



TEMPO DE IMERSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE INOCULANTE

Rômulo Sandu Junior (1), Ronaldo da Silva Viana (2), Jean Cláudio Queiroz Cardozo (1), Yago Mussolini de Assis Lima (1), Juliano Neves Rigazzo (1)

RESUMO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma cultura de grande importância econômica para o Brasil. Os microrganismos fixadores de nitrogênio podem proporcionar maior crescimento em grandes culturas, principalmente em gramíneas. Diante do exposto, o experimento teve por objetivo avaliar o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar sob diferentes concentrações de inoculante contendo bactérias *Azospirillum brasilense* e tempo de imersão do tolete na solução. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado no esquema fatorial, onde os tratamentos foram constituídos pelas doses de inoculante de 0, 50, 100, 200 e 400 ml por hectare e pelos tempos de imersão do tolete na solução de inoculante de 20, 40 e 60 segundos. As características analisadas foram: altura da planta, diâmetro do caule, número de perfilho, massa seca da raiz e do caule. A inoculação com *Azospirillum brasilense* proporciona altura de planta maior quando submetida à dose de 50 mL ha⁻¹ durante 60 segundos de imersão.

Palavras-chave: *Saccharum spp.*, *Azospirillum brasilense*, Fisiologia Vegetal.

IMMERSION TIME CANE SUGAR SUBMITTED IN DIFFERENT INOCULANT CONCENTRATION

Rômulo Sandu Junior (1), Ronaldo da Silva Viana (2), Jean Cláudio Queiroz Cardozo (1), Yago Mussolini de Assis Lima (1), Juliano Neves Rigazzo (1)

SUMMARY

The sugar cane (*Saccharum spp.*) is a crop of great economic importance in Brazil. The nitrogen-fixing microorganisms can provide higher growth in major crops, mainly grasses. Given the above, the experiment is to analyze the initial development of sugarcane under different inoculum concentrations containing bacteria *Azospirillum brasilense* and gem immersion time in the solution. The experimental design was completely randomized in a factorial design, where treatments were made by inoculating doses of 0, 50, 100, 200 and 400 mL in the syrup of 200 liters per hectare by gem immersion times in the inoculant solution 20, 40 and 60 seconds. The analyzed characteristics were: plant height, stem diameter, number of tillers, dry matter of root and stem. Inoculation with *Azospirillum brasilense* provides greater plant height when subjected to a dose of 50 mL ha⁻¹ for 60 seconds immersion.

Key-words: *Saccharum spp.*, *Azospirillum brasilense*, Plant Physiology.

(1) Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" – Campus de Dracena, Rod. Cmte João Ribeiro de Barros, km 651, CEP 17900-000, Dracena, SP. sandu.romulo@gmail.com ; jeancccardozo@hotmail.com ; yagomussolini@bol.com.br ; julianorigazzo@hotmail.com ;

(2) Professor Doutor, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" – Campus de Dracena, Rod. Cmte João Ribeiro de Barros, km 651, CEP 17900-000, Dracena, SP. ronaldo@dracena.unesp.br



INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) é uma gramínea de grande importância comercial que está em plena expansão no Brasil. A estimativa é que a cultura produza 663,11 milhões de toneladas na safra de 2015/2016, com um incremento de 4,5% em relação à safra passada. O estado de São Paulo possui a maior área de cultivo, que corresponde a 51,3% (4.648,2 mil hectares) da área plantada no Brasil, com produção estimada em 348,36 milhões de toneladas para a safra de 2015/2016. A estimativa é de que o Brasil produza na safra de 2015/2016 cerca 37,63 milhões de toneladas de açúcar e 28,82 bilhões de litros de etanol, um aumento de 5,8% e 0,5% respectivamente, em relação à safra de 2014/2015 (CONAB, 2015).

As associações entre bactérias diazotróficas e as gramíneas, como cana-de-açúcar, milho, sorgo, arroz, entre outras, podem ser alternativas economicamente viáveis devido à substituição parcial das adubações nitrogenadas.

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é realizada por um número limitado de microrganismos procariotos. Estes microrganismos são denominados diazotróficos, e são capazes de converterem o gás nitrogênio (N_2) em amônia, isso devido ao seu mecanismo enzimático apropriado composto pela enzima nitrogenase.

As bactérias do gênero *Azospirillum* podem colonizar tanto o interior quanto a superfície das raízes de várias gramíneas forrageiras e cereais, sendo chamado de diazotrófico endofítico facultativo (Döbereiner; Baldani, 1992). Além disso, produzem substâncias promotoras de crescimento, como o ácido indol-acético (AIA), giberelina e citocinina, atuando na morfologia e fisiologia das raízes, promovendo maior desenvolvimento radicular, o que resulta em melhor exploração do solo e absorção de água e nutrientes (Perin et al., 2003).

OBJETIVO

Objetivou-se com este experimento avaliar o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar submetida as diferentes concentrações de inoculante *Azospirillum brasilense* e tempo de imersão do tolete em solução do inoculante.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido na casa de vegetação na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de Dracena, estado de São Paulo, no período de maio a agosto de 2014, utilizando a variedade de cana-de-açúcar RB 86 7515.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado no esquema fatorial 5x3, onde foram constituídas pelas doses de inoculante *Azospirillum brasilense* de 0, 50, 100, 200 e 400 ml na calda de 200 litros por hectare e os tempos de imersão do tolete na solução de inoculante de 20, 40 e 60 segundos.

Os mini-toletes de cana-de-açúcar foram seccionados em fragmentos de 5 centímetros e imersos nas concentrações de *Azospirillum brasilense* durante 20, 40 e 60 segundos. Logo após a imersão, os mini-toletes foram encaminhados para casa de vegetação e plantados em vasos com capacidade de 9 dm³, a 5 cm de



profundidade em Argissolo Vermelho, peneirado e adubado segundo Raij et. al. (1996).

Aos 90 dias após o plantio, foram realizadas as avaliações das seguintes características: altura de planta, diâmetro de caule, número de perfilho, massa seca foliar e massa seca radicular.

As variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e suas médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo utilizado o programa estatístico Assistat 7.6 Beta (Silva; Azevedo, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados na tabela 1 apresentaram interações significativas ao nível de 1 e 5% de probabilidade para as variáveis altura de planta e diâmetro de caule, onde proporcionaram maiores valores médios após 40 segundos de imersão em solução com *Azospirillum brasilense*, enquanto que as variáveis número de perfilho, massa seca foliar e massa seca radicular não apresentaram diferença significativa. Em relação às doses de *Azospirillum brasilense*, a de 400 mL ha⁻¹ apresentou maiores valores na variável altura de planta, enquanto que as variáveis diâmetro de caule, número de perfilho e massa seca radicular não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 1: Valores médios para altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DC), número de perfilho (NP), massa seca foliar (MSF) e massa seca radicular (MSR), em função do tempo de imersão e doses de *Azospirillum brasilense* (Dracena, SP, 2014).

Tratamentos	ALT	DC	NP	MSF	MSR
Tempo (segundos)					
20	7,35b	0,31b	2,88a	10,50a	7,40a
40	14,99a	0,39a	2,51a	10,73a	8,05a
60	13,78a	0,35ab	2,53a	10,01a	9,32a
Doses (mL ha ⁻¹)					
0	6,68b	0,36a	2,88a	11,42a	5,62b
50	14,11a	0,33a	2,63a	10,34a	9,13ab
100	13,66ab	0,39a	2,22a	10,09a	7,00ab
200	10,75ab	0,35a	2,68a	11,29a	11,19a
400	14,99a	0,32a	2,80a	8,92a	8,35ab
Valores de F					
Teste F Tempo	6,58**	4,35*	1,74ns	0,29ns	1,28ns
Teste F Dose	3,97*	1,39ns	1,36ns	2,80ns	3,24*
Teste F Tempo x Dose	2,69*	3,01**	2,91*	1,60ns	0,82ns

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade (letra minúscula: comparação na coluna)



Resultados semelhantes também foram encontrados por Basi (2013), na altura de plantas de milho que foram inoculadas com *Azospirillum brasilense* via tratamento de semente.

A tabela 2 apresenta o desdobramento das interações em função das doses de *Azospirillum brasilense* e dos tempos de imersão no inoculante, para os valores de altura de planta. Verificou-se que os maiores valores foram apresentados quando submetidos à dose de 50 mL ha⁻¹ em um tempo de imersão de 60 segundos.

Tabela 2: Desdobramento das interações em função das doses de *Azospirillum brasilense* e tempo de imersão para a característica de altura de planta (Dracena, SP, 2014).

Doses (mL ha ⁻¹)	Tempo (segundos)			Média
	20	40	60	
Altura de plantas				
0	9,00aA	7,25aA	3,80cA	6,68b
50	4,25aB	15,41aAB	22,66aA	14,11a
100	3,50aB	19,83aA	17,66abA	13,66ab
200	12,40aA	12,00aA	7,87bcA	10,75ab
400	7,62aB	20,46aA	16,90abcAB	14,99a
Média	7,35b	14,99a	13,78a	
DMS coluna	13,46			
DMS linha	12,29			
C.V (%) Doses	54,73			
C.V (%) Tempo	66,39			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade (letra minúscula: comparação na coluna; letra maiúscula: comparação na linha)

A tabela 3 apresenta o desdobramento das interações em função das doses de *Azospirillum brasilense* e dos tempos de imersão no inoculante, para os valores de diâmetro do caule. Verificou-se que o maior valor foi apresentado quando submetido à dose de 100 mL ha⁻¹ em um tempo de imersão de 40 segundos. A dose de 50 mL ha⁻¹ em um tempo de imersão de 60 segundos também proporcionou maior diâmetro do caule.

Tabela 3: Desdobramento das interações em função das doses de *Azospirillum brasilense* e tempo de imersão para a característica de diâmetro do caule (Dracena, SP, 2014).

Doses (mL ha ⁻¹)	Tempo (segundos)			Média
	20	40	60	
Diâmetro do caule				
0	0,33abA	0,40aA	0,35abA	0,36a
50	0,25bB	0,33aAB	0,43aA	0,33a
100	0,33abA	0,46aA	0,40abA	0,39a
200	0,42aA	0,40aA	0,25bB	0,35a



400	0,25bA	0,36aA	0,36abA	0,32a
Média	0,31b	0,39a	0,35ab	
DMS coluna	0,16			
DMS linha	0,13			
C.V (%) Doses	25,86			
C.V (%) Tempo	25,38			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade (letra minúscula: comparação na coluna; letra maiúscula: comparação na linha)

A tabela 4 apresenta o desdobramento das interações em função das doses de *Azospirillum brasilense* e dos tempos de imersão no inoculante, para os valores de número de perfilho. Verificou-se que o maior valor foi apresentado quando submetidos à dose de 0 mL ha⁻¹ (testemunha) em um tempo de imersão de 20 segundos. A dose de 50 mL ha⁻¹ também apresentou maior número de perfilho quando submetida a um tempo de imersão de 20 segundos.

Tabela 4: Desdobramento das interações em função das doses de *Azospirillum brasilense* e tempo de imersão para a característica de número de perfilho (Dracena, SP, 2014).

Doses (mL ha ⁻¹)	Tempo (segundos)			Média
	20	40	60	
	Número de perfilho			
0	3,64aA	2,50aA	2,50aA	2,88a
50	3,25abA	3,00aA	1,66aB	2,63a
100	2,00bAB	1,66aB	3,00aA	2,22a
200	2,80abA	2,75aA	2,50aA	2,68a
400	2,75abA	2,66aA	3,00aA	2,80a
Média	2,88a	2,51a	2,53a	
DMS coluna	1,44			
DMS linha	1,22			
C.V (%) Doses	32			
C.V (%) Tempo	30,12			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade (letra minúscula: comparação na coluna; letra maiúscula: comparação na linha)

Kaneko (2013), avaliando o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade de milho, constatou que houve aumento na produtividade de grãos do milho de primeira safra.

Há poucos trabalhos científicos na literatura a respeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura da cana-de-açúcar, sendo necessário que haja mais experimentos avaliando o efeito da inoculação.



CONCLUSÕES

Conclui-se que houve um incremento da variável altura de planta quando submetida à dose de 50 mL.ha⁻¹ de *Azospirillum brasilense* durante 60 segundos de imersão.

LITERATURA CITADA

- BASI, SIMONE.** ASSOCIAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* E DE NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO MILHO. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR.
- CONAB** – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento safra Brasileira cana-de-açúcar: Safra 2015/16 – Segundo Levantamento. Brasília, v. 2, n. 2, p. 1-33, ago. 2015.
- DÖBEREINER, J.** Fixação de nitrogênio em associação com gramíneas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. Microbiologia do solo. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1992.
- DÖBEREINER, J.; DAY, J. M.** Associative symbioses in tropical grasses: characterization of microorganisms and dinitrogen-fixing sites. In: Proceedings of the 1st international symposium on nitrogen fixation. Washington State University Press Pullman, 1976. p. 518-538.
- EVANS, H. J.; BURRIS, R. H.** Highlights in biological nitrogen fixation during the last 50 years. Biological Nitrogen Fixation. New York: Chapman and Hall, p. 1-42, 1992.
- HERMANN, E. R.; CÂMARA, G. M. S.** Um método simples para estimar AA área foliar de cana-de-açúcar. Revista STAB, Piracicaba, n.17, p.32-34. 1999.
- KANEKO, Flávio Hiroshi.** Inoculação com *Azospirillum brasilense*, fontes e doses de nitrogênio na cultura do milho em duas épocas de semeadura. 2013. 105 F. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Ilha Solteira, SP.
- PERIN, L. et al.** Avaliação da capacidade de estabelecimento endofítico de estirpes de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* em milho e arroz. Agronomia, v. 37, p. 47-53, 2003.
- RAIJ, B. et al.** Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. 285p. Boletim técnico, v. 100.
- SILVA, F. de AS; AZEVEDO, CAV de.** Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.