



Redução da adubação nitrogenada e promoção do crescimento de milho por microrganismos

Reduction of nitrogen fertilization and promotion of corn growth by microorganisms

GONILHA, Dalilla Berlanda de Lima¹, FREZARIN, Edvan Teciano²,
GONÇALVES, Luana Beatriz², SALES, Luziane Ramos², SANTOS, Carlos Henrique
Barbosa², RIGOBELLO, Ervelon Cid³

^{1,2}Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agropecuária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/FCAV, Jaboticabal, SP, Brasil, dalilla.berlanda@unesp.br; ³Laboratório de Microbiologia Agrícola, Departamento de Ciências da Produção Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/FCAV, Jaboticabal, SP, Brasil, everlon.cid@unesp.br

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de Agroecossistemas

Resumo: O milho é um dos cultivares mais plantados do mundo e possui um papel importante na economia do Brasil. O uso desordenado de defensivos agrícolas e fertilizantes químicos deixam a maioria dos solos brasileiros necessitados do ponto de vista biológico. A alternativa para a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo é a utilização de biofertilizantes, além de ser uma alternativa sustentável. O objetivo foi avaliar a eficiência e a dosagem adequada de adubação em conjunto com a inoculação de microrganismos promotores do crescimento de plantas quanto ao crescimento, além de, propor reduções quanto ao uso de fertilizantes químicos, de modo a reduzir os impactos causados por estes no ambiente sem que haja prejuízos à produtividade da cultura. Os resultados apresentados indicam possibilidade de redução de adubação nitrogenada em conjunto a utilização de um mix de bactérias *Bacillus subtilis* + *B. amyloliquefaciens* + *B. pumilus*, que proporcionaram maior índice de massa seca.

Palavras-chave: *azospirillum*; *bacillus*; defensivos agrícolas; sustentável.

Introdução

O milho é uma cultura fundamental no Brasil e no mundo e com isso apresenta uma alta produção. A cultura do milho nas últimas décadas, alcançou o primeiro lugar no mercado agrícola mundial, sendo a única a ter ultrapassado a marca de 1 bilhão de toneladas, ultrapassando a produção de trigo e arroz. Além da relevância no aspecto de segurança alimentar, na alimentação humana e, principalmente animal, é possível produzir com o milho uma infinidade de produtos, tais como bebidas, combustíveis e polímeros (CONTINI et al., 2019).

De acordo com o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) o consumo interno e a exportação do milho até 2030 deverá crescer aproximadamente 102 milhões de toneladas, podendo chegar na melhor projeção a 150 milhões de toneladas, ou seja, um crescimento aproximado na demanda de 50%. Para manter uma alta produtividade, o uso de fertilizante possui uma grande



importância na produção, e com isso a importância de melhores estratégias, que possam reduzir a utilização destes fertilizantes, sem a diminuição da produtividade e sem afetar negativamente o ambiente. Além disso os nutrientes aplicados via fertilizantes solúveis convencionais, são perdidos para ambiente por lixiviação, volatilização e fixação, acarretando na poluição do ecossistema e menor absorção dos mesmos pelas plantas refletindo na produtividade e consequentemente no impacto ambiental.

Uma possibilidade sustentável para a agricultura, visando à redução do uso de fertilizantes e, consequentemente, o custo de produção, é a utilização de bactérias promotoras do crescimento em plantas, como por exemplo as bactérias do gênero *Bacillus* sp. e *Azospirillum* sp. (SANTOS et al., 2019).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência e a dosagem adequada dos microrganismos promotores do crescimento de plantas quanto ao seu crescimento, além de propor reduções quanto ao uso de fertilizantes químicos, de modo a reduzir os impactos causados por estes no ambiente sem que haja prejuízos à produtividade da cultura e trazendo benefícios direto a produção agrícola.

Metodologia

O trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP/FCAV, câmpus de Jaboticabal, em casa de vegetação. As cepas utilizadas no presente estudo pertencem à coleção de microrganismos do Laboratório de Microbiologia Agrícola da FCAV/UNESP campus de Jaboticabal. Inicialmente, foi preparado o meio de cultura específico para cada microrganismo, meio de cultura DIGS para o crescimento do *Azospirillum*, e caldo nutriente para os *Bacillus*. Todos foram crescidos em câmara BOD por 72 horas e aplicados no estágio V4 da cultura, diretamente sobre as folhas a uma concentração final de 5×10^8 endósporos/ml.

Foram utilizados vasos de 5 dm³ preenchidos com solo do tipo Latossolo, previamente adubado de acordo com Malavolta et al. (1989), porém, com concentrações distintas entre os tratamentos, que variaram entre 25% e 100% da adubação nitrogenada de ureia, necessária para o pleno desenvolvimento da cultura. A profundidade de semeadura foi de 4 centímetros e os tratamentos receberam água diariamente.

Foi adotado o delineamento em blocos casualizados com 19 tratamentos (Tabela 1), com seis repetições, totalizando 114 unidades experimentais. Cada parcela experimental foi composta por 1,2,3, x plantas.

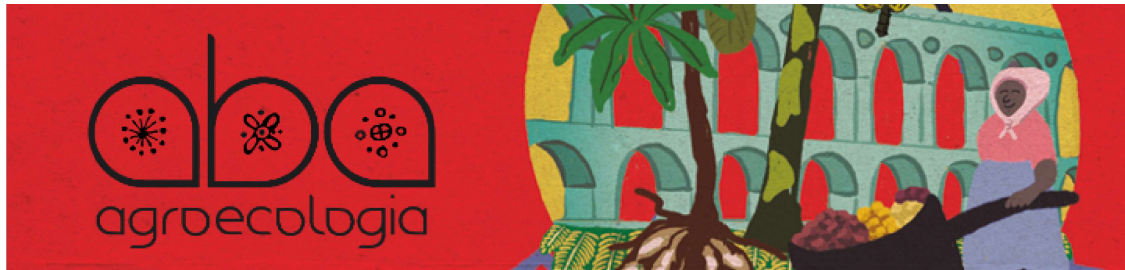


Tabela 1. Percentual de adubação+ inoculantes biológicos utilizados com suas respectivas proporções.

Tratamento	Adubação com nitrogênio %	Biológicos utilizados via foliar
1	100	Não utilizados
2	75	Não utilizados
3	50	Não utilizados
4	25	Não utilizados
5	100	<i>Azospirillum Brasilense</i> – 0,3
6	75	<i>Azospirillum Brasilense</i> – 0,3
7	50	<i>Azospirillum Brasilense</i> – 0,3
8	100	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciense</i> + <i>B. pumilus</i> – 0,1
9	100	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciense</i> + <i>B. pumilus</i> – 0,25
10	100	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciense</i> + <i>B. pumilus</i> – 0,5
11	100	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciense</i> + <i>B. pumilus</i> – 1
12	75	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciense</i> + <i>B. pumilus</i> – 0,1
13	75	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciense</i> + <i>B. pumilus</i> – 0,25
14	75	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciense</i> + <i>B. pumilus</i> – 0,5
15	75	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciense</i> + <i>B. pumilus</i> – 1
16	50	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciense</i> + <i>B. pumilus</i> – 0,1
17	50	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciense</i> + <i>B. pumilus</i> – 0,25
18	50	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciense</i> + <i>B. pumilus</i> – 0,5
19	50	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciense</i> + <i>B. pumilus</i> –

A altura em centímetros de todas as plantas foi obtida medindo-se da base até o seu ápice utilizando régua graduada. Ao final do experimento em casa de vegetação, parte aérea e raízes foram coletadas. Foi necessário lavar as raízes em água corrente para retirada da terra ainda presente. Todo o material foi colocado em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 h. Após esse período, o material foi pesado em balança semianalítica para determinação da massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA).

Os dados obtidos foram submetidos para a análise de variância, com aplicação do teste F, utilizando o programa AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO JUNIOR, 2011). Quando significativo foi realizado comparação de médias pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os tratamentos 18, 17, 2 e 16 com adubação nitrogenada acima de 50%, obtiveram as maiores médias em altura, porém, os dados não foram conclusivos, visto que a maior parte dos tratamentos não diferiram estatisticamente. O trabalho de Costa et al. (2022), no entanto, observou diferença na altura final das plantas quando receberam *Bacillus* como inoculante, melhorando o seu desempenho. O mesmo foi



observado em aplicações de *Azospirillum* por CAMARGO & CASTRO, 2021, onde o inoculante biológico resultou em acréscimos na altura da planta. Os resultados podem ser visualizados na Figura 1.

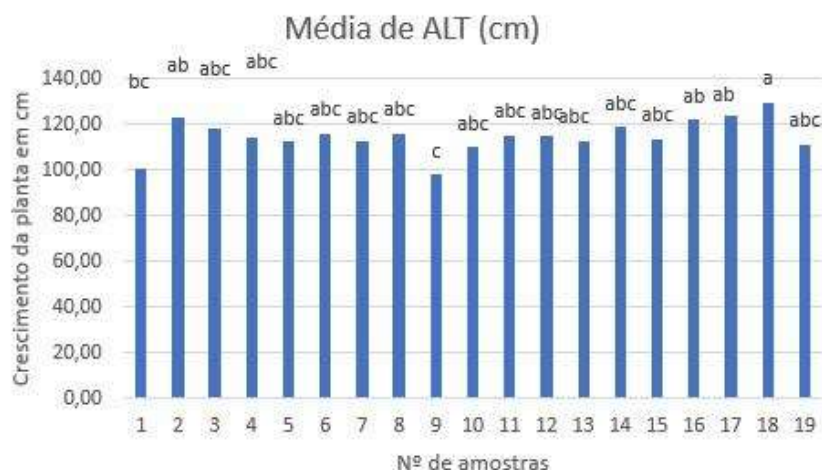


Figura 1. Altura média das plantas de milho submetidas a diferentes concentrações de nitrogênio e bioinsumos

Não foram obtidas diferenças estatísticas para a massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR), o que indica que a inoculação composta pelo mix de *Bacillus* e pelo *Azospirillum* pode ter sido suficiente para suprir a falta da adubação química presente em parte dos tratamentos. O aumento da massa seca de parte aérea por microrganismos do gênero *Bacillus* foi observado também por Ferreira et al. (2021), porém, o mesmo trabalho não obteve diferença em relação à massa seca das raízes. O trabalho de VITTO et al. 2022, por sua vez, obteve acréscimos quanto a massa seca de colmo, bainhas e folhas de milho quando sob influência do *Azospirillum* como inoculante. Vale ressaltar que foi realizada apenas uma inoculação ao longo do experimento, novas aplicações poderiam resultar em resultados ainda mais satisfatórios.

Os resultados da inoculação com bactérias promotoras de crescimento podem variar de acordo com as condições ambientais, rotinas agrícolas e genótipo da planta, assim como com a quantidade e qualidade das bactérias utilizadas como inoculante (MATSUMURA et al., 2015). Contudo, os resultados descritos na comunidade científica mostram que esta técnica é favorável, e vai de encontro aos novos conceitos de agroecologia.

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos e análise bibliográfica verificada, é possível sugerir que, a adubação nitrogenada de ureia na cultura do milho combinada com a utilização de bactérias promotoras de crescimento como o *Azospirillum* e um mix de



Bacillus, favorece a agroecologia no sentido de que, o uso indiscriminado de defensivos agrícolas e fertilizantes químicos trazem prejuízos ao meio ambiente. A utilização de alternativas para redução dos mesmos no ambiente quando se torna necessário aumentar cada vez mais a produtividade para suprir a demanda na produção de alimentos somado a redução dos impactos ambientais. No entanto, o ideal é que sejam realizadas mais de uma aplicação do inoculante biológico para que se obtenha melhores resultados.

Agradecimentos

A coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao Programa de Pós- Graduação de Microbiologia Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e ao Laboratório de Microbiologia Agrícola da Faculdade de Ciências Agrária e Veterinária de Jaboticabal – UNESP/FCAV

Referências bibliográficas

BARBOSA, José C.; MALDONADO JÚNIOR, Walter. **AgroEstat**: sistema para análise estatística de ensaios agrônômicos. Versão 1.0. Jaboticabal: FCAV/Unesp, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio**: BRASIL 2020/2021 a 2030/2031. Secretaria de Política Agrícola. Brasília, 2021, 28 a 33p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2020-2021-a-2030-2031.pdf/view>.

CONTINI, Elisio et al. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. **Brasília: Embrapa. (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2)**, 2019.

CAMARGO, Kelly C.; CASTRO, Biane. Análise de altura de planta de milho submetida a inoculação na semeadura com *Azospirillum brasilense*. **10º SIEPEX**, ISSN:2448-0010, 2021.

COSTA, Matheus B.; MOREIRA, Gabriela R. N.; SOUZA, Isabella S. R.; AGUIAR, Lorena de A.; ROCHA, Vanessa C.; REZENDE, Cláudia F. A. Desenvolvimento inicial de milho frente a inoculação com bactérias diazotróficas. **CIPEEX –Congresso Internacional de Pesquisa, Ensino e Extensão v. 3 -ISSN: 2596-1578**, 2022.

DE SOUZA, Cristiano Márcio Alves et al. Perdas na colheita mecanizada de milho em agricultura familiar da Zona da Mata Mineira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 02, 2006



DOS SANTOS, Franciane Lemes et al. Inoculation and co-inoculation of growth promoting rhizobacteria in irrigated rice plants. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, p. 1-5, 2019.

FERREIRA, Thiago C.; LAGO, Lucas do; SILVA, Lucas G.; PACIFICO, Marina G.; FARIA, Mírian R. de; & BETTIOL, Wagner. Potencial de *Bacillus* spp. em promover o crescimento e controlar *Fusarium verticillioides* em milho. **Summa Phytopathologica**, v. 47, n.4, p. 195–203, 2021.

LOUREIRO, Thâmara Carvalho et al. Associação de ureia e bactérias diazotróficas incrementam o crescimento no milho Associação de ureia e bactérias diazotróficas aumentam o crescimento do milho. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 7, n. 7, pág. 73687-73699, 2021.

MALAVOLTA, Euripedes; VITTI, Godofredo C.; de OLIVEIRA, Alberto S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e Aplicações**. 201 p. Piracicaba: POTAFOS, 1989.

MATSUMURA, Emilyn Emy et al. Composition and activity of endophytic bacterial communities in field-grown maize plants inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Annals of microbiology**, v. 65, n. 4, p. 2187-2200, 2015.

SILVA, Fábio C.; ABREU, Mônica F.; PÉREZ, Daniel V.; EIRA, Paulo A.; ABREU, Cleíde A.; RAIJ, Bernardo V.; GIANELLO, Clésio; COELHO, Antonio M.; QUAGGIO, José A.; TEDESCO, Marino J.; SILVA, Carlos A.; BARRETO, Washington O. **Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo**. In: SILVA, Fábio C. (org.) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2ªed, Brasília: EMBRAPA, 2009.

VITTO, Deise C.; GUIMARÃES, Vandeir F.; de OLIVEIRA, Paulo S. R.; CECATTO JR, Roberto, da SILVA, André S. L.; HOSCHIED, Alisson R. S. Produção e produtividade de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* fertilizado com cama de frango. **Nativa**, v. 10, n. 4, p. 477–485, 2022.