

**FACULDADE DE ENSINO SUPERIOR DO CENTRO DO PARANÁ
ENGENHARIA AGRONÔMICA**

JOÃO ANTONIO KNIPPELBERG BATISTA

**REPOSTA DA UTILIZAÇÃO DE MICRORGANISMOS NO DESEMPENHO
INICIAL DE MILHO SOB CONDIÇÕES DE RESTRIÇÃO HÍDRICA**

PITANGA

2022

JOÃO ANTONIO KNIPPELBERG BATISTA

**REPOSTA DA UTILIZAÇÃO DE MICRORGANISMOS NO DESEMPENHO
INICIAL DE MILHO SOB CONDIÇÕES DE RESTRIÇÃO HÍDRICA**

Trabalho De Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica, Área das Ciências Agrárias da Faculdade UCP Faculdade de Ensino Superior do Centro do Paraná, como requisito à obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.
Professor Orientador: Daiane Secco.

PITANGA-PARANÁ

2022

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	12
5. AGRADECIMENTOS.....	12
6. REFERÊNCIAS.....	13

REPOSTA DA UTILIZAÇÃO DE MICRORGANISMOS NO DESEMPENHO INICIAL DE MILHO SOB CONDIÇÕES DE RESTRIÇÃO HÍDRICA

RESPONSE TO THE USE OF MICROORGANISMS IN THE INITIAL PERFORMANCE OF CORN UNDER WATER RESTRICTION CONDITIONS

BATISTA, João Antonio Knippelberg.¹

SECCO, Daiane.²

RESUMO: O milho (*Zea mays* L.) é uns dos grãos mais utilizados que dominam mercado mundial agrícola. Com Brasil em uma produção 8% mundial se destaca crescente produção por safra, cultura com uma multiplicidade de uso. Atualmente condições climáticas estão cada vez mais se alterando, com isto estudos vêm sendo feitos com mais frequências pois afetam culturas do mundo todo e diminuem produtividade agrícola. O déficit hídrico é um dos principais fatores que diminuem a produção vegetal, afetando metabolismo das plantas, ocorrendo em grandes áreas de extensão agrícola. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da utilização de microrganismo do mandacaru (*Cereus jamacaru*) a *Bacillus aryabhattai* encontrada na rizosfera da planta, na amenização dos efeitos do estresse hídrico na cultura do milho. Plantas que foram submetidas a falta de água nos mostrou resultados similares às demais onde obtiveram uma disponibilidade hídrica maior durante mesmo período de tempo sendo todas inoculadas igualmente.

Palavras-chave: Água. *Bacillus aryabhattai*. *Zea mays* L.

ABSTRACT: Corn (*Zea mays* L.) is one of the most used grains that dominate the world agricultural market. With Brazil at 8% world production, it stands out for its increasing production per crop, a crop with a multiplicity of uses. Currently climatic conditions are changing more and more, so studies are being done more frequently because they affect crops around the world and decrease agricultural productivity. Water deficit is one of the main factors that reduce plant production, affecting plant metabolism, occurring in large areas of agricultural extension. The objective of this work was to evaluate the response of the use of microorganism

¹ João Antonio Knippelberg Batista, acadêmico do Curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade do Centro do Paraná, Pitanga, PR. E-mail: eng_joao.antonio@ucpparana.edu.br

² Daiane Secco, docente de Curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade do Centro do Paraná, Pitanga, PR. E-mail: prof_daianesecco@ucpparana.edu.br

from mandacaru (*Cereus jamacaru*) to *Bacillus aryabhattai* found in the rhizosphere of the plant, in alleviating the effects of water stress in corn culture. Plants that were subjected to lack of water showed us similar results to the others where they obtained a higher water availability during the same period of time being all equally inoculated.

Keywords: Water. *Bacillus aryabhattai*. *Zea mays* L.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos grãos que domina o mercado mundial agrícola, fazendo parte também o arroz, trigo e soja. Com maiores produções Estados Unidos e China ocupam 36% e 22% da produção mundial, e em terceiro lugar o Brasil, com 8% se destacando com uma crescente produção por safra. A cultura tem multiplicidade de uso, sendo cultivada para próprio consumo, para alimentação de aves, suínos e bovinos, e a utilização nas indústrias (SILVA; SILVA, 2017).

De acordo com a CONAB, a produção estimada para safra 2021/2022 são de 113,3 milhões de toneladas com um aumento de 30,1% em relação à anterior 2020/2021 (CONAB, 2022).

No entanto, atualmente as condições climáticas estão cada vez mais se alterando, com isso estudos vêm sendo feitos com mais frequência pois afetam culturas do mundo todo e diminuem as produtividades agrícolas (JACINTO JUNIOR *et al.*, 2019). O déficit hídrico é um dos principais fatores que acabam diminuindo a produção vegetal, afetando o metabolismo das plantas, ocorrendo em grandes áreas de extensão agrícola (DIAS *et al.*, 2021).

Assim, quando a planta está sob estresse hídrico os processos fisiológicos afetados são, efeito da diminuição da turgência celular juntamente por alterações do desenvolvimento foliar e das raízes, reduzindo transpiração e o suprimento de CO₂, perda da clorofila, comprometendo a fotossíntese. A falta de água afeta de maneira mais significativa nos períodos de desenvolvimento da planta sendo elas: inflorescência inicial, na fertilização, momento em que o

pólen necessita de água e por último no enchimento de grãos, levando o acréscimo na deposição da matéria seca (DIAS *et al.*, 2021).

Uma das alternativas para amenização do estresse hídrico é o uso de microrganismos xerotolerantes, encontrados em locais de climas com baixo fluxo de chuva como no Nordeste brasileiro. Quando avaliados os mesmos podem auxiliar com os seus mecanismos a sobrevivência das plantas em ambientes extremos. Na caatinga o cacto predominante é o *Cereus jamacaru* conhecido como mandacaru onde se encontra o *Bacillus aryabhatai* (KVAMURA *et al.*, 2013).

Identificado pela primeira vez em 2009 o microrganismo *Bacillus aryabhatai* é uma espécie que possui diâmetro de 5 a 8 mm suas colônias e sendo gram positiva com formato bastonete e também formando endósporos. Estudos mostram que a bactéria se adaptou bem no milho sob estresse hídrico por conta da sua vantagem de construir um biofilme e desenvolver exopolissacarídeos fazendo a proteção da planta na falta da água (NDOUNG, 2019).

Viera, Cunha e Sousa (2021) relatam que essas bactérias tem um efeito nos mecanismos de estresse, sendo uma delas a produção de osmólitos compatíveis com moléculas orgânicas de pequeno porte que ajudam no período de estresses ambientais por exemplo a composição de biofilmes. Gerados pelas bactérias multicelulares que se fixam na base das raízes pelos polissacarídeos, proteínas e DNA quando produzidos. Levando então a colonização ao sistema radicular destas plantas que sofrem com estresse hídrico produzindo substâncias para hidratar as raízes.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da utilização de microrganismo do mandacaru (*Cereus jamacaru*) a *Bacillus aryabhatai* encontrada na rizosfera da planta, na amenização dos efeitos do estresse hídrico na cultura do milho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação, na área experimental da Faculdade de Ensino Superior do Centro do Paraná - UCP, localizada no

município de Pitanga – PR, coordenadas 24°75'93''S e 51°78'47''W. Segundo Klppen e Geiger o clima é classificado como Cfb, clima temperado úmido, com temperatura média de 17,6 C.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 12 repetições e 5 tratamentos. Os tratamentos utilizaram a água como fator, T1-0ml (utilizado somente 0,5 litros de água para germinação) (testemunha), T2-0,5 litros, T3-1 litro, T4-1 cm acima da lâmina de água até da capacidade de retenção total do vaso totalizando 2,30 litros de água e o T5-10 cm com 4,30 litros no total. Para chegar nos litros totais dos tratamento 4 e 5, utilizou-se copo de medição até chegar a 1cm e 10 cm acima do solo, totalizando os litros de água. Os vasos eram regados um dia sim e outro não, até o final do experimento com suas doses escolhidas, medida com um copo de medidas em ml.

No dia do plantio foi inoculado em um saco e sacudido juntamente 1kg de sementes do híbrido 2702 Brevant® e 4 ml.kg⁻¹ do produto, e na sequência plantados cinco sementes para cada vaso. Após a germinação foi feito o raleamento até ficar duas plantas. O solo utilizado da própria área roxo argiloso distrófico, retirado com uma enxada e pá na camada de 0-0,20m, a terra foi peneirada e colocada nos vasos com a ajuda de uma pá até a altura que foi medida com uma trena para chegar a 5 cm do vaso, cada um deles contendo as dimensões de 3 litros, altura 0,15m e o diâmetro 0,15m. Para os testes o produto utilizado foi com bactérias de princípio ativo *Bacillus aryabhatai* e com nome comercial Auras®, proveniente da empresa científica NOOA® com parceria Embrapa®.

Após os dias da germinação foi feita a contagem para primeira avaliação assim então raleamento onde deixado duas plantas por vaso para avaliação restantes de 15 e 33 dias. As plantas eram retiradas dos vasos e levadas ao laboratório por meio de sacos de papéis separados por tratamentos e repetições de cada. As avaliações foram realizadas aos 15 e 33 dias após a emergência (DAE). As variáveis analisadas foram: porcentagem de germinação, parte aérea e radicular da planta, medida com paquímetro no laboratório e transformado em centímetros para avaliação, peso da raiz verde, pesada na balança de precisão, raiz seca as mesmas, porém ficaram em uma temperatura constante de 50°C por 24 horas e pesada com uso de balança de precisão.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade, sendo utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1 verificou-se que não houve diferença estatística nem interação entre os fatores de quantidade de água oferecida para porcentagem de germinação.

Para que uma boa germinação ocorra uma quantidade de água deve ser disponibilizada, além de temperatura e oxigênio (GRYBOWSKI; VIEIRA; PANOBIANCO, 2015). Essa disponibilidade é essencial para que a semente consiga um desenvolvimento inicial do sistema radicular e emergência das suas plântulas (KAPPES *et al.*, 2010).

No tratamento de semente a métodos que auxiliam o desenvolvimento destas plântulas em ambientes de estresse ou até com um vigor de semente abaixo. Assim, experimentos com microrganismos junto a inoculação vêm sendo feitos juntamente com as plantas mostrando evolução no crescimento, efeito fisiológicos e também atuação no metabolismo delas (SILVA *et al.*, 2019)

Porém a poucos casos do uso de rizobactérias no milho, em trabalhos realizados a utilização de microrganismos junto ao milho acaba não interferindo na germinação das sementes e sim auxiliando no crescimento das plantas. (BUCHELT *et al.*, 2019).

Tabela 1. Sementes de milho germinadas da cultivar Brevant 2702, Com inoculação do microrganismo *Bacillus aryabhattai*. Casa de vegetação localizada em Pitanga, PR, 2022.

Tratamentos	Germinação (%)
Testemunha	71,66 ns
0,5 L	71,66 ns
1 L	56,66 ns
1 cm acima lâmina da água	65,00 ns
10 cm acima da lâmina da água	71,66 ns
CV (%)	37,44

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Aos 15 e 33 dias após emergência DAE foi realizada a avaliação do peso das raízes verdes PRV (Tabela 2). Nos primeiros 15 DAE ocorreu uma diferença de 0,58 g entre o tratamento usado com 0,5 l de água e a testemunha, entre os tratamentos com 1l, 1cm da lâmina da água e 10cm da lâmina da água foram iguais aos primeiros dois tratamentos. Já nos 33 DAE não houve diferença significativa entre tratamentos. Contudo podemos ver que com o *Bacillus aryabathai* os parâmetros foram os mesmo com relação a água.

Bactérias do gênero *Bacillus* spp. conseguem formar os exopolissacarídeos (EPS) onde podem fazer uma zona de fixação com partículas do solo, raízes e as bactérias, conseguem que esses EPS auxiliam na proteção de raízes ajudando na falta de água (FADIJI *et al.*, 2022).

Tabela 2. Peso raiz verde (PRV) em gramas 15 e 33 dias após emergência (DAE). Casa de vegetação localizada em Pitanga, PR, 2022.

Tratamentos	15 DAE PRV (g)	33 DAE PRV (g)
Testemunha	0,98 a	5,14 ns
0,5 L	1,50 b	4,95 ns
1 L	1,36 ab	3,85 ns
1 cm acima lâmina da água	1,35 ab	3,95 ns
10 cm acima da lâmina da água	1,26 ab	4,05 ns
CV (%)	29,52	40,63

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O peso da raiz seca avaliados 15 e 33 dias após emergência das plantas conforme a tabela 3. Nas avaliações de 15 DAE não se obteve diferença independente das quantidades de água disponibilizadas ocorrendo o mesmo a 33 (DAE).

Kvamura *et al.* (2013) relata em seu estudo que bactérias do gênero *Bacillus* spp. são capazes de produzir hormônio auxinas, solenizando fosfato, produzindo sideróforos, amônia, HCN e citocininas, assim então inoculadas em plantas de milho em déficit hídrico levando um aumento na biomassa vegetal e no teor relativo de água, ajudando o solo ficar mais estável do com seus agregados.

Tabela 3. Peso raiz seca (PRS) em gramas 15 e 30 dias após emergência (DAE). Casa de vegetação localizada em Pitanga, PR, 2022.

Tratamentos	15 DAE PRS (g)	33 DAE PRS (g)
Testemunha	0,24 ns	1,87 ns
0,5 L	0,31 ns	2,14 ns
1 L	0,25 ns	1,62 ns
1 cm acima lâmina da água	0,24 ns	1,72 ns
10 cm acima da lâmina da água	0,29 ns	1,89 ns
CV (%)	40,41	40,64

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação ao comprimento da parte área foram feitas duas avaliações no período de tempo de 15 e 33 dias após emergência das plântulas de acordo com a tabela 4. Vemos que nos dois períodos de tempo não se obteve resultado significativo, porém mostrando uma média de CPA estável com os tratamentos oferecidos.

Promotores de crescimento vegetal, essas bactérias tendem a incrementar sob déficit hídrico uma produção de fitohormônios como as auxinas (AIA), ácido abscísico e giberelina, tendo resposta fisiológicas trazendo o aumento de osmólitos e reduzindo enzimas antioxidantes (KVAMURA *et al.*, 2013).

Tabela 4. Comprimento parte área (CPA) o milho em centímetros 15 e 33 dias após emergência (DAE). Casa de vegetação localizada em Pitanga, PR, 2022.

Tratamentos	15 DAE CPA (cm)	33 DAE CPA (cm)
Testemunha	16,08 ns	19,41 ns
0,5 L	20,50 ns	25,45 ns
1 L	18,24 ns	26,29 ns
1 cm acima lâmina da água	18,42 ns	24,45 ns
10 cm acima da lâmina da água	17,50 ns	23,89 ns
CV (%)	26,66	24,96

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na tabela 5. são apresentados os resultados de comprimento da raiz nos dois períodos de tempo, 15 e 33 DAE. Com os dados obtidos não teve diferença significativa, mas podemos perceber em condições oferecidas por tratamento o CDR se manteve com bons parâmetros de resistência.

Tabela 5. Comprimento da raiz (CDR) do milho cultivar Brevant 2702 medido em centímetros 15 e 33 dias após emergência (DAE). Casa de vegetação localizada em Pitanga, PR, 2022.

Tratamentos	15 DAE CDR (cm)	33 DAE CDR (cm)
Testemunha	9,38 ns	21,77 ns
0,5 L	17,18 ns	31,20 ns
1 L	11,20 ns	31,20 ns
1 cm acima lâmina da água	11,81 ns	32,48 ns
10 cm acima da lâmina da água	11,63 ns	31,10 ns
CV (%)	79,48	35,95

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Cultura do milho tem uma alta exigência de água, onde o consumo nos ciclos iniciais por dia equivale de 2,5mm, no espigamento e maturação está em 5 a 7,5mm, em lugares onde a temperatura alta e umidade baixa poderá chegar até 10mm por dia. No seu ciclo inteiro a planta acaba consumindo uma média de 600mm de água (CRUZ et al., 2006).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em considerações os resultados obtidos no experimento podemos ver que a cultura do milho é sensível a estresses hídricos, sendo assim o uso de microrganismo apresenta-se como uma alternativa para amenizar os riscos negativos de forma que vai auxiliar ao desenvolvimento e produtividade.

Plantas que foram submetidas a falta de água mostraram resultados similares às demais, onde obtiveram uma disponibilidade hídrica maior durante mesmo período de tempo, sendo todas inoculadas igualmente.

Contudo, não foi adicionado nenhum fertilizante na condução do experimento, fator esse que pode ter influenciado nos resultados. Portanto, novos estudos devem ser realizados considerando esses fatores.

5. AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus, sem ele nada é possível. A minha família que sem eles eu não estaria aqui hoje por tanto que me ajudaram desde início e até hoje, são os únicos que nós não podemos nunca abandonar pois sempre estarão ao nosso lado nos momentos bons e ruins.

E também aos meus professores onde que com eles muito pude aprender durante esse longo período de cinco anos, lembrando professores que mais me ajudaram nesse período Ricardo Fialho, Andricia Verlindo e Daiane Secco onde me orientou e foi essencial para me auxiliar com uma dedicação e todas contribuições necessárias ao trabalho.

6. REFERÊNCIAS

- ARTUZO, F.D. *et al.* O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 122, p. 515-540, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n2p515-540>. Acesso em: 6 ago. 2022.
- BUCHELT, A.C. *et al.* Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 6, ed. 4, p. 69-74, out/dez 2019. DOI <https://doi.org/10.32404/rean.v6i4.2762>. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/2762>. Acesso em: 2 set. 2022.
- CONAB. Acompanhamento safra brasileira. **Decimo segundo levantamento**. Brasília, n. 12, v.9, Conab, set.2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?limitstart=0>
- CRUZ, J.C. *et al.* Manejo da cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica**, [s. l.], 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490419/1/Circ87.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2022.
- DIAS, M.S. *et al.* A utilização de microrganismo na amenização de estresse abiótico em milho. **Caderno de Pesquisa**, Santa Cruz do Su, v. 32, ed. 2, p. 30-46, 12 jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.17058/cp.v32i2.15083>. Acesso em: 17 ago. 2022.
- FADIJI, A.E. *et al.* Efforts towards overcoming drought stress in crops: Revisiting the mechanisms employed by plant growth-promoting bacteria. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], v. 13, 29 jul. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.962427>. Acesso em: 29 out. 2022.
- FERREIRA, D. F, Sisvar: a Guide for its **Bootstrap procedures im multiple comparisons**, ciência e Agrotecnologia ,v.38 ,n,2,p.109-112,2014.
- GARCIA, J.C.; MATTOSSO, M.J.; DUARTE, J.O. Importância do milho em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 7-12, jul/ago 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/490196/importancia-do-milho-em-minas-gerais>. Acesso em: 14 jun. 2022.
- GRZYBOWSKI, C.R.S.; VIEIRA, R.D.; PANOBIANCO, M. Testes de estresse na avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Ciência Agronômica**, - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, v. 46, ed. 3, p. 590-596, jul/set 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/TJk5PxYBg3nsWnSLNwkd8LQ/#:~:text=O%20teste%20de%20submers%C3%A3o%20em,horas%2C%20a%2025%20%C2%B0C>. Acesso em: 29 out. 2022.

JACINTO JUNIOR, S.G. *et al.* Respostas fisiológicas de genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) submetidas ao estresse hídrico cultivadas no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s. l.], v. 34, ed. 3, p. 413-422, 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778634304>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/T4JCyxmWLvthzkc8MkRnX6L/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 7 jun. 2022.

KAPPES, C. *et al.* Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil, v. 11, ed. 2, p. 125-134, març/dez 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v11i2.16464>. Acesso em: 29 out. 2022.

KVAMURA, V.N. *et al.* Triagem de rizobactérias de cactos brasileiros para promoção do crescimento de plantas sob seca. **Microbiological Research**, [s. l.], v. 168, ed. 4, p. 183-191, 6 maio 2013. DOI <https://doi.org/10.1016/j.micres.2012.12.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501312001413?via%3Dihub>. Acesso em: 19 ago. 2022.

NDOUNG, O.C.N. Potencial de *Bacillus aryabhattai* para o controle de *Meloidogyne incognita* na cultura do milho. **Universidade Federal de Uberlândia**, Uberlândia-MG, 9 dez. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/28016>. Acesso em: 7 set. 2022.

SILVA, B.E.C.S; SILVA, M.R.J. Viabilidade Econômico-financeira da Implantação da cultura do milho no município Santa Teresa-ES. **Revista Univap**, São José dos Campos-SP, v. 23, ed. 43, p. 17-25, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v23i43.1773>. Acesso em: 6 ago. 2022.

SILVA, M.E.C.F *et al.* Germinação e vigor de girassol com uso de bactérias promotoras de crescimento. **Embrapa Meio Ambiente-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13. Campinas-SP, 2019. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1116869>. Acesso em: 2 set. 2022.

SOLOGUREN, L. Leonardo. Demanda mundial cresce e Brasil tem espaço para expandir produção. **Visão agrícola**, [s. l.], v. 13, ed. 1, p. 8-13, 2015. Disponível em: https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Importancia-artigo1.pdf. Acesso em: 20 jun. 2022.

VIERA, M.L.; CUNHA, A.J.; SOUSA, D.S. Organomineral associado a *Bacillus aryabhattai* como atenuador do déficit hídrico em mudas de café Introdução **Revista Vitae - Educação, Saúde & Meio Ambiente**, Patrocínio-MG, v. 1, ed. 9, p. 319-328, out 2021. Disponível em: <https://revistas.unicerp.edu.br/index.php/vitae/article/view/2525-2771-v1n9-9>. Acesso em: 17 ago. 2022.