

Aplicação de produtos biológicos em cafeeiro arábica

Application of biological products in arabica coffee

Aplicación de productos biológicos en café arábica

Recebido: 28/11/2022 | Revisado: 11/12/2022 | Aceitado: 13/12/2022 | Publicado: 18/12/2022

Rayane Rossi Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3220-4062>
Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado, MG, Brasil
E-mail: rossirayane@hotmail.com

Kleso Silva Franco Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6807-8889>
Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado, MG, Brasil
E-mail: kleso.junior@cesep.edu.br

Giselle Prado Brigante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0952-0075>
Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado, MG, Brasil
E-mail: giselle.brigante@cesep.edu.br

Resumo

A cafeicultura representa destaque na economia brasileira e a estimativa da área produtiva em 2022 foi de 1.431.018,0 ha, com produtividade em torno 27 sacas por hectare, tendo a expectativa da produção alcançando a casa de 39 milhões sacas beneficiadas. Todavia, por ser uma cultura perene, necessita de atenção na implantação, e novas técnicas e/ou produtos para garantir a qualidade das mudas para o transplante possuir bom desempenho e desenvolvimento. Uma nova opção para auxiliar o desenvolvimento do cafeeiro é a utilização de microrganismos como promotores de crescimento das plantas. Assim, o objetivo dessa pesquisa é avaliar o efeito de diferentes produtos biológicos utilizados no crescimento inicial do cafeeiro. A pesquisa foi realizada em fevereiro a novembro de 2022, na cidade de Machado, Minas Gerais, utilizando mudas de café arábica IAC-144. No plantio, utilizou-se vasos com capacidade de 5 Kg contendo substrato formulado. No experimento adotou-se o delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos. Após 120 dias, foram avaliadas as características dos cafeeiros e em sequência os dados foram tabulados e submetidos a análise de variância. A utilização dos microrganismos demonstraram maiores desenvolvimentos vegetativos do cafeeiro, o uso do *Azospirillum brasiliense* apresentou as maiores médias para altura, número de folhas e diâmetro do caule. Conclui-se que o emprego de microrganismos proporciona ganho no crescimento vegetativo do cafeeiro, produzindo plantas com mais vigorosas nos primeiros estágios de implantação da lavoura cafeeira.

Palavras-chave: *Azospirillum brasiliense*; *Pseudomonas fluorescens*; *Bacillus aryabhatai*; Inoculante.

Abstract

The coffee industry is prominent in the Brazilian economy and the estimated production area in 2022 was 1,431,018.0 ha, with productivity around 27 bags per hectare, and the expected production reaching 39 million bags. However, as it is a perennial crop, it needs attention in the deployment, and new techniques and/or products to ensure the quality of seedlings for transplanting to have good performance and development. A new option to help the development of coffee trees is the use of microorganisms as plant growth promoters. Thus, the objective of this research is to evaluate the effect of different biological products used in the initial growth of the coffee tree. The research was conducted from February to November 2022, in the city of Machado, Minas Gerais, using Arabica coffee IAC-144 seedlings. For planting, pots with a capacity of 5 kg containing formulated substrate were used. The experiment used a randomized block design with four treatments. After 120 days, the characteristics of the coffee plants were evaluated and then the data were tabulated and submitted to variance analysis. The use of microorganisms demonstrated greater vegetative development of the coffee trees, the use of *Azospirillum brasiliense* presented the highest mean values for height, number of leaves and stem diameter. It is concluded that the use of microorganisms provides a gain in the vegetative growth of coffee trees, producing more vigorous plants in the first stages of implementation of the coffee plantation.

Keywords: *Azospirillum brasiliense*; *Pseudomonas fluorescens*; *Bacillus aryabhatai*; Inoculant.

Resumen

La cultura del café ocupa un lugar destacado en la economía brasileña y el área de producción estimada en 2022 era de 1.431.018,0 ha, con una productividad en torno a los 27 sacos por hectárea, esperándose que la producción alcance los 39 millones de sacos procesados. Sin embargo, al tratarse de un cultivo perenne, requiere atención en el despliegue, y nuevas técnicas y/o productos para garantizar que la calidad de las plántulas para el trasplante tenga un

buen rendimiento y desarrollo. Una nueva opción para ayudar al desarrollo del cafeto es el uso de microorganismos como promotores del crecimiento de la planta. Así, el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de diferentes productos biológicos utilizados en el crecimiento inicial del cafeto. La investigación fue realizada de febrero a noviembre de 2022, en la ciudad de Machado, Minas Gerais, utilizando plántulas de café Arábica IAC-144. Para la plantación se utilizaron macetas con una capacidad de 5 kg que contenían sustrato formulado. El experimento se basó en un diseño de bloques aleatorizados con cuatro tratamientos. Transcurridos 120 días, se evaluaron las características de los cafetos y, a continuación, se tabularon los datos y se sometieron a un análisis de varianza. El uso de los microorganismos demostró mayor desarrollo vegetativo de los cafetos, el uso de *Azospirillum brasiliense* presentó los promedios más altos para altura, número de hojas y diámetro del tallo. Se puede concluir que el uso de microorganismos proporciona una ganancia en el crecimiento vegetativo del cafeto, produciendo plantas más vigorosas en las primeras etapas de la plantación.

Palabras clave: *Azospirillum brasiliense*; *Pseudomonas fluorescens*; *Bacillus aryabhatai*; Inoculante.

1. Introdução

O café é um arbusto frutífero e estimasse ter sido introduzido há, aproximadamente, 295 anos atrás nos solos brasileiros. Inicialmente, a cultura se estabeleceu no antigo estado do Pará, contudo, rapidamente foi disseminando para todos os estados brasileiros, no qual se deu em uma rota expansiva do norte ao sudeste, e, nesta acabou se estabelecendo, visto por possuir condições climáticas favoráveis à cultura (ABIC, 2021).

Nos dias de hoje, o café gera grandes impactos na economia, e, estima-se que a área produtiva na safra de 2022 será de 1.431.018 hectares, enquanto a área em formação é estimada em 378.960 hectares, o que totaliza uma área total de 1.809.978 hectares da cultura em solos brasileiras, e, a produtividade é estimada entorno de 27 sacos por hectare, assim, é esperado que a safra 2022 atinja aproximadamente 39 milhões sacas beneficiadas (CONAB, 2022).

Com relação ao preço negociado, o indicador disponibilizado pelo CEPEA/ESALQ, demonstra um grande aumento de preços nas sacas de café beneficiado em relação ao ano de 2021, nos últimos 12 meses (dez./21 a nov./22) o preço médio aproximado foi de, aproximadamente, R\$1.300,00, assim espera-se uma receita total de 50,7 milhões de reais (CEPEA, 2022).

O popular “café arábica”, como demais cultivares e variedades, pertence à família das *Rubiaceae*, a qual conta com mais de 500 gêneros e mais de 6.000 espécies (Ferraz, 2013). Todavia, dentre os gêneros, dessa família, o *Coffea* é considerado o mais importante, visto de forma econômica (OIC, 2017). Dentro do gênero, o café possui várias espécies, mas, as de maiores importâncias são as *arabica*, *canefora* e a *liberica*, todavia, com grande destaque para a *arabica*, a qual possui maior valor econômico agregado e bem como a maior demanda, a tornando a mais produzida nos dias de hoje (OIC, 2017).

A espécie *Coffea arabica* L., possui como característica duas grandes áreas definidas e com suas próprias particularidades, sendo-as a parte aérea e o sistema radicular. Em relação a sua parte aérea, naturalmente possui muito mais área do que, quando comparado, o sistema radicular, e, de forma geral é composto por ramos, folhas, flores e frutos (Alves, 2008). É também nessa parte que ocorre o processo de floração e frutificação, em síntese, o processo de transformação da flor em frutos e posteriormente a maturação (Alves, 2008). Toda a estrutura da parte aérea do cafeeiro é montada sobre uma copa, no qual os ramos possuem dimorfismo em relação ao seu direcionamento de crescimento, o que resulta em um formato de taça cilíndrico, os ramos que crescem no sentido vertical são denominados ortotrópicos e enquanto os que possuem crescimento horizontal, são caracterizados como ramos plagiotrópicos (Salvador, 2021). Já o sistema radicular, possui como principal característica, uma raiz pivotante e possui, também, raízes auxiliares que se derivam da principal. Esse sistema busca principalmente fornecer água, sais minerais e sustentação para auxílio no desenvolvimento e crescimento do cafeeiro (Alves, 2008).

Com relação a nutrição do cafeeiro, pode ser caracterizada de dois amplos aspectos, uma para manutenção da planta e outra para contribuição da produção do café. Contudo, a adubação do cafeeiro é considerada como uma das práticas mais onerosa no custo produtivo. Na maioria das vezes é realizada com adubos via formulação sólida e sendo recomendado a aplicação de adubos apenas após uma análise de solo e/ou foliar, levando como objetivo a aplicação apenas do necessário para

se aumentar a lucratividade por área de cultivo (Malavolta et al., 1993).

Um momento que demanda de muita adubação, e é considerado como um ponto crítico, é na implantação da lavoura, a qual requer uma maior atenção. A formação da lavoura é considerada como a base para se alcançar altos ganhos de produtividade, o que torna as mudas como insumos vitais a serem mantidas. Segundo Matiello (2021), mudas de café que possuem uma boa carga genética, um bom sistema radicular e uma boa estrutura da parte aérea, possuem grandes influências e aspectos positivos nos decorrentes anos de cultivo, mas sendo indispensável a manutenção e mantendo bem nutrida essas mudas. Assim, produtos e técnicas que visam aumentar a qualidade das mudas e manter o vigor após a implantação, vem sendo empregados com o intuito de se manter a qualidade das mudas para que mantenham como característica um alto desempenho e desenvolvimento, levando a uma lavoura de alta performance (Rios, 2020).

Como exemplo de melhoria, podemos citar produtos a base de microrganismos e técnicas de inoculação que veem sendo estudadas pela comunidade científica, principalmente pelo uso de bactérias promotoras de crescimento vegetal, como as diazotróficas, cuja mais estudada é a *Azospirillum brasilense*, por possuir ocorrência mundial e por ser associada a atuação em diversas famílias botânicas (Pimentel et al., 2008).

As bactérias diazotróficas possuem inúmeros benefícios para as plantas como por meio de simbiose, realizam a fixação biológica de nitrogênio (possibilitando um maior acúmulo de N), produção de fitormônios (considerados estimulantes para o crescimento das raízes), e, assimilação de nitrogênio (redução de nitrato nas raízes) (Somers & Vanderleyden, 2004).

Com relação da aplicação de inoculantes na cultura do café, na literatura existem poucas obras, contudo, é evidenciado que existe potencial a ser utilizado por meio destes microrganismos, principalmente o efeito de crescimento de raízes, resultado em uma maior absorção de nutrientes (Pimentel et al., 2008).

Existem vários grupos de bactérias que possuem potencial de promover o crescimento de plantas, como as do gênero *Pseudomonas spp.*, a qual conseguem solubilizar fosfatos minerais insolúveis, além de produzirem hormônios e vitaminas para a nutrição das plantas (Naik et al., 2008). Além disso, Melo (1998) afirma que esse grupo de bactérias possui capacidade de suprimir patógenos de solo, e pesquisas comprovam que a inoculação de *Pseudomonas fluorescens* possibilita o aumento de produtividade de milho, bem como o diâmetro médio das espigas (Zucarelli et al., 2011; Zamariolli et al., 2019). Outro gênero com características de promoção no crescimento vegetativo são bactérias do gênero *Bacillus*, muitas possuem grande destaque para a agricultura, e, segundo Barros & Panetta (2002), bactérias gram-positivas, gram-negativas e gram-variáveis, compõem o grupo, ainda sendo que existem indivíduos aeróbios ou anaeróbios facultativos. Estudos sugerem que essas bactérias possuem capacidade de solubilizar fósforo, realizar fixação biológica de nitrogênio, controle de patógenos de solo, entre outros mecanismos (Freitas et al., 1997; Toro et al., 1997; Kondoh et al., 2001; Lima et al., 2011; Junior, 2015).

Entre estas novas técnicas mencionadas, destaca-se a utilização de microrganismos como promotores do crescimento de plantas, assim, o objetivo desse estudo é analisar o efeito de diferentes produtos biológicos no crescimento inicial do cafeeiro.

2. Metodologia

A pesquisa foi conduzida durante os meses de fevereiro a novembro de 2022, na cidade de Machado, Minas Gerais, situada nas coordenadas geográficas de Latitude: 21°39'40" Sul e Longitude 45°55'30" Oeste, a 907 m de altura em relação ao nível do mar. O clima característico da região é quente temperado, sendo que as temperaturas apresentam média de 20,2 °C e a média acumulada de chuva é de aproximadamente 1500 mm anual (Climatedata-Org, 2013).

Foi utilizado mudas de café arábica Catuaí Vermelho, cultivar IAC 144, de viveiros comerciais e qualidade padronizadas de acordo com o Registro Nacional de Sementes e Mudanças (RENASEM). O plantio ocorreu em vasos com capacidade de 5 Kg, contendo substrato formulado a partir de terra de barranco 75%, matéria orgânica (esterco de curral bem

curtido, com proporção de 25% da mistura), superfosfato simples 5 kg, cloreto de potássio 1 kg, e, calcário dolomítico 1 kg, para cada metro cúbico (Cafeicultura, 2005). E, o local de instalação o estudo foi, inicialmente, limpo, removendo as possíveis fontes de contaminação, retirando os restos de folhas, raízes e plantas invasoras.

Para o estudo, adotou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC), o qual contou com quatro tratamentos, sendo-os: **Tratamento 1 (T1)** *Azospirillum brasiliense*, cepas AbV5 e AbV6; **Tratamento 2 (T2)** *Pseudomonas fluorescens* – BR 14.810; **Tratamento 3 (T3)** *Bacillus aryabhatai*; **Tratamento 4 (T4)** sem microrganismo (Testemunha), os tratamentos foram dispostos de forma aleatória dentro dos quatro blocos e contou com cinco repetições (Banzatto & Kronka, 2006).

Os produtos foram diluídos previamente, seguindo as recomendações dos fabricantes (300 mL/ha), assim, diluiu-se 10 mL de cada produto comercial em 1 L de água, e, a partir desta mistura aplicou-se 10 mL por planta. Para facilitar, garrafas pets e seringas foram utilizadas no processo, objetivando a não interação dos produtos e tendo um maior controle e precisão.

Após 120 dias da aplicação dos produtos/tratamentos, conduziu-se a avaliação das seguintes características do cafeeiro: comprimento do sistema radicular (cm); altura da parte aérea (cm); peso de matéria fresca (g); peso de matéria seca (g) utilizando forno microondas (Pastorini et al., 2002); índice de área foliar (IAF), através da fórmula $IAF = C \times L \times 0,667$ (Barros et al., 1973).

Em sequência, os dados obtidos foram tabulados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise de variância e ao teste de média de Scott-Knott a 5% de probabilidade, com o auxílio do software SISVAR® (Ferreira, 2014).

3. Resultados e Discussão

Após 120 dias da aplicação dos microrganismos, procedeu as avaliações, e os dados referem-se a uma diferença estatística significativa ($p\text{-value} < 0,05$) para os tratamentos com os inoculantes se comparado com a testemunha, ou seja, a aplicação dos produtos proporcionou ganhos relativos as plantas do cafeeiro, conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Altura, número de folhas e diâmetro de caule, médio da aplicação de diferentes inoculantes.

Tratamentos	Altura (cm)	Folhas	Diâmetro caule (cm)
<i>Azospirillum brasiliense</i>	39,99 A	23,15 A	0,805 A
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	30,59 C	18,15 C	0,655 B
<i>Bacillus aryabhatai</i>	32,93 B	20,25 B	0,665 B
Testemunha	29,03 D	11,20 D	0,445 C

Médias seguidas das mesmas letras na coluna, não se diferem estatisticamente com a probabilidade de 5% pelo teste de Scott-Knott.
Fonte: Autores.

Em relação à altura da planta, número de folhas e diâmetro do caule, o *Azospirillum brasiliense* proporcionou melhor rendimento pois é um microrganismo que atua na fixação de nitrogênio, assim disponibilizando mais nitrogênio para o cafeeiro e promovendo um melhor crescimento vegetativo. Fato que também colabora para explicar os resultados melhores em número de folhas e diâmetro do caule. O *Bacillus aryabhatai* também proporcionou ganhos de crescimento, o que pode ser por ser um produto interessante para estimular o crescimento vegetativo das plantas.

Os resultados de altura são semelhantes com os obtidos por Lemes et al. (2021), no qual aplicou-se doses de adubo por fertirrigação. Contudo, os resultados apresentados por Dias et al. (2009), são inferiores ao do estudo, sendo que o autor mencionado obteve média de 22,8 cm em mudas de café cultivar IAC 144 e com um diâmetro de 2,8 mm após aplicação de adubos por fertirrigação e avaliados após 105 dias de transplantio.

Em relação ao número de folhas, como mencionando, a testemunha teve a menor média observada, enquanto o tratamento com *Azospirillum brasiliense* a maior média, seguido pelo *Bacillus aryabhatai* e *Pseudomonas fluorescens*.

Já com relação ao diâmetro do caule, *Azospirillum brasiliense* proporcionou um maior diâmetro do caule, enquanto a testemunha foi o pior resultado, contudo, o *Bacillus aryabhatai* e o *Pseudomonas fluorescens* não se diferenciaram.

Com relação ao Índice de Área Foliar, nota-se destaque para o tratamento utilizando o *Azospirillum brasiliense*, isso se torna um resultado esperado, pois o mesmo promove uma melhor disponibilidade de nitrogênio atmosférico para o solo e consequentemente a planta tem uma maior disponibilidade do nutriente para as funções (Hungria, 2011; Koppert, 2020).

O fornecimento adequado de Nitrogênio (N), é considerado um fator primordial para o balanço nutricional do cafeeiro, principalmente que a fonte utilizada gera grande influencia diretamente no desenvolvimento da planta, especialmente, nos estágios de desenvolvimento das mudas, onde existe grandes demandas de N pela planta (Naz & Sulaiman, 2016; Venturim et al., 2022). Além disso, o N é um dos elementos mais demandados em quantidades pelas plantas, por ser fundamental no metabolismo vegetal, exercendo função nos processos bioquímicos e fisiológicos da planta (Araújo, 2014).

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é uma tecnologia de obter N disponível na natureza e beneficiar as plantas, entretanto, esse processo só é realizado por um grupo seletivo de microrganismos denominados de diazotróficos, no qual se destaca as bactérias que convivem com a associação das plantas (Araújo, 2014). Destaca-se nesse grupo seletivo, as dos gêneros *Rhizobium* spp. e *Bradyrhizobium* spp., além dessas, algumas espécies como *Azospirillum* sp. (Araújo, 2014).

Já o comprimento total do sistema radicular, evidenciou um ótimo resultado para o tratamento com *Azospirillum brasiliense*.

Tabela 2 – Índice de área foliar (IAF-cm²), comprimento do sistema radicular, peso da massa fresca total, peso da massa seca total, médio da aplicação de diferentes inoculantes.

Tratamentos	IAF (cm ²)	Comprimento Radicular (cm)	Peso Massa Fresca Radicular (g)	Peso Massa Seca Radicular (g)
<i>Azospirillum brasiliense</i>	290,8 A	22,7 A	16,9 A	4,1 A
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	257,2 B	21,3 B	14,3 B	3,2 B
<i>Bacillus aryabhatai</i>	259,5 B	20,4 B	13,2 B	3,4 B
Testemunha	130,5 C	18,6 C	12,0 C	2,4 C

Médias seguidas das mesmas letras na coluna, não se diferem estatisticamente com a probabilidade de 5% pelo teste de Scott-Knott.
Fonte: Autores.

O peso da massa fresca radicular e seca evidenciaram os mesmos resultados e as mesmas diferenças estatísticas, sendo o tratamento com *Azospirillum brasiliense* o qual proporcionou melhor resultado, além disso, todos os demais tratamentos foram superiores aos resultados observados da testemunha.

Todavia, comparado com o estudo de Lemes et al. (2021), o mesmo obteve resultados com médias acima de 19 gramas de massa verde e de 11 gramas de massa seca, resultados bem superiores aos demonstrados da tabela 2. Contudo, no experimento do autor citado anteriormente, teve-se a aplicação de adubos minerais e orgânicos, fato que pode ter colaborado para um desenvolvimento melhor da massa do sistema radicular.

Souza (2021), no seu estudo de inoculação de sementes de café da cultivar IAC-144, evidencia resultados satisfatórios que vão de encontro com os resultados obtidos nessa pesquisa, o autor citado, menciona vários microrganismos de função inoculadora que expressam resultados significativos superiores aos da testemunha. No caso, microrganismos do gênero *Pseudomonas* são capazes de produzir ácido 3-indol acético (AIA) e ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) deaminase, compostos ligados ao crescimento das plantas, o que torna o gênero como um grupo importante para estudos.

Bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) são de suma importância, principalmente para as plantas dicotiledôneas, como o café, por serem mais suscetíveis ao efeito do etileno, além disso, no caso do café, plantas tratadas com

BPCP produtoras de ACC deaminase podem se adaptar melhor ao ambiente, principalmente quando transplantadas para campo.

4. Conclusão

Conclui-se que os produtos biológicos proporcionam melhorias no crescimento do café arábica, sendo o *Azospirillum brasilense* o que proporcionou os melhores resultados em crescimento vegetativo e radicular do cafeeiro.

Referências

- ABIC - Associação Brasileira da Indústria do Café. (2021, June 28). *artigo*. A expansão do café no Brasil. Retrieved November 18, 2022. <https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/a-expansao-do-cafe-no-brasil>
- Alves, J. D. (2008). Morfologia do cafeeiro. Em Carvalho, C. H. S. (Ed.) *Cultivares de café*. (pp. 31-48). EMBRAPA.
- Araújo, E. O. (2014). *Quantificação da contribuição de bactérias diazotróficas na absorção de nitrogênio pela cultura do milho*. [Tese de doutorado, Universidade Federal da Grande Dourados]. <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/435>.
- Banzatto, D. A., & Kronka, S. D. N. (2006). *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: Funep.
- Barros, N. F. & Novais, R. F. (1973). Eucalypt nutrition and fertilizer regimes in Brazil. Em Attiwill, P. M. (Ed.) *Nutrition of Eucalyptus*. (pp. 335-355). Collingwood: CSIRO.
- Barros, V. R. M. & Panetta, J. C. (2004). *Estudo de fatores de patogenicidade de Bacillus spp isolado em leite UHT*. [Tese de doutorado, Universidade de São Paulo].
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. (2022). *artigo*. Agromensal: novembro/2022 Café. <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0702028001670352630.pdf>
- Climate-Data.Org. (2013). *artigo*. Clima Machado. <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/poco-fundo-25005/>.
- CONAB. (2022). Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café. [CONAB.gov.br](https://www.conab.gov.br) – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Dias, P. P., Vieira, H. D., Barbosa, D. H. S. G., Viana, A. P., Gonçalves, W., & Andrade, W. E. B. (2009). Avaliação do desenvolvimento vegetativo e do comportamento de mudas de café (*Coffea arabica* L.) infectadas ou não por uma população fluminense de *Meloidogyne exigua*. *Coffee Science*, 4(1)(1), 1-10. <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/5761>
- Ferraz, A. (2013). *Cultura do Café* (1st ed.). Instituto Formação.
- Ferreira, D. F. (2019). Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4), 529–535. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.
- Freitas, J. R., Banerjee, M. R., & Germida, J. J. (1997). Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.). *Biology and Fertility of Soils*, 24(4), 358–364. <https://doi.org/10.1007/s003740050258>
- Hungria, M. (2011). *Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo*. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/879471>
- Junior, B. M. G. (2015). *Eficiência de Bacillus subtilis no biocontrole de fitopatógenos e promotor de crescimento vegetal*. [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Tocantins]. <https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/386/1/Gaspar%20Moreira%20Braga%20Junior%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- Kondoh, M., Hirai, M., & Shoda, M. (2001). Integrated biological and chemical control of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* using *Bacillus subtilis* RB14-C and flutolanil. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 91(2), 173–177. [https://doi.org/10.1016/s1389-1723\(01\)80061-x](https://doi.org/10.1016/s1389-1723(01)80061-x)
- Koppert. (2022). *Azokop*. <https://www.koppert.com.br/bacteria-fixadora-de-nitrogenio>
- Lemes, E. M., Moura, D. N., Oliveira, B. S., Vallone, H. S., & Torres, J. L. R. (2021). Crescimento inicial do cafeeiro fertirrigado com efluente líquido de biodigestor. *Revista Agroecossistemas*, 12(2), 135-151.
- Lima, F., Nunes, L. A. P. L., Figueiredo, M. V. B., Araújo, F. F., Lima, L. M., & Araújo, A. S. F. (2011). *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias/Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, 6(4), 657–666. <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i4a1429>
- Malavolta, E., & Kliemann, H. J. (1985). Desordens nutricionais no cerrado. Piracicaba: *Potafos*.
- Matiello, J. B. (2010, March). *Avanços Tecnológicos Na Pesquisa Cafeeira* [Conferência]. Agrocafe, Poços de Caldas.
- Melo, I. S. (1998). Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas: descrição e potencial de uso na agricultura. Em Melo, I. S., Azevedo, J. L., *Ecologia Microbiana*. Jaguariúna: EMBRAPA – CNPMA (Ed.) (pp. 87-116).

- Naik, P. R., Raman, G., Narayanan, K. B., & Sakthivel, N. (2008). Assessment of genetic and functional diversity of phosphate solubilizing fluorescent pseudomonads isolated from rhizospheric soil. *BMC Microbiology*, 8(1), 230. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-8-230>
- Naz, M. Y., & Sulaiman, S. A. (2016). Slow release coating remedy for nitrogen loss from conventional urea: a review. *Journal of Controlled Release*, 225, 109-120. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2016.01.037>
- OIC – Internacional Coffee Organization. (2017). *artigo*. Aspectos botânicos. https://www.ico.org/pt/botanical_p.asp#bot. Acesso em: 12 abr. 2022.
- Pastorini, L. H., Bacarin, M. A., & Abreu, C. M. (2002). Secagem de material vegetal em forno de microondas para determinação de matéria seca e análises químicas. *Ciênc. Agrotec*, 6(26), 1252-1258.
- Pimentel, M. S., Ricci, M. d. S. F., Costa, J. R., Reis, V. M., Santos, V. L. d. S., & da Silva, M. F. (2008). Desenvolvimento e nutrição de mudas de cafeeiro inoculadas com bactérias promotoras de crescimento. *Current Agricultural Science and Technology*, 14(2), 221-230.
- Rios, G. B. (2020). *Diferentes doses de Stimulate sobre mudas de café*. [Monografia, Centro Superior Sul de Minas Gerais]. <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/1476>
- Salvador, M. (2021). *Morfologia do café arábica*. [online]. <https://portal.agriconline.com.br/artigo/morfologia-do-cafe-arabica>
- Somers, E., Vanderleyden, J., & Srinivasan, M. (2004). Rhizosphere bacterial signalling: a love parade beneath our feet. *Critical Reviews in Microbiology*, 30(4), 205–240. <https://doi.org/10.1080/10408410490468786>
- Souza, M. P. P. (2021). *Micro-organismos benéficos na produção de mudas e controle biológico de doenças do cafeeiro* (Dissertação de doutorado, Instituto Agrônomo).
- Toro, M., Azcon, R., & Barea, J. (1997). Improvement of arbuscular mycorrhiza development by inoculation of soil with phosphate-solubilizing rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability ((sup32)P) and nutrient cycling. *Applied and Environmental Microbiology*, 63(11), 4408–4412. <https://doi.org/10.1128/aem.63.11.4408-4412.1997>
- Venturim, C. H. P., Ferreira, G. H., & Silva, A. M. (2018). Resposta do cafeeiro à adubação nitrogenada com inibidores de urease comparada à convencional.
- Zamariolli, L. R., Bull, L. T., Pinotti, E. B. & Bueno, C. E. M. S. (2019). Efeito da inoculação com pseudomonas via semente na cultura do milho. *Revista Científica Eletrônicas de Xx da Faef*, 36(2) (pp. 1-11).
- Zucareli, C., Cil, I. R., Prete, C. E. C., & Prando, A. M. (2011). Eficiência agrônômica da inoculação à base de Pseudomonas fluorescens na cultura do milho. *Agrarian*, 4(13), 152–157. Recuperado de <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/569>.