

CO-INOCULAÇÃO NA CULTURA DO FEIJÃO¹

JUNIOR, Edson Marques Oliveira²

RESUMO

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) possui grande importância para agricultura brasileira, quanto mais experimentos voltados para o cultivo do feijão relacionados com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* contribuem para o avanço de melhor produtividade. Objetiva-se com esse estudo avaliar os resultados provenientes da co-inoculação das bactérias dos gêneros *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura do feijão. A cultura do feijão é acometida por várias pragas que são limitantes para altas produções, o que carece de inseticidas podendo ter um custo alto para a produção do feijoeiro, sendo assim a importância de aprimorar outras técnicas que favorece o cultivo do feijão sem precisar desses custos altos, exemplo disso é a combinação dessas bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no cultivo de feijão. A pesquisa é de abordagem qualitativa e o estudo será desenvolvido pela pesquisa bibliográfica, com fundamento a partir de experimentos de alguns autores. O presente trabalho teve um papel fundamental nesse alcance do conhecimento, por demonstrar a importância dessas bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* relacionadas ao cultivo do feijoeiro promovendo melhor produtividade, desenvolvimento da planta e resultados favoráveis para que possa ser aplicado nos próximos cultivos.

Palavras-chave: Co-inoculação. *Bradyrhizobium*. *Azospirillum*. Feijão.

ABSTRACT

The bean crop (*Phaseolus vulgaris*) is of great importance for Brazilian agriculture, the more experiments aimed at bean cultivation related to bacteria of the genus *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* contribute to the advancement of better productivity. The objective of this study is to evaluate the results from co-inoculation of bacteria of the genera *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* in bean culture. The bean crop is affected by several pests that are limiting for high productions, which lacks insecticides and can have a high cost for the bean production, thus the importance of improving other techniques that favor the cultivation of beans without needing these costs high, an example of this is the combination of these bacteria of the genus *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* in the cultivation of beans. The research has a qualitative approach and the study will

¹ Trabalho de Conclusão de Curso orientado pelo(a) professor(a) Cristiane Ribeiro da Mata, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia no segundo semestre de 2022, na Faculdade de Inhumas Fac Mais.

² Acadêmico (a) do 10º Período do Curso de Agronomia da FacMais. E-mail: edsonoliveira@aluno.facmais.edu.br

be developed by bibliographical research, based on experiments by some authors. The present work played a fundamental role in this achievement of knowledge, by demonstrating the importance of these bacteria of the genus bradyzobium and azospirillum related to the cultivation of common bean, promoting better productivity, plant development and favorable results so that it can be applied in the next crops.

Key Words: Bean Cultivation. Bradyzobium. Azospirillum.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o principal produtor de feijão da América Latina. O cultivo pode ser realizado em várias regiões do Brasil, em várias janelas de plantio e nos mais diversos sistemas de produção. Como produtos da diversificação temos a manutenção do abastecimento interno, redução da oscilação dos preços e a contribuição à segurança alimentar e nutrição humana (EMBRAPA, 2012).

O início da primeira pesquisa de inoculante contendo Azospirillum foi feito em 1996 no Brasil, realizado pela Embrapa Soja em parceria com o grupo da Universidade Federal do Paraná Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, na cidade de Curitiba. Esse projeto foi financiado pela Embrapa e o Ministério da Ciência e Tecnologia e testou a eficiência agrônômica de Azospirillum no campo e no laboratório. Foram 18 experimentos que verificavam a sobrevivência no solo, maior promoção de crescimento das plantas e maior adaptação às tecnologias utilizadas nas culturas do milho e do trigo (EMBRAPA, 2012).

Diante das informações que a bactéria Azospirillum é encontrada na maioria dos solos e atua em contribuir para o crescimento das plantas, aliou-se às vantagens da bactéria Bradyrhizobium ser usada para suprir as adubações nitrogenadas, viabilizando o desenvolvimento da técnica de coinoculação entre Bradyrhizobium e Azospirillum em sementes de feijão (Carvalho, et al, 2017).

A co-inoculação é uma técnica de inoculação de dois ou mais microorganismos com a finalidade de maior produtividade, e sustentabilidade agrícola. Com relação a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) um dos microrganismos utilizados é o Azospirillum brasilense que promove a produção de fitohormônios, como ácido indolacético que atua como promotor de crescimento das raízes e área vegetal, trazendo também maior absorção de

água e nutrientes, gerando maior produção de fotoassimilados, resistência ao estresse hídrico e ganhos de produtividade (SOUZA; SIMONETTI, 2019).

As combinações dessas duas bactérias proporcionam uma melhor produtividade ao cultivo do feijoeiro e fixação biológica do nitrogênio. Essa alternativa é representada por um grupo de bactérias associativas capazes de promover o crescimento das plantas através de sete alterações fisiológicas, devido à liberação de hormônios como auxinas e citocininas que promovem aumento no crescimento radicular.

É uma técnica com possível resultado relevante em torno da lucratividade, e é uma alternativa de fixação biológica de nitrogênio (FBN) realizada por meio de uma simbiose, sendo um processo enzimático onde N_2 é reduzido em NH_3 pela ação de bactérias do gênero rhizobium.

Assim, existe grande interesse em maximizar a FBN, sendo possível através de uma segunda inoculação a coinoculação através de bactérias do gênero Rizobactérias promotoras de crescimento vegetal, uma delas azospirillum, segundo estudos influência na FBN de maneira positiva potencializando a nodulação, maior atividade dos nódulos e maior quantidade de raízes possibilitando a maior absorção de N retido na matéria orgânica. E a co-inoculação nas culturas como feijão possibilitaria o crescimento exponencial e maior viabilidade da lavoura visto que os fertilizantes têm custo elevado e de pouca eficiência aplicados em condições climáticas desfavoráveis.

Portanto, a coinoculação tem sido amplamente estudada em leguminosas demonstrando ser uma tecnologia promissora. Vale ressaltar que é uma técnica eficiente com benefícios múltiplos. O que resulta da combinação com Bradyrhizobium, e a bactérias do gênero Azospirillum sp, resultados positivos tais como o crescimento das plantas, o aumento do sistema radicular e o volume de solo explorado, influenciando na nodulação do feijão e na eficiência de absorção de nutrientes.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar os resultados provenientes da co-inoculação das bactérias dos gêneros Bradyrhizobium e Azospirillum na cultura do feijão.

2. METODOLOGIA

A realização da pesquisa é de suma relevância para elucidar possíveis

soluções, através dos aspectos que envolvem esta temática: Co-inoculação na cultura do feijão, sendo de suma importância para averiguação dos resultados provenientes da co-inoculação das bactérias dos gêneros *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura do feijão. Essa demonstração sendo feita por discussões de autores a partir da realizações de seus experimentos da cultura do feijão.

O estudo foi conduzido por parâmetros de pesquisa. A pesquisa foi reduzida em artigos dos últimos 10 anos (2012-2022), nas bases de dados Google Acadêmico, o qual feito alguns levantamentos de resultados e colocados em tabela anexa abaixo.

Após a busca foram excluídos as duplicatas para então iniciar a fase de inclusão e exclusão com base nos parâmetros de pesquisa, foram incluídos apenas artigos, teses e dissertações realizados a campo e casa de vegetação, que abordam os benefícios fisiológicos da co-inoculação bem como a influência em produtividade obtida através dessa técnica.

Após a inclusão dos artigos foi feita a leitura na íntegra dos artigos incluídos para então de fato ser realizada a escrita da revisão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados trazidos na tabela 1, que avalia os experimentos realizados pelos autores citados, que fizeram tanto em casa de vegetação quanto em campo, notam-se alguns resultados favoráveis com a co-inoculação e também resultados diversos para o cultivo do feijão, o qual proporcionou mais produtividade, ou melhoria no plantio ou até mesmo experimentos que não demonstraram resultados não muitos significativos.

A combinação de duas ou mais espécies de microrganismos nas práticas de inoculação demonstra em análise a partir de resultados de modos diversos, o qual observou essa melhoria em proporciona produção de reguladores de crescimento, a solubilização de fosfatos e a ação de biocontrole, trazendo essa influenciam positiva ao desenvolvimento vegetal, por conseguinte resultando em uma melhor produtividade das culturas agrícolas. Além dos mais, nos experimentos de coinoculação, a inoculação em cobertura de *Azospirillum* brasileiro também tem gerado resultados interessantes. E no

caso do feijão é bastante promissor, principalmente, por ser uma cultura que cresce constante no Brasil, e a funcionalidade dessa técnica só tende a agregar para resultados melhores (EMBRAPA, 2021).

E a coinoculação pode ter resultados diferentes quando testadas de diferentes metodologias, logo os resultados podem apresentar semelhança, e também variar em produtividade e outras variáveis. Valer ressaltar, que a co-inoculação é uma prática viável que gera uma interação mutualística. Na cultura do feijão para potencializar o processo de fixação biológica de nitrogênio deve-se associar uma segunda bactéria *Azospirillum Brasiliense*. A simbiose entre essas duas bactérias garante uma maior fixação de nitrogênio com maior quantidade de nódulos (EMBRAPA, 2021).

Conforme o resultado trazido pelo autor BETTIOL (2019), na primeira coluna da tabela anexada abaixo, a produtividade do cultivo de feijão, a partir do tratamento com co-inoculação foliar com *Azospirillum brasilense* e aplicação de adubo nitrogenado na dose de 90 kg ha⁻¹ de N teve uma produtividade com resultados positivos de crescimento, e o tratamento co-inoculação com a aplicação foliar de *A. brasilense* + aplicação de adubo nitrogenado na dose de 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura obteve resultado com maior na produtividade, aumento de 27% (710 kg) comparado ao resultado na adubação nitrogenada.

No experimento do cultivo dessa leguminosa do tipo IPR Curió e IAC Imperador mostraram resultados diferentes, a IPR Curió teve produtividade de 3.092 kg, massa de 100 grãos de 27,2 g, sendo resistente a cretamento bacteriano comum, à murcha de *curtobacterium* e *fusarium*; à ferrugem, ao mosaico comum e ao oídio, já IAC Imperador apresentou potencial produtivo de 3.313 kg há; massa de 100 grãos de 27,0 g, em contrapartida apresentou resistência resistente a ferrugem, à mancha angular ao oídio; é resistente à antracnose, à murcha de *curtobacterium* e à *fusarium* (BETTIOL, 2019).

Além disso, o feijão IAC Imperador teve maior quantidade vagens em comparação ao tipo IPR Curió, já os aspectos de manejo e adubação nitrogenada com 90 kg ha⁻¹, em comparação aos tratamentos de inoculação associado com adubação química em cobertura (45 e 90 kg ha) e a co-inoculação e adubação em cobertura com 90 kg tiveram resultados melhores em relação aos manejos anteriores, trazendo produções maiores e com melhor qualidade de grãos, logo o IAC Imperador se apresentou melhor em

comparação ao IPR Curió (BETTIOL, 2019).

E o resultado trazido na terceira coluna da tabela, demonstra que o cultivo de feijão desenvolvido em casa de vegetação com utilização de Nitrogênio teve também o seguinte resultado com a redução do número e a matéria seca de nódulos, porém teve aumento no acúmulo de N na parte aérea. E esse aumento de N na planta obteve certo comprimento radicular e matéria seca de raízes do feijão tipo comum. Já a combinação de inoculação a partir de *A. brasilense*, com o fornecimento de N na semeadura, obteve quantidade de nódulos, em comparação sem o elemento N que obteve quantidade melhores de matéria seca de nódulos e teor de ureídeos no cultivo de feijão (GILABEL, 2018).

O experimento realizado na cultura do feijão-caupi cultivado em ambiente amazônico com a presença de *Bradyrhizobium* sp., *Azospirillum* brasilense e adubação fosfato do autor ARAÚJO (2019), mostra conforme o resultado de produtividade trazido na tabela, teve resultados diferentes, começando pela inoculação com *Bradyrhizobium* sp. estando associada a adubação fosfatada ajudou na simbiose, resultando na presença de maior formação de nódulos na raiz, além disso, apresenta melhoria nas formações de nódulos para garantia na fixação biológica de nitrogênio. Sendo assim, os resultados do experimento foram satisfatórios na presença de *Bradyrhizobium* sp., o qual é suficiente para promover o máximo crescimento e desenvolvimento de plantas de feijão-caupi cultivada em ambiente amazônico. Em relação à co-inoculação de *Bradyrhizobium* sp. + *Azospirillum* brasilense não teve resultados muito significativos nesse experimento da cultura do feijão-caupi, porém o autor ressalta que deve ser mais estudado para ser mais elucidado, pois há possibilidades de interação entre os microrganismos, contribuindo para o alcance da sustentabilidade no setor agrícola.

Desse modo, os resultados entre inoculação e co-inoculação, sendo esta mais favorável, e os experimentos do cultivo de feijão demonstram que a nodulação do tratamento não inoculado sendo similar em comparação aos tratamentos inoculados. Em contrapartida em comparação a co-inoculação com *Azospirillum* teve resultado favorável de nodulação nas plantas de feijoeiro, mediante resultado de produtividade da última coluna da tabela. Valer ressaltar, na eficiência e eficácia da coinoculação para o cultivo dessa cultura o que garantiu uma melhor produtividade (CARVALHO, et al, 2017)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura do feijão é bastante cultivada no Brasil, porém apresentam alguns obstáculos no desenvolvimento dessa cultura, tal como os custos altos, as pragas, o que necessitar de técnicas inovadoras que melhora ainda mais o cultivo dessa cultura trazendo maior produtividade.

E a produção do feijão a partir de co-inoculação com as bactérias do gênero *Azospirillum brasilense* e *Bradyzobium* seja nas sementes ou foliar apresentou resultados de diferentes no cultivo do feijoeiro. Logo, a aplicação teve tratamento de maneiras diferentes seja na casa de vegetação e no campo. E nos experimentos que fizeram tratamento com N, eles puderem observar a redução do número, bem como da matéria seca de nódulos e ainda o crescimento do N na parte aérea do feijoeiro, com relação a aplicação na parte na base teve resultados como melhoria na matéria seca na parte aérea, na parte radicular e na matéria seca de raízes e entre outros resultados favoráveis.

Sendo assim, pode nota-se com os experimentos realizados pelos autores foram muito proveitosos para melhoria dessa técnica de co-inoculação para o avanço do desenvolvimento do cultivo do feijão, só tente a agregar e trazer resultados promissores para a produtividade, para o desenvolvimento vegetal e entre outros benefícios, que só consegue ter esses resultados a partir de experimentos, de testes para que possa avaliar a co-inoculação co-inoculação com as bactérias do gênero *Azospirillum brasilense* e *Bradyzobium* no cultivo do feijão e, posteriormente aplicar futuramente nos próximos cultivos de feijão.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Érica de Oliveira. **Bradyrhizobium sp., Azospirillum brasilense e adubação fosfatada na cultura do feijão-caupi cultivado em ambiente amazônico.** Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/agrar/brady.pdf>. Acesso em: 04 de nov.2022.

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 06 de março de 2021.

BARBOSA, Flávia Rabelo e Augusto César de Oliveira Gonzaga. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central- Brasileira: 2012-2014**. Artigo desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em maio de 2012, Santo Antônio de Goiás, GO. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61388/1/seriedocumentos-272.pdf>. Acesso em março de 2022.

BETTIOL, João Victor Trombeta. **Produção Sustentável do Feijão Comum: Inoculação, Coinoculação e adubação mineral em cultivares de ciclo precoce**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, São Paulo, 2019. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/bettiol_jvt_me_jabo%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/bettiol_jvt_me_jabo%20(3).pdf) Acesso em: 20 nov.2022.

CARVALHO, et al. **Crescimento e produção do feijoeiro comum sob coinoculação com Rhizobium, Azospirillum e Bradyrhizobium em condições de campo**. Artigo científico. Brasília, Distrito Federal, 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1783Texto%20do%20resumo-2174-1-10-20180815%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1783Texto%20do%20resumo-2174-1-10-20180815%20(1).pdf). Acesso em: 20 nov. de 2022.

CARVALHO, Rita Hilário de. **Desempenho do Feijoeiro Comum sob Inoculação Conjunta de Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal e Estirpes de Rhizobium**. Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Produção vegetal. Seropédica-RJ, 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/2018%20Rita%20Hil%C3%A1rio%20de%20Carvalho%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/2018%20Rita%20Hil%C3%A1rio%20de%20Carvalho%20(2).pdf). Acesso em: 04 de nov.2022.

COELHO, et al. **A inoculação do feijoeiro no Brasil Alternativas para aumentar a produtividade utilizando microrganismos promotores do crescimento vegetal**. Artigo desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Setembro/2021, Planaltina, DF. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Doc-384%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Doc-384%20(1).pdf). Acesso em 04 de nov. 2022.

GILABEL, Amanda Prado. **Co-inoculação de Rhizobium e Azospirillum e adubação nitrogenada na cultura do feijão co co-inoculação de adubação Nitrogenada na cultura do feijão comum**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp. Botucatu, São Paulo, 2018. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/gilabel_ap_me_botfca.pdf. Acesso em: 20 de nov. 2022.

MANOS, et al. **Informações Técnicas para o Cultivo do Feijoeiro Comum na Região Nordeste Brasileira 2012-2014**. Artigo desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 26 de junho de 2012, Aracaju, SE. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/Desktop/TCC%20EDSON/doc181%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Desktop/TCC%20EDSON/doc181%20(1).pdf). Acesso em abril de 2022.

SIMONETTI, Ana Paula Morais Mourão. SOUZA, Samuel Lincon Silva de Souza. **Inoculação e coinoculação de Rhizobium e Azospirillum na cultivar de feijão BRS FC 104**. Artigo Científico publicado na Revista Cultivando o Saber. Cascavel, Paraná, 2019. Disponível

em:file:///C:/Users/Usuario/Downloads/5f63a9287a09b%20(2).pdf. Acesso em: 20
nov.2022

Tabela1- Trabalhos utilizados para construção da revisão sistemática

Autor e ano	Cidade e estado	Campo ou casa de vegetação	Tese, dissertação, TCC ou artigo	Produtividade	Irrigado ou sequeiro	Período de plantio
BETTOL, 2019	Jaboticabal, São Paulo		Dissertação	N, o valor de 3.295 Kg ha ⁻¹ . de grãos de feijão. Apresentan		Período de 2016/2017, na safra de inverno.
ARAÚJO, 2019.	Colorado do Oeste, RO	Casa de vegetação	Artigo	sentou resultados favoráveis de desenvr	Sequeiro	Período de fevereiro a maio de 2018, em área experimental.
GILABEL, 2018.	Botucatu - SP	Casa de vegetação/Campo	Dissertação	re 2,5 × 10 ⁵ células semente-1 e R. tropici	Sequeiro	Período de 2016/2017 durante as safras "das águas" (primeira safra) e "da seca" (segunda safra).
ARVALHO, et al, 2011	Brasília, DF	Campo	Artigo	do tratamento testemunha, sem aplicação	Sequeiro	Período de maio a agosto de 2016.
COELHO, et al, 2021.	Planaltina, DF		Artigo	na produção de reguladores de crescimento, a solubilização de fosfatos e a ação de biocontrole, influenciando positivamente o desenvolvimento vegetal.		
CARVALHO, 2018.	Seropédica-RJ	Casa de vegetação/Campo	Dissertação	-inoculação com Bradyrhizobium e inocul	Sequeiro	Período de agosto e dezembro de 2017.