

Efeito da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* nos componentes de rendimento da soja em condição de déficit hídrico

RESUMO

Leandro André Petkowicz
leandropetkowicz@alunos.utfpr.edu.br
Bolsista da UTFPR
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

Gelson Geraldo
dino140713@outlook.com
Bolsista da Fundação Araucária/PR
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

Françoá Santos Dal Prá
dalpra_sgo@hotmail.com
Bolsista da Fundação Araucária/PR
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

Carlos André Bahry
carlosbahry@utfpr.edu.br
Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

Anelise Tessari Perboni
anelisperboni@yahoo.com.br
Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR/DV, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* nos componentes de rendimento de plantas soja submetidas ao déficit hídrico. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, na safra 2016/17. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de três genótipos de soja (M 6210 IPRO, DM 6563 IPRO e Embrapa 48), dois regimes hídricos (irrigado ou com restrição hídrica) e duas situações de inoculação com *A. brasilense* (sem inoculação ou com inoculação). A semeadura das cultivares ocorreu em vasos contendo solo e a irrigação foi realizada até o início da floração. Posteriormente, a irrigação foi suspensa por três dias nos vasos que receberam a restrição hídrica, sendo retomada após este período. Ao final do ciclo da cultura, foram avaliados os parâmetros altura de planta, número de vagens e número de grãos por planta e massa de grãos por planta. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. O estresse por déficit hídrico de curta duração promove alteração no número de vagens e de grãos das cultivares DM 6563 e Embrapa 48, sem, no entanto, interferir na massa de grãos produzida por planta. A inoculação das sementes com *A. brasilense* não altera os componentes de rendimento de plantas de soja submetidas à restrição hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*. Estresse abiótico. Rizobactéria. Massa de grãos.

1 INTRODUÇÃO

A soja é uma das principais espécies cultivadas no Brasil e consiste em importante *commodity* produzida e comercializada por agricultores de diversos países (HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2011). O complexo agroindustrial relacionado às culturas produtoras de grãos é extremamente dependente das condições climáticas (FARIAS et al., 2009). A ocorrência de adversidades climáticas tem se tornado cada vez mais frequente, ocasionando condição de estresse às plantas (FIORENZE et al., 2011) e prejudicando a expressão do potencial genético das cultivares de soja.

O déficit hídrico é um dos estresses abióticos que afeta a produção de grãos. Na cultura da soja, os estádios mais sensíveis à seca são a germinação/emergência e a floração/enchimento de grãos. No enchimento dos grãos, por exemplo, o estresse hídrico pode causar redução no tamanho e no peso dos grãos (BORRMANN, 2009).

O melhoramento genético tem gerado cultivares tolerantes ao déficit hídrico, favorecendo o cultivo da soja em regiões onde a estiagem afeta a produtividade da cultura. Outra estratégia que tem sido investigada para amenizar os prejuízos ocasionados pela estiagem é a utilização de rizobactérias promotora do crescimento vegetal.

As rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCP) consistem em bactérias que colonizam a rizosfera ou raízes e exercem efeito benéfico sobre as plantas (ABBASI et al., 2011). As RPCP têm sido identificadas em diversos gêneros, incluindo o *Azospirillum*. A associação de espécies de *Azospirillum* com algumas plantas promove aumento do desenvolvimento e rendimento do vegetal, atribuído, principalmente, a melhoria no desenvolvimento radicular, incrementos na absorção de água e de minerais, e, em menor proporção, a fixação biológica de N₂ (OKON e ITZIGSOHN, 1995).

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, nos componentes de rendimento de plantas de soja submetidas ao estresse por déficit hídrico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na safra 2016/2017, em casa de vegetação, localizada na Área Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, Paraná. Foi utilizado o esquema fatorial 3x2x2, com delineamento experimental inteiramente casualizado e cinco repetições. Os tratamentos consistiram na combinação de três genótipos de soja (M 6210 IPRO, DM 6563 IPRO e Embrapa 48), dois regimes hídricos (irrigado ou com imposição de restrição hídrica no estágio reprodutivo) e duas situações de inoculação com *Azospirillum brasilense* (sem inoculação ou com inoculação).

As cultivares de soja foram semeadas de forma escalonada, a fim de sincronizar o período de florescimento das plantas. A semeadura ocorreu em vasos plásticos (capacidade de 8 L) contendo latossolo vermelho. O solo recebeu

aplicação de superfosfato simples, antes da semeadura e de cloreto de potássio, em cobertura.

No momento da semeadura, todas as sementes foram inoculadas com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum* (100 mL/50 Kg de sementes), a fim de estimular a fixação biológica de nitrogênio. Além disso, parte das sementes foi inoculada com a bactéria *Azospirillum brasilense* (200 mL/50 Kg de sementes). Para o controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), foram realizadas duas pulverizações de fungicida a base Azoxistrobina + Benzovindiflupir (200g/ha) durante o período reprodutivo da cultura.

A irrigação foi realizada umedecendo-se o solo, a fim de mantê-lo próximo a capacidade de campo até o início do florescimento (R1). Posteriormente, suspendeu-se o fornecimento de água nos vasos correspondentes ao tratamento de restrição hídrica, que permaneceram nesta condição por três dias. Em seguida, foi retomado o fornecimento de água às plantas, mantendo-o até a maturidade fisiológica da cultura.

Ao final do ciclo da cultura, foram avaliados os componentes de rendimento: altura de planta, número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de grãos por planta. O número de vagens e o número de grãos foram obtidos pela contagem direta. Por sua vez, a massa de grãos foi aferida em balança analítica, após a correção da umidade. A unidade experimental foi constituída por um vaso contendo uma planta. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da análise de variância, apresentado na Tabela 1, não se observou significância para a variável altura de planta.

Tabela 1. Análise de variância das variáveis altura de planta (AP), número de vagens por planta (VP), número de grãos por planta (GP) e massa seca de grãos por planta (MSG), avaliadas em genótipos de soja submetidos a diferentes condições de irrigação e inoculação. UTFPR, Dois Vizinhos, Paraná, 2017.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio			
		AP (cm)	VP	GP	MSG (g)
Cultivar (F1)	2	41,286 ^{ns}	15901,316**	36090,417**	0,339 ^{ns}
Irrigação (F2)	1	15,000 ^{ns}	16,016 ^{ns}	370,017 ^{ns}	1,064 ^{ns}
Inoculação <i>A. brasilense</i> (F3)	1	13,254 ^{ns}	109,350 ^{ns}	163,350 ^{ns}	0,284 ^{ns}
Interação F1xF2	2	50,446 ^{ns}	1408,616**	6578,317**	0,142 ^{ns}
Interação. F1xF3	2	0,228 ^{ns}	184,850 ^{ns}	1108,850 ^{ns}	2,389**
Interação. F2xF3	1	23,562 ^{ns}	10,416 ^{ns}	50,417 ^{ns}	0,035 ^{ns}
Interação F1xF2xF3	2	178,082 ^{ns}	318,616 ^{ns}	2072,817 ^{ns}	1,012 ^{ns}
Tratamentos	11	53,809 ^{ns}	3251,143**	8389,508**	0,831*
Resíduo	48	73,367	206,550	849,617	0,376 ^{ns}
CV (%)		13,73	18,86	17,85	5,13

GL - graus de liberdade; CV - coeficiente de variação; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,05$). Fonte: Autoria própria (2017).

Para as variáveis número de vagens por planta e número de grãos por planta, pode-se verificar interação entre os fatores cultivar e irrigação. Por sua vez, a variável massa seca de grãos por planta foi afetada pela interação entre os fatores cultivar e inoculação com *Azospirillum brasilense*.

A altura de plantas não foi alterada em função dos fatores testados, tendo-se obtido uma média de 62,40 cm por planta. Para as variáveis número de vagens e número de grão por planta observou-se que, independentemente da condição hídrica, a cultivar Embrapa 48 foi superior quando comparada às cultivares DM 6563 e M 6210 (Tabela 2).

Tabela 2. Número de vagens por planta e número de grãos por planta, avaliados em genótipos de soja submetidos a diferentes condições de irrigação e inoculação. UTFPR, Dois Vizinhos, Paraná, 2017.

Cultivares	Vagens planta ⁻¹		Grãos planta ⁻¹	
	Sem déficit	Com déficit	Sem déficit	Com déficit
M 6210 IPRO	57,00 bA	53,10 cA	132,90 bA	124,50 bA
DM 6563 IPRO	56,80 bB	73,80 bA	134,00 bB	166,90 aA
Embrapa 48	116,30 aA	100,10 aB	230,40 aA	191,00 aB

*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria (2017).

Contudo, a cultivar Embrapa 48 foi a única que sofreu redução no número de vagens e grãos por planta em consequência da restrição hídrica. Na cultivar DM 6563, o déficit hídrico promoveu aumento destas variáveis e na cultivar M 6210 não houve diferença estatística. Em estudo realizado por Fiorenze et al. (2011), foi observado que o déficit hídrico afeta de maneira distinta estas variáveis, dependendo da cultivar de soja avaliada.

Pode-se ressaltar que, embora o número de grãos e de vagens por planta tenha sido maior nas plantas da cultivar DM 6563, que sofreram interrupção da irrigação, este acréscimo não resultou em aumento da massa de grãos produzida por planta, uma vez que a análise de variância apontou que não houve significância do fator irrigação nesta variável. Dessa forma, é possível inferir que o tamanho dos grãos da cultivar tenha sofrido redução. A redução do tamanho e massa dos grãos consiste em uma resposta frequente ao estresse por déficit hídrico (BORRMANN, 2009).

Para a massa de grãos por planta sem a inoculação de *A. brasilense*, a cultivar M 6210 apresentou os menores valores quando comparada às outras cultivares (Tabela 3). Todavia, com inoculação, não houve diferença na massa de grãos, ou seja, todas as cultivares tiveram desempenho semelhante.

Tabela 3. Massa seca de grãos, avaliada em genótipos de soja submetidos a diferentes condições de irrigação e inoculação. UTFPR, Dois Vizinhos, Paraná, 2017.

Cultivares	Massa seca de grãos planta ⁻¹ (g)	
	Sem <i>A. brasilense</i>	Inoculação com <i>A. brasilense</i>
M 6210 IPRO	11,54 bA	12,08 aA
DM 6563 IPRO	12,09 abA	11,99 aA
Embrapa 48	12,45 aA	11,60 aA

*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria (2017).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estresse por déficit hídrico de curta duração, em R1, promove alteração no número de vagens e de grãos de algumas cultivares de soja, sem, no entanto, interferir na massa de grãos produzida por planta. A inoculação das sementes com *A. brasilense* na dose de 200 mL/50 Kg não altera os componentes de rendimento de plantas de soja submetidas a restrição da irrigação.

Effect of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* on yield components of soybean under water deficit condition

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of inoculation of seeds with *Azospirillum brasilense* on yield components of soybean plants subjected to water deficit. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Technology - Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, in the 2016/17 crop. The design was completely randomized, with five replicates. The treatments consisted of the combination of three soybean genotypes (M 6210 IPRO, DM 6563 IPRO and Embrapa 48), two water regimes (irrigated or water restriction) and two inoculation situations with *A. brasilense* (without inoculation or with inoculation). Sowing of the cultivars occurred in pots containing soil and irrigation was carried out normally until the beginning of flowering. Subsequently, the irrigation was suspended for three days in the pots that received the water restriction, and it was resumed after this period. At the end of the crop cycle, plant height, number of pods and number of grains per plant and grain mass per plant were evaluated. Data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test, at 5% probability of error. Short-term stress deficit promotes changes in the number of pods and grains of cultivars DM 6563 and Embrapa 48, without, however, interfering with the grain weight produced per plant. Seed inoculation with *A. brasilense* does not alter the yield components of soybean plants subjected to water restriction.

KEYWORDS: Glycine max. Abiotic stress. Rhizobacteria. Grain weight.

AGRADECIMENTOS

À UTFPR, por disponibilizar os recursos necessários para implantação e condução do experimento, bem como, pela concessão de bolsa de estudos ao aluno Leandro André Petkowicz. À Fundação Araucária pela concessão de bolsas aos demais alunos que participaram do trabalho.

REFERÊNCIAS

ABBASI, M.K.; SHARIF, S.; KAZMI, M.; SULTAN, T.; ASLAM, M. Isolation of plant growth promoting rhizobacteria from wheat rhizosphere and their effect on improving growth, yield and nutrient uptake of plants. **Plant Biosystems**, v.145, p.159-168, 2011.

BORRMANN, D. **Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabolitos incolores**. 2009. 107p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L. **Agrometeorologia dos cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. 530p.

FIorenze, S.L.; PIVETTAL, L.G.; FANOLL, A.; MACHADO, F.R.; GUIMARÃES, V.F. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Revista Ceres**, v.58, p.342-349, 2011.

HIRAKURI, M.H.; LAZZAROTTO, J.J. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro**. 3 ed. Londrina: Embrapa SOJA, 2011. (Documentos, Embrapa Soja, n. 319). Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc319_3ED.pdf. Acessado em 27 de agosto de 2017.

OKON, Y.; ITZIGSOHN, R. The development of *Azospirillum* as a comercial inoculant for improving crop yields. **Biotechnology Advances**, v.13, p.415-424, 1995.

Recebido: 31 ago. 2017.

Aprovado: 02 out. 2017.

Como citar:

PETKOWICZ, L. A. et al. Efeito da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* nos componentes de rendimento da soja em condição de déficit hídrico. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Leandro André Petkowicz

Rua Eugênio Morello, 85, Bairro São Francisco Xavier, 85660-000, Dois Vizinhos, PR, Brasil.

Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

