

VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"



CONTRIBUIÇÕES DA INOCULAÇÃO DE *Azospirillum* sp. NO PROCESSO DE FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

Ângella Eduarda da Silva Sousa¹, Thais Ferreira da Silva², Daciane Soares dos Santos³, Cicera Alane Coelho Gonçalves⁴, Antonio Henrique Bezerra⁵, Josivânia Teixeira de Sousa⁶, Nair Silva Macêdo⁷; Débora Feitosa Muniz⁸, Francisco Assis Bezerra da Cunha⁹

Resumo: A necessidade de diminuir os impactos ambientais ocasionados por fertilizantes químicos e o uso não racional da adubação nitrogenada faz com que seja necessário utilizar uma alternativa mais sustentável. Os microrganismos do grupo de bactérias do gênero *Azospirillum* realizam a Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN), e ao se associarem com os vegetais, promovem o seu desenvolvimento. O objetivo deste trabalho foi reunir as principais informações na literatura sobre a inoculação de *Azospirillum* e suas contribuições na FBN. A metodologia consistiu na análise das publicações dos últimos cinco anos nas bases: "Scopus", "Web of Science" e "Science Direct". Os resultados indicam que a espécie *A. brasilense*, dentre as espécies do gênero, é a mais relatada nos estudos. Promovendo um melhor desenvolvimento das culturas do milho e do arroz. Em outros estudos exploratórios com diferentes culturas associadas, observa-se crescimento radicular e tolerância aos estresses bióticos e abióticos. Logo, a inoculação desse gênero beneficia o crescimento e desenvolvimento das plantas, aumentando a sua produtividade.

Palavras-chave: Rizobactérias. Fixação de Nitrogênio. Culturas vegetais.

1. Introdução

Dentre os elementos mais abundantes na biosfera encontra-se o nitrogênio na forma gasosa. Entretanto, este elemento não está biologicamente disponível para as culturas vegetais. Neste sentido, para que seja absorvido pelas plantas, é necessário a conversão do Nitrogênio (N_2) atmosférico em Amônia (NH_3), essa conversão é realizada por organismos diazotróficos, através do processo de Fixação Biológica do Nitrogênio - FBN, pela catalização da enzima nitrogenase que reduz o N_2 a NH_3 (NAQQASH et al., 2022; BOURSCHEIDT et al., 2023; GUO et al., 2023).

O nitrogênio é comumente fornecido às plantas de forma exógena pelo uso de fertilizantes. Com a crescente demanda por eficiência em sistemas forrageiros e a busca pela redução dos impactos ambientais, ocasionados pelo uso de fertilizantes químicos e o uso não racional da adubação nitrogenada, tem se ampliado o uso sustentável de microrganismos que realizem a FBN (BOURSCHEIDT et al., 2023; PRUSTY et al., 2023). A inoculação de plantas com bactérias que melhoram o metabolismo das culturas vegetais a partir da secreção de sideróforos e fitohormônios pode diminuir os riscos de

¹ Universidade Regional do Cariri, email: angella.eduarda@urca.br

² Universidade Regional do Cariri, email: thais.ferreira@urca.br

³ Universidade Regional do Cariri, email: daciane.soares@urca.br

⁴ Universidade Regional do Cariri, email: alane.goncalves@urca.br

⁵ Universidade Regional do Cariri, email: ahb.bio@urca.br

⁶ Universidade Regional do Cariri, email: josivania.sousa@urca.br

⁷ Universidade Regional do Cariri, email: nair.macedo@urca.br

⁸ Universidade Regional do Cariri, email: debora.fmuniz@urca.com

⁹ Universidade Regional do Cariri, email: cunha.urca@gmail.com

VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"



contaminação do solo e aumentar a resistência ao estresse biótico e abiótico (VOLKOGON et al., 2021; WU et al., 2023; SHARIFSADAT et al., 2023).

O *Azospirillum* é um gênero de bactérias Gram-negativas (Rhodospirillaceae) representante das rizobactérias, é um microrganismo que possui ampla distribuição geográfica. É um fixador de N comumente presente em raízes de gramíneas. Esta bactéria pode coexistir com outras culturas como arroz, milho e cana de açúcar. Estudos recentes indicam que a atuação desse microrganismo com a síntese de fitohormônios como as auxinas, giberelinas, etileno, ácido salicílico e ácido abscísico promovem o crescimento e desenvolvimento vegetal, além da solubilização de fosfato e atuarem como biocontrole de patógenos e insetos (SHARIFSADAT et al., 2023; ALVES et al., 2020; HOUSH et al., 2023). O principal representante no processo de inoculação de não leguminosas com bactérias que estimulam o crescimento são os *Azospirillum* spp., sendo utilizados principalmente para culturas de milho e trigo (DE SOUZA et al., 2019).

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho foi reunir as principais informações existentes na literatura acerca da inoculação de *Azospirillum* e suas contribuições no processo de fixação biológica de nitrogênio.

3. Metodologia

3.1 Busca Bibliográfica

Foi realizado um levantamento bibliográfico na Língua Inglesa (EN) de artigos publicados nos últimos cinco anos, através do descritor "*Azospirillum* AND nitrogen fixation". As bases de dados utilizadas foram o "Scopus" (56 resultados) "Web of Science" (120 resultados) e "Science Direct" (102 resultados), acessado pelo portal de periódicos da CAPES. Após as buscas foram identificados 787 documentos, aos quais após aplicados os critérios descritos a seguir, foram utilizados apenas 17 estudos.

3.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

Para os critérios de exclusão foram considerados: (I) - artigos de revisão; (II) - artigos que não fossem o objeto de estudo deste resumo. Para os critérios de inclusão foram considerados: (I) artigos que continham em seu título, resumo ou palavras-chave o descritor utilizado na busca; (II) Artigos que continham no seu resumo informações relacionadas a inoculação de *Azospirillum* e suas contribuições no processo de fixação biológica.

3.3 Contabilização e tratamento de dados

Após a pesquisa bibliográfica, foi realizada a contabilização dos resultados utilizando o programa Microsoft Office Word, abrangendo o título do artigo, autores, resumo, ano de publicação e DOI. Aplicando-se os critérios de inclusão e exclusão com base na análise do resumo.

4. Resultados

Tabela 1- Bactérias fixadoras de N₂

VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"

ISSN 1983-8174



Microrganismo utilizado	Vegetal estudado	Resultado	Citação
<i>Azospirillum brasilense</i>	Sementes de arroz	Aumento do peróxido de hidrogênio, NADPH oxidase, redutase do nitrato, pectinametilesterase, celulase, mananase, xilanase e pectinase.	(SHARIFSADAT et al., 2023)
<i>Azospirillum</i> spp	Plantas de arroz	Fixa mais nitrogênio do que a <i>Azotobacter</i>	(PRUSTY et al., 2023)
<i>Azospirillum brasilense</i>	Sementes de arroz	Melhorou a atividade de fixação de N ₂ na rizosfera com a taxa de aplicação de N foi inferior a 90 kg N ha ⁻¹	(ZHANG et al., 2021)
<i>Azospirillum irakens</i>	Sementes de arroz	Não houve diferença após o tratamento com a auxina+giberelina.	(SHARIFSADAT et al., 2023)
<i>Azospirillum brasilenses</i> cepas Ab-V5 Ab-V6	Sementes de milho	Influência no diâmetro do caule, o número de grãos por fileira e a massa de grãos	(DE SOUZA et al., 2019)
<i>Azospirillum brasilense</i>	Semente de milho	Rendimento de 31,8%	(ALVES et al., 2020)
<i>Azospirillum ER-20</i>	Sementes de trigo	Aumento do crescimento do trigo e a assimilação de nitrogênio = melhor rendimento de grãos.	(DIN et al., 2021)
<i>Azospirillum brasilense</i>	Sementes de pipoca (IAC 125)	Aumento do índice de área foliar e produtividade comercial de espigas quando combinados com adubações nitrogenadas.	(PELLOSO et al., 2023)
<i>Azospirillum</i> spp	Batata	Crescimento das plantas e os teores de N aumentaram significativamente com as inoculações.	(NAQQASH et al., 2022)
<i>Azospirillum brasilense</i>	Cana-de-açúcar	Aumentou a quantidade de colmos.	(SCUDELETTI et al., 2023)

O consórcio entre vegetais e bactérias do solo, fixadoras de nitrogênio, além de ser uma alternativa sustentável, impulsiona a produção agrícola e pode diminuir o uso de fertilizantes químicos. Para fixar o N é necessário que haja atividade da nitrogenase influenciado pela disponibilidade de oxigênio, pelo pH e a temperatura (KOUL; KOCHAR, 2021).

O *Azospirillum brasilense* associado às sementes de arroz, demonstrou aumento do peróxido de hidrogênio, NADPH oxidase, redutase do nitrato, pectinametilesterase, celulase, mananase, xilanase e pectinase (SHARIFSADAT et al., 2023), estudos como o de Zhang et al. (2021) mostraram que a inoculação das sementes de arroz com a *A. brasilense* melhorou a atividade de fixação de N₂. Ensaio semelhante demonstram que essa bactéria, além de ser a mais utilizada, é a que mais obtém resultados positivos quando inoculadas a sementes de arroz (SINGH et al., 2019). O *A. brasilense* inoculado em sementes de milho de pipoca (IAC 125) demonstrou o aumento do índice de área foliar e produtividade comercial de espigas, quando associados a adubações nitrogenadas (PELLOSO et al., 2023). A associação com a cana-de-açúcar demonstrou aumento na quantidade de colmos, efetivando o desenvolvimento vegetal (SCUDELETTI et al., 2023). Além disso, observa-se que *A. brasilense* promove maior produtividade associada à adubação nitrogenada (SCUDELETTI et al., 2023).

VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: “INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC’S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO”

ISSN 1983-8174



Sharifsadat et al. (2023) realizou um estudo comparativo com a *A. brasiliense* e a *Azospirillum irakens* utilizando sementes de arroz, entretanto para a *A. irakens* não obteve diferença quando avaliado ao tratamento com a auxina+giberelina. Em estudo com o *Azospirillum* spp., as plantas de arroz fixaram mais nitrogênio quando comparado ao *Azotobacter* (PRUSTY et al., 2023). De Souza et al. (2019) ao inocular a *A. brasiliense* ao milho, verificou que houve um aumento no diâmetro do caule, no número de grãos por fileira e na massa dos grãos. Estudos realizados por (ALVES et al., 2020) demonstraram que a associação proporcionou um rendimento de 31,8% da produção de milho. A análise da inoculação de *Azospirillum* ER-20 em sementes de trigo propiciou o aumento do crescimento do trigo e a assimilação de nitrogênio, o que ocasionou um maior rendimento de grãos (DIN et al., 2021). Naqqash et al. (2022) fez o consórcio entre *Azospirillum* spp. e Batatas, neste estudo os parâmetros de crescimento das plantas e os teores de N aumentaram significativamente com as inoculações.

Estes estudos demonstram que a associação entre essas culturas proporciona um melhor crescimento radicular, melhor nutrição e tolerância aos estresses bióticos e abióticos (SCUDELETTI et al., 2023; SINGH et al., 2019). Além disso, demonstra que a FBN proporciona através dos bioestimulantes uma nova alternativa de suprir o déficit de N às culturas (PRUSTY et al., 2023).

5. Conclusão

O microrganismo mais citado nos trabalhos foi *Azospirillum brasilense* classificado como um dos microrganismos fixadores de nitrogênio mais promissores para consórcio com culturas vegetais. Dentre as culturas vegetais citadas, essa bactéria está associada principalmente ao milho e ao arroz. A relevância dessa associação é evidenciada após o cumprimento dos critérios avaliados nos estudos, como por exemplo o crescimento do vegetal, a produção de sementes, o acúmulo de N nas raízes, e a concentração de N foliar. Observa-se que na literatura os métodos que são detalhados para a execução de testes sofrem diferentes variações relacionadas como variação das condições ambientais e as variações genéticas das espécies inoculadas, essa variabilidade pode ser um fator limitante para o desenvolvimento de metodologias que possam avaliar de uma forma mais uniforme a relação estabelecida entre as culturas vegetais e microbiológicas para melhorar os métodos de inoculação e aumentar a sua eficiência.

6. Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (BPI 02/2020 NÚMERO: BP4-0172-00168.01.00/20 SPU Nº: 09673071/2020); ICMBio

7. Referências

ALVES, M. V. et al. Corn seed inoculation with *Azospirillum brasilense* in different nitrogen fertilization management. **Revista Brasileirade Ciencias Agrarias**, v. 15, n. 3, p. 6–11, 2020.

VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"



BOURSCHEIDT et al. Highlighting the benefits of biological nitrogen fixation on agronomic, physiological, and nutritive value traits of brachiaria grass. **European Journal of Agronomy**, V. 143, February 2023, 126730.

DE SOUZA, E. M. et al. Does the nitrogen application associated with azospirillum brasilense inoculation influence corn nutrition and yield? **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 1, p. 53–59, 2019.

DIN, I. et al. Inoculation of nitrogen fixing bacteria in conjugation with integrated nitrogen sources induced changes in phenology, growth, nitrogen assimilation and productivity of wheat crop. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 20, n. 7, p. 459–466, 2021.

GUO, L. et al. Fertilization practices affect biological nitrogen fixation by modulating diazotrophic communities in an acidic soil in southern China. **Pedosphere**, v. 33, n. 2, p. 301–311, 2023.

HOUSH, A. B. et al. Studies Using Mutant Strains of Azospirillum brasilense Reveal That Atmospheric Nitrogen Fixation and Auxin Production Are Light Dependent Processes. **Microorganisms**, v. 11, n. 7, 2023.

KOUL, V.; KOCHAR, M. A novel essential small RNA, sSp_p6 influences nitrogen fixation in Azospirillum brasilense. **Rhizosphere**, v. 17, n. November 2020, p. 100281, 2021.

NAQQASH, T. et al. Inoculation With Azospirillum spp. Acts as the Liming Source for Improving Growth and Nitrogen Use Efficiency of Potato. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, n. July, p. 1–16, 2022.

PELLOSO, M. F. et al. Agronomic performance and quality of baby corn in response to the inoculation of seeds with Azospirillum brasilense and nitrogen fertilization in the summer harvest. **Heliyon**, v. 9, n. 4, 2023.

PRUSTY, S. et al. Unraveling the potential of native Azotobacter and Azospirillum spp. formulations for sustainable crop production of rice (*Oryza sativa* L. var. Khandagiri). **South African Journal of Botany**, v. 162, p. 10–19, 2023.

SCUDELETTI, D. et al. Inoculation with Azospirillum brasilense as a strategy to enhance sugarcane biomass production and bioenergy potential. **European Journal of Agronomy**, v. 144, n. January, 2023.

SINGH, V. S. et al. Dicarboxylate transporters of Azospirillum brasilense Sp7 play an important role in the colonization of finger millet (*Eleusine coracana*) roots. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 31, n. 7, p. 828–840, 2019.

VOLKOGON, V. V. et al. Biological Nitrogen Fixation and Denitrification in Rhizosphere of Potato Plants in Response to the Fertilization and Inoculation. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, n. May, p. 1–13, 2021.

WU, G. K. et al. Antioxidant CeO₂ doped with carbon dots enhance ammonia production by an electroactive Azospirillum humicireducens SgZ-5T. **Chemosphere**, v. 341, n. September, p. 140094, 2023.

ZHANG, J. HUA et al. Increased ammonification, nitrogenase, soil respiration and microbial biomass N in the rhizosphere of rice plants inoculated with rhizobacteria. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 20, n. 10, p. 2781–2796, 2021.

SINGH, V. S. et al. Dicarboxylate transporters of *Azospirillum brasilense* Sp7 play an important role in the colonization of finger millet (*Eleusine coracana*) roots. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 31, n. 7, p. 828–840, 2019.