



Potencial do melaço de soja fermentado como bioestimulante no desenvolvimento inicial do milho.

Potential of fermented soybean molasses as a biostimulant in early maize development.

DORIGAN, Bianca Santa Rosa¹; SILVA, Ana Paula Fragoso Corrêa da²; CHINEN, Melissa Akemi³; MACEDO, Fabiely Viana Nascimento⁴; SILVA, Maira Abigail dos Santos⁵; FONTANETTI, Anastácia⁶.

¹ Universidade Federal de São Carlos, biancasrd@estudante.ufscar.br; ² Universidade Federal de São Carlos, apfcsilva@estudante.ufscar.br; ³ Universidade Federal de São Carlos, melissachinen@estudante.ufscar.br; ⁴ Universidade Federal de São Carlos, fabiely@estudante.ufscar.br; ⁵ Universidade Federal de São Carlos, mairasilva@estudante.ufscar.br; ⁶ Universidade Federal de São Carlos, anastacia@ufscar.br.

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de Agroecossistemas

Resumo: O objetivo foi avaliar os efeitos do melaço de soja, em duas concentrações, fermentado por bactérias do gênero *Bacillus*, na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de milho. O experimento foi conduzido em DIC com 13 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos: *B. amyloliquefaciens* caldo E, *Bacillus amyloliquefaciens* em meio de melaço 28 g L⁻¹ açúcar redutor (ART); *B. amyloliquefaciens* melaço 56 ART; *B. subtilis* caldo E; *B. subtilis* melaço 28 ART; *B. subtilis* melaço 56 ART; *B. licheniformis* caldo E; *B. licheniformis* melaço 28 ART; *B. licheniformis* melaço 56 ART; Caldo E estéril; melaço estéril 28 ART; melaço estéril 56 ART e água destilada estéril. Os tratamentos foram aplicados nas sementes de milho desinfetadas e posteriormente semeadas em papel germitest, umedecidas e mantidas em germinador a 25°C por sete dias. O fermentado *B. licheniformis* melaço 28 e 56 ART proporcionaram maior massa seca parte aérea do milho, com potencial para uso como bioestimulante do milho.

Palavras-chave: *Bacillus* sp.; germinação; promotor de crescimento.

Introdução

O melaço de soja é um coproduto da indústria processadora de soja, rico em carboidratos (QURESHI et al., 2001). Considerado matéria-prima de baixo valor agregado apresenta potencial para ser utilizado como substrato fermentado por microrganismos, produzindo importantes produtos secundários que podem ser utilizados como bioestimulante de plantas.

De acordo com KLAHOLD et al. (2006) bioestimulantes são substâncias naturais ou sintéticas, provenientes da mistura de biorreguladores vegetais (auxinas, giberelinas, citocininas, etileno etc.) ou outras substâncias como aminoácidos, nutrientes e vitaminas, podendo ser aplicados nas plantas ou no tratamento das sementes.



O uso de bioestimulantes de plantas dialoga com a proposta da transição agroecológica. Gliessman; Rosemeyer e Edwards (2010) propõem níveis para a transição agroecológica: o nível um (1) aumentar eficiência e eficácia das práticas convencionais para reduzir/eliminar insumos caros, escassos e ecologicamente nocivos e o nível dois (2) substituir insumos e práticas convencionais por alternativas. O uso de coprodutos de baixo custo, oriundos da agroindústria como o melaço de soja fermentado e seu potencial como bioestimulante de plantas, encaixa-se nos níveis um (1) e dois (2) da transição agroecológica.

As bactérias do gênero *Bacillus* são promotoras de crescimento vegetal (KUNDAN et al., 2015) e da produtividade (BRAGA JUNIOR et al., 2018). Fato que tem sido relacionado, entre diversos fatores, à produção do ácido indolacético (AIA) (BORONIN, 1993) e de ácido poli- γ -glutâmico (γ -PGA) (KASPARY, 2022). O ácido indolacético pode favorecer o aumento de pelos radiculares e o crescimento do sistema radicular das plantas (ARAÚJO e HUNGRIA, 1999). O ácido poli- γ -glutâmico pode aumentar a biomassa e a atividade das raízes das plantas promovendo eficiência na absorção de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, com consequente aumento no rendimento das plantas (ZHANG et al., 2017).

O objetivo foi avaliar os efeitos do melaço de soja, em duas concentrações, fermentado por bactérias do gênero *Bacillus* na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de milho.

Metodologia

O experimento foi conduzido no Laboratório de Produção Vegetal e Recursos Florestais da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), *campus* de Araras, SP no mês de fevereiro de 2023. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 13 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: (BAA Caldo E) *B. amyloliquefaciens* caldo E, (BAA M 28) *Bacillus amyloliquefaciens* em meio de melaço 28 g L⁻¹ açúcar redutor (ART); (BAA M56) *B. amyloliquefaciens* melaço 56 ART; (BSA Caldo E) *B. subtilis* caldo E; (BSA M28) *B. subtilis* melaço 28 ART; (BSA M56) *B. subtilis* melaço 56 ART; (BL Caldo E) *B. licheniformis* caldo E; (BL M28) *B. licheniformis* melaço 28 ART; (BL M56) *B. licheniformis* melaço 56 ART; (Caldo E) Caldo E estéril; (M28) melaço estéril 28 ART; (M56) melaço estéril 56 ART e água destilada estéril. O experimento é exploratório, ou seja, a partir dos resultados serão selecionados os microrganismos e a concentração de ART do melaço de soja com maior potencial bioestimulante para a continuidade das pesquisas.

Os fermentados foram selecionados e produzidos no Laboratório de Microbiologia Agrícola e Molecular (LAMAM) da UFSCar, etapa que compõem parte da dissertação da segunda autora deste trabalho.



As sementes de milho IAC Airan foram desinfetadas por imersão em álcool 70% por 2 minutos e hipoclorito de sódio a 1% durante 15 minutos, seguido por lavagens sucessivas com água destilada esterilizada (BHATTACHARYYA et al., 2015). A aplicação dos tratamentos foi realizada em uma amostra de 100 g de sementes, sendo essas colocadas em sacos plásticos transparentes. Após a aplicação, os sacos foram inflados com ar e agitados por um minuto (BUCHELT et al., 2019).

Posteriormente, as sementes foram secas e semeadas sobre duas folhas de papel germitest e cobertas por outra folha (umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso seco) e enroladas. Cada repetição foi composta por dois rolos de papel germitest com 50 sementes cada. Os rolos foram colocados em câmara de germinação com temperatura de 25 °C por sete dias (BRASIL, 2009).

Aos quatro dias foi realizada a avaliação de primeira contagem (% de germinação). Aos sete dias foram avaliados germinação (%); comprimento do sistema radicular e da parte aérea do milho (cm plântula⁻¹); massa seca do sistema radicular e parte aérea do milho (mg plântula⁻¹). Os dados de porcentagem de germinação foram transformados utilizando a expressão $\sqrt{x}$ e submetidos à análise de variância e as médias agrupadas utilizando o teste Scott-Knott em nível de 5 % de significância. Os dados de comprimento e massa seca do sistema radicular e parte aérea das plântulas de milho foram comparadas utilizando a ferramenta *blox plot*.

Resultados e Discussão

Para germinação/primeira contagem realizada aos quatro dias após a semeadura houve a formação de dois grupos. O grupo formado pelos tratamentos: BAA M28, BSA caldo E, BL caldo E e M56 apresentou germinação de sementes inferior (Tabela 1). No entanto, essa diferença não foi mantida na germinação de sementes aos sete dias após a semeadura, para a qual não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 1). BUCHELT et al. (2019) não encontraram efeitos de bioestimulantes comerciais, com diferentes concentrações de giberelina, cinetina, auxina e ácido giberélico, na germinação de sementes de milho. Para esses autores, os bioestimulantes podem ter efeito mais pronunciado em situações de estresse.

Os tratamentos BAA M28, BSA M56 e BL M28 apresentaram o comprimento do sistema radicular das plântulas de milho superior a água, com destaque para os tratamentos BSA M56 e BL M28 (Figura 1). Para o comprimento da parte aérea o tratamento BL M56 foi superior ao tratamento com água (Figura 1). Para a massa seca do sistema radicular todos os tratamentos apresentaram resultados superiores a água, com destaque para BAA M28 (Figura 2). Já para a massa seca da parte aérea resultados superiores foram verificados no BL M28 e BL M56 (Figura 2).

Resultados preliminares indicam produção do ácido indolacético nos tratamentos BAA M28 e BL M56, porém inferior a 5 µg ml⁻¹ (dados não apresentados). Quanto a



produção de ácido poli- γ -glutâmico verificou-se possibilidade de produção em todos os fermentados, com valores de absorbância acima de 0,5 A400 nm para BAA M56 e BL M56 (dados não apresentados).

Tabela 1. Primeira contagem e germinação de sementes de milho após tratamento com os meios de melaço de soja fermentados por espécies do gênero *Bacillus* nas concentrações de 28 g L⁻¹ (M28) e 56 g L⁻¹ (M 56) de açúcar redutor total (ART) em comparação com o meios Caldo E e meios de cultivo sem inoculação de células e à água.

Biostimulantes	1ª Contagem	Germinação
	%	
BAA Caldo E	83,5 a ¹	86,0 ^{ns}
BAA M28	76,5 b	83,0
BAA M56	82,0 a	85,0
BSA Caldo E	74,5 b	77,5
BSA M28	85,0 a	88,5
BSA M56	86,0 a	91,5
BL Caldo E	74,0 b	86,0
BL M28	83,0 a	84,0
BL M56	81,5 a	82,0
Caldo E	81,5 a	81,5
M28	82,0 a	83,0
M56	77,5 b	86,0
Água	86,5 a	86,5
CV (%)	3,39	3,00

^{ns} Não significativo de acordo com o teste F em nível de 5% de probabilidade; ¹médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Scott Knott em nível de 5% de significância. (BAA Caldo E) *B. amyloliquefaciens* caldo E, (BAA M 28) *Bacillus amyloliquefaciens* em meio de melaço 28 g L⁻¹ açúcar redutor (ART); (BAA M56) *B. amyloliquefaciens* melaço 56 ART; (BSA Caldo E) *B. subtilis* caldo E; (BSA M28) *B. subtilis* melaço 28 ART; (BSA M56) *B. subtilis* melaço 56 ART; (BL Caldo E) *B. licheniformis* caldo E; (BL M28) *B. licheniformis* melaço 28 ART; (BL M56) *B. licheniformis* melaço 56 ART; (Caldo E) Caldo E estéril; (M28) melaço estéril 28 ART; (M56) melaço estéril 56 ART e água destilada estéril.

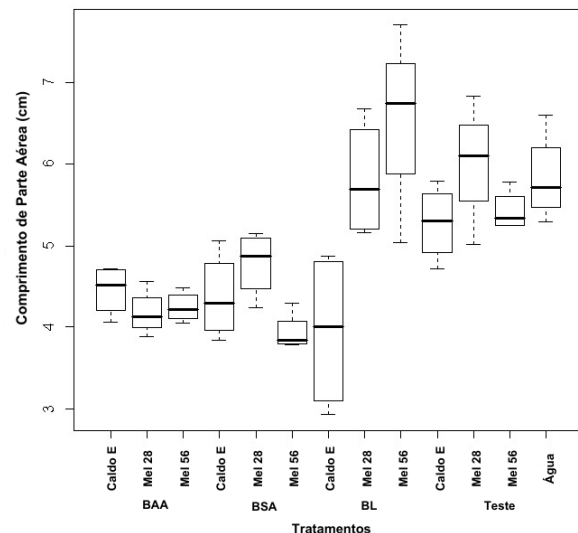
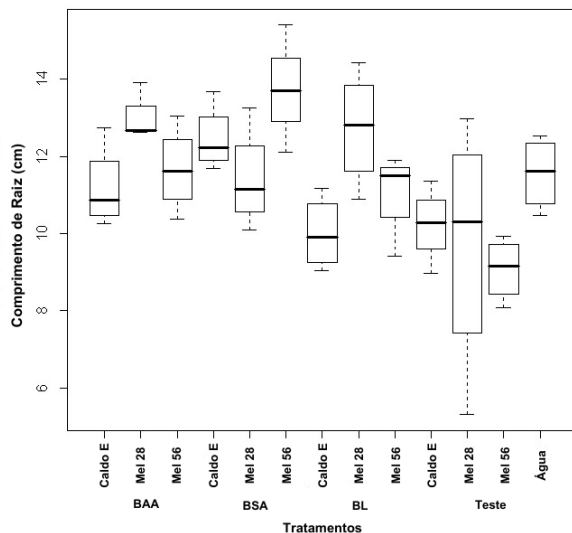




Figura 1. *Blox plot* dos dados de comprimento do sistema radicular e da parte aérea de sementes de milho após tratamento com os meios de melaço de soja fermentados

por espécies do gênero *Bacillus* nas concentrações de 28 g L⁻¹ (M28) e 56 g L⁻¹ (M 56) de açúcar redutor total (ART) em comparação com o meios Caldo E e meios de cultivo sem inoculação de células e à água.

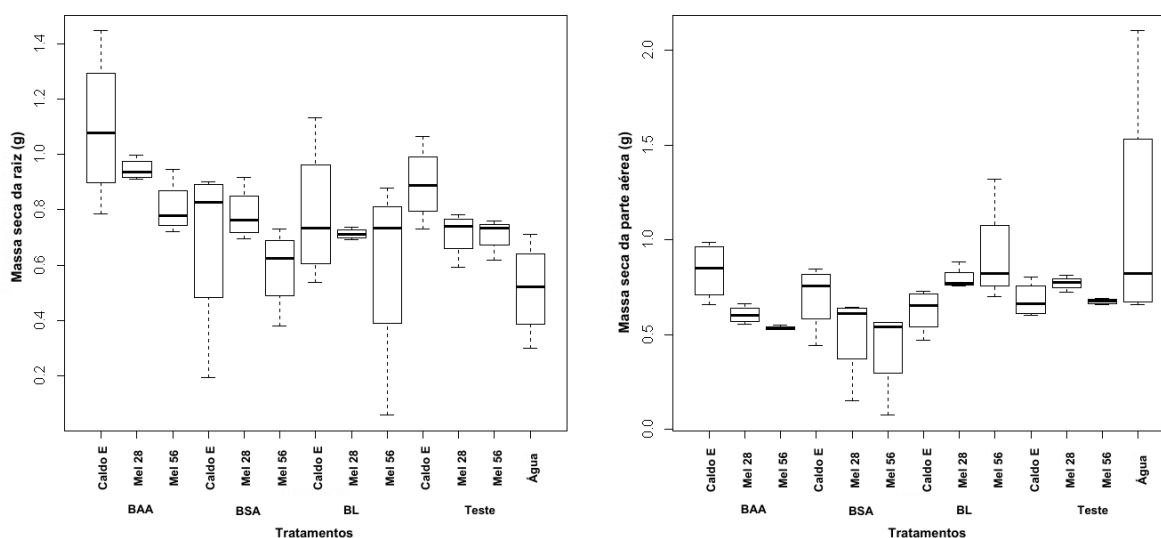


Figura 2. *Blox plot* dos dados de massa seca do sistema radicular e da parte aérea de sementes de milho após tratamento com os meios de melaço de soja fermentados por espécies do gênero *Bacillus* nas concentrações de 28 g L⁻¹ (M28) e 56 g L⁻¹ (M 56) de açúcar redutor total (ART) em comparação com o meios Caldo E e meios de cultivo sem inoculação de células e à água.

Conclusões

Os resultados indicam que melaço de soja na concentração de 28 e 56 g L⁻¹ de açúcar redutor fermentado pelo microrganismo *B. licheniformis* apresentam potencial de uso como bioestimulante para o milho. Porém, faz se necessário testes complementares.

Referências bibliográficas

ARAÚJO, Fábio F., HUNGRIA, Mariangela. 1999. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum*/*Bradyrhizobium elkanii*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34(9),1633-1643.

BHATTACHARYYA, Dipto; GARLADINNE, Mallikarjuna; LEE, Yong H. Volatile indole produced by Rhizobacterium *Proteus vulgaris* JBLS202 stimulates growth of *Arabidopsis thaliana* through auxin, cytokinin, and brassinosteroid pathways. Journal of Plant Growth Regulation, v. 34, n.1, p. 158-168, 2014.

BRAGA JUNIOR, Gaspar M., CHAGAS, Lilian F.B., AMARAL, Lorena R. O., MILLER, Luciane O., CHAGAS JUNIOR, Aloisio F. Efficiency of inoculation by



Bacillus subtilis on soybean biomass and productivity. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.13 n.4, e5571. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 2009. Regra para análise de sementes. Brasília, SNDA/DND/CLAV, 308 p.

BUCHELT, Antônio C.; METZLER, Carlos R.; CASTIGLIONI, José L.; DASSOLLER, Tiago F.; LUBIAN, Matheus S. Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 6, n. 4, p.69-74, out./dez. 2019.

GLIESSMAN, Stephen R; ROSEMEYER, Martha; EDWARDS, Clive A. The Conversion to Sustainable Agriculture: Principles, Processes and Practices. Edited by Boca Raton, FL, USA: CRC Press (2010), pp. 370.

KASPARY, Rosane M. Produção de ácido gama-poliglutâmico em cultivo submerso em biorreator airlift a partir de bactérias do gênero *Bacillus*. Dissertação de Doutorado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Sorocaba, 2022. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/217966>>.

KLAHOLD, Celestina A; GUIMARÃES, Vandeir. F; ECHER, Marcia M; KLAHOLD, Adolfo; CONTIERO, Robison. L., BECKER, Andreia. 2006. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. Acta Scientiarum Agronomy, 28(2), 179-185.

KUNDAN, Rishi; PANT, Garima; JADON, Nitesh; AGRAWAL, Pavan, K. Plant growth promoting rhizobacteria: mechanism and current prospective. Journal of Fertilizers and Pesticides, v.6, n.2, p. 1-9, 2015.

QURESHI, N., LOLAS, A., BLASCHEK, H.P. Soy molasses as fermentation substrate for production of butanol using *Clostridium beijerinckii* BA 101. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 26:290-295, 2001.

ZHANG, Lei., YANG, Xueming., GAO, Decai. et al. Effects of poly-γ-glutamic acid (γ-PGA) on plant growth and its distribution in a controlled plant-soil system. *Sci Rep* 7, 6090 (2017).