



FACULDADE DO FUTURO - FAF

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONOMICA

**UTILIZAÇÃO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO EM
TOMATEIRO PROTEGIDO**

LEANDRO CESAR SILVA

OTAVIO MODESTO DE OLIVEIRA

RAMON DOMINGOS DA SILVA LUCAS

MANHUAÇU

2022



FACULDADE DO FUTURO - FAF

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONOMICA

LEANDRO CESAR SILVA

OTAVIO MODESTO DE OLIVEIRA

RAMON DOMINGOS DA SILVA LUCAS

**UTILIZAÇÃO DE BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO EM
TOMATEIRO PROTEGIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica da Faculdade do Futuro, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador (a): Dra Tatiane Paulinho Da Cruz

MANHUAÇU
2022

LEANDRO CESAR SILVA
OTAVIO MODESTO DE OLIVEIRA
RAMON DOMINGOS DA SILVA LUCAS

**UTILIZAÇÃO DE BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO EM
TOMATEIRO PROTEGIDO**

BANCA EXAMINADORA:

Tatiane Paulino Da Cruz
Doutora em Produção Vegetal

Wellington Matheus De Paula Maia
Especialista em Fisiologia Vegetal

Yaska Janaina Bastos Soares
Doutora em Produção Vegetal

Aprovado em 03/12/2022

MANHUAÇU
2022
**UTILIZAÇÃO DE RIZO BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO EM
TOMATEIRO PROTEGIDO**

RESUMO

Objetivou-se por meio deste experimento avaliar a eficiência da bactéria *Bacillus subtilis* UFV 3918 na solubilização de fosforo em tomateiro protegido. O experimento foi instalado em ambiente de produção comercial na propriedade Fazenda Machadinha onde foram separados dois setores. Ao longo de sessenta dias foram avaliados os teores de fosforo e da condutividade elétrica no solo, ao término das aferições, foi realizada análise de solo e foi verificado fosforo e PH em valores absolutos. A testemunha obteve valor estatístico superior em relação ao tratamento na solubilização do fosforo, não houve diferenciação estatística em valores de condutividade elétrica, em valores absolutos o tratamento obteve valor básico superior em relação a testemunha. Conclui-se que nas condições em que foi aplicado a bactéria *Bacillus subtilis* UFV 3918 houve efeito adverso ao esperado.

Descritores: *Bacillus subtilis*, Fósforo, *Solanum lycopersicum*, Meli-x®.

**USE OF PHOSPHORUS SOLUBILIZING RHIZOBACTERIA IN PROTECTED
TOMATO**

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the efficiency of *Bacillus subtilis* UFV 3918 in the solubilization of phosphorus in protected tomato plants. The experiment was installed in a commercial production environment on the Fazenda Machadinha property, where two sectors were separated. Over sixty days, the phosphorus and electrical conductivity levels in the soil were evaluated. At the end of the measurements, a soil analysis was carried out and phosphorus and pH were verified in absolute values. The control obtained a superior statistical value in relation to the treatment in the solubilization of phosphorus, there was no statistical difference in electrical conductivity values, in absolute values the treatment obtained a superior basic value in relation to the control. It is concluded that under the conditions in which *Bacillus subtilis* UFV 3918 was applied, there was an adverse effect than expected.

Keywords: *Bacillus subtilis*, Phosphorus, *Solanum lycopersicum*, Meli-x®.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MÉTODO.....	2
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	3
4. CONCLUSÃO	6
5. REFERÊNCIAS	6

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é a segunda olerícola mais cultivada no mundo e a primeira mais industrializada (SOARES, et al., 2021) , o Brasil é um dos maiores produtores de tomate no mundo, sendo uma hortaliça de grande importância econômica, o tomate é classificado como hortaliça-fruto , ou seja é seu fruto que é consumido, e devido sua versatilidade é utilizado de varias formas na alimentação humana como por exemplo em saladas, lanches, fast-foods e industrializados como molhos e massas, é fonte de carotenoides em especial licopeno, vitaminas C e E, ácido fólico , flavonoides e potássio (NASCIMENTO et al., 2013)

O fósforo é um nutriente com baixa solubilidade e um dos nutrientes com maior fator limitante para o desenvolvimento das plantas (ARAÚJO, 2011), sendo também considerado um grande poluidor de águas superficiais devido sua baixa percolação no solo, o excesso de fósforo na água favorece o crescimento de algas e plantas que diminuem a qualidade da água, além disso, o crescimento excessivo de algas ocasiona a diminuição de oxigênio e por consequência alta mortalidade de peixes (KLEIN e AGNE, 2012).

A produção de alimentos é responsável pelo maior consumo de fósforo, sendo a agricultura responsável por 90% da utilização desse nutriente, a extração de fósforo é feita em jazidas de rochas fosfáticas, ou seja, o fósforo é um recurso não renovável, estima-se que a demanda por este nutriente será duplicada em 2050, alguns estudos apontam que haverá um pico de demanda de fertilizantes fosfatados nos próximos 20 anos e o esgotamento das jazidas nos próximos 50-100 anos. (PANTANO, et al., 2016).

A escassez de fósforo está diretamente ligada à segurança alimentar, uma vez que a falta desse nutriente reduz e inviabiliza consideravelmente a produção de algumas culturas, as plantas absorvem fósforo da solução do solo, porém essa solução tem baixos teores, o fósforo é essencial para todas as plantas e é um fator limitante para a planta, por ter baixa mobilidade no solo é necessária a utilização de fertilizantes fosfatados na adubação de plantio e de cobertura em culturas de interesse. (KLEIN e AGNE, 2012)

A necessidade do fósforo para o desenvolvimento das plantas está em disparidade com a oferta desse nutriente, é necessário fontes alternativas de fósforo para garantir a produção agrícola no futuro, na microbiota do solo há bactérias capazes de solubilizar e disponibilizar o fósforo às plantas trabalhando em sinergia com a cultura de interesse, já existem amplos

estudos com micro organismos fixadores de nitrogênio que descartam a utilização de adubação nitrogenadas em algumas culturas, como a soja por exemplo.

Há poucos estudos sobre bactérias solubilizadoras de fosfato, atualmente buscam-se formas de reduzir a dependência das jazidas de rocha fosfática para obtenção de fosforo na agricultura, uma dessas formas é a utilização de bactérias solubilizadoras de fosfato, bactérias que disponibilizam o fosforo já existente no solo às plantas, reduzindo a utilização de fertilização fosfatada.

Diante do exposto objetivou-se avaliar a eficiência da bactéria *Bacillus subtilis* UFV 3918 utilizando o produto comercial Meli-x ® como bactéria solubilizadora de fosforo no solo em tomateiro protegido e irrigado.

2. MÉTODO

O experimento foi realizado na propriedade Fazenda Machadinho situada nas coordenadas 20°3'10.69"S 42°11'0.51"O no distrito de Dom Correia-Manhuaçu-Mg, na cultura de tomateiro em estufa com irrigação e fertilização controlada, foram utilizados *Bacillus subtilis* UFV 3918, cujo nome comercial do produto é Meli-x® da empresa Vittia.

A montagem do experimento foi feita no dia 26 de setembro de 2022, foram aplicados 1 L/ha do produto comercial, utilizando bomba costal manual, sendo aplicado 50 ml/planta de calda, o produto foi aplicado com solo úmido, tendo o inicio de aplicação as 14:00 horas e com termino as 16:30 horas, horário de Brasília com temperatura media de 25°celcius.

Antes da aplicação do produto foram coletadas informações do teor de fosforo e da condutividade elétrica no solo utilizando extrator de solução da marca Hidrosense®, fixada na rizosfera da planta a uma profundidade de 20 cm, após essa coleta foi utilizado uma sonda de íons seletivos da marca Horiba® para ter a obtenção dos valores, o valor determinado da primeira amostra antes do produto ser aplicado foi de 0,24 mg/L no tratamento e na testemunha havia 0,22 mg/L de fosforo.

As aferições foram realizadas semanalmente, e aos 60 dias da aplicação do produto foi realizada uma amostragem do solo para a verificação do PH e teor de fosforo no solo.

As análises foram submetidas à análise de variância (ANOVA) através do programa estatístico SISVAR 5.6®, a comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Tukey (p<0,05).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fósforo é de extrema importância para a formação de raízes nas plantas em geral, é um macro nutriente com grande fator limitante de vigor e produção de uma planta, o tomateiro é uma HF de extrema importância no Brasil, após 60 dias da aplicação foi feita uma análise solo avaliando o pH e o teor de fósforo no solo, Analisando a tabela 1 podemos verificar que o tratamento obteve em valores absolutos superioridade em níveis de fósforo e pH em relação a testemunha, neste período de 60 dias de aplicação quando foram encerradas as medições.

Tabela 1: Valores de PH e Fosforo com aplicação de biológico e sem aplicação de biológico (valores absolutos)

Tratamento	PH Em Água	P mg/dm ³
Testemunha	6,17	171,7
Biológico	6,71	189,6

Na tabela 2 observa-se que para a variável quantidade de fósforo ocorreu diferença estatística entre elas, a área sem aplicação do produto biológico apresentou maior valor de fósforo disponível na solução do solo.

Tabela 2: Valores de fósforo com aplicação de biológico e sem aplicação de biológico.

Tratamento	Doses de fósforo (mg/L)
Biológico	1,002b
Testemunha	1,431a
CV	14,46

Valores obtidos pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). C.V. = Coeficiente de Variação (%).

Após a aplicação do produto biológico observamos que as quatro primeiras semanas em nenhum dos tratamentos ocorreram diferença significativa entre elas, nas duas áreas analisadas, conforme apresentado na tabela 3. Para a área com a aplicação de produto biológico, a partir da quinta semana até a décima semana ocorre um aumento dos valores de fósforo, porém não tem diferença estatística entre elas e foram as que apresentaram maiores valores de fósforo.

Tabela 3: Valores de fosforo em relação ao tempo de aplicação do biológico e sem o biológico.

Variáveis Tratamento	Fósforo (Biológico) (mg/L)	Fosforo (Testemunha) (mg/L)
1 semana	0,24b	0,24c
2 semanas	0,208b	0,21c
3 semanas	0,287b	0,27c
4 semanas	0,357b	0,29c
5 semanas	1,257a	1,87b
6 semanas	1,44a	2,15ab
7 semanas	1,47a	2,37a
8 semanas	1,54a	2,18a
9 semanas	1,57a	2,33a
10 semanas	1,63a	2,35a

Valores seguidos de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Para a área onde não foi aplicado o produto biológico, as quatro primeiras semanas tiveram valores de fosforo iguais, na quinta e sexta semana ocorreu um acréscimo, da sétima a decima semana houve um aumento no valor e estatisticamente elas são iguais e diferentes das demais semanas.

Com relação a estabilidade do aumento dos níveis de fosforo observa-se que a área onde aplicou-se o produto biológico ocorreu uma menor variação em comparativo com a área onde não houve a aplicação.

Ao avaliar o efeito que o produto biológico teria ao longo do tempo após sua aplicação observa-se na tabela 4 que nas cinco primeiras semanas a quantidade de fosforo não difere estatisticamente entre si, a partir da sexta semana todos os valores diferentes entre si a nível de 5% de probabilidade, e os maiores valores de fosforo são encontrados na área onde não foi aplicado o produto biológico.

Tabela 4: Valores de fosforo com aplicação de biológico e sem aplicação de biológico dentro de cada semana

Tratamento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Biológico	1,57a	0,24a	0,20a	0,27a	0,29a	1,25a	1,44a	1,63a	1,47a	1,54a
Testemunha	2,35a	0,244b	0,21b	0,28b	0,35b	1,87a	2,15a	2,37a	2,18a	2,33a

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Ao avaliar a condutividade elétrica observa-se que entre os tratamentos não ocorreu diferença significativa tabela 5, ou seja, a aplicação de produto biológico não teve alteração para a variável condutividade elétrica.

Tabela 5: Valores de Condutividade elétrica com aplicação de biológico e sem aplicação de biológico.

Tratamento	Condutividade elétrica (CE) (mS/cm)
Testemunha	1712,35a
Tratamento	1730,9a
CV	7,36

Valores obtidos pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). C.V. = Coeficiente de Variação (%).

Tabela 6: Valores de condutividade elétrica em relação ao tempo de aplicação do biológico e sem o biológico.

Tratamento	Variáveis	
	CE (testemunha) (mS/cm)	CE (Biológico) (mS/cm)
1 semana	520d	613d
2 semanas	482d	480d
3 semanas	1512c	1600c
4 semanas	1682c	1696c
5 semanas	1789cd	1821cd
6 semanas	2063abc	2084ab
7 semanas	2328a	2361a
8 semanas	2150a	2144a
9 semanas	2294a	2236a
10 semanas	2302a	2273a

Valores seguidos de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Para os valores de condutividade elétrica ao longo do tempo de aplicação observa-se que ocorreu diferença significativa tabela 6. Com o passar das semanas após a aplicação ocorreu um aumento da condutividade elétrica, nas duas primeiras semanas condutividade apresentou menores valores tanto para a área com a aplicação de biológico como para a área sem aplicação, já nas terceira e quarta semana houve um acréscimo e também diferem entre

elas. A partir da sexta semana até a decima elas continuam aumentando os valores, porém são alterações bem menores que acaba não ocorrendo diferença estatística entre elas.

4. CONCLUSÃO

Após a aferição e a computação dos dados observou-se que o fosforo presente na área não tratada teve valor estatístico maior que o fosforo na área com aplicação da bactéria *Bacillus subtilis* UFV 3918, observou-se também que a condutividade elétrica não foi alterada em comparação com área tratada e não tratada, no entanto o PH em agua da área tratada obteve valor básico superior em valores absolutos em relação a testemunha, conclui-se que nas condições em que o produto foi aplicado não obteve-se o resultado esperado.

Trabalhos a respeito de novos produtos disponíveis no mercado são de grande importância para a evolução da agricultura, levando em consideração que o produto biológico tem crescido muito nos últimos cinco anos, e que na maioria das vezes a recomendação de bula encontra-se generalizada para todas as culturas e tipos de ambiente, testar em culturas diferentes a sua ação e também em ambientes diferentes é de suma importância. Os produtos biológicos são a base de microrganismo vivo que precisa de condições de ambiente boa para seu estabelecimento e desenvolvimento, como por exemplo uma boa quantidade de matéria orgânica.

5. REFERÊNCIAS

ARAUJO, F. F. de, Disponibilização de fósforo, correção do solo, teores foliares e rendimento de milho após a incorporação de fosfatos e lodo de curtume natural e compostado. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 33, p. 355-360, 2011.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente à poluente!. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, p. 1713-1721, 2012.

NASCIMENTO, A. dos R.; et. al. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. Horticultura Brasileira 31: 628-635, 2013.

PANTANO, G. et al. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. Química Nova, v. 39, p. 732-740, 2016.

SOARES, J. P. G. et al. Cadeia produtiva de alimentos orgânicos. Embrapa Cerrados-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2021.