

BACTÉRIAS DE SOLOS AGRÍCOLAS APRESENTAM ADAPTAÇÃO À VINHAÇA E POTENCIAL PROMOTOR DE CRESCIMENTO VEGETAL

AGRICULTURAL SOIL BACTERIA EXHIBIT ADAPTATION TO VINASSE AND PLANT GROWTH-PROMOTING POTENTIAL

Suêlen Vieira Signorini ⁽¹⁾

Henrique Silva Finotti ⁽²⁾

Jackson Antônio Marcondes de Souza ⁽³⁾

Resumo

As bactérias promotoras do crescimento vegetal constituem uma alternativa sustentável para o aumento da produtividade agrícola. Este estudo avaliou isolados bacterianos de solos agrícolas quanto à adaptação à vinhaça de cana-de-açúcar e ao potencial de promover o crescimento vegetal. Foram determinadas as curvas de crescimento, a tolerância a diferentes concentrações de vinhaça, com e sem ajuste do potencial hidrogeniônico, e os efeitos da inoculação em plantas de cana-de-açúcar cultivadas em campo. Os isolados apresentaram maior crescimento em baixas concentrações de vinhaça, enquanto concentrações elevadas limitaram o desenvolvimento bacteriano. Além disso, foram observadas diferenças entre os isolados quanto à promoção do crescimento vegetal. *Bacillus thuringiensis* promoveu maior massa fresca e massa seca de raízes, enquanto *Brevibacillus nitrificans* apresentou maior massa fresca e massa seca da parte aérea. Os resultados demonstram o potencial desses microrganismos para o desenvolvimento de inoculantes agrícolas e para o aproveitamento sustentável da vinhaça.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Inoculantes. Sustentabilidade.

Abstract

Plant growth-promoting bacteria constitute a sustainable alternative for increasing agricultural productivity. This study evaluated bacterial isolates from agricultural soils regarding their adaptation to sugarcane vinasse and their potential to promote plant growth. Growth curves, tolerance to different vinasse concentrations, with and without hydrogen potential adjustment, and the effects of inoculation on field-grown sugarcane plants were evaluated. The isolates showed greater growth at low vinasse concentrations, whereas higher concentrations limited bacterial development. In addition, differences were observed among the isolates regarding their ability to promote plant growth. Bacillus thuringiensis promoted greater fresh and dry root biomass, whereas Brevibacillus nitrificans promoted greater fresh and dry shoot biomass. The results demonstrate the potential of these microorganisms for the development of agricultural inoculants and the sustainable use of vinasse.

Keywords: Sugarcane. Inoculants. Sustainability.

¹ Mestranda em Microbiologia Agropecuária pela Unesp/FCAV, e-mail: suelen.signorini@unesp.br; ² Graduando em Engenharia Agrônômica pela Unesp/FCAV, e-mail: henrique.finotti@unesp.br; ³ Professor Doutor em Ciências Biológicas, Departamento de Biologia, Unesp/FCAV, e-mail: jackson.marcondes@unesp.br

1 Introdução

As bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCPs) têm ganhado destaque como alternativas biotecnológicas sustentáveis, pois influenciam o crescimento vegetal por

diferentes mecanismos indiretos e diretos. Esses microrganismos estão presentes na superfície ou no interior das raízes, além do solo rizosférico. Eles podem modular rotas hormonais, promover a absorção e solubilização de nutrientes, produzir compostos bioativos e aumentar a tolerância das plantas a condições abióticas (CHHETRI; SHERPA; SHARMA, 2025).

A interação entre plantas e microrganismos é fundamental para o funcionamento dos agroecossistemas. As raízes liberam exsudatos orgânicos que influenciam a composição da microbiota rizosférica. Assim, através de processos como reconhecimento molecular e sinalização bioquímica, as BPCPs auxiliam no estabelecimento e crescimento da planta (TRIVEDI et al., 2020; VANDENKOORNHUYSE et al., 2015).

No Brasil, a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma cultura importante para a matriz energética nacional, pois gera etanol e energia a partir do bagaço, além da produção de açúcar. A vinhaça de cana-de-açúcar, resíduo da indústria sucroalcooleira, é gerada em grandes volumes e, apesar de seu potencial como fertilizante líquido, ainda representa um desafio ambiental devido à presença de compostos potencialmente tóxicos em sua composição (HOARAU et al., 2018).

Assim, a prospecção de isolados bacterianos eficientes representa uma estratégia promissora para o desenvolvimento de inoculantes capazes de potencializar o aproveitamento da vinhaça, estimular o crescimento vegetal e contribuir para sistemas de produção mais sustentáveis, gerando benefícios ambientais e econômicos. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo otimizar o cultivo de isolados bacterianos promissores em vinhaça *in natura* e avaliar seu potencial como bactérias promotoras de crescimento de Plantas (BPCPs) no crescimento da cana-de-açúcar.

2 Material e Métodos

2.1 Cultivo bacteriano e determinação da curva de crescimento

Os isolados bacterianos foram cultivados em meio TSB sólido e incubados a 27 °C por 24h. Posteriormente, colônias isoladas foram transferidas para meio TSB líquido e incubadas sob agitação (150 rpm) a 27 °C por mais 24 h. Após o cultivo, foram realizadas diluições seriadas para determinação da curva de crescimento. O crescimento bacteriano foi monitorado por espectrofotometria a 600 nm (DO₆₀₀), com leituras realizadas a cada 12 h durante sete dias. A concentração bacteriana foi estimada por contagem de unidades formadoras de colônia (UFC), calculadas a partir do número de colônias obtidas nas diluições selecionadas.

2.2 Avaliação do crescimento bacteriano em vinhaça *in natura*

Para avaliação do crescimento bacteriano em meio orgânico, preparou-se meio de cultivo contendo Ágar e diferentes percentuais de vinhaça *in natura* (10%, 25%, 50%, 75% e 100%). O halo foi medido com auxílio de um paquímetro analógico manual de 150mm durante cinco dias.

2.3 Plantio de cana-de-açúcar

O plantio de cana-de-açúcar ocorreu em propriedade rural, no estado de São Paulo, 60 dias antes da inoculação. Em cada abertura do solo realizada foi plantada uma gema, onde duas linhas de cana foram plantadas a 30 centímetros de distância uma da outra, com profundidade de 30 centímetros e espaçamento entrelinha de 1,5 metro. Foram estabelecidos cinco tratamentos bacterianos e um controle. Cada tratamento teve três repetições.

2.4 Preparo do pré-inóculo e inoculação

O pré-inóculo dos isolados bacterianos foi preparado em meio contendo vinhaça e TSB e incubado a 27 °C sob agitação por 72 h. Posteriormente, os isolados foram inoculados em plantas de cana-de-açúcar, utilizando-se cinco repetições por tratamento. Foram incluídos dois tratamentos controle: um contendo apenas o meio com vinhaça e outro sem adição de meio, ambos com cinco repetições.

2.5 Avaliação do crescimento vegetal

Após um mês a partir da inoculação, o comprimento da parte aérea das plantas foi medido. Em seguida, as plantas foram coletadas, higienizadas e levadas para o laboratório para pesagem da massa fresca com auxílio de uma balança de precisão. As folhas e raízes foram submetidas a 60°C em estufa durante três dias, posteriormente foi feita a pesagem do material vegetal.

3 Resultados e Discussão

Os isolados apresentaram crescimento até o segundo dia, seguido de redução no terceiro e novo pico no quarto dia. BioAdd 5 apresentou os maiores valores de DO₆₀₀, enquanto BioAdd 1 apresentou os menores. Após o quinto dia, observou-se declínio da densidade óptica em todos os isolados (Figura 1). Nessas condições, o isolado BioAdd 5 apresentou a maior concentração de células viáveis (Tabela 1). Esse desempenho está alinhado à descrição de *B. wiedmannii* como uma espécie psicrotolerante, esporuladora e adaptada a condições ambientais adversas, o que

reforça sua capacidade de persistência mesmo nas fases tardias do cultivo (MILLER et al., 2016).

FIGURA 1 – Curva de crescimento de três bactérias selecionadas

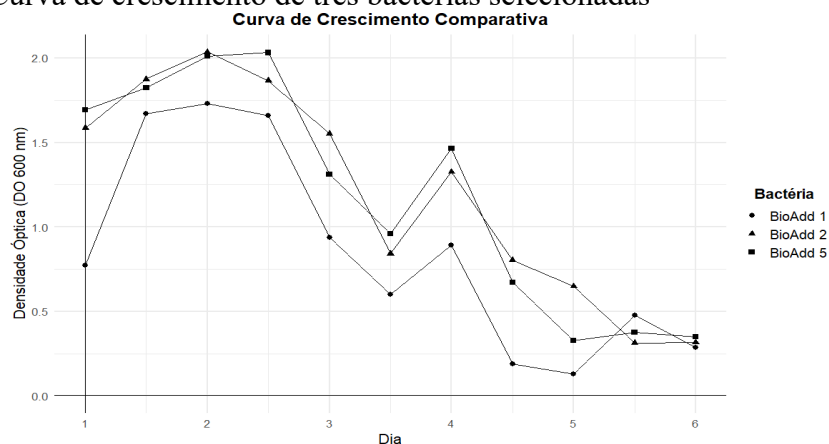


TABELA 1 – Quantificação de unidades formadoras de colônias (UFC/mL)

Isolado	Linhagem	UFC/mL
BioAdd 1	<i>Bacillus cereus</i>	$1,485 \times 10^8$
BioAdd 2	<i>Bacillus thuringiensis</i>	$1,895 \times 10^8$
BioAdd 5	<i>Bacillus wiedmannii</i>	$2,355 \times 10^8$

As concentrações de 0%, 10% e 25% de vinhaça não diferiram estatisticamente para a maioria dos isolados, indicando boa tolerância bacteriana. Em contrapartida, as concentrações de 50%, 75% e 100% inibiram o crescimento da maioria dos isolados (Figura 2). O ajuste do pH para 7 favoreceu o crescimento bacteriano em concentrações de 10% a 50% de vinhaça (Figura 3). Entretanto, a redução do crescimento em 75% de vinhaça indica que outros compostos presentes nesse resíduo podem limitar o desenvolvimento bacteriano.

FIGURA 2 – Avaliação do crescimento bacteriano em vinhaça (pH ácido)

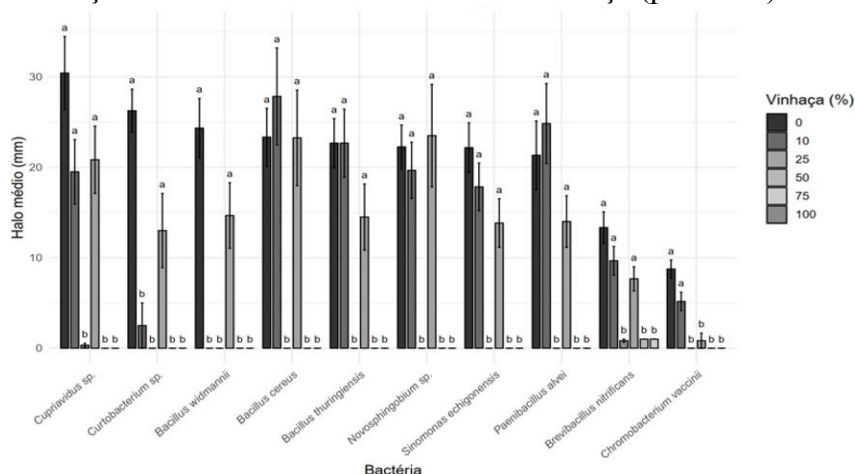
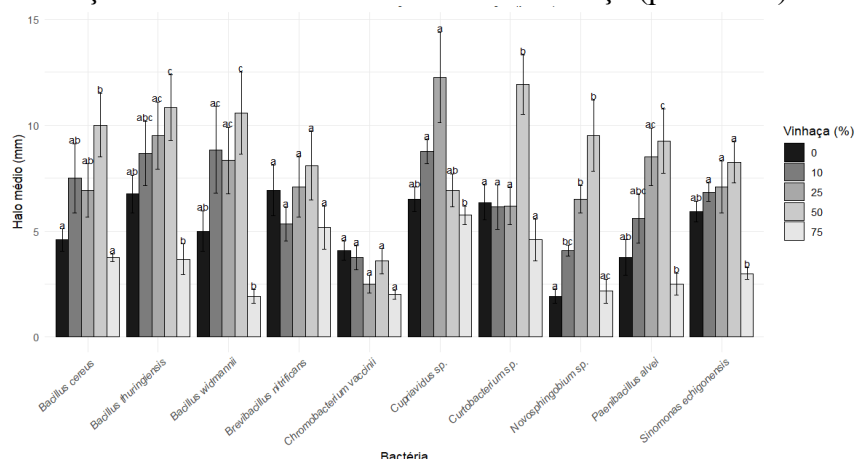


FIGURA 3 – Avaliação do crescimento bacteriano em vinhaça (pH neutro)



Em campo, *B. thuringiensis* destacou-se por apresentar maior massa fresca e massa seca de raízes, enquanto *B. nitrificans* mostrou maior média da massa fresca e seca da parte aérea.

4 Conclusão

As bactérias selecionadas demonstraram potencial para adaptação a diferentes concentrações de vinhaça *in natura* e para promoção do crescimento vegetal. A otimização do cultivo constitui uma etapa essencial para sua futura aplicação no desenvolvimento de inoculantes.

5 Referências

- CHHETRI, S.; SHERPA, M. T.; SHARMA, L. Characterization of plant growth promoting bacteria isolated from rhizosphere of tomato cultivated in Sikkim Himalaya and their potential use as biofertilizer. *Scientific Reports*, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-98953-6>.
- HOARAU, J. et al. Sugarcane vinasse processing: Toward a status shift from waste to valuable resource. *Journal of Water Process Engineering*, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.05.003>.
- MILLER, R. A. et al. *Bacillus wietmannii* sp. nov.: psychrotolerant spore-forming bacterium isolated from cold soils. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v. 66, n. 5, p. 2059–2068, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.000945>.
- TRIVEDI, P. et al. Plant-microbiome interactions: from community assembly to plant health. *Nature Reviews Microbiology*, v. 18, p. 607–621, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0412-1>.
- VANDENKOORNHUYSE, P. et al. The importance of the microbiome of the plant holobiont. *New Phytologist*, v. 206, n. 4, p. 1196–1206, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/nph.13312>.