

Desenvolvimento e produtividade de beterraba inoculada via sementes com *Azospirillum brasilense*

Élton Jose Godin Dalmas¹, Claudia Manteli²; Érica Kauana Costa¹, Helena Benicia Warzocha¹, Janiele Florencio¹

¹ União de Ensino do Sudoeste do Paraná, Curso de Agronomia, Dois Vizinhos-PR

² União de Ensino do Sudoeste do Paraná, Curso de Agronomia, Dois Vizinhos-PR. Doutoranda Programa de Pós Graduação em Agronomia Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco-PR. claudiamanteli@gmail.com.

Resumo: Na cultura da beterraba, o principal enfoque é o aumento da produtividade, sobretudo por fatores que estimulem a produção de raízes. Inoculação de sementes com bactérias do gênero *Azospirillum*, em outras culturas, resulta em aumento do sistema radicular, maior desenvolvimento de plantas e, consequente maior produtividade. Para beterraba são raros os trabalhos visando esta prática. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento e produtividade da cultura da beterraba, inoculada via sementes com *A. brasilense*. Inoculou-se homogeneamente às sementes *A. brasilense* nas doses de: 0 mL; 50 mL; 100 mL; 150 mL e 200 mL 100 kg⁻¹. Após semeou-as em bandejas de polipropileno, contendo substrato comercial, conduzindo a produção de mudas por 38 dias. Na sequência as mudas foram transplantadas para canteiros, em delineamento de blocos ao acaso, cultivadas por 80 dias. Avaliou-se nas mudas: comprimento de raiz e altura; nas plantas: diâmetro equatorial e polar de raiz, altura e matéria seca de parte aérea, sólidos solúveis de raiz e produtividade. A inoculação de *A. brasilense* às sementes de beterraba influenciou a altura de planta, as variáveis radiculares e a produtividade. A dose recomendada para inoculação de sementes de beterraba é de 119 mL 100 kg⁻¹.

Palavras Chaves: *Beta vulgaris*; Inoculação; Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal.

Development and yield of beet inoculated with *Azospirillum brasilense*

Abstract: In the beet crop, the main focus is the increase of productivity, mainly by factors that stimulate the production of roots. Inoculation of seeds with bacteria of the genus *Azospirillum*, in other cultures, results in an increase of the root system, greater development of plants and, consequently, greater productivity. For beets, work on this practice is rare. The objective of this study was to evaluate the development and productivity of the beet crop, seed inoculated with *A. brasilense*. *A. brasilense* seeds were inoculated homogeneously at the doses of: 0 mL; 50 mL; 100ml; 150 mL and 200 mL 100 kg⁻¹. After sowing them in trays of polypropylene, containing commercial substrate, leading the production of seedlings for 38 days. Seedlings were then transplanted to flowerbeds in a randomized block design, cultivated for 80 days. It was evaluated in the seedlings: root length and height; in the plants: equatorial and polar root diameter, shoot height and dry matter, soluble root solids and productivity. The inoculation of *A. brasilense* in beet seeds influenced plant height as root variables and reproduction. The recommended dose for inoculation of beet seeds is 119 mL 100 kg⁻¹.

Key words: *Beta vulgaris*; Inoculation; Plant Growth Promoting Rhizobacteria.

Introdução

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) no Brasil é cultivada comercialmente, sobretudo em propriedades com agricultura familiar (TIVELLI *et al.*, 2011). O faturamento nas Centrais Estaduais de Abastecimento, brasileiras, entre 2015 e 2017, esteve em torno de R\$180 milhões (HORTI FRUTI BRASIL, 2018).

A produtividade varia com o sistema de cultivo e condições climáticas, girando em torno de 30 toneladas por hectare (TIVELLI *et al.*, 2011). No Paraná, a produção chegou a 96.798 em 2018, ocupando 3.494 hectares (DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL, 2019). Suas raízes tuberosas possuem propriedades nutraceuticas, com diversos benefícios associados ao seu consumo (FILGUEIRA, 2013; GENGATHARAN *et al.*, 2015).

Visando produtividade, deve-se estimular o desenvolvimento do sistema radicular (FILGUEIRA, 2013; SIMÕES *et al.*, 2016). Este fator está ligado diretamente ao estabelecimento adequado da cultura, podendo ser propagada diretamente via sementes ou por mudas (FILGUEIRA, 2013). Neste contexto, estudos dão enfoque à diferentes sistemas de estabelecimento (NUNES, 1986; GUIMARÃES, ECHER e MINAMI, 2002), manejos (NUNES, 1986; AQUINO *et al.*, 2006; COUTINHO, 2016), adubação (ALVES *et al.*, 2008; PURQUERIO *et al.*, 2009; MARQUES *et al.*, 2010; BARRETO *et al.*, 2013) e aplicação de hormônios (SANDRI *et al.*, 2012).

Entre os manejos empregados à cultura, buscam-se técnicas pouco agressivas ao meio ambiente, que possibilitem uma menor dependência de agroquímicos e com baixo custo. Neste sentido, tem-se visado a utilização de agentes biológicos, que beneficiem as culturas em detrimento de pragas e fitopatógenos e/ou que estimulem o desenvolvimento vegetal. Entre esses agentes, as bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV), têm efeitos conhecidamente benéficos em diversas culturas, como soja, milho, trigo (HUNGRIA, 2011), alface (LIMA *et al.*, 2017). No entanto, são raros os trabalhos utilizando esta prática para beterraba.

Neste aspecto, uma possibilidade seria a inoculação da cultura com bactérias do gênero *Azospirillum*. Essas são de vida livre e colonizam o córtex radicular (MARTINSEZ-VIVEROS *et al.*, 2010; HIDALGO *et al.*, 2018). As maiores contribuições lhes atribuída são a promoção de crescimento das plantas (MARTINSEZ-VIVEROS *et al.*, 2010; HIDALGO *et al.*, 2018) e a fixação biológica de nitrogênio em Poáceas (OKON e LABANDERA-GONZALES, 1994; MARTINSEZ-VIVEROS *et al.*, 2010; HUNGRIA, 2011). O estímulo à produção de fitormônios, como o ácido indol acético, ácido indol butírico (MARTINSEZ-VIVEROS *et al.*,

2010; HUNGRIA, 2011; HIDALGO *et al.*, 2018) e enzimas hidrolíticas (MOSTAJERAN, AMOOAGHAIE e EMTIAZI, 2017) resultam no aumento do sistema radicular, maior absorção de nutrientes, tolerância à seca e incremento de produtividade (BASHAN e HOLGUIN, 1997; DOBBELAERE *et al.*, 2001; BASHAN, HOLGUIN e DE-BASHAN, 2004).

Em olerícolas, foi estudada a inoculação de *A. brasilense* em sementes na cultura da alface, obtendo-se aumento significativo na germinação e no desenvolvimento radicular (LIMA *et al.*, 2017). Em beterraba, Silvestre, Maia e Mógor (2017) tiveram resultados preliminares sobre a inoculação de raízes de mudas e sua associação com carvão bioativado. *In vitro*, Mrkovacki *et al.* (1997) estudaram a associação entre bactérias fixadoras de nitrogênio e beterraba açucareira (*B. vulgaris* var. altíssima), observando especificidade destes microrganismos com os híbridos testados. No Egito, a campo, resultados concisos são apresentados por Kandil *et al.* (2004), que com aplicação de rizobactérias, não especificando a espécie, obtiveram efeitos positivos nas taxas de assimilação líquida, crescimento relativo, índice de área foliar de beterraba açucareira.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento e produtividade da cultura da beterraba, inoculada via sementes com *A. brasilense*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido de maio a agosto de 2018, em duas etapas. A primeira etapa foi realizada no município de Marmeleiro-PR, em um viveiro comercial de produção de mudas, localizado sob latitude 26°10'35.92" Sul e longitude 53° 1'6.04" Oeste.

Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de inoculante líquido comercial de *A. brasilense* contendo as estirpes AbV5 e AbV6, com concentração de 1×10^8 UFC mL⁻¹, sendo: 0,0 mL; 50 mL; 100 mL; 150 mL e 200 mL 100 kg⁻¹ de sementes. A dose recomendada do produto é 60 mL 100 kg⁻¹. As sementes foram inoculadas manualmente, de forma homogênea. Em seguida, foram semeadas em bandejas de polietileno de 144 células, contendo substrato comercial, específico para hortaliças. O híbrido utilizado foi EWTT-SK, do tipo redonda vermelha, que possui alto vigor e rusticidade (SAKATA, 2019). O lote relatava 90 % de germinação, tratadas com thiran (2 %).

As bandejas foram deixadas sobre bancadas suspensas, em estufa do tipo arco, com cobertura de plástico transparente (125 µ), tela metalizada nas laterais, sistema de irrigação por nebulização, até completarem 38 dias. À estas, aplicou-se inseticida espinetoram (100 g ha⁻¹) e fungicida oxicleto de cobre + mancozebe (200 g 100 L⁻¹ de água).

A segunda etapa foi desenvolvida no município de Cruzeiro do Iguaçu - PR, localizado na latitude 25°36'51.07 Sul e longitude 53° 8'2.37' Oeste, com clima subtropical úmido (KÖPPEN, 1931) e solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico (BHERING *et al.*, 2008). A análise do solo da área (0-20 cm de profundidade) indicou pH (CaCl₂) = 5,87; Matéria Orgânica = 44,17 g dm⁻³; P (Melisch) = 22,96 mg dm⁻³; K = 0,38 mmol_cdm⁻³; Ca = 8,72 mmol_cdm⁻³; Mg = 4,98 mmol_cdm⁻³; H+Al = 3,18 mmol_cdm⁻³; SB = 14,35 mmol_cdm⁻³; CTC = 16,48 mmol_cdm⁻³ e V = 80,87 %. O qual foi preparado através de duas arações e gradagem niveladora.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco repetições. Cada canteiro foi considerado um bloco, cada parcela teve 1,2 m², contendo 60 plantas e a área útil 28 plantas. As mudas foram transplantadas com espaçamento de 0,25 m entre linhas, 0,10 m entre plantas e profundidade de 0,05 m. As covas foram feitas com auxílio de ferramenta marcadora. Não houve a necessidade de replantio. Como adubação utilizou-se a formulação 04-14-08 (N – P₂O₅ – K₂O), incorporada ao solo oito dias antes do transplante das mudas. No período de desenvolvimento da cultura realizaram-se duas aplicações de inseticida com ingrediente ativo espinetoram (100 g ha⁻¹) para controle de lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*).

Antes do transplântio, em cinco mudas por tratamento, avaliou-se, com paquímetro, comprimento de raiz e altura de planta. No ponto de colheita, com 80 dias após o transplântio, foram avaliadas ao acaso, em cinco plantas por parcela: diâmetro equatorial (lateralmente) e polar (extremidades inferior e superior) de raiz, altura de planta (do colo ao ápice), com auxílio de um paquímetro, e massa seca de parte aérea. Para massa seca a parte aérea foi posta para secar em estufa de ar forçado à 42 °C, até obter peso constante. Com o suco das raízes, avaliou-se os sólidos solúveis (°Brix), em refratômetro digital. A produtividade final foi pela massa fresca das raízes comerciais da área útil da parcela, descontando-se o espaçamento de 0,25 m entre canteiros.

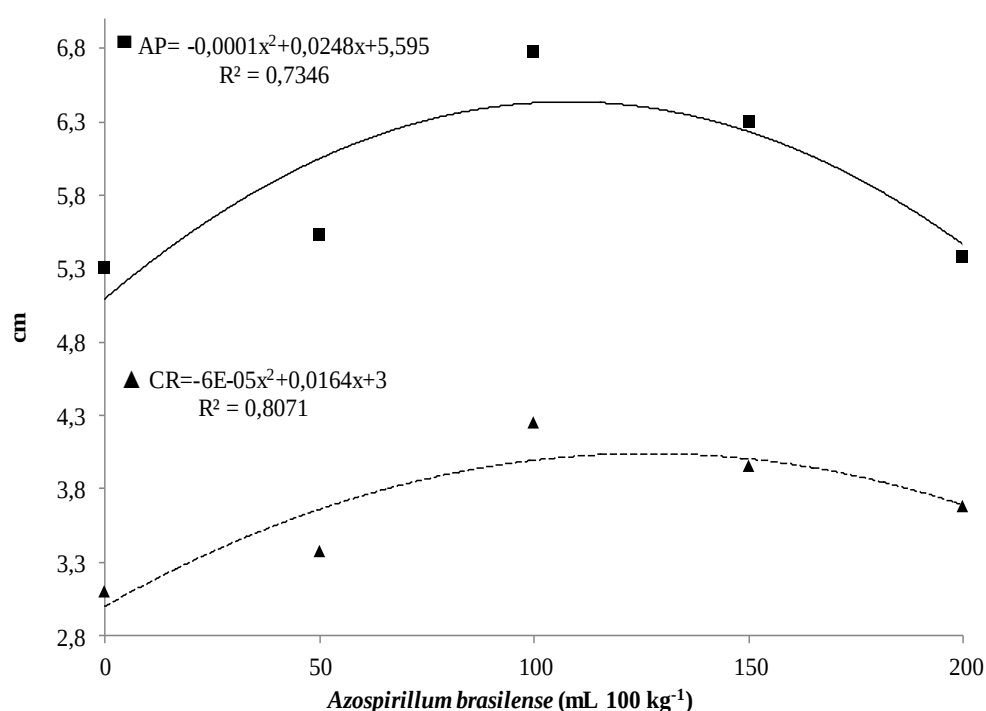
Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov e, apresentando os pressupostos estatísticos, à análise de regressão (p<0,05), com auxílio do programa de assistência estatística Winstat Software® (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2003).

Resultados e Discussão

A altura e o comprimento de raiz das mudas de beterraba foi afetado pela inoculação de *A. brasilense*, ambos ajustaram-se à regressões quadráticas (Figura 1). Para altura de mudas houve resposta até a dose de 124 mL 100 Kg⁻¹ de sementes, com incremento de 21,5 % em

relação à testemunha. O comprimento de raiz respondeu até a dose de 136,6 mL, observando-se aumento de 21,2 %. Em doses maiores o decréscimo destas variáveis, pode ser explicado por Hartmann *et al.* (2009), que citam que BPCV, como o *Azospirillum*, são heterotróficas, necessitando de energia externa para sobreviver, podendo, quando em populações elevadas, se tornarem drenos energéticos, acarretando em efeitos negativos sobre a produtividade vegetal. No entanto, pela relevância que se dá à mudas de qualidade influenciar diretamente o desempenho produtivo da cultura (FILGUEIRA, 2013), pode-se inferir que recomenda-se a inoculação das sementes com *A. brasilense*.

Figura 1- Altura de planta (AP) e comprimento de raiz (CR) de mudas de beterraba, 38 dias após a semeadura, inoculadas via sementes com *Azospirillum brasilense*. UNISEP, Dois Vizinhos - PR, 2018.

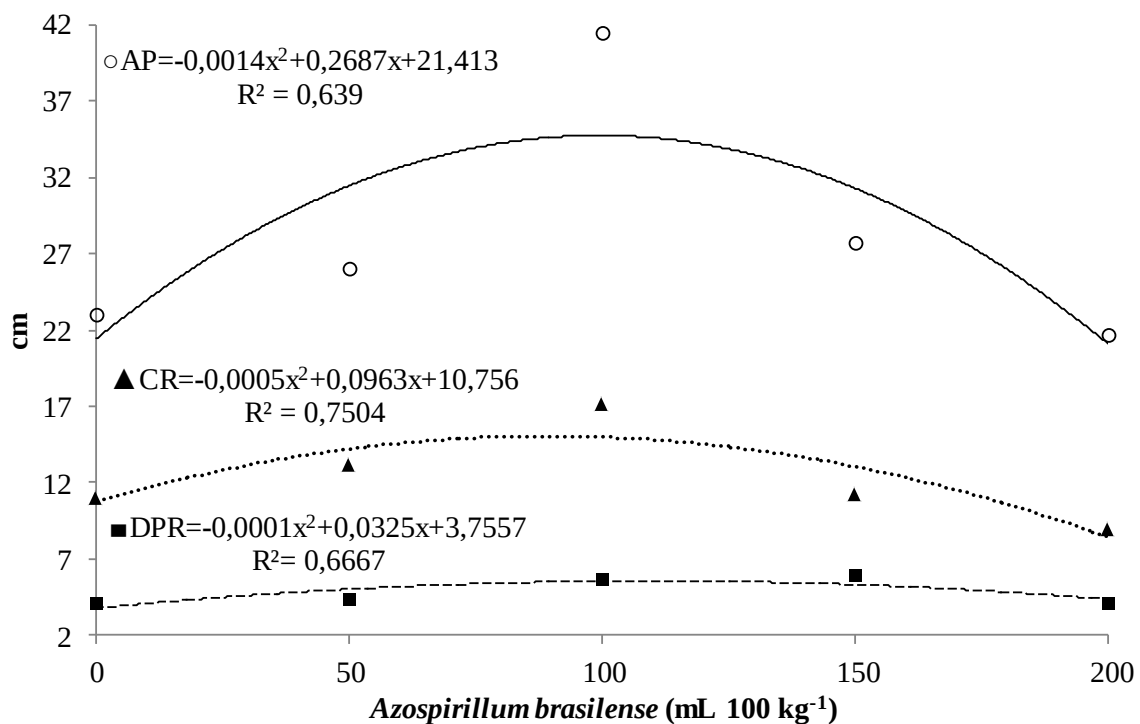


Quando se avaliou o desempenho das plantas, 80 dias após o transplântio, houve efeito significativo sobre altura, massa seca de parte aérea, diâmetro polar de tubérculo e comprimento de raiz. Mesmo com baixos coeficientes de determinação (R^2), decidiu-se mostrar os efeitos da inoculação com *A. brasilense* sobre estas variáveis, galgados no ineditismo do trabalho no Brasil e devido a todas as respostas serem análogas.

A altura de plantas de beterraba ajustou-se à uma regressão quadrática, onde a resposta máxima de inoculação com *A. brasilense*, deu-se com 95,9 mL 100 Kg⁻¹ de sementes (Figura 2). O desenvolvimento radicular da cultura também respondeu a inoculação de *A. brasilense*.

Houve ajuste à regressões quadráticas, sendo que o diâmetro polar de raiz teve resposta máxima de 162,5 mL e o comprimento de raiz apresentou máxima eficiência técnica de 96,3 mL 100 Kg⁻¹ de sementes (Figura 2). Para diâmetro equatorial não houve ajuste a nenhuma regressão. Novamente, em doses maiores observou-se efeito negativo sobre as plantas, justificado pelo gasto energético, dado pela elevada população de *A. brasilense* (HARTMANN *et al.*, 2009).

Figura 2 - Altura de plantas (AP), comprimento de raiz (CR) e diâmetro polar de raiz (DPR) de beterraba, 80 dias após o transplantio, inoculadas via sementes com *Azospirillum brasilense*. UNISEP - Dois Vizinhos, PR, 2018.



A massa seca de parte aérea, também ajustou-se à regressão quadrática, com máxima eficiência 112,5 mL 100 kg⁻¹ (Figura 3). A produtividade teve o mesmo comportamento das demais variáveis avaliadas (Figura 4), sendo que com 103,7 mL de *A. brasilense*, ocorreu a maior resposta, 59,8 % maior que a testemunha, chegando com 41.857 kg ha⁻¹, produtividade elevada segundo Tivelli *et al.* (2011), que cita que este fator é muito variável, de 500 e 1800 caixas por hectare de 22 kg de raízes lavadas. Observa-se que o desenvolvimento das plantas foi reflexo do desenvolvimento das mudas, fato afirmado por Filgueira (2013).

Figura 3 - Massa seca de parte aérea de beterraba, 80 dias após o transplântio, inoculada via sementes com *Azospirillum brasilense*. UNISEP - Dois Vizinhos, PR, 2018.

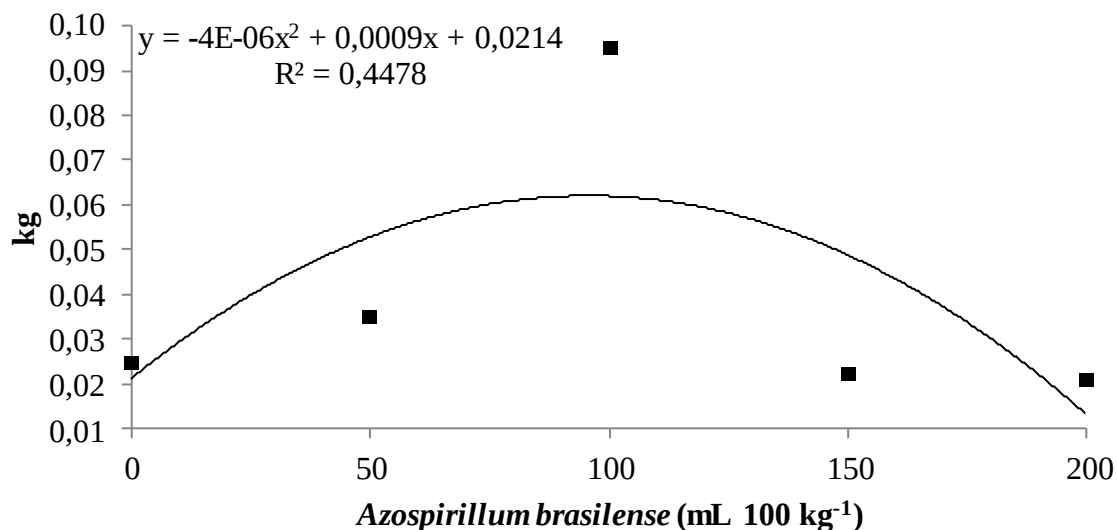
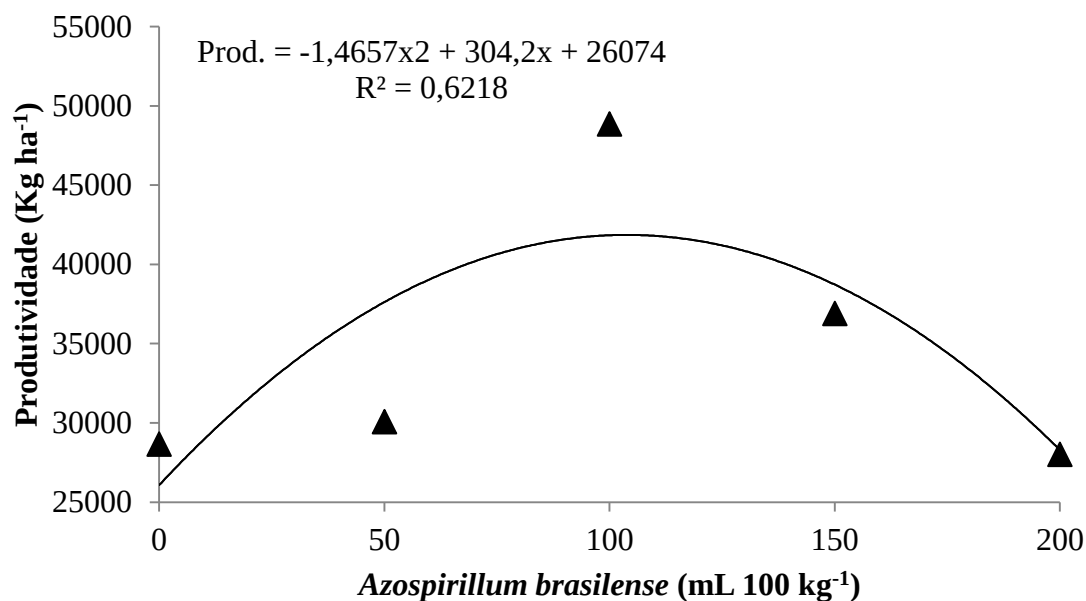


Figura 4 - Produtividade de raízes de beterraba, 80 dias após o transplântio, inoculada via sementes, com *Azospirillum brasilense*. UNISEP - Dois Vizinhos, PR, 2018.



O aumento da parte aérea da planta, observado pela altura e massa seca, é indicativo de maior área fotossintética. Com isso, pode-se inferir que o aumento no sistema radicular e produtividade, são consequências destes fatores. Resultados semelhantes foram observados por Costa *et al.* (2015), onde a inoculação de sementes de milho, com *A. brasilense* apresentou

aumento de altura de planta, diâmetro do caule, peso de biomassa, sistema radicular e rendimento, sendo estes resultados justificados pela produção de fito hormônios.

Resultados semelhantes para beterraba açucareira foram observados por Kandil *et al.* (2004), que com inoculação de rizobactérias à sementes, obtiveram desenvolvimento superior em relação a testemunha e semelhante a aplicação de 135 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Relatam ainda incremento do sistema radicular e parte aérea, bem como para as taxas de crescimento, de crescimento relativo e de assimilação líquida. Justificam Huergo *et al.* (2008) que o maior desenvolvimento de parte aérea das plantas pode ser explicado pela produção de fitormônios pelo *A. brasilense* (como o ácido indolacético, auxinas, giberelinas) e por Madhaiyan *et al.* (2010) que observaram resultados semelhantes em tomate e pimentão.

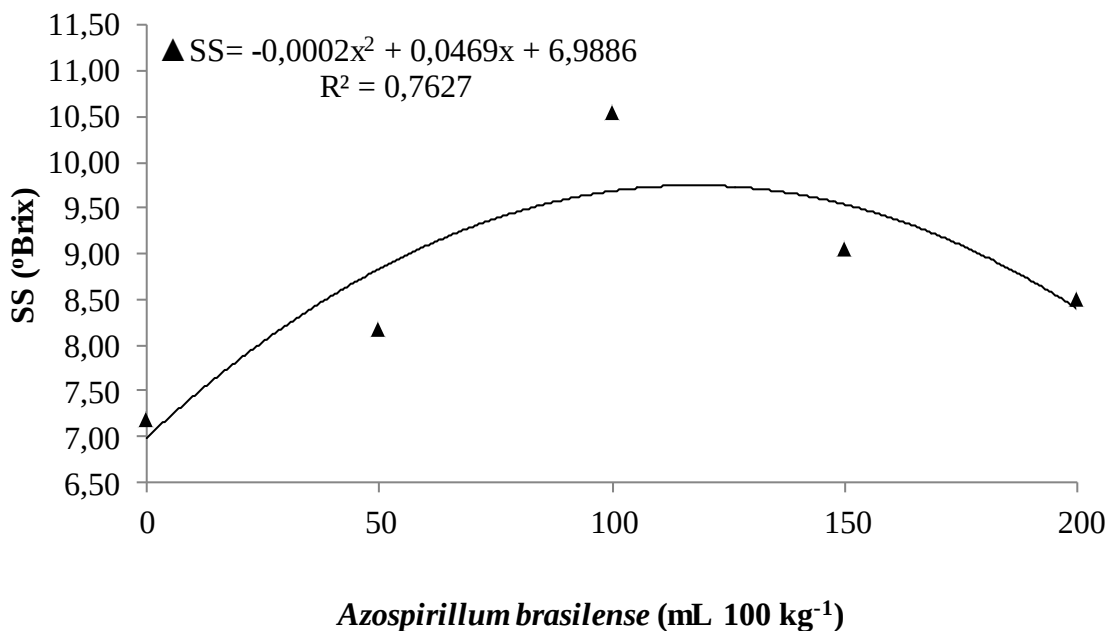
Comparando os resultados em outras olerícolas com aplicação de *Azospirillum*, há consonância. Mangmang, Deaker e Rogers (2015), observaram em plântulas de alface e pepino efeito positivo da inoculação de *A. brasilense*, melhorando significativamente o crescimento da parte aérea e o enraizamento. Os mesmos autores justificam que a estirpe de *Azospirillum* SP245, apresentou aumento no nível endógeno do ácido indolacético, nas duas espécies.

Para teor de sólidos solúveis das raízes também foi influenciado pela inoculação de doses de *A. brasilense* nas sementes de beterraba. A máxima eficiência foi observada até a dose de 117,1 mL 100 kg⁻¹, onde o acúmulo de sólidos solúveis alcançou 9,74 °Brix (Figura 5). Este valor está de acordo com altos teores destas substâncias nas raízes de beterraba. Para inoculação de sementes com *A. brasilense*, não se encontrou trabalhos que comparem o acúmulo de sólidos solúveis nas raízes. Em trabalhos que estudaram outros manejos produtivos, como fontes e doses de adubação, obteve-se valores máximos de 11,2 °Brix (BATISTA *et al.*, 2010), com adubação de esterco bovino, acumularam-se de 10,26 a 11,10 °Brix (MARQUES *et al.*, 2010), valores estes em conformidade com os encontrados neste trabalho.

Novamente pode-se inferir que com o aumento da parte aérea houve maior área fotossintética e produção de fotoassimilados, o que impactou no desenvolvimento do sistema radicular, induzindo o aumento e armazenamento de sólidos. Justifica-se esse efeito devido a ação das BPCV, que produzem de fitormônios, alterando a fenologia da planta (PERRIG *et al.*, 2007). A média das doses de maior eficiência para as variáveis estudadas foi de 119 mL 100 kg⁻¹ de *A. brasilense* de sementes. No entanto, é necessário cautela na sua indicação, devido a esta ser uma inferência entre as doses testadas e não uma dose exata testada e; pela exigência energética desses microrganismos junto à raiz. Neste sentido e embasado nos resultados

encontrados, há necessidade de testar a inoculação com intervalos menores entre as doses de *A. brasilense*, para obtenção de resultados mais precisos.

Figura 5 - Teores de sólidos solúveis (°Brix) de raízes de beterraba, 80 dias após o transplantio, inoculada via sementes com *Azospirillum brasilense*. UNISEP - Dois Vizinhos, PR, 2018.



Conclusões

A inoculação de *A. brasilense* via sementes resultou em maior desenvolvimento aéreo e radicular da cultura da beterraba.

A produtividade teve incremento de 59,8 % na dose de 103,7 mL 100 kg⁻¹ de *A. brasilense*. A média das doses de maior eficiência para as variáveis estudadas foi de 119 mL 100 kg⁻¹ de *A. brasilense* de sementes.

Referências

- ALVES, A. U.; PRADO, R.M.; GONDIM, A. R. O; FONSECA, I. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 292-295, 2008.
- AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F.; LADEIRA, I. R.; CASTRO, M. R. S. Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 199-203, 2006.
- BARRETO, C. R.; ZANUZO, M. ROGGIA; WOBETO, CARMEM; ROSA, C. C. B. produtividade e qualidade da beterraba em função da aplicação de doses de nitrogênio. **Revista Uniara**, v. 16, n. 1, 2013.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. *Azospirillum* – plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). **Canadian Journal of Microbiology**, v. 43, p. 103-121, 1997.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; DE-BASHAN, L. E. *Azospirillum*-plant relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, v. 50, p. 521-577, 2004.

BATISTA, M. A. V., NETO, F. B., AROUCHA, E. M. M., FERREIRA, R. M. A., SOUSA, C. M. G., SILVA, M. L., LINHARES, P. C. F., BEZERRA, A. K. H.; BARROS, G. L. Características pós-colheita de beterraba submetida a diferentes fontes e doses de adubos verdes. **Horticultura Brasileira**, n. 28, p. 4110-4116, 2010.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G.; BOGNOLA, I. A.; CÚRCIO, G. R.; MANZATTO, C. V.; CARVALHO JUNIOR, W.; CHAGAS, C. S.; ÁGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. **Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa/Iapar, 2008.

COSTA, R. R. G. F.; QUIRINO, G. S. F.; NAVES, D. C. F.; SANTOS, C. B.; ROCHA, A. F. S. Eficiência de inoculante com *Azospirillum brasilense* no crescimento e produtividade de milho de segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 3, p. 304-311, 2015.

COUTINHO, P. W. R. **Desempenho de cultivares, produtividade e qualidade de beterraba em sistemas de cultivo**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL – DERAL. **Produção Agropecuária, 2019**. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=137>. Acesso em 21 jan. 2019.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J. F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 28, p. 871-879, 2001.

FILGUEIRA, F. A. R. Quenopodiáceas - Beterraba e Hortaliças Herbáceas. In: FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013. p. 378-385.

GENGATHARAN, A.; DYKES, G. A.; CHOO, W. S. Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods. **Food Science and Technology**, v. 64, p. 645-649, 2015.

GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca e produtividade de plantas de beterraba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 03, p. 505-509, 2002.

HARTMANN, A., SCHMID, M., VAN TUINEN, D.; BERG, G. Plant-driven selection of microbes. **Plant and Soil**, n. 321, 235-257, 2009.

HIDALGO, M. G. **Diversidad de genes bacterianos relacionados con promoción del crecimiento vegetal**. 2018. Dissertação (Máster de Bioinformática y Bioestadística Microbiología, biotecnología y biología molecular) – Universitat Oberta de Catalunya.

HORTIFRUTI BRASIL. Piracicaba: CEPEA-USP/ESALQ, n. 177, p. 1-34, 2018.

HUERGO, L. F.; MONTEIRO, R. A.; BONATTO, A. C.; RIGO, L. U.; STEFFENS, M. B. R.; CRUZ, L. M.; CHUBATSU, L. S.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA DE SALAMONE, I. ***Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina***. Buenos Aires: Associação Argentina de Microbiologia, 2008. p. 17-35.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 38 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325).

KANDIL, A. A.; BADAWI, M. A.; EL-MOURS, S. A.; ABDOL, U. M. A. Effect of Planting Dates, Nitrogen Levels and Bio-fertilization Treatments on 1: Growth Attributes of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). **Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)**, v. 5, n. 2, p. 227-237, 2004.

KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science**. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 388 p.

LIMA, A. A. de; VENTUROS, L. dos R.; SILVA, B. A. A.; GOMES, A. F.; SCHIMIDT, OSVINO. Eficiência da inoculação de *Azospirillum brasilense* associado com enraizador no crescimento e na produção de alface. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 233-240, 2017.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **Sistema de análise estatística para Windows**. WinStat. Versão 2.0. UFPel, 2003.

MADHAIYAN, M.; POONGUZHALI, S.; KANG, B. G.; LEE, Y. J.; CHUNG, J. B.; SA, T. M. Effect of coinoculation of methylotrophic *Methylobacterium oryzae* with *Azospirillum brasilense* and *Burkholderia pyrrocinia* on the growth and nutrient uptake of tomato, red pepper and rice. **Plant and Soil**, v. 328, n. 1, p. 71-82, 2010.

MANGMANG, J. S.; DEAKER, R.; ROGERS, G. Early seedling growth response of lettuce, tomato and cucumber to *Azospirillum brasilense* inoculated by soaking and drenching. **Horticultural Science**, v. 42, n. 1, p. 37-46, 2015.

MARQUES, L. F.; MEDEIROS, D. C. de; COUTINHO, O. de L.; MARQUES, L. F.; MEDEIROS, C. de B.; VALE, L. S. do. Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. 24-31, 2010.

MARTINSEZ-VIVEROS, O.; JORQUERA, M. A.; CROWLEY, D. E.; GAJARDO, G.; MORA, M. L. Mechanisms and practical considerations involved in plant growth promotion by rhizobacteria. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, n. 10, p. 293-319, 2010.

MOSTAJERAN, A.; AMOOAGHAIE, R.; EMTIAZI, G. The participation of the cell wall hydrolytic enzymes in the initial colonization of *Azospirillum brasilense* on wheat roots. **Plant and Soil**, n. 291, p. 239-248, 2007.

MRKOVACKI, S.; MEZEI, S.; VERESBARANJI, I.; POPOVIC, M.; SARIC, Z.; COVACEV, L. Associations of sugar beet and nitrogen-fixing bacteria in vitro. **Biologia Plantarum**, v. 39, n. 3, p. 419-425, 1997.

NUNES, M. U. C. **Produtividade de beterraba em dois sistemas de cultivo**. Rio Branco: Embrapa, p. 4 (Comunicado Técnico 45). 1986.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALES, C. A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 26, p. 1591-1601, 1994.

PERRIG, D.; BOIERO, L.; MASCIARELLI, O.; PENNA, C.; CASSÁN, F.; LUNA, V. Plant growth promoting compounds produced by two agronomically important strains of *Azospirillum brasilense*, and their implications for inoculant formulation. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 75, p. 1143-1150, 2007.

PURQUERIO, L. F. V.; FACTOR, T. L.; LIMA, J. R. S.; TIVELLI, S. W.; TRANI, P. E.; BRENDA, J. R., J. M.; ROCHA, M. A. V. Produtividade e qualidade de beterraba cultivada em plantio em função do nitrogênio e molibdênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, S366-S372, 2009.

SAKATA. **EWTT-SK**. Disponível em <https://www.sakata.com.br/hortalicas/bulbos-e-raizes/beterraba/beterraba-op/ewtt-sk>. Acesso em: 14 de julho de 2019.

SANDRI, M. A.; NAKADA, P. G.; ABRAHÃO, C.; FREITAS FILHO, A. M.; ONO, E. O.; GOTO, R. Efeito de doses de bioestimulante aplicado via foliar ou radicular em mudas de beterraba. **Horticultura Brasileira**, n. 30: S3119 - S3126, 2012.

SILVESTRE, G. F.; MAIA, C. M. B. de F.; MÓGOR, Á. F. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* em beterraba e inter-relação com a incorporação de biocarvão no solo. In: Evento de Iniciação científica da Embrapa Florestas, 16. 2017. **Anais ...** Colombo: EMBRAPA FLORESTAS, 2017. p. 14.

SIMÕES, W. L.; SOUZA, M. A. de; YURI, J. E.; GUIMARÃES, M. J. M; GOMES, V. H. F. Desempenho de cultivares de beterrabas submetidas a diferentes lâminas de irrigação no Submédio São Francisco. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 5, n. 2, p. 51-57, 2016.

TIVELLI, S.W.; FACTOR, T.L.; TERAMOTO, J.R.S.; FABRI, E.G.; MORAES, A. R.A; TRANI, P.E.; MAY, A. **Beterraba: do plantio à comercialização**. Campinas: Instituto agrônomo, p. 45 (Boletim técnico 210). 2011.