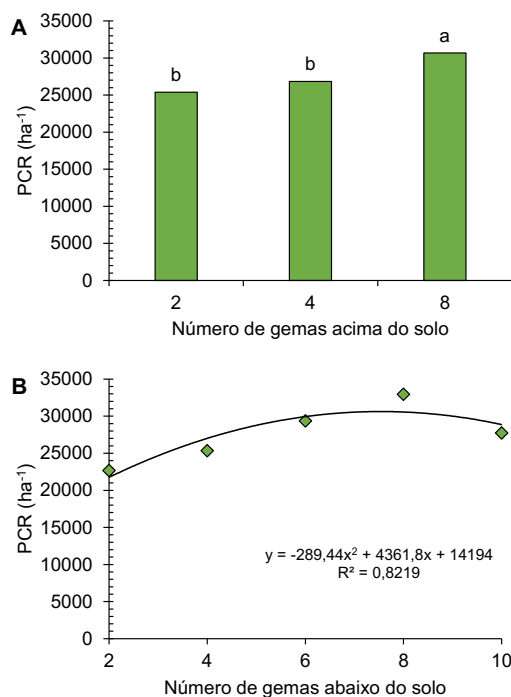
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de raízes comerciais foi maior com o uso de 8 gemas acima e 10 gemas abaixo do solo, atingindo o número de 72.444 e 81.334 raízes tuberosas ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1A e B). Por outro lado, o menor número de gemas enterradas causou redução média de 40% na quantidade de raízes de batata-doce, refletindo em 47.407 raízes ha<sup>-1</sup> (Figura 1B).

As maiores produtividades de raízes comerciais de batata-doce foram obtidas com a utilização de 8 gemas acima e 8 gemas abaixo do solo, com médias de 30,6 t ha<sup>-1</sup> (Figura 2A e B). A utilização de 8 gemas abaixo do solo representou um aumento de 45% na produção de raízes tuberosas, em comparação ao menor número de gemas enterradas (Figura 2B).



**Figura 1-** Número de raízes comerciais (NCR) de batata-doce, em função do número de gemas por ramos utilizadas acima (A) e abaixo do solo (B) no momento do plantio.



**Figura 2-** Produtividade de raízes comerciais (PCR) de batata-doce, em função do número de gemas por ramos utilizadas acima (A) e abaixo do solo (B) no momento do plantio.



## APLICAÇÃO PRÁTICA

Como alternativa para aumentar o desempenho do cultivo da batata-doce padrão canadense, a avaliação do número de gemas por rama no plantio indicou que a utilização de 8 gemas acima e 8 gemas abaixo do solo proporciona maior produtividade de raízes comerciais.

## LITERATURA CITADA

- Andrade Júnior, V.C.; Viana, D.J.S.; Fernandes, J.S.C.; Figueiredo, J.A.; Nunes, U.R.; Neiva, I.P. Selection of sweet potato clones for the region Alto Vale do Jequitinhonha. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 389–393, set. 2009.
- Andrade Júnior, V.C.; Viana, D.J.S.; Pinto, N.A.V.D.; Ribeiro, K.G.; Pereira, R.C.; Neiva, I.P.; Azevedo, A.M.; Andrade, P.C.R.. Características produtivas e qualitativas de ramos e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 584–589, dez. 2012.
- Echer, F.R.; Creste, J.E.; Torre, E.J.R. 2015. **Nutrição e adubação da batata-doce**. Presidente Prudente, 94 p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. **Produção Agrícola - Lavoura Temporária, 2018**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10193>. Acesso em 30 de junho de 2020.
- Meyers, S.L.; Shankle, M.W.; Main, J.; Gajanayake, B.; Reddy, K.R. 2017. Sweetpotato storage root initiation. **Extension Service of Mississippi State University**. Disponível em: <http://extension.msstate.edu/publications/sweetpotato-storage-root-initiation>. Acesso em 17 de julho de 2020.