



Uso de bactérias como inoculante e fonte de fertilizante na cultura do milho

Valéria Fernandes de Oliveira Sousa ¹*

¹Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Brasil. (*Autor correspondente: valeriafernandesbds@gmail.com)

Histórico do Artigo: Submetido em: 21/05/2020 – Revisado em: 15/06/2020 – Aceito em: 05/07/2020

RESUMO

A cultura do milho é bastante exigente em tratamentos culturais, dentre eles, adubação, a qual interfere de forma significativa na rentabilidade de grãos, alternativas para maximização na eficiência produtiva são cruciais atualmente. Nesse contexto, objetivou-se realizar levantamento bibliográfico sobre uso de bactérias como inoculante e fonte de fertilizante na cultura do milho, baseado na bibliografia existente sobre a temática. Abrangendo aspectos gerais da cultura do milho e sua relação com adubação nitrogenada, além do uso de bactérias como inoculantes. Observou-se que o cultivo do milho é relevante por ser uma das gramíneas que possuem maior representatividade socioeconômica, sendo a segunda maior cultura de importância na produção agrícola brasileira, devido seu consumo in natura, industrial e para alimentação animal. No entanto, o pequeno e médio produtor na maioria das vezes não proporciona adubação de forma adequada e acaba com prejuízos na safra dessa cultura, ou utiliza insumos excessivamente, ocasionando impactos ambientais e gastos desnecessários. Além disso, devido à falta de difusão tecnológica para os produtores do alto sertão paraibano, a produção de milho é relativamente baixa, prejudicando a produção da agricultura familiar em pequenas áreas, proporcionando a necessidade de importação de grãos de outros estados, para suprir o mercado interno. A inoculação com bactérias é uma alternativa viável para a produção de gramíneas, pois essas culturas necessitam de fertilizantes para incremento na produção, principalmente os nitrogenados, logo a ação inoculante destas bactérias maximiza a eficiência do fertilizante e proporcionam alguns nutrientes em pequena escala, reduzindo a necessidade de altas concentrações de fertilizantes, além de perdas por volatilização, melhorando a relação custo/benefício do produtor, além do fator sustentável.

Palavras-Chaves: *Azospirillum brasilense*, fixação biológica de nitrogênio, produção vegetal, *Zea Mays* L.

Use of bacteria as an inoculant and source of fertilizer in maize crops

ABSTRACT

The cultivation of corn is very demanding in crop treatments, including fertilization, which significantly interferes in the profitability of grains, alternatives for maximizing productive efficiency are crucial today. In this context, the objective was to carry out a bibliographic survey on the use of bacteria as an inoculant and source of fertilizer in corn, based on the existing literature on the subject. Covering general aspects of corn culture and its relationship with nitrogen fertilization, in addition to the use of bacteria as inoculants. It was observed that the cultivation of corn is relevant because it is one of the grasses that have greater socioeconomic representativeness, being the second largest crop of importance in Brazilian agricultural production, due to its consumption in natura, industrial and for animal feed. However, the small and medium producer most of the time does not provide adequate fertilization and ends up with losses in the harvest of this crop, or uses inputs excessively, causing environmental impacts and unnecessary expenses. In addition, due to the lack of technological diffusion for producers in the highlands of Paraíba, corn production is relatively low, impairing the production of family farming in small areas, providing the need to import grain from other states to supply the market internal. Inoculation with bacteria is a viable alternative for the production of grasses, as these crops need fertilizers to increase production, especially nitrogenous ones, so the inoculating action of these bacteria maximizes the efficiency of the fertilizer and provides some nutrients on a small scale, reducing the need for high concentrations of fertilizers, in addition to losses due to volatility, improving the cost/benefit ratio of the producer, in addition to the sustainable factor.

Keywords: *Azospirillum brasilense*, biological nitrogen fixation, plant production, *Zea Mays* L.

Sousa, V.F.O. (2020). Uso de bactérias como inoculante e fonte de fertilizante na cultura do milho. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.2, n.3, p.53-57.



1. Introdução

Atualmente, a maximização da produtividade em gramíneas é um dos assuntos mais debatidos, visto que há necessidade de produzir mais em uma menor escala de tempo, porém na maioria das vezes o uso de fertilizantes minerais é usado de forma excessiva acarretando contaminação de lençóis freáticos e solo (Arnuti et al., 2017). Assim, necessita-se reduzir custos e impactos gerados por fertilizantes minerais sendo uma das estratégias utilizadas a inoculação de bactérias (Galindo et al., 2015).

A utilização de bactérias promotoras de crescimento vegetal é uma alternativa promissora e de baixo impacto ambiental para aumentar a eficiência de uso de fertilizantes químicos e reduzir o uso, garantindo elevadas produtividades com melhor relação custo-benefício (Spolaor et al., 2016).

Dentre os benefícios destas bactérias pode-se citar incremento no crescimento e desenvolvimento das plantas por meio de mecanismos diretos e/ou indiretos, coexistindo associativamente nas superfícies radiculares, a rizosfera e filósfera, e nos tecidos internos de diferentes espécies vegetais, assim como suplemento nutricional de potássio, fósforo e ferro (Hungria et al., 2010).

Nas espécies gramíneas tem-se destaque a cultura do milho (*Zea mays* L.), a mesma apresenta agregação de aspectos econômicos e nutricionais para a população brasileira (Souza et al., 2015). A produção nacional de milho corresponde a 82.288.298 toneladas de grão de acordo com dados do IBGE (2018), sendo a Região Centro Oeste maior produtora nacional (52,17%) com destaque ao estado de Mato Grosso o maior produtor nacional. A Região Nordeste é a terceira maior produtora concentrando 7,10% da produção brasileira, com maior parte nos estados da Bahia e Piauí, a Paraíba apresenta apenas meio por cento da produção nacional de milho (IBGE, 2018).

Um dos fatores limitantes para seu cultivo é a alta demanda nutricional, principalmente de adubação nitrogenada, pois o nitrogênio é o macronutriente mais requerido pela cultura (Rolim et al., 2018). Assim, acrescendo o uso de fertilizantes para alcançar altas produtividades onerando gastos excessivos para o produtor. Com isso, a identificação de estratégias de manejo da lavoura que possam atender a demanda nitrogenada do milho, com baixo custo de produção e limitado impacto ambiental, torna-se cada vez mais importante para aumentar a margem bruta do produtor, preservar o ambiente e garantir segurança alimentar para a população mundial (Sangoi et al., 2015).

Sabendo que o uso de bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Azospirillum brasilense* tem sido recomendado para gramíneas como milho, trigo e arroz (Beutler et al., 2016). Logo, pode-se fazer a combinação do uso de inoculante com doses menores de nitrogênio, estimulando o crescimento e desenvolvimento da cultura do milho, o que pode possibilitar diminuição de custos e manter produtividade em níveis satisfatórios (Figueroa, 2016).

Nesse contexto, objetivou-se realizar levantamento bibliográfico uso de bactérias como inoculante e fonte de fertilizante na cultura do milho, baseado na bibliografia existente sobre a temática.

2. Desenvolvimento

2.1 Aspectos gerais da cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie que pertence à família Poaceae sendo cultivada em vários países como, Estados Unidos da América, República Popular da China, Índia, Brasil, França, Indonésia, África do Sul e entre outros. Possui vasta adaptabilidade, representada por variados genótipos, permitindo cultivo, assim, em climas tropicais, subtropicais e temperados (Barros; Calado, 2014). Contudo, temperatura e luminosidade favoráveis, geralmente entre 30 °C, elevada disponibilidade de água no solo e umidade relativa do ar superior a 70% são requerimentos básicos durante a floração e enchimento dos grãos (Caixeta Filho; Nunes, 2015).

É uma cultura que possui finalidade de utilização a alimentação humana e animal, devido às suas elevadas qualidades nutricionais, contendo quase todos os aminoácidos conhecidos, com exceção da lisina e do triptofano (Barros; Calado, 2014). No Brasil, a cultura do milho possui destaque sendo a segunda cultura mais explorada economicamente. Na Paraíba é indiscutível a importância do milho enquanto produto de consumo alimentar, mas também como alternativa de exploração econômica das pequenas propriedades e como atividade de ocupação da mão de obra agrícola familiar (Cuenca et al., 2005).

Sendo uma das culturas mais exigentes em nutrientes, com destaque para o nitrogênio, o qual é um nutriente chave para o crescimento e consequentemente produção (Romualdo et al., 2018). Este macronutriente incrementa o teor de proteína do grão (cerca de 70 a 77 % do azoto é exportado para o grão) e melhora a digestibilidade do milho forrageiro (Barros; Nunes, 2014).

Em relação às necessidades nutricionais, o milho apresenta períodos diferentes de intensa absorção, com o primeiro ocorrendo durante a fase de desenvolvimento vegetativo, isto é, V4 a V12, quando o número potencial de grãos está sendo definido; e o segundo, durante a fase reprodutiva ou formação da espiga, quando o potencial produtivo é atingido. Isso enfatiza que, para altas produtividades, mínimas condições de estresses devem ocorrer durante todos os estádios de desenvolvimento da planta e que a adubação deve ser realizada parceladamente (Cruz et al., 2011).

Atrelado a isso, sabe-se que o nitrogênio é um nutriente muito solúvel e por isso muito móvel no solo, perdendo-se facilmente por lavagem ao longo do perfil do solo e saindo para fora da ação das raízes, tornando desse modo, a sua aplicação dificultosa e diminuindo assim, sua eficiência, logo, estudos que viabilizem incremento na eficiência da adubação nitrogenada são primordiais (Barros; Nunes, 2014).

2.2. *Uso de bactérias inoculantes em gramíneas*

O uso de bactérias que promovem a fixação biológica de nitrogênio (FBN) é utilizada como alternativa na busca de sistemas sustentáveis em gramíneas, a qual visa redução na aplicação de fertilizantes nitrogenados, onde esses microrganismos, chamados diazotróficos, são capazes de reduzir o nitrogênio atmosférico (N_2) a amônia (NH^{+3}) pela quebra da ligação tríplice do N pela enzima nitrogenase, com alto consumo de energia na forma de ATP. Após a reação de redução, a amônia é rapidamente convertida a amônio (NH^{+4}), que é assimilado pela célula vegetal sob a forma de glutamina (Sangoi et al., 2015).

Dentre estes microrganismos, o gênero *Azospirillum* tem sido relatado em associação com grande número de espécies de cereais e gramíneas forrageiras, demonstrando resultados satisfatórios no incremento de nitrogênio na planta, aumentando sua área foliar, sistema radicular e, consequentemente, sua produtividade (Moreira et al., 2014).

Pois, uso destes microrganismos promovem uma melhor germinação das sementes; aumentam emissão de radículas; maior quantidade de absorção de nutrientes a uma velocidade mais alta; como têm função quelatizante, facilitam a penetração de outros componentes na planta; maior assimilação de nutrientes pelas células vegetais; estímulo ao crescimento, acelera a maturação e aumento da produtividade (Cruz et al., 2011).

Garcia et al. (2016) ao avaliarem doses e modos de aplicação de *Azospirillum brasilense* em arroz concluíram que o inoculante contendo *Azospirillum brasilense* promove acréscimo (19%) na produtividade de arroz de terras altas irrigado por aspersão, quando usado na dose de 200 mL ha^{-1} , independentemente do modo de aplicação.

Do mesmo modo, Dartora et al. (2013) ao estudarem adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho constataram que a inoculação combinada destas estirpes proporcionaram incrementos de 12% na matéria seca de parte aérea e 7% na produtividade em relação ao tratamento testemunha (ausente de bactérias) indicando benefícios da combinação de bactérias diazotróficas que interagem de forma diferenciada com a planta.

Em contrapartida, no estudo realizado por Matsumura et al. (2015) ao avaliarem composição e atividade

de comunidades bacterianas endofíticas em plantas de milho cultivadas no campo e inoculadas com *Azospirillum brasilense* observaram que o tratamento de inoculação foi eficiente na promoção do crescimento das plantas. No entanto, a combinação de tratamentos regulares com fertilizantes nitrogenados e inoculação de plantas não teve um efeito aditivo e, na verdade, tendeu a diminuir a produtividade do milho, logo necessário compreender os fatores ambientais que influenciam a capacidade de uma planta de apoiar sua comunidade bacteriana associativa sendo indispensável para alcançar respostas padronizadas de inoculação.

Segundo Moraes et al. (2016) diversos estudos abordando a inoculação de cereais com microrganismos diazotróficos. Mas, em muitos experimentos os pesquisadores têm negligenciado a viabilidade da aplicação desses microrganismos no sulco de semeadura, juntamente com as sementes, e o efeito da concentração das bactérias na fitoestimulação, logo é necessário observar a influência na forma de aplicação, além do ambiente de cultivo.

3. Considerações finais

O cultivo do milho é relevante por ser uma das gramíneas que possuem maior representatividade socioeconômica, sendo a segunda maior cultura de importância na produção agrícola brasileira, devido seu consumo in natura, industrial e para alimentação animal.

No entanto, o pequeno e médio produtor na maioria das vezes não proporciona adubação de forma adequada e acaba com prejuízos na safra dessa cultura, ou utiliza insumos excessivamente, ocasionando impactos ambientais e gastos desnecessários. Além disso, devido à falta de difusão tecnológica para os produtores do alto sertão paraibano, a produção de milho é relativamente baixa, prejudicando a produção da agricultura familiar em pequenas áreas, proporcionando a necessidade de importação de grãos de outros estados, para suprir o mercado interno.

A inoculação com bactérias é uma alternativa viável para a produção de gramíneas, pois essas culturas necessitam de fertilizantes para incremento na produção, principalmente os nitrogenados, logo a ação inoculante destas bactérias maximiza a eficiência do fertilizante e proporcionam alguns nutrientes em pequena escala, reduzindo a necessidade de altas concentrações de fertilizantes, além de perdas por volatilização, melhorando a relação custo/benefício do produtor, além do fator sustentável.

4. Referências

- Arnuti, F., Cecagno, D., Martins, A.P., Balerini, F., Meurer, E.J. & Silva, P.R.F. (2017). Intensidade de irrigação e manejo da adubação nitrogenada de cobertura no milho em sistema de plantio direto consolidado. *Colloquium Agrariae*, 13(3), 29-40.
- Barros, J.F.C. & Calado, J.G. (2014). A Cultura do Milho. Universidade de Évora. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>>. Acesso em Maio de 2018.
- Beutler, A.M., Burg, G.M., Deak, E.A., Schmidt, M.R. & Galon, L. (2016). Effect of nitrogen-fixing bacteria on grain yield and development of flooded irrigated rice. *Revista Caatinga*, 29(1), 11–17.
- Caixeta Filho, J.V. & Nussio, L.G. (2015). **Visão agrícola: milho**. Piracicaba: USP/ESALQ.
- Cuenca, M.A.G, Nazário, C.C. & Mandarino, D.C. (2005). **Aspectos Agroeconômicos da Cultura do Milho: Características e Evolução da Cultura no Estado da Paraíba entre 1990 e 2003**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros.

Cruz, J.C., Magalhães, P.C., Pereira Filho, I.A. & Moreira, J.A.A. (2011). **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica.

Dartora, J., Guimarães, V.F., Marini, D. & Sander, G. (2013). Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17(10), 1023–1029.

Galindo, F.S., Ludkeiwicz, M.G.Z., Bellote, J.L.M., Santini, J.M.K., Teixeira Filho, M.C.M. & Buzetti, S. (2015). Épocas de inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar afetando a produtividade da cultura do trigo irrigado. **Tecnologia e ciência agropecuária**, 9(2), 43-48.

Garcia, N.F.S., Arf, O., Portugal, J.R., Peres, A.R., Rodrigues, M. & Pentead, M.S. (2016). Doses and application methods of *Azospirillum brasilense* in irrigated upland rice. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 20(11), 990-995.

Figueroa, L.V. (2016). **Desempenho do milho cultivado sob sistema de plantio direto com adubação nitrogenada e uso de inoculante**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia), Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba-SC.

Hungria, M., Campo, R.J., Souza, E.M. & Pedrosa, F.O. (2010). Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, 331(1), 413-425

Matsumura, E.E., Secco, V.A., Moreira, R.S., Santos, J.A.P., Hungria, M. & Oliveira, A.L.M. (2015). Composition and activity of endophytic bacterial communities in field-grown maize plants inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Annals of Microbiology**, 65(1), 2187-2200.

Morais, T.P., Brito, C.H., Brandão, A.M. & Rezende, W.S. (2016). Inoculation of maize with *Azospirillum brasilense* in the seed furrow. **Revista Ciência Agrônômica**, 47(2), 290-298.

Moreira, C.D.A., Pereira, D.H., Coimbra, R.A. & Moreira, I.D.A. (2014). Germinação de Gramíneas Forrageiras em Função da Inoculação de Bactérias Diazotróficas. **Scientific Electronic Archives**, 6(1), 90-96.

Rolim, R.R., Pinto, A.A., Camara, F.T., Mota, A.M.D. & Silva, C.S. (2018). Produtividade e rentabilidade do milho em função do manejo da adubação na região do Cariri-CE. **Revista Técnico-Científica**, 20(1), 204-221.

Romualdo, L.M., Luz, P.H.C., Baesso, M.M., Deveschio, F.F.S. & Bet, J.A. (2018). Spectral indexes for identification of nitrogen deficiency in maize. **Revista Ciência Agrônômica**, 49(2), 183-191.

Sangoi, L., Silva, L.M.M, Mota, M.R., Panison, F., Schmitt, A., Souza, N. M., Giordani, W. & Schenatto, D.E. (2015). Desempenho agrônômico do milho em razão do tratamento de sementes com *Azospirillum* sp. e da aplicação de doses de nitrogênio mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39(4), 1141-1150.

Souza, L.C., Melo, N.C., Siqueira, J.A.M., Silva, V.F.A. & Oliveira Neto, C.F. (2015). Comportamento bioquímico no milho submetido ao déficit hídrico e a diferentes concentrações de silício. **Revista Agrarian**, 8(29), 260-267.