# USO DE PRODUTOS DE AÇÃO FISIOLÓGICA E BACTÉRIA PROMOTORA DE CRESCIMENTO VEGETAL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CANA-DE-AÇÚCAR

**Patrick Martins Barbosa Brito[1], Lucas Santos Castiglioni[2], Osvaldo Sebastião de Oliveira Filho[1], Paulo Cesar dos Santos[2], Willian Pereira[3], José Guilherme Ferreira Leite[1] e Silvio de Jesus Freitas[1].**

[1]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Avenida Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia – 28013-602 – Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. silvio@uenf.br; brito@pq.uenf.br, joseguilhermejgfl@gmail.com; osvaldoosof@yahoo.com.br

[2]Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alto Universitário, s/n, Guararema – 29500-000 – Alegre-ES, Brasil. paulo.santos.43@ufes.br, lucas.castiglioni@edu.ufes.br

3 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Campus Campos dos Goytacazes, Est. do Açúcar, s/n, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, CEP 28020-560, Brazil. willianpereira@ufrrj.br

**Resumo**

A cana-de-açúcar representa uma das principais culturas agrícolas do Brasil, responsável por produção de açúcar, etanol e energia renovável, além de gerar emprego e renda em diferentes regiões. A qualidade das mudas utilizadas na implantação dos canaviais é determinante para o sucesso da lavoura, especialmente na fase inicial de desenvolvimento. O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito da aplicação de produtos de ação fisiológica, isolados e associados à inoculação de *Herbaspirillum seropedicae*, sobre o crescimento inicial de mudas da variedade RB867515. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Foram avaliadas variáveis morfológicas, biométricas, fisiológicas e radiculares. Conclui-se que a combinação entre produtos de ação fisiológica e bactérias promotoras de crescimento vegetal contribuiu para o vigor inicial das mudas, possibilitando maior uniformidade, aceleração do desenvolvimento e potencial redução do tempo de viveiro, representando uma estratégia promissora para a multiplicação de mudas de cana-de-açúcar em sistemas comerciais.

**Palavras-chave:** biomassa. vigor. viveiro.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias – Agronomia.

## Introdução

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) apresenta elevada importância econômica para o Brasil, constituindo matéria-prima para a produção de açúcar, etanol, bioeletricidade e outros produtos derivados da biomassa. Além da produtividade dos canaviais, o estabelecimento inicial da cultura constitui etapa determinante para o desempenho do ciclo produtivo, sendo diretamente influenciado pela qualidade e pelo vigor do material propagativo utilizado.

Os sistemas convencionais de propagação da cana-de-açúcar demandam elevada quantidade de colmos para a implantação de novas áreas. Nesse contexto, o sistema de mudas pré-brotadas permite reduzir a quantidade de material propagativo utilizada, além de favorecer maior uniformidade e controle fitossanitário das mudas destinadas ao plantio (Landell et al., 2012; Xavier et al., 2014). Entretanto, o desempenho desse sistema depende da obtenção de mudas com crescimento adequado da parte aérea e, principalmente, com sistema radicular bem desenvolvido, capaz de favorecer o estabelecimento após o transplantio.

A utilização de compostos com ação sobre processos fisiológicos das plantas constitui uma alternativa para modificar o crescimento durante a produção de mudas. Reguladores vegetais e outros compostos bioativos podem alterar processos relacionados à divisão e expansão celular, emissão

foliar, crescimento radicular e acúmulo de biomassa. Respostas desse tipo já foram observadas durante a produção e aclimatização de mudas de outras espécies propagadas vegetativamente, nas quais a aplicação de reguladores de crescimento e compostos bioativos modificou características da parte aérea, do sistema radicular e do estado nutricional das plantas (Freitas et al., 2012; Santos et al., 2018).

Paralelamente, bactérias promotoras de crescimento vegetal podem favorecer o desenvolvimento das plantas por diferentes mecanismos, incluindo fixação biológica de nitrogênio, produção de compostos com atividade fitormonal e alterações nos processos envolvidos na aquisição de nutrientes. Entre essas bactérias, *Herbaspirillum seropedicae* apresenta capacidade de associação com gramíneas e tem sido investigada em sistemas de produção vegetal. A inoculação com bactérias diazotróficas contendo *H. seropedicae* já demonstrou capacidade de modificar o crescimento e o acúmulo de biomassa durante a produção de mudas, evidenciando o potencial dessas associações para o desenvolvimento vegetal (Silva et al., 2016). Estudos posteriores também demonstraram que a interação entre bactérias diazotróficas, disponibilidade de nitrogênio e mecanismos celulares envolvidos no transporte de prótons pode modificar processos fisiológicos relacionados à aquisição de nutrientes pelas plantas (Silva et al., 2026).

Embora produtos de ação fisiológica e bactérias promotoras de crescimento vegetal possam atuar sobre diferentes componentes do desenvolvimento das plantas, a resposta decorrente de sua utilização conjunta depende das características do produto, do microrganismo e das condições de produção das mudas. Assim, a associação dessas estratégias não implica necessariamente efeito aditivo, tornando necessária a avaliação das respostas morfológicas, fisiológicas e radiculares resultantes das diferentes combinações.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial de mudas de cana-de-açúcar da variedade RB867515 submetidas à aplicação de produtos de ação fisiológica, isoladamente ou associados à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae*.

## Metodologia

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes, RJ. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 × 2, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu aos produtos de ação fisiológica: ausência de produto, Sync Cana MD® e Stimulate®; e o segundo, à ausência ou presença de inoculação com a estirpe HUENF19 de *Herbaspirillum seropedicae*. Dessa forma, foram avaliadas seis combinações de tratamentos.

Foram utilizados minitoletes da variedade RB867515, obtidos de colmos sadios e submetidos à brotação em caixas plásticas de 1120 cm² preenchidas com substrato Basaplant Florestal®. Após 15 dias, as plântulas foram transplantadas para novas caixas contendo o mesmo substrato e mantidas sob irrigação e adubação mineral.

Foram avaliados o índice de velocidade de emergência, altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea e das raízes e índice SPAD. O sistema radicular foi analisado utilizando o software WinRhizo, determinando-se comprimento, diâmetro, área e volume radicular. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando houve efeito dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi significativamente superior no tratamento Stimulate®+HUENF19 em comparação ao controle e ao Sync Cana MD®, com incremento de até 70,3% (Figura 1).

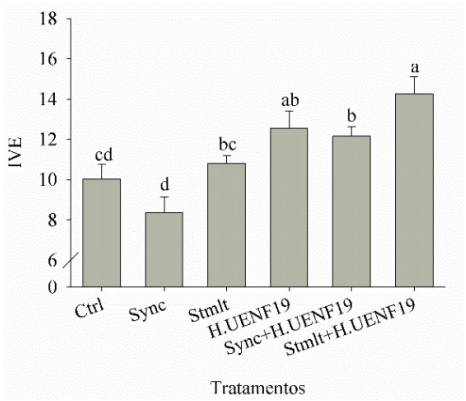



Figura 1 – Índice de velocidade de emergência das mudas da variedade RB867515 submetidas aos tratamentos do Experimento I. Letras diferentes nas colunas indicam diferença entre os tratamentos a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Quanto à altura de plantas, houve redução significativa no tratamento Sync Cana MD®, enquanto os demais tratamentos mantiveram valores semelhantes ao controle. O diâmetro do caule apresentou menores diferenças entre os tratamentos, com o controle e o Stimulate®+HUENF19 mantendo-se entre os melhores (Figura 2).

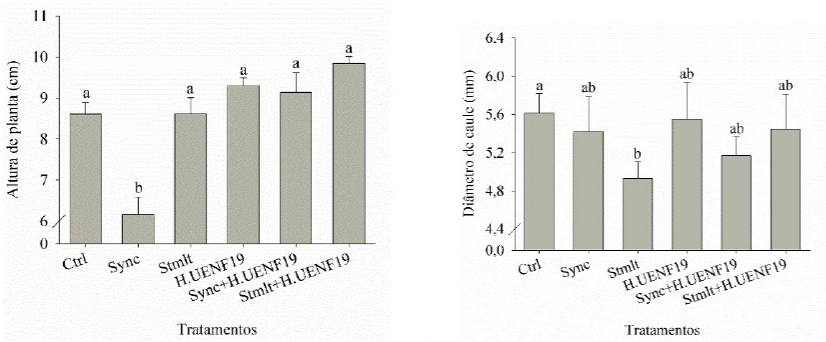



Figura 2 – Altura de planta (cm) e diâmetro de caule (mm) das mudas da variedade RB867515 submetidas aos tratamentos do Experimento I. Letras diferentes nas colunas indicam diferença entre os tratamentos a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pelos autores (2026).

A massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca de raízes (MSR) foram incrementadas nos tratamentos contendo HUENF19, especialmente quando associado ao Stimulate® (Figura 3).

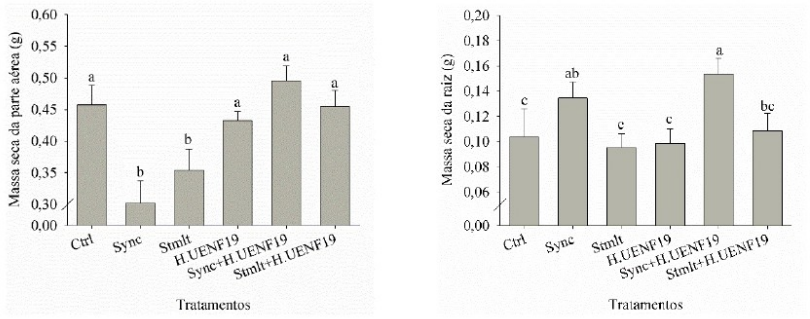



Figura 3 – Massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) das mudas da variedade RB867515 submetidas aos tratamentos do Experimento I. Letras diferentes nas colunas indicam diferença entre os tratamentos a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pelos autores (2026).

A área foliar apresentou incremento de 9,7% no tratamento Sync+HUENF19 em relação ao controle, e o número de folhas foi levemente superior no Stimulate® isolado (Figura 4).

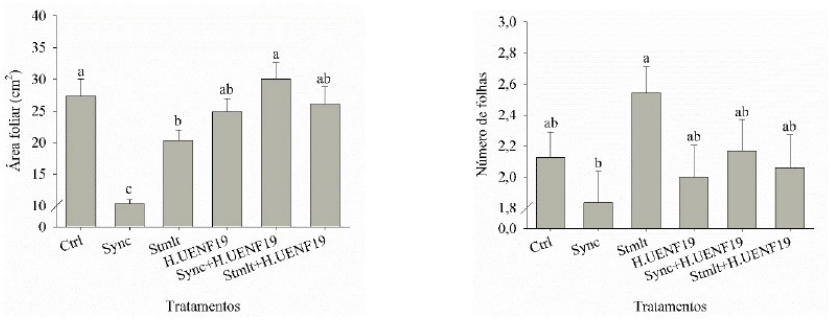



Figura 4 – Área foliar (AF) e número de folhas (NF) das mudas da variedade RB867515 submetidas aos tratamentos do Experimento I. Letras diferentes nas colunas indicam diferença entre os tratamentos a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pelos autores (2026).

O sistema radicular foi favorecido pelos tratamentos com HUENF19, principalmente o Sync+HUENF19, que apresentou as maiores médias de comprimento, diâmetro e volume de raízes (Figura 5).

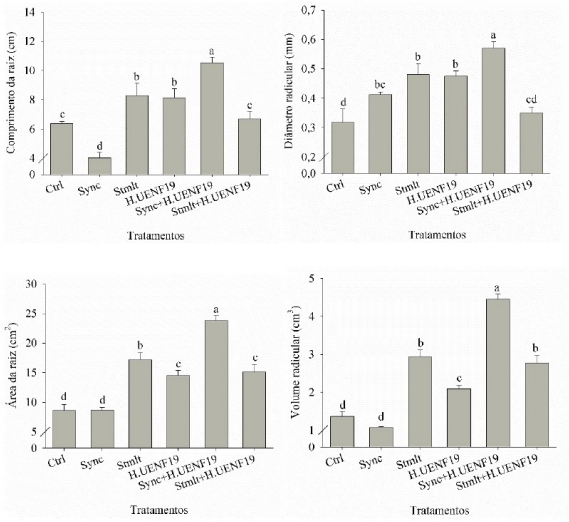



Figura 5 – Comprimento da raiz (CR), diâmetro da raiz (DR), área da raiz (AR) e volume radicular (VR) das mudas da variedade RB867515 submetidas aos tratamentos do Experimento I. Letras diferentes nas colunas indicam diferença entre os tratamentos a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Os valores de SPAD, indicativos do teor de clorofila, foram superiores nos tratamentos Stimulate®+HUENF19 e Sync+HUENF19 (Figura 6).

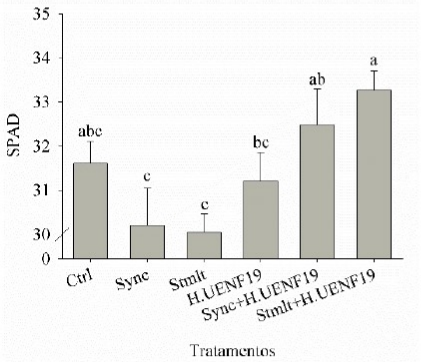



Figura 6 – Intensidade de verde (SPAD) nas folhas das mudas da variedade RB867515 submetidas aos tratamentos do Experimento I. Letras diferentes nas colunas indicam diferença entre os tratamentos a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pelos autores (2026).

## Discussão

A maior velocidade de emergência observada com a associação entre Stimulate® e HUENF19 indica que a resposta inicial das mudas pode ser modificada pela utilização conjunta do produto de ação fisiológica e de *H. seropedicae*. Entretanto, as respostas observadas para as diferentes características demonstram que o efeito da associação depende do produto utilizado, não sendo adequado atribuir um efeito geral de sinergismo às combinações avaliadas. Respostas diferenciadas decorrentes da utilização de compostos com ação fisiológica também foram observadas durante a produção de mudas por Santos et al. (2018), demonstrando que os efeitos sobre o crescimento podem variar de acordo com o composto e com a característica avaliada.

O maior acúmulo de massa seca da parte aérea e das raízes nos tratamentos contendo HUENF19 reforça o potencial das bactérias diazotróficas para favorecer o crescimento durante a produção de mudas. Silva et al. (2016), avaliando mudas micropropagadas de abacaxizeiro inoculadas com uma mistura de bactérias diazotróficas contendo *H. seropedicae*, também observaram aumento de 9,58% na massa seca da parte aérea e de 13,85% na massa seca das raízes em plantas inoculadas. Embora conduzidos em espécies e sistemas de propagação distintos, esses resultados demonstram que a resposta à inoculação pode se expressar tanto na parte aérea quanto no sistema radicular.

As alterações observadas no sistema radicular foram particularmente relevantes, uma vez que a associação entre Sync Cana MD® e HUENF19 apresentou maiores valores para características relacionadas ao crescimento das raízes. Bactérias promotoras de crescimento vegetal podem atuar por diferentes mecanismos associados à interação planta-microrganismo, incluindo fixação biológica de nitrogênio e produção de compostos com atividade fitormonal. Dessa forma, o maior desenvolvimento radicular observado nos tratamentos inoculados pode estar relacionado a esses mecanismos, embora eles não tenham sido determinados no presente estudo. Em cana-de-açúcar, respostas relacionadas ao enraizamento decorrentes da associação entre substâncias húmicas e bactérias diazotróficas também foram relatadas por Marques et al. (2008).

Os maiores índices SPAD observados nas associações de HUENF19 com Stimulate® e Sync Cana MD® indicam alteração na intensidade de verde das folhas. Essa resposta, associada aos efeitos observados sobre biomassa e crescimento radicular, evidencia que a inoculação pode modificar diferentes componentes do desenvolvimento inicial das mudas. Entretanto, os mecanismos responsáveis por essas respostas não podem ser individualizados a partir das variáveis avaliadas. Assim, os resultados demonstram que a associação entre produtos de ação fisiológica e *H. seropedicae* apresenta respostas dependentes do produto e da característica analisada, destacando-se os efeitos sobre a emergência, o acúmulo de biomassa e o desenvolvimento do sistema radicular.

## Conclusão

A associação de produtos de ação fisiológica com *Herbaspirillum seropedicae* modifica o crescimento inicial das mudas de cana-de-açúcar da variedade RB867515. A combinação Stimulate® + HUENF19 proporciona maior velocidade de emergência e maior acúmulo de biomassa, enquanto Sync Cana MD® + HUENF19 se destaca pelo desenvolvimento do sistema radicular. Os maiores índices SPAD ocorrem nos tratamentos associados à bactéria. Os resultados demonstram que a resposta à inoculação depende do produto de ação fisiológica utilizado e da característica avaliada.

## Referências

AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Clima para cana-de-açúcar. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/. Acesso em: jun. 2020.

BARBOSA, A. F. C. Desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar inoculadas com diferentes estirpes de bactérias diazotróficas. 2018. 41 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2018.

CHAVES, V. A. et al. Desenvolvimento inicial de duas variedades de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 39, p. 1595-1602, 2015.

COMPASS MINERALS PLANT NUTRITIONS. Sync Cana: a perfeita sincronia entre a fisiologia e a nutrição do canavial. 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=bfKx5v2Gx00. Acesso em: 28 ago. 2020.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Perfil do setor do açúcar e do etanol no Brasil. Brasília, 2017.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: Crops. 2020. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC. Acesso em: 23 mar. 2020.

LANDELL, M. G. A. et al. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. Campinas: Instituto Agronômico, 2012. 16 p. (Documento IAC, 109).

MARQUES, R. B. J. et al. Promoção de enraizamento de microtoletes de cana-de-açúcar pelo uso conjunto de substâncias húmicas e bactérias diazotróficas endofíticas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 1121-1128, 2008.

PANOZZO, A.; BOLLA, P. K.; BARION, G.; BOTTON, A.; VAMERALI, T. Phytohormonal regulation of abiotic stress tolerance, leaf senescence and yield response in field crops: a comprehensive review. BioTech, v. 14, n. 1, art. 14, 2025.

RIDESA – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético. 45 anos de variedades RB de cana-de-açúcar: 25 anos de Ridesa. Curitiba: Graciosa, 2015.

SANTOS, P. C. et al. Humic acids and brassinosteroid application effects on pineapple plantlet growth and nutrition during the acclimatization phase. *African Journal of Agricultural Research*, v. 13, n. 30, p. 1523–1530, 2018. DOI: 10.5897/AJAR2018.13247.

SCHLEMPER, T. R. et al. Rhizobacterial community structure differences among sorghum cultivars in different growth stages and soils. FEMS Microbiology Ecology, v. 93, p. 1–11, 2017.

SILVA, A. A. et al. Diazotrophic bacteria and nitrogen fertilization on the growth of micropropagated pineapple plantlets during acclimatization. *Ciência Rural*, v. 46, n. 11, p. 1952–1958, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20141338.

SILVA, A. A. et al. Diazotrophic Bacteria and Nitrogen Fertilization on ATPase Activity in Micropropagated Pineapple Plantlets During Acclimatization. *Horticulturae*, v. 12, n. 3, 374, 2026. DOI: 10.3390/horticulturae12030374.

SOARES, D. C. O. et al. Use of biochar and biostimulant in the production and quality of seedlings of Sapindus saponaria L. Ciência Florestal, v. 31, n. 1, p. 106-122, jan./mar. 2021.

VASCONCELOS, A. C. F. Uso de bioestimulantes nas culturas de milho e de soja. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006.

XAVIER, M. A. et al. Fatores de desuniformidade e kit de pré-brotação IAC para sistema de multiplicação de cana-de-açúcar – mudas pré-brotadas (MPB). Campinas: Instituto Agronômico, 2014. (Documentos IAC, 113).