

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

FABIANA RIBEIRO MACHADO

**INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO
NA CULTURA DA ALFACE**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2021

FABIANA RIBEIRO MACHADO

**INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO
NA CULTURA DA ALFACE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Márcia de Moraes Echer

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2021

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Machado, Fabiana Ribeiro

Inoculação de Bactérias promotoras de crescimento na cultura da alface / Fabiana Ribeiro Machado; orientador Vandeir Francisco Guimarães; coorientadora Márcia de Moraes Echer. -- Marechal Cândido Rondon, 2021.

71 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Marechal Cândido Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2021.

1. Agronomia. 2. Promotores de crescimento vegetal. 3. Cultura da alface. I. Guimarães, Vandeir Francisco, orient. II. Echer, Márcia de Moraes, coorient. III. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
Marechal Cândido Rondon - PR.



FABIANA RIBEIRO MACHADO

Inoculação de bactérias promotoras de crescimento na cultura da alface

Dissertação apresentada à distância, de forma síncrona e por videoconferência, conforme Resolução nº 052/2020 – CEPE, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADA pela seguinte banca examinadora:

Orientador - Vandeir Francisco Guimarães


Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Cláudio Yuji Tsutsumi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Jeferson Klein

Biogenesis Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Ltda.


Neumárcio Vilanova da Costa

Coordenador Especial do Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Marechal Cândido Rondon, 31 de agosto de 2021

Dedico a realização desta dissertação a toda minha família, em especial aos meus pais, Irene e José (em memória) e meu filho Pietro, que sempre me apoiaram e por tudo que representam para mim.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela vida e por proporcionar-me saúde e inteligência para realização deste trabalho.

Aos meus pais, José Ribeiro Machado Filho (em memória) e Irene Klabunde, pelo verdadeiro amor, educação, valores familiares e incentivo. A minha mãe por estar sempre do meu lado, pela ajuda e por estar sempre do meu lado, te amo. Aos meus irmãos Fabio e Fernanda e minha cunhada Cleidilaine que sempre me apoiaram e incentivaram. Obrigada por me ajudarem e estarem sempre presentes em minha vida. Sem vocês esta pesquisa não seria possível.

Ao meu esposo Roger pelo seu amor, carinho e compreensão. Obrigado por estar sempre do meu lado e pela disposição em ajudar.

Ao meu filho Pietro, que nasceu durante o desenvolvimento desta pesquisa, me dando a oportunidade de ser mãe, conhecer o amor de uma mãe por um filho. Te amo meu pequeno.

Em especial ao meu orientador, Prof^o Dr. Vandeir Francisco Guimarães e co-orientadora Prof^a Dra. Márcia de Moraes Echer pela orientação, amizade, incentivo e apoio. Obrigado pela paciência, compreensão e pela dedicação nos momentos que solicitei.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNIOESTE, pelos ensinamentos e auxílio quando precisei. A UNIOESTE pela oportunidade de realização do mestrado e aos amigos e colegas que conviveram comigo nesse período.

Um agradecimento especial ao meu irmão Fabio Ribeiro Machado, pois sem seu auxílio e encorajamento para a realização deste projeto, ele não seria possível, o meu muito obrigado.

Agradeço ao Seminário São Maximiliano Maria Kolbe de Cascavel, pela oportunidade de realização de parte do projeto de pesquisa de dissertação deste mestrado área de produção de hortaliças do mesmo, a todos os seminaristas que me auxiliaram. Agradeço também aos funcionários da Fazenda Experimental Professor Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa pertencente a UNIOESTE pelo auxílio.

A todos que de forma direta ou indireta colaboraram para a elaboração, condução e conclusão deste trabalho, muito obrigado.

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho”

[Abraham Lincoln]

RESUMO

MACHADO, Fabiana Ribeiro. Mestranda, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Agosto de 2021. **Inoculação de Bactérias promotoras de crescimento na cultura da alface**. Orientador: Dr. Vandeir Francisco Guimarães. Co-orientadora: Dr. Márcia de Moraes Echer.

As bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV) são uma alternativa para o aumento da produtividade de diversas culturas, incluindo a alface. São encontrados na literatura vários relatos com a utilização de bactérias promotoras de crescimento vegetal na cultura da alface, porém a maioria busca incrementos durante a produção de mudas. Visando proporcionar incrementos na cultura da alface a campo e gerar subsídios a técnicos e produtores, o presente trabalho teve como objetivo estudar a influência da aplicação de produtos comerciais a base de *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* + *B. megaterium* e *Pseudomonas fluorescens*, sobre características agrônômicas e qualidade da alface crespa. O experimento foi implantado em dois locais, em delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições. O primeiro fator, refere-se à aplicação de diferentes BPCV: controle; inoculações com *A. brasilense*; *B. subtilis* + *B. megaterium* e *P. fluorescens*. O segundo fator, foi composto por três épocas de aplicação das BPCV, sendo a primeira no dia do transplante das mudas (DT), a segunda aos 15 dias após o transplante (DAT) e a terceira no DT + 15 DAT. Aos 15 DAT foram avaliados o teor relativo de clorofila, altura de planta, diâmetro da cabeça, número de folhas por planta, área foliar, massa seca foliar, massa seca de caule, massa seca radicular, massa seca total, volume radicular e comprimento radicular. Na colheita foram analisadas as mesmas variáveis, mais massa fresca foliar, massa fresca de caule, massa fresca da cabeça, massa fresca radicular, massa fresca total e teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio. Apesar de ter ocorrido incremento na massa seca do caule e massa seca radicular aos 15 DAT, no momento da colheita não foram observados resultados significativos. Embora o *A. brasilense* tenha aumentado a MST das plantas de alface quando aplicado no DT + 15 DAT e quando comparado com as inoculadas com *P. fluorescens* ter sido superior, quando comparada a controle com os demais tratamentos não foi obtido resultados significativos para as características agrônômicas e qualidade da cultura da alface crespa cultivar Vera. Dentre as prováveis explicações pode-se destacar que os teores dos nutrientes no solo e a adubação de plantio e cobertura foram suficientes para atender as exigências nutricionais da cultura, minimizando os possíveis efeitos positivos esperados em função da inoculação com BPCV, além da possibilidade desta cultivar não mostrar interação positiva com estes microrganismos.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. *A. brasilense*. *B. subtilis*. *P. fluorescens*.

ABSTRACT

MACHADO, Fabiana Ribeiro. Mestranda, State University of Western Paraná, in August 2021. **Inoculation of growth-promoting bacteria in the lettuce crop.** Advisor: PhD Vander Francisco Guimarães. Co-Advisor: PhD Márcia de Moraes Echer.

Plant growth promoting bacteria (BPCV) are an alternative for increasing the productivity of several crops, including lettuce. Several reports are found in the literature with the use of plant growth-promoting bacteria in the lettuce crop, but the most seek increments during the production of seedlings. Aiming to provide increments in the field cultivation of lettuce and to generate subsidies to technicians and producers, the aim of this work was to study the influence of the application of commercial products based on *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* + *B. megaterium* and *Pseudomonas fluorescens*, on agronomic characteristics and quality of crisp lettuce. The experiment was implemented in two locations, in a randomized block design, in a 4 x 3 factorial scheme, with four replications. The first factor refers to the application of different BPCV: control; inoculations with *A. brasilense*; *B. subtilis* + *B. megaterium* and *P. fluorescens*. The second factor was composed of three periods of application of the BPCV, the first period on the day of seedling transplantation (DT) and the second at 15 DAT and the third on the DT + 15 DAT. At 15 DAT, the relative chlorophyll content, plant height, head diameter, number of leaves per plant, leaf area, leaf dry mass, stem dry mass, root dry mass, total dry mass, root volume were evaluated and root length. At harvest, the same variables were analyzed, in addition to leaf fresh mass, stem fresh mass, head fresh mass, root fresh mass, total fresh mass and leaf nitrogen, phosphorus and potassium contents. Despite the increase in stem and root dry mass at 15 DAT, at harvest time, no significant results were observed at harvest. Although *A. brasilense* increased the MST when applied to DT + 15 DAT and when compared to *P. fluorescens* was superior, when compared to the control with the other treatments, no significant results were obtained for the agronomic characteristics and quality of the culture of the lettuce crisp cultivar Vera. Among the likely explanations, it can be highlighted that the nutrient contents in the soil and the planting and coverage fertilization were sufficient to meet the nutritional requirements of the crop, minimizing the possible positive effects expected due to the inoculation with BPCV, in addition to the possibility of this cultivar do not show positive interaction with these microorganisms.

Keywords: *Lactuca sativa* L. *A. brasilense*. *B. subtilis*. *P. fluorescens*.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Índices pluviométricos (mm) do período entre 30 de novembro de 2019 e 12 de janeiro de 2020 em Marechal Cândido Rondon. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.....36
- Figura 2. Índices pluviométricos (mm) do período entre 11 de julho e 23 de agosto de 2020 em Cascavel. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021..... 36

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Localização geográfica e características físicas do solo⁽¹⁾ dos locais dos experimentos. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021 32
- Tabela 2. Caracterização química dos solos⁽¹⁾ na camada de 0-20 cm, (teores de micronutrientes, pH do solo e matéria orgânica) dos locais onde foram implantados os experimentos. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021 32
- Tabela 3. Descrição das características técnicas dos inoculantes. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021. 34
- Tabela 4. Resumo da análise de variância para teor de clorofila aos 21, 28, 35 dias após o transplante das mudas (DAT) e na colheita das plantas (CLT) aos 42 DAT, da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021..... 39
- Tabela 5. Resumo da análise de variância para teor de clorofila aos 21, 28, 35 dias após o transplante das mudas (DAT) e na colheita das plantas (CLT) aos 42 DAT, da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Cascavel-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021 39
- Tabela 6. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis teor de clorofila aos 21, 28, 35 dias após o transplante das mudas (DAT) e na colheita das plantas (CLT) aos 42 DAT, do experimento. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021. 40
- Tabela 7. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis teor de clorofila aos 21, 28, 35 dias após o transplante das mudas (DAT) e na colheita das plantas (CLT) aos 42 DAT, do experimento. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021 40
- Tabela 8. Resumo da análise de variância para Teor de Clorofila (TC), altura da planta (ALT), diâmetro da cabeça (DIAC), número de folhas por planta (NFPL) e área foliar por planta (ARF), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal aos 15 dias após o transplante das mudas, no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021..... 41
- Tabela 9. Resumo da análise de variância para Teor de Clorofila (TC), Altura da planta (ALT), diâmetro da cabeça (DIAC), número de folhas por planta (NFPL) e área foliar por planta (ARF), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal aos 15 dias após o transplante das mudas, no experimento realizado em Cascavel-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021. 42

- Tabela 10. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis teor de clorofila (TC), altura planta⁻¹ (ALT, cm), diâmetro da cabeça planta⁻¹ (DIAC, cm), número de folhas planta⁻¹ (NFPL) e área foliar planta⁻¹ (ARF, cm²) aos 15 dias após o transplante das mudas. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 202142
- Tabela 11. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis teor de clorofila (TC), altura planta⁻¹ (ALT, cm), diâmetro da cabeça planta⁻¹ (DIAC, cm), número de folhas planta⁻¹ (NFPL) e área foliar planta⁻¹ (ARF, cm²) aos 15 dias após o transplante das mudas. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 202142
- Tabela 12. Resumo da análise de variância para massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSCL), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR) e comprimento radicular por planta (CR), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal aos 15 dias após o transplante das mudas, no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.43
- Tabela 13. Resumo da análise de variância para massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSCL), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR) e comprimento radicular por planta (CR), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal aos 15 dias após o transplante das mudas, no experimento realizado em Cascavel-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.44
- Tabela 14. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis massa seca foliar planta⁻¹ (MSF, g), massa seca do caule planta⁻¹ (MSCL, g), massa seca da cabeça planta⁻¹ (MSCA, g), massa seca radicular planta⁻¹ (MSR, g) e massa seca total planta⁻¹ (MST, g), volume radicular (VR, cm) e comprimento radicular por planta (CR, cm) aos 15 dias após o transplante das mudas. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.44
- Tabela 15. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis massa seca foliar planta⁻¹ (MSF, g), massa seca do caule planta⁻¹ (MSCL, g), massa seca da cabeça planta⁻¹ (MSCA, g), massa seca radicular planta⁻¹ (MSR, g) e massa seca total planta⁻¹ (MST, g), volume radicular (VR, cm) e comprimento radicular por planta (CR, cm), aos 15 dias após o transplante das mudas. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 202145
- Tabela 16. Resumo da análise de variância para Teor de Clorofila (TC), Altura da planta (ALT), diâmetro da cabeça (DIAC), número de folhas por planta (NFPL) e área foliar por planta (ARF), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.....46
- Tabela 17. Resumo da análise de variância para teor de clorofila, altura de planta, diâmetro da cabeça, número de folhas por planta e área foliar, da cultura da

alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Cascavel-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021. 47

- Tabela 18. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis teor de clorofila (TC), altura planta⁻¹ (ALT, cm), diâmetro da cabeça planta⁻¹ (DIAC, cm), número de folhas planta⁻¹ (NFPL) e área foliar planta⁻¹ (ARF, cm²). Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.47
- Tabela 19. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis teor de clorofila (TC), altura planta⁻¹ (ALT, cm), diâmetro da cabeça planta⁻¹ (DIAC, cm), número de folhas planta⁻¹ (NFPL) e área foliar planta⁻¹ (ARF, cm²). Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.48
- Tabela 20. Resumo da análise de variância para massa fresca foliar (MFF), massa fresca do caule (MSCL), massa fresca da cabeça (MFC), massa fresca radicular (MFR) e massa fresca total por planta (MFT), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.49
- Tabela 21. Resumo da análise de variância para massa fresca foliar (MFF), massa fresca do caule (MFCL), massa fresca da cabeça (MSC), massa fresca radicular (MSR) e massa fresca total por planta (MFT), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Cascavel-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021..49
- Tabela 22. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis massa fresca foliar planta⁻¹ (MFF, g), massa fresca do caule planta⁻¹ (MFCL, g), massa fresca da cabeça planta⁻¹ (MFCA, g), massa fresca radicular planta⁻¹ (MFR, g) e massa fresca total planta⁻¹ (MFT, g). Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 202150
- Tabela 23. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis massa fresca foliar planta⁻¹ (MFF, g), massa fresca do caule planta⁻¹ (MFCL, g), massa fresca da cabeça planta⁻¹ (MFCA, g), massa fresca radicular planta⁻¹ (MFR, g) e massa fresca total planta⁻¹ (MFT, g). Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.50
- Tabela 24. Resumo da análise de variância para massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSCL), massa seca da cabeça (MSC), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR) e comprimento radicular por planta (CR), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.....53
- Tabela 25. Resumo da análise de variância para massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSCL), massa seca da cabeça (MSC), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR) e comprimento

radicular por planta (CR), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Cascavel-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021	53
Tabela 26. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para a variável massa seca total planta ⁻¹ (MST, g). UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2021	54
Tabela 27. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis massa seca foliar planta ⁻¹ (MSF, g), massa seca do caule planta ⁻¹ (MSCL, g), massa seca da cabeça planta ⁻¹ (MSCA, g), massa seca da raiz planta ⁻¹ (MSR, g), massa seca total planta ⁻¹ (MST, g), volume de raiz planta ⁻¹ (VR, m ³) e comprimento de raiz planta ⁻¹ (CR, cm). Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.	55
Tabela 28. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis massa seca foliar planta ⁻¹ (MSF, g), massa seca do caule planta ⁻¹ (MSCL, g), massa seca da cabeça planta ⁻¹ (MSCA, g), massa seca radicular planta ⁻¹ (MSR, g), massa seca total planta ⁻¹ (MST, g), volume de raiz planta ⁻¹ (VR, m ³) e comprimento de raiz planta ⁻¹ (CR, cm). Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.	56
Tabela 29. Resumo da análise de variância para os teores foliares de nitrogênio (N, g Kg ⁻¹ de massa seca), fósforo (P, g Kg ⁻¹ de massa seca), potássio (K, g Kg ⁻¹ de massa seca), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.	57
Tabela 30. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis nitrogênio (N, g/Kg), fósforo (P, g/Kg) e potássio (K, g/Kg), realizadas a partir do tecido foliar das plantas colhidas. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.	58
Tabela 31. Resumo da análise de variância para os teores foliares de nitrogênio (N, g Kg ⁻¹ de massa seca), fósforo (P, g Kg ⁻¹ de massa seca) e potássio (K, g Kg ⁻¹ de massa seca), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Cascavel-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021	58
Tabela 32. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis nitrogênio (N, g/Kg), fósforo (P, g/Kg) e potássio (K, g/Kg), realizadas a partir do tecido foliar das plantas colhidas. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.	59

LISTA DE ABREVIATURAS

A.	<i>Azospirillum</i>
AIA	Ácido indolacético
ALT	Altura de plantas
ARF	Área foliar
B	Boro
B.	<i>Bacillus</i>
BPCV	Bactérias promotoras de crescimento vegetal
Ca	Cálcio
CLT	Colheita
cm	Centímetros
cm ²	Centímetros quadrados
cm ³	Centímetros cúbicos
CO ²	Dióxido de carbono
CR	Comprimento radicular
CV	Coefficiente de variação
Cu	Cobre
DAT	Dias após o transplante
DIAC	Diâmetro da cabeça
DT	Dia do transplante
dm ⁻³	Decímetro Cúbico
FBN	Fixação biológica do nitrogênio
Fe	Ferro
FV	Fonte de Variação
g	Gramas
g/Kg	Gramas por quilograma
GL	Graus de liberdade
ha	Hectare
K	Potássio
Kg	Quilogramas
L	Litros
L ha ⁻¹	Litros por hectare

m	Metros
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
MFC	Massa fresca da cabeça
MFCL	Massa fresca do caule
MFF	Massa fresca foliar
MFR	Massa fresca radicular
MFT	Massa fresca total
mg	Miligramas
ml	Mililitros
mm	Milímetros
MSCA	Massa seca da cabeça
MSCL	Massa seca do caule
MSF	Massa seca foliar
MSR	Massa seca radicular
MST	Massa seca total
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
N	Nitrogênio
NFPL	Número de folhas por planta
P	Fósforo
<i>P.</i>	<i>Pseudomonas</i>
pH	Potencial hidrogeniônico
QM	Quadrado médio
RPCV	Rizobactérias promotoras de crescimento vegetal
TC	Teor de Clorofila
UE	Unidade Experimental
VR	Volume radicular
Zn	Zinco

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1 A CULTURA DA ALFACE.....	22
2.2 BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL.....	25
2.2.1 <i>Azospirillum brasilense</i>	27
2.2.2 <i>Pseudomonas fluorescens</i>	28
2.2.3 <i>Bacillus subtilis</i>	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.....	31
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	33
3.3 DESCRIÇÃO DOS INOCULANTES COMERCIAIS.....	34
3.4 CONDUÇÃO DOS ENSAIOS.....	35
3.5 AVALIAÇÕES.....	37
3.6 ANÁLISE DOS DADOS.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 AVALIAÇÃO TEOR DE CLOROFILA.....	38
4.2 AVALIAÇÃO 15 DIAS APÓS O TRANSPLANTE DAS MUDAS.....	41
4.3 AVALIAÇÃO COLHEITA.....	46
5 CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

A cultura da alface (*Lactuca sativa*) é a principal olerícola folhosa no Brasil, sendo cultivada de diversas formas, convencional, orgânica, hidropônica e é consumida principalmente *in natura*. Seu cultivo é realizado principalmente por pequenos agricultores como forma de geração de emprego e renda.

Por ser uma olerícola de ciclo curto e sistema radicular superficial, apresenta alta demanda de nutrientes, especialmente o nitrogênio, sendo fornecido via adubação química através de fontes como ureia e sulfato de amônio (FILGUEIRA, 2013).

Algumas bactérias contribuem de forma a intensificar o efeito da adubação nitrogenada e/ou reduzir a quantidade aplicada em diversas culturas. Estas bactérias são denominadas como bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV), que representam uma grande variedade de bactérias de solo.

Segundo Glick (2012), são microrganismos de vida livre que formam relações simbióticas específicas com as plantas, endófitos bacterianos, que podem colonizar alguns ou uma grande parte de tecidos de uma planta e cianobactérias. Quando associadas com plantas, podem levar a um aumento da área da raiz. Esse aumento na superfície radicular promove maior eficiência na retirada de água, macro e micronutrientes pelas plantas.

Os benefícios causados pelas BPCV podem ser verificados em diversas culturas. Esta promoção de crescimento pode ser o resultado de diversos mecanismos, como o controle biológico através da competição por nutrientes e espaço com o patógeno, produção de sideróforos e antibióticos, resistência induzida a doenças, promoção de crescimento diretamente pela produção de fitohormônios e aumento da disponibilidade de nutrientes pela fixação de nitrogênio ou solubilização de fósforo (SOTTERO et al., 2006).

Estão inseridas nesse grupo de BPCV, diversos gêneros de bactérias capazes de promover melhorias no crescimento das plantas. Entretanto, somente alguns deles apresentam produtos comercialmente disponíveis para uso, registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Esses produtos comerciais são chamados de inoculantes e são substâncias que contêm uma ou mais espécies de

microrganismos vivos (BALACHANDAR, 2012; BRASIL, 2011; REIS, 2007).

Adesemoye e Kloepper (2009) sugerem que o uso de inoculantes a base de BPCV pode ser um potencial componente do sistema de produção, devido ao estímulo à produção de hormônios vegetais, fixação biológica de nitrogênio, entre outros que elas promovem, que em conjunto, além de promover o crescimento, podem atuar no sentido de minimizar os efeitos negativos de estresses.

Yang, Kloepper e Ryu (2009) também citam os benefícios promovidos pela interação planta x BPCV, que incluem aumentos na taxa de germinação de sementes, crescimento foliar, produtividade, área foliar, teor de clorofila, a absorção de nutrientes, teor de proteína, tolerância a estresses, massa de parte aérea e raízes, controle biológico e atraso na senescência. As interações entre as BPCV e as raízes das plantas promovem mobilização e absorção de nutrientes presentes na solução do solo, acarretando aumento de produtividade da cultura (MANHÃES, 2014).

Na área biológica da horticultura, a utilização de bactérias promotoras de crescimento vegetal tem potencial para incrementar a produção, entre elas estirpes pertencentes aos gêneros *Azospirillum*, *Bacillus* e *Pseudomonas* vem ganhando destaque.

Dentro do gênero *Azospirillum* destaca-se a espécie *Azospirillum brasilense*, estirpes AbV5 e AbV6, que possuem a capacidade de aumentar a fixação de nitrogênio, produzir fitormônios que estimulam o desenvolvimento e crescimento das raízes, aumentando a área de absorção de água e nutrientes.

Quanto ao gênero *Bacillus*, podemos citar as cepas BRM 119 (*Bacillus megaterium*) e BRM 2084 (*Bacillus subtilis*), que colonizam a rizosfera da planta, produzem diferentes ácidos orgânicos que atuam na porção do solo que se encontra em contato com as raízes das plantas. Iniciando assim, o processo de solubilização do fósforo que está retido ao cálcio, alumínio e ferro presentes no solo, deixando-o prontamente disponível para a absorção e a assimilação pela planta. Atuam também na mineralização do fósforo presente na matéria orgânica do solo.

No gênero *Pseudomonas*, uma das espécies mais utilizadas é a *Pseudomonas fluorescens*, que tem como principal função a solubilização de fósforo retido no solo. Proporciona aumento da nodulação, redução de patógenos.

A alface além de ser a hortaliça folhosa mais consumida pelos brasileiros, é

sensível às condições adversas de temperatura, umidade e chuva, exigindo condições adequadas para seu desenvolvimento. A adoção da prática de inoculação de BPCV na cultura da alface seria uma forma de melhorar seu desenvolvimento, características agronômicas, ganhos em produtividade, aspectos visuais e químicos e características organolépticas do produto.

Neste contexto, este estudo teve por objetivo verificar as possíveis influências do *A. brasilense*, *B. subtilis* + *B. megaterium* e *P. fluorescens*, sobre as características agronômicas e qualidade da alface crespa, quando aplicados no dia do transplante das mudas, 15 dias após o transplante das mudas e no dia do transplante das mudas + 15 dias após o transplante das mudas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA ALFACE

A alface (*Lactuca sativa* L.) é descrita botanicamente como pertencente a classe Magnoliopsida, ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Cichorioideae, tribo Lactuceae, gênero *Lactuca*. Quanto a sua morfologia, apresenta flores hermafroditas agrupadas em inflorescência na forma de capítulo com aproximadamente 20 floretes. A reprodução ocorre por autopolinização cleistogâmica, ocorrendo polinização e fecundação antes da abertura da flor (FILGUEIRA, 2013).

Originária de seleções e mutações da espécie silvestre *Lactuca serriola* L., sua domesticação iniciou-se no Egito, sendo disseminada para região do Mediterrâneo, Grécia e Roma, onde se espalhou para o resto do continente europeu (SUINAGA et al., 2013). Segundo Sala e Costa (2012), apontam que possivelmente a cultura da alface foi introdução na Europa em meados do século XV e no Brasil em 1650, trazida pelos portugueses.

O ciclo da cultura é dividido em duas fases: sendo a primeira vegetativa, caracterizada pela germinação, emergência e formação das folhas, na qual a planta atinge o padrão de comercialização, e a segunda reprodutiva, onde ocorre a formação e alongamento da haste floral com posterior florescimento e maturação fisiológica das sementes. As principais características que influenciam na duração de cada fase são o genótipo, as condições edafoclimáticas e o manejo adotado, variando entre 45 e 80 dias (FILGUEIRA, 2013).

Planta anual e herbácea com sistema radicular ramificado e superficial, que se adapta bem em solos de textura média, com boa capacidade de retenção de água e pH entre 6,0 e 6,8. Embora seja uma espécie de clima ameno, cultivares resistentes a elevadas temperaturas foram desenvolvidas visando atender as regiões mais quentes. As conhecidas cultivares de inverno quando submetidas a temperaturas acima de 20 °C têm seu ciclo vegetativo acelerado antecipando a fase reprodutiva resultando em plantas menores comprometendo, conseqüentemente, a qualidade final do produto (FILGUEIRA, 2013; RESENDE et al., 2007).

O cultivo pode ser realizado tanto a campo quanto em ambiente protegido, em solo ou solução nutritiva (hidroponia). Por ser uma cultura sensível as intempéries ambientais os cultivos protegidos normalmente apresentam maiores produções. Estes favorecem o desenvolvimento das plantas durante todo o ano, tanto na época de chuvas intensas as quais danificam as folhas, quanto em períodos de estiagem onde se tem elevadas temperaturas que favorecem o pendoamento precoce (ARAÚJO NETO et al., 2012).

Tem grande importância no mundo, sendo uma fonte de vitaminas e sais minerais. Na alimentação humana é considerada a hortaliça folhosa mais popular consumida no nosso país e isso se deve ao seu sabor, qualidade nutritiva, facilidade de aquisição e baixo custo (OLIVEIRA et al., 2004).

Pode ser considerada uma das principais alternativas para os pequenos produtores, podendo ter grande retorno econômico e na maioria das pequenas propriedades produtoras demandando apenas da mão de obra familiar (ZIECH et al., 2014).

As cultivares comercializadas são agrupadas de acordo com a formação de cabeça em repolhudas ou soltas e conforme as características das folhas em crespas ou lisas. Assim, são associadas em seis grupos: americana, repolhuda manteiga ou lisa, solta lisa, solta crespa, mimosa e romana. Destas a maior parte são de coloração verde, entretanto, as arroxeadas também vêm ganhando mercado. A definição dos tipos de alface é importante devido à grande diversidade encontrada de características morfológicas e fisiológicas que determinam especificidade na conservação pós-colheita, influenciando diretamente no manuseio (FILGUEIRA, 2013; HENZ; SUINAGA, 2009).

Dentre muitas cultivares existentes no mercado, a cultivar Vera utilizada na pesquisa foi selecionada por apresentar resistência ao florescimento precoce devido a altas temperaturas e por apresentar as características mais apreciadas pelo mercado consumidor.

Resultante do cruzamento das cultivares Verônica e Slow Bolting, apresenta como principal característica a resistência ao florescimento precoce devido a altas temperaturas. Esta é caracterizada por folhas soltas e crespas, porte ereto, coloração verde clara brilhante e ciclo entre 50 e 70 dias. Apresentando como principal

desvantagem em relação as outras cultivares maior sensibilidade a queima das bordas (DELLA VECCHIA; KOCK; KIKUCHI, 1999).

Segundo o DERAL (2021), no ano agrícola de 2019, no Estado do Paraná a área cultivada de hortaliças foi de 117,8 mil hectares, com produção de 2,9 milhões de toneladas. O valor movimentado no mercado das hortaliças foi de aproximadamente R\$ 4.87 bilhões. Para a cultura do alface a área cultivada foi de 7.143 hectares, com produção de 148.0 mil toneladas, sendo a quinta hortaliça mais produzida no estado, representando 5% da produção total, o valor movimentado foi de R\$ 219.240.047 milhões. No núcleo de Cascavel a área cultivada de hortaliças foi 5.281 hectares, com produção de 103.314 toneladas, representando 3% da produção total do Estado do Paraná e o valor movimentado foi de R\$ 147.935.457 milhões.

Buscando a redução do uso de agroquímicos na agricultura afim de minimizar os danos ambientais e promover a renovação das reservas naturais, cada vez mais se tem estudado os efeitos de microrganismos do solo, principalmente as BPCV's. Estas são capazes de promover alterações fisiológicas e hormonais benéficas as plantas. A horticultura vem buscando na utilização desses microrganismos benéficos as hortaliças, afim de reduzir agroquímicos em seus produtos e incremento no desenvolvimento e crescimento das culturas, para obtenção de produtos com melhor qualidade e aceitação do produto no mercado. (RUZZI e AROCA, 2015).

BERNABEU et al. (2015) demonstraram que a inoculação de mudas com *Burkholderia* resultou na colonização efetiva de raízes de tomateiro (*Solanum lycopersicum*), o que influenciou a parte aérea aumentando consideravelmente a produção de tomate em duas épocas de colheita. Ainda no tomate, *Azotobacter* e *Azospirillum* foram utilizados em conjunto, aumentando significativamente o peso seco da planta inteira, altura, número de folhas por planta, número de frutos por planta, rendimento por planta, peso médio de frutos por planta, clorofila e proteína (RAMAKRISHNAN E SELVAKUMAR, 2012 citado por ZAIDI et al. 2015).

BARASSI et al. (2006) demonstraram resultados significativos com a inoculação de *Azospirillum* em sementes de alface expostas a estresse salino. Apesar de vários estudos terem sido realizados e terem sido promissores, ainda se tem muito a estudar e entender sobre as BPCV e principalmente seus usos na olericultura.

2.2 BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL (BPCV)

No solo podem ser encontrados diversos microrganismos, sendo que eles podem ser divididos em função da influência que podem causar nas plantas, sendo prejudiciais, benéficos e neutros. Entre os microrganismos caracterizados como benéficos existem as rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (RPCV) (BRAGA JUNIOR, 2015).

O desenvolvimento vegetal é influenciado por diversos processos, destes alguns processos são desenvolvidos por determinados grupos de microrganismos. Estes microrganismos possuem a capacidade de fixar o nitrogênio da atmosfera para posteriormente ser utilizado pelas plantas, esses microrganismos são denominados de bactérias diazotróficas. Essa capacidade de fixar o nitrogênio é chamado de fixação biológica de nitrogênio (FBN) (MENDES; REIS; CUNHA, 2010).

A busca por tecnologias que diminuam a aplicação de fertilizantes minerais e com isso se reduza também os custos econômicos e ambientais gerados pela fertilização nitrogenada tem gerado cada vez mais pesquisas com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, como por exemplo, a inoculação destes em sementes e plantas a fim de se obter maiores incrementos produtivos das culturas (LOZADA et. al., 2018).

Muitas destas bactérias podem contribuir para um melhor desempenho das plantas, mesmo sob estresse. Estes microrganismos são chamados de bactérias promotoras do crescimento vegetal (YANG; KLOEPPER; RYU, 2009; ALGUACIL et al., 2009). Segundo Glick (2012), as bactérias promotoras de crescimento vegetal incluem microrganismos de vida livre, endófitos bacterianos que tem a capacidade de colonizar muitos tecidos das plantas, formando relações simbióticas específicas.

Essa associação beneficia o crescimento das plantas, através do aumento da produção de auxina (AIA), que gera um aumento no crescimento radicular, podendo contribuir para a formação de raízes laterais e pelos radiculares. Com o crescimento das raízes, estas se tornam mais eficientes em absorver água e nutrientes e com isso promovem uma melhoria recíproca entre os organismos associados, podendo ser por meio de um efeito protetor que leva ao aumento da capacidade de sobrevivência (DIMPKA; WEIMAND; ASCH, 2009).

Segundo Correa et al. (2008) podem estimular o crescimento das plantas por meio da capacidade de fixação biológica de nitrogênio, aumento na atividade da redutase do nitrato quando crescem endofiticamente nas plantas, produção de hormônios como auxinas, citocininas, giberelinas, etileno e outras moléculas.

Os efeitos das rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (RPCPs) nas plantas podem ocorrer de duas formas: a) direta, por mecanismos como fixação de nitrogênio, síntese de sideróforos, produção de fitohormônios, solubilização de fosfato e mineralização de nutrientes e, b) indireta, como agentes de controle biológico de fitopatógenos (MARIANO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2003). Segundo Dobbelaere, Vanderleyden e Okon (2003) as RPCPs são capazes de produzir auxinas, giberelinas e citocininas, fitohormônios que contribuem para o aumento do comprimento das raízes, alongamento do caule e promoção do crescimento e desenvolvimento das plantas.

Assim como já citado anteriormente, as BPCV vem sendo utilizadas na forma de produtos biológicos comerciais com o objetivo de contribuir para o crescimento e desenvolvimento das plantas (LIMA et al., 2017).

Com isso a inoculação com BPCV e fixadoras de nitrogênio pode ser uma alternativa para redução desses gastos (AGUIRRE et al., 2018). Além disso, a fixação biológica de nitrogênio possibilita o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável, com diminuição dos danos ao meio ambiente e aumentando a qualidade dos produtos.

Bashan et al. (2014), em estudo sobre os avanços da inoculação com BPCV, afirmam que os principais aspectos para o sucesso da inoculação são a eficácia do isolado bacteriano e a utilização da tecnologia de inoculação adequada. Há relatos onde a simples inoculação permite a obtenção de bons rendimentos ou de ganhos em crescimento das culturas (GARCÍA OLIVERAS; MENDONZA HERRERA; MAYEK PEREZ, 2012; BRUM et al., 2016; MARTINEZ et al., 2016).

O interesse pela utilização de microrganismos como promotores do crescimento de plantas vem crescendo, tendo em vista que resultados positivos já foram observados para alface (FERREIRA et al., 2011; SCHLINDWEIN et al., 2008).

2.2.1 *Azospirillum brasilense*

Uma das alternativas para o fornecimento de nitrogênio as plantas é a utilização de inoculantes à base de bactérias, principalmente do gênero *Azospirillum* (MILLÉO; CRISTÓFOLI, 2016). Segundo Fukami et al. (2016), dentre as bactérias pertencentes ao gênero *Azospirillum*, a de maior potencial é *A. brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6, que pode gerar diversos estímulos para o crescimento das plantas, destacando-se a produção de hormônios, como auxinas, e estimulando o enraizamento.

O interesse por bactérias desta espécie tem crescido entre os pesquisadores da área de microbiologia agrícola como, também por produtores que utilizam produtos biológicos à base de *A. brasilense* inoculados nas sementes de várias espécies vegetais. O *A. brasilense* cresce em associação com as raízes, utilizando os nutrientes excretados pela planta, e em retorno fixam o nitrogênio atmosférico e liberam substâncias promotoras de crescimento vegetal para a mesma (HUNGRIA, 2011; MENDONÇA; URQUIAGA; REIS, 2006; TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

O *A. brasilense* também favorece o crescimento vegetal, através da síntese de auxinas (SANTI et al., 2013). Exercendo grande importância para o desenvolvimento dos vegetais por meio da produção de diversos compostos, como o AIA, que é uma auxina (FLORENTINO et al., 2017). Onde o AIA age na regulação do crescimento vegetal, podendo ser sintetizado em tecidos vegetais que apresentam alta taxa de crescimento, como nos meristemas apicais, folhas jovens, frutos e sementes em desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2009). Por esse motivo a produção de AIA tem sido amplamente explorada pela pesquisa (MOREIRA et al., 2010; CASSAN; VANDERLEYDEN; SPAEPEN, 2014).

O AIA produzido por essas bactérias pode aumentar o comprimento e o número de pelos radiculares, aumentando a área de exploração das raízes e, desse modo, possibilitando maior absorção de água, nutrientes e uma maior tolerância às condições de baixa umidade do solo (RYAN et al., 2008; MOREIRA et al., 2010; CASSAN; VANDERLEYDEN; SPAEPEN, 2014), favorecendo assim o desenvolvimento vegetal, sobretudo em plantas que possuem o sistema radicular superficial, como a alface (FILGUEIRA, 2008).

Na literatura existem vários estudos confirmando que *A. brasilense* promove melhoria nas variáveis de produção em diversas culturas, com destaque para as gramíneas. Isso ocorre pela produção ou metabolização por parte dos compostos de sinalização química que alteram o alongamento e conformação das raízes, formação de pelos radiculares ocasionando um aumento no volume de solo explorado pela planta, incrementando de forma indireta a captura de recursos vegetais existentes no solo. Esses processos fisiológicos são regulados pelos hormônios vegetais produzidos (OLIVEIRA, 2015).

Segundo Kazi et al. (2016), ocorre aumento nos teores de clorofila e condutância estomática, e podem aumentar a atividade da enzima nitrato redutase (HUNGRIA, 2011). Além destas alterações, podem levar ao aumento da atividade fotossintética das plantas (GORDILLO DELGADO; MARIN; CALDERÓN, 2016).

O *A. brasilense* pode conferir maior tolerância da alface às viroses do grupo Tospovirus, principal agente causador da morte de plantas e o uso de *A. brasilense* associado a enraizador, atenua os efeitos da larva-minadora em menores doses de N em cobertura (LIMA et al., 2017).

Os produtos biológicos comerciais contendo *A. brasilense* são comercializados na forma líquida quanto turfosa, sendo constituídos pelas estirpes AbV5 e/ou AbV6 (HUNGRIA et al., 2010). Sua aplicação é normalmente na forma de inoculação de sementes. Sendo aplicadas nas folhas e diretamente no solo ou outro substrato por ocasião da semeadura também (HUNGRIA, 2011; PORTUGAL et al., 2013). Possui registro para a utilização na cultura do milho, quanto a utilização da cultura da alface se restringe a pesquisa, sendo estudado a inoculação nas sementes e mudas.

A acidez do solo afeta a sobrevivência e atividade de bactérias diazotróficas (NEW e KENNEDY, 1989). As estirpes de *A. brasilense*, apresentam boas taxas de crescimento e fixação de nitrogênio entre a faixa de pH 6,0 a 8,0. É possível considerar o pH 7,0 como ótimo para o desenvolvimento bacteriano e FBN.

2.2.2 *Bacillus subtilis* e *B. megaterium*

A bactéria *Bacillus subtilis* é habitante natural do solo, produz enzimas, e fitohormônios que proporcionam benefícios para as plantas, é descrita como promotora de crescimento de plantas, pode produzir os antibióticos bulbiformina, micosubtilina, bacilomicina, bacilizina e funginicina e podem inibir fitopatógenos (ARAÚJO, 2008).

Segundo Corrêa, Bettioli e Sutton, (2010), as bactérias do gênero *Bacillus*, especialmente *B. subtilis*, apresentam como principal característica a ação antagônica direta contra fitopatógenos mediante síntese de substâncias antimicrobianas, competição por espaço e nutrientes, e indireta, por meio da resistência sistêmica induzida. Porém, além da exclusão competitiva de fitopatógenos, a promoção do crescimento de plantas proporcionado por estas bactérias é, também, consequência do aumento da fixação biológica de nitrogênio, da solubilização de nutrientes e da síntese de fitohormônios (ARAÚJO, 2008; ARAÚJO et al., 2010; ARAÚJO; HUNGRIA, 1999).

Considerada uma bactéria associativa que ocorre naturalmente no solo colonizando raízes, onde desempenha importante papel na ciclagem do carbono e do nitrogênio, uma vez que promove a decomposição da matéria orgânica aumentando a disponibilidade dos nutrientes para as plantas. O crescimento das plantas promovido por esta espécie é consequência de diversos processos os quais envolvem a síntese de auxinas, giberelinas e citocininas, disponibilização de fosfato e principalmente o biocontrole de fitopatógenos (ARAÚJO; HUNGRIA, 1999; LAZZARETTI; MELO, 2005).

Além disso, também aumentam a fixação de nitrogênio, promovem a solubilização de nutrientes, síntese de fitohormônios e melhoria das condições do solo. No Brasil, estudos realizados por Corrêa et al. (2008), mostraram que *B. subtilis* promoveu o crescimento de plantas de alface em hidroponia. A bactéria *B. subtilis* tem a capacidade de colonizar as raízes através da formação de uma camada fina sobre elas.

Bacillus megaterium além de atuar na solubilização do fósforo, apresenta mecanismos que auxiliam o crescimento, como a solubilização de potássio, produção de fitormônios, enzimas, bioproteção contra patógenos, e por meio de mecanismos secundários, aumentando a absorção de outros nutrientes e água pelo estímulo ao

sistema radicular (Gupta et al., 2015; Ribeiro et al., 2018).

O sucesso da utilização dessa espécie de rizobactéria em inoculantes é atribuído às suas próprias características biológicas, especialmente a capacidade de formação de estruturas de resistência em condições desfavoráveis. Desta forma, garante-se maior possibilidade de manutenção da sobrevivência desta nos bioprodutos compostos pela mesma (LANNA FILHO; FERRO; PINHO, 2010; MELO, 1998).

O crescimento e desenvolvimento ocorre entre pH 5,5 e 8,5. A temperatura ideal de crescimento é de 28-30°C, com mínimo de 5-20°C e máximo de 45-55°C (LOGAN e de VOS, 2009).

2.2.3 *Pseudomonas fluorescens*

As bactérias promotoras de crescimento vegetal, em especial as pertencentes ao grupo fluorescente do gênero *Pseudomonas*, são muito estudadas. Segundo Cipriano, Patricio e Freitas (2013), isolados de *Pseudomonas spp.* Do grupo fluorescente produzem metabólitos que beneficiam o crescimento de plantas de alface e têm potencial para controle biológico de *Pythium aphanidermatum* e promoção de crescimento de plantas de alface cultivadas em sistema hidropônico.

Entre as BPCV, o gênero *Pseudomonas spp.* possui habilidade de colonizar diferentes ambientes está relacionada à versatilidade nutricional e a diversidade de metabólitos produzidos, como antibióticos, sideróforos e hormônios de crescimento vegetal. As espécies de *Pseudomonas* mais relevantes para a agricultura são *P. fluorescens* e *P. putida*, que ratificaram a eficiência desse gênero no desenvolvimento e produtividade de plantas (SOTTERO, 2003).

A *P. fluorescens* foi reconhecida pela sua capacidade de estimular o crescimento vegetal. Apresenta-se em forma de bastonetes e necessita de oxigênio para sobreviver, além de possuir em sua extremidade vários flagelos que permitem a sua locomoção no solo. Nas plantas, atuam como inibidores de patógenos, na solubilização dos fosfatos e na produção de hormônios de crescimento (COELHO et al., 2007). Para Naik et al. (2008) as *Pseudomonas* são um dos mais importantes

grupos de BPCV por suas características multifuncionais e potencialidade para a produção de inoculantes comerciais

Estudos realizados com a inoculação de *P. fluorescens* mostraram que estas bactérias podem aumentar a disponibilidade de fósforo (P) às plantas, podendo proporcionar incrementos na produtividade das culturas (COSTA et al., 2012). Segundo Moreira et al. (2010), depois do nitrogênio, o fósforo é o elemento que mais limita o crescimento dos vegetais na maioria dos solos.

É responsável pela produção de alguns compostos com propriedades antifúngicas capaz de interferir diretamente no fator patogenicidade de alguns fungos, além da produção de auxinas e giberelinas e solubilização de fosfato (AMBARDAR; VAKHLU, 2013, ISLAM et al., 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS

O experimento foi conduzido a campo e dividido em dois ensaios, um realizado na Fazenda Experimental Professor Doutor Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Marechal Cândido Rondon, localizada no município de Marechal Cândido Rondon – PR. Já o outro ensaio foi conduzido na área cedida pelo Seminário São Maximiliano Maria Kolbe, localizado no município de Cascavel – PR. Foi realizada previamente a amostragem das áreas, para caracterização química e física do solo de cada local, sendo coletadas amostras nas profundidades de 0-20 cm. A Tabela 1 apresenta as coordenadas de localização e a altitude da área dos experimentos, assim como as características físicas do solo de cada local.

Tabela 1. Localização geográfica e características físicas do solo⁽¹⁾ dos locais dos experimentos. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021

Local (Paraná)	Latitude Sul	Longitude Oeste	Altitude (m)	Areia ----- ----- % -----	Silte	Argila
Marechal C. Rondon	24°31'58"	54°01'16"	392	10,78	26,32	62,9
Cascavel	24°58'88"	53°29'09"	707	18,75	20,00	61,25

(1) Efetuadas no laboratório da Solanálise LTDA - Cascavel PR

O solo da microrregião onde estão inseridos os municípios que foram implantados os experimentos, é classificado como Latossolo Vermelho eutroférrico, de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2018). As áreas escolhidas para instalação dos experimentos são conduzidas sob sistema de cultivo convencional de hortaliças. O clima da região é do tipo Cfa, mesotérmico (subtropical úmido), verões quentes com tendência de concentração de chuvas e temperatura média superior a 22 °C, invernos com pouca possibilidade de geadas e temperatura média inferior a 18 °C.

Na Tabelas 2 são apresentadas as características químicas do solo para cada local.

Tabela 2. Caracterização química dos solos (1) na camada de 0-20 cm, (teores de micronutrientes, pH do solo e matéria orgânica) dos locais onde foram implantados os experimentos. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Marechal Cândido Rondon-PR													
P	MO	pH _{CaCl₂}	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Al	B	S
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	0,01 mol L ⁻¹	----- Cmolc dm⁻³ -----					-----		%	mg dm ⁻³		
27,44	32,68	5,70	4,28	0	1,27	9,11	4,10	14,48	14,48	77,19	0	0,56	9,46
Cascavel-PR													
P	MO	pH _{CaCl₂}	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Al	B	S
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	0,01 mol L ⁻¹	----- Cmolc dm⁻³ -----					-----		%	mg dm ⁻³		
24,28	40,85	5,60	2,95	0	1,04	16,71	3,89	21,64	21,64	88,00	0	0,56	19,47

*H+Al: Acidez potencial (Tampão SMP); Al³⁺: Alumínio; Ca²⁺: Cálcio; Mg²⁺: Magnésio (KCl); K⁺: Potássio; P: Fósforo (Mehlich 1); S: Enxofre – SO₄²⁻ (Fosfato de cálcio); SB: Soma de Bases; T: Capacidade de troca Catiônica; V: Saturação por bases; Al: Saturação por Alumínio; pH do Solo (Cloreto de Cálcio); M.O: Matéria Orgânica (Bicromato), Fe: Ferro, Mn: Manganês; Cu: Cobre; Zn: Zinco (Mehlich); B: Boro (HCl 0,05 N).

(1)Efetuadas no laboratório da Solanálise LTDA - Cascavel PR

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições, totalizando 48 parcelas. O primeiro fator refere-se à aplicação de inoculantes a base de bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV), sendo uma controle (sem inoculação) e três diferentes inoculantes comerciais (Produto A; Produto B e Produto C) que estão especificados na Tabela 3. O segundo fator com três níveis, foi composto pelas três épocas de aplicação dos produtos, a primeira no dia do transplante das mudas, a segunda aos 15 dias após o transplante das mudas e a terceira época foi no dia do transplante das mudas e aos 15 dias após o transplante das mudas, totalizando 12 tratamentos.

Das 48 parcelas (12 tratamentos x quatro repetições), 16 parcelas foram constituídas de quatro linhas de plantio, com 2,1 m de comprimento e espaçamento de 0,30 m entre plantas, totalizando 28 plantas. Nestas parcelas foram realizadas análises aos quinze dias após o transplante das mudas + colheita. As demais parcelas (32) foram constituídas de quatro linhas de plantio, com 1,2 m de comprimento e espaçamento de 0,30 m entre plantas, totalizando 16 plantas. Entre cada parcela o espaçamento foi de 0,60 m e entre os blocos 1,0 m. As unidades de observação (UO), foram compostas pelas duas linhas centrais, ou seja, foram eliminadas as duas linhas laterais e as plantas da primeira linha das extremidades das parcelas, sendo a área útil de 0,36 m² e/ou quatro plantas para as parcelas que foram realizadas análises somente na colheita e 0,72m² e/ou 8 plantas para as parcelas que foram realizadas análises aos 15 dias após do transplante das mudas e na colheita.

Os tratamentos foram: Controle no dia do transplante (T1); *A. brasilense* no dia do transplante (T2); *A. brasilense* 20 dias após o transplante (T3); *A. brasilense* no dia do transplante + 15 dias após o transplante (T4); Controle 15 dias após o transplante (T5); *B. subtilis* + *B. megaterium* no dia do transplante (T6); *B. subtilis* + *B. megaterium* 15 dias após o transplante (T7); *B. subtilis* + *B. megaterium* no dia do transplante + 15 dias após o transplante (T8); *P. fluorescens* no dia do transplante (T9); *P. fluorescens* 15 dias após o transplante (T10); *P. fluorescens* no dia do transplante + 15 dias após o transplante (T11) e controle no dia do transplante + 15 dias após o transplante (T12).

3.3 DESCRIÇÃO DOS INOCULANTES COMERCIAIS

Na Tabela 3, estão apresentados os inoculantes comerciais que fizeram parte dos experimentos e suas respectivas características técnicas. A dose recomendada conforme o fabricante é para a cultura do milho e soja.

Tabela 3. Descrição das características técnicas dos inoculantes. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Produto	Composição	Concentração	Dose ha ⁻¹
A	<i>Bacillus subtilis</i> (CNPMS B2084 (BRM034840)) e <i>Bacillus megaterium</i> (CNPMS B119 (BRM033112))	4,0 x 10 ⁹ células viáveis/ml	0,1 L
B	<i>Azospirillum brasilense</i> , estirpes AbV5 e AbV6	2,0 x 10 ⁸ células viáveis/ml	0,1 L
C	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,0 x 10 ⁸ células viáveis/ml	0,1 L

3.4 CONDUÇÃO DOS ENSAIOS

Os ensaios foram conduzidos a campo no ano de 2019 e 2020, em canteiros sob sistema de cultivo convencional. O primeiro ensaio implantado na Fazenda Experimental Professor Doutor Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Marechal Cândido Rondon, localizada no município de Marechal Cândido Rondon – PR, foi realizado a inoculação das mudas e transplante das mesmas no dia 30 de novembro de 2019, a coleta de amostra para a primeira análise foi realizada dia 15 de dezembro de 2019 (análise aos 15 dias após o transplante das mudas) e a coleta da segunda amostragem foi realizada nos dias 11 e 12 de janeiro de 2020 (colheita).

Quanto ao segundo ensaio implantado no Seminário São Maximiliano Maria Kolbe, localizado no município de Cascavel – PR, a inoculação das mudas e o transplante das mudas foi realizado no dia 11 de julho de 2020, a coleta de amostra para a primeira análise foi realizada dia 26 de julho de 2020 e a coleta da segunda amostragem foi realizada nos dias 22 e 23 de agosto de 2020.

A amostragem para análise aos 15 dias após o transplante das mudas e na

colheita foram de 4 plantas por parcelas, sendo descartadas as plantas de bordadura.

As mudas utilizadas foram adquiridas de um produtor de mudas idôneo na cidade de Cascavel-PR e a cultivar utilizada foi a “Vera”, que apresenta resistência ao florescimento precoce devido a altas temperaturas e foram transplantadas quando estas apresentavam de 4 a 6 folhas definitivas.

Como adubação de base, aplicou-se a dose de 523,8 Kg ha⁻¹ de Super Simples, 116,6 Kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio, 88,8 Kg ha⁻¹ de Ureia e 8,7 Kg ha⁻¹ de Borax, para todos os tratamentos e os dois ensaios. Para a adubação de cobertura foi aplicado 66,6 Kg ha⁻¹ de Ureia 20 dias após o transplante das mudas. A adubação foi realizada conforme recomendação do Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (SBCS/NEPAR, 2017).

A aplicação dos inoculantes comerciais testados foi realizada de forma manual, sendo aplicada nas mudas ainda nas bandejas com o auxílio de uma pipeta de precisão e para aplicação aos 15 dias após o transplante das mudas foi utilizado um pulverizador costal propelido com CO₂.

A dose de inoculante aplicado no dia do transplante das mudas e aos 15 dias após o transplante foi de 0,1 L ha⁻¹ de cada formulação dos inoculantes comerciais utilizados conforme recomendação do fabricante para as culturas registradas. No ensaio no município de Marechal Cândido Rondon a irrigação foi por micro aspersão realizada no período da tarde, para que se pudesse manter o teor de água no solo próximo a capacidade de campo. Já no ensaio no município de Cascavel a irrigação foi por gotejamento e foi realizada no período da tarde. Essa diferença no tipo de irrigação ocorreu pois foram utilizados os sistemas de irrigação disponíveis no local de desenvolvimento dos ensaios. O manejo de plantas daninhas foi realizado manualmente. Não houve necessidade de realização do controle de pragas e doenças.

Durante o período de condução dos ensaios, foram coletados os índices pluviométricos em cada local, para caracterização do regime pluviométrico. Na Figura 1 são apresentadas as médias dos índices pluviométricos (mm) do período entre 30 de novembro de 2019 e 12 de janeiro de 2020 em Marechal Cândido Rondon. Na Figura 2 são apresentadas as médias dos índices pluviométricos (mm) do período entre 11 de julho e 23 de agosto de 2020 em Cascavel.

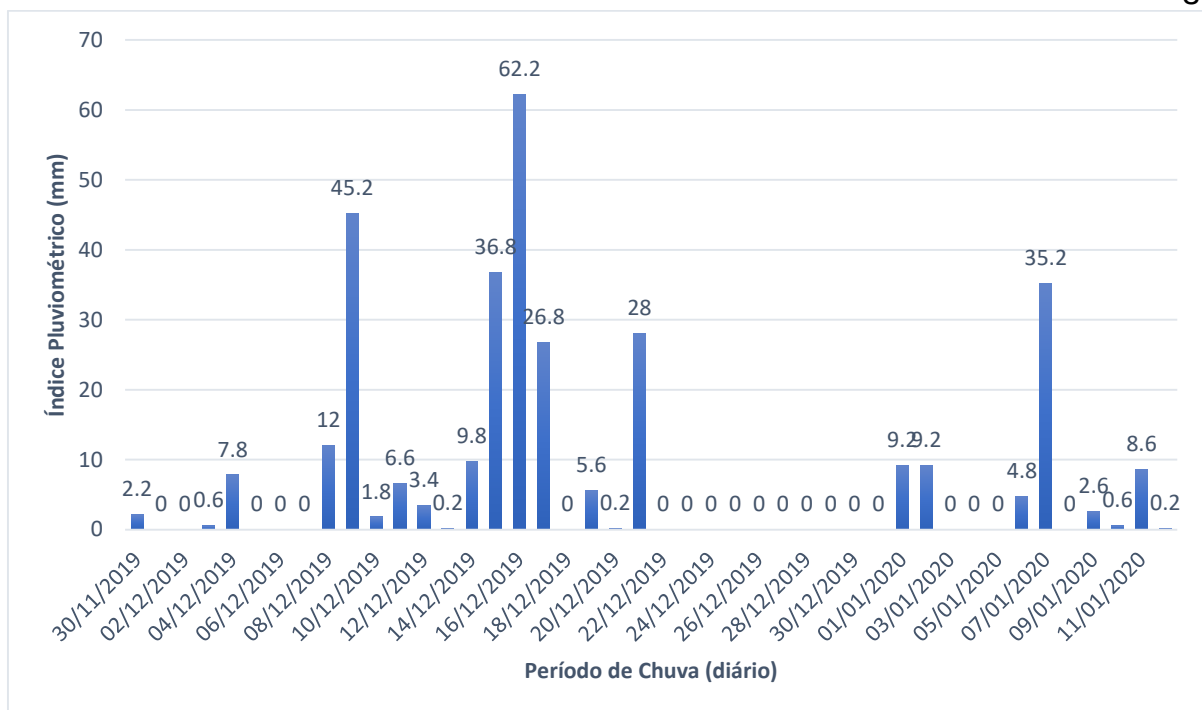


Figura 1. Índices pluviométricos (mm) do período entre 30 de novembro de 2019 e 12 de janeiro de 2020 em Marechal Cândido Rondon. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021

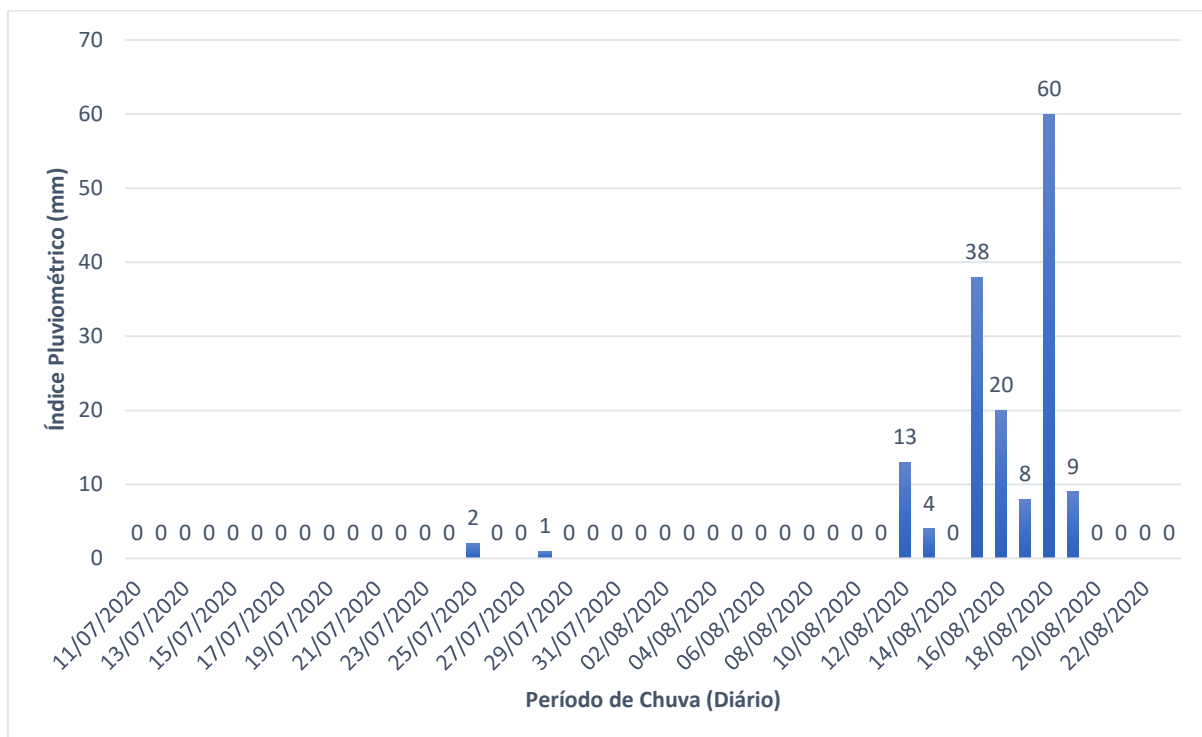


Figura 2. Índices pluviométricos (mm) do período entre 11 de julho e 23 de agosto de 2020 em Cascavel. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021

3.5 AVALIAÇÕES

Em cada uma das 48 UE's foram avaliados a cada 7 dias após o transplante das mudas até o dia da colheita o teor de clorofila (TC), com o uso de clorofilômetro da marca comercial Minota® modelo Spad-502 Plus. Para essas determinações, efetuou-se medições em três pontos por folha, em três folhas do terço médio por planta, sendo realizado nas quatro plantas centrais de cada parcela.

Foram analisados também a altura das plantas (ALT); diâmetro da cabeça por planta (DIAC); número de folhas por planta (NFPL); área foliar por planta (ARF); comprimento radicular por planta (CR); volume radicular por planta (VR); massa fresca da cabeça por planta (MFCA); massa fresca foliar por planta (MFF); massa fresca do caule por planta (MFCL); massa fresca radicular por planta (MFR); massa fresca total por planta (MFT); massa seca da cabeça por planta (MSCA); massa seca foliar por planta (MSF); massa seca do caule por planta (MSCL), massa seca radicular por planta (MSR); massa seca total por planta (MST) e análise foliar para teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) absorvidos.

Aos 15 dias após o transplante das mudas foram analisados o TC; ALT; DIAC; NFPL; ARF; CR; VR; MSF; MSCL; MSR e MST. Na colheita foram realizadas as seguintes avaliações: TC; ALT; DIAC; NFPL; ARF; CR; VR; MFF; MFCL; MSCA; MFR; MFT; MSF; MSCL; MSCA; MSR; MST; teor de N, P e K foliar absorvido.

A altura das plantas foi medida em centímetros do solo até o ápice das plantas individualmente em 4 plantas aleatórias por parcela. O diâmetro da cabeça foi mensurado através do diâmetro em dois sentidos e posteriormente foi calculada a área da circunferência em cm². O número de folhas foi determinado destacando todas as folhas da planta de forma manual com posterior contagem. Para a determinação da área foliar foi utilizado o aparelho medidor (modelo Li 3100C). O comprimento radicular foi determinado de uma extremidade a outra da raiz. O volume radicular foi determinado com o auxílio de uma proveta graduada em 50 ml.

Para a determinação de massa fresca da cabeça, massa fresca foliar, massa fresca do caule, massa fresca radicular e massa fresca total, foram realizadas as pesagens de cada um dos materiais analisados em balança digital. Quanto a massa seca da cabeça, massa seca foliar, massa seca do caule, massa seca radicular e

massa seca total, foram secados estes materiais em sacos de papel em estufa com temperatura de 65°C por 72 horas. Após secas, foram pesadas em balança digital de precisão.

As análises foliares para determinar os teores nutricionais de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) presentes nas folhas foram realizadas em laboratório privado. O índice de troca gasosa que seria mensurado não foi possível ser realizado.

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Após a tabulação os dados, estes foram submetidos à análise de variância e as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo utilizado o programa estatístico Genes. As médias apresentadas nas tabelas são derivadas dos dados originais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÃO TEOR DE CLOROFILA SEMANAL

Na Tabela 4, são apresentados os resumos da análise de variância para o teor de clorofila (TC) semanalmente, sendo, 21 dias após o transplante das mudas (21 DAT), 28 dias após o transplante das mudas (28 DAT), 35 dias após o transplante das mudas (35 DAT) e na colheita das plantas (CLT) para o experimento realizado no município de Marechal Cândido Rondon – PR nas plantas de alface cultivar Vera.

Como se pode observar na tabela 4, para o ensaio realizado no município de Marechal Cândido Rondon, houve efeito significativo para as variáveis teor de clorofila aos 28 DAT entre o controle, *A. brasilense*, *B. subtilis* + *B. megaterium* e *P. fluorescens*, ao analisar as folhas das plantas de alface de sete em sete dias após o transplante das mesmas. Porém não houve significância para as variáveis teor de clorofila aos 21 DAT, 35 DAT e CLT. Para as épocas de aplicação e interação entre T x E não houve

diferença estatística para nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para o teor de clorofila aos 21, 28, 35 dias após o transplante das mudas (DAT) e na colheita das plantas (CLT) aos 42 DAT, da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon-PR. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM			
		21 DAT	28 DAT	35 DAT	CLT
Bloco	3	1,55	2,94	1,26	2,60
Bactéria (B)	3	1,46 ns	17,41 *	2,82 ns	0,68 ns
Época (E)	2	0,83 ns	0,27 ns	0,25 ns	0,22 ns
ExB	6	1,22 ns	4,05 ns	0,27 ns	0,17 ns
Resíduo	33	2,50	4,50	2,00	0,50
Média		18,29	18,68	15,63	12,36
CV (%)		8,64	11,35	9,06	9,73

*ns não significativo; *significativo pelo teste F ($P < 0,05$)

Na Tabela 5, são apresentados os resumos da análise de variância para o teor de clorofila (TC) semanalmente, sendo, 21, 28, 35 dias após o transplante das mudas (DAT) e na colheita das plantas (CLT) aos 42 DAT para o experimento realizado no município de Cascavel – PR nas plantas de alface cultivar Vera.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para o teor de clorofila aos 21, 28, 35 dias após o transplante das mudas (DAT) e na colheita das plantas (CLT) aos 42 DAT, da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Cascavel-PR. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM			
		21 DAT	28 DAT	35 DAT	CLT
Bloco	3	0,80	1,01	4,34	5,90
Bactéria (B)	3	1,47 ns	0,68 ns	1,10 ns	0,56 ns
Época (E)	2	0,60 ns	0,73 ns	0,22 ns	0,27 ns
ExB	6	0,22 ns	0,55 ns	1,50 ns	0,66 ns
Resíduo	33	0,63	1,40	2,31	1,63
Média		17,07	18,74	18,90	17,64
CV (%)		4,63	6,32	8,04	7,13

*ns não significativo

Ao observar a tabela 5, verifica-se que não houve efeito significativo para nenhuma das variáveis analisadas para o teor de clorofila nas plantas, verificado semanalmente para o município de Cascavel.

Nas tabelas 6 e 7 são apresentados os valores relativos à comparação das

médias para teor de clorofila (TC) aos 21, 28, 35 dias após o transplante das mudas (DAT) e na colheita das plantas (CLT) aos 42 DAT, para inoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal e épocas de aplicação para os municípios de Marechal Cândido Rondon e Cascavel – PR, respectivamente.

Tabela 6. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis teor de clorofila aos 21, 28, 35 dias após o transplante das mudas (DAT) e na colheita das plantas (CLT) aos 42 DAT. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	21 DAT	28 DAT	35 DAT	CLT
Controle	17,85	20,30	A 15,42	12,07
<i>A. brasilense</i>	18,22	18,38	A 16,27	12,63
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	18,42	18,64	A 15,69	12,46
<i>P. fluorescens</i>	18,67	17,40	A 15,12	12,29
Época				
DT	18,33	18,79	12,24	15,52
15 DAT	18,03	18,72	12,47	15,76
DT + 15 DAT	18,50	18,54	12,39	15,60
Média	18,29	18,68	12,36	15,63
Cv (%)	8,64	11,35	5,73	9,06

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

*DT dia do transplante das mudas; *DAT dias após o transplante das mudas

Tabela 7. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis teor de clorofila aos 21, 28, 35 dias após o transplante das mudas (DAT) e na colheita das plantas (CLT) aos 42 DAT. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	21 DAT	28 DAT	35 DAT	CLT
Controle	16,62	18,95	18,77	17,67
<i>A. brasilense</i>	17,42	18,40	19,35	18,19
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	17,26	18,82	18,72	17,87
<i>P. fluorescens</i>	16,98	18,81	18,75	17,85
Época				
DT	17,18	18,66	18,91	17,80
15 DAT	17,18	18,99	19,01	18,04
DT + 15 DAT	16,85	18,59	18,77	17,84
Média	18,74	18,90	17,64	17,07
Cv (%)	6,32	8,04	7,13	4,63

Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*DT dia do transplante das mudas; *DAT dias após o transplante das mudas

Pode-se observar na tabela 6, onde estão descritas as médias do ensaio realizado no município de Marechal Cândido Rondon, que apesar de ter apresentado diferença estatística na tabela de análise de variância (tabela 4) para teor de clorofila aos 28 DAT entre os tratamentos, não houve diferença estatística quando comparada

as médias das plantas que receberam a aplicação de BPCV e épocas de aplicação.

Almeida (2016) em sua pesquisa com inoculação de *Azospirillum* em plântulas de alface americana, observou que para o parâmetro clorofila total, o tratamento que recebeu *Azospirillum sp.* (NC6+NC8) não diferiu estatisticamente do tratamento que recebeu a Interação *Azospirillum sp.* (NC6+NC8) x *A. brasilense* (AbV-5+AbV-6). Porém a interação mostrou reduzir a eficiência do teor de clorofila. Bashan et al. (2006), pesquisando trigo inoculado com *A. brasilense*, observaram incremento de pigmentos fotossintéticos, entre eles, clorofila A e clorofila B em mudas de trigo que resultaram em plantas mais verdes e sem estresse hídrico, quando realizado aplicação de *A. brasilense*.

4.2 AVALIAÇÕES 15 DIAS APÓS O TRANSPLANTE DAS MUDAS

Na Tabela 8 e 9, são apresentados os resumos da análise de variância para o teor de clorofila (TC), altura da planta (ALT), diâmetro da cabeça (DIAC), número de folhas por planta (NFPL) e área foliar por planta (ARF) para os experimentos realizados no município de Marechal Cândido Rondon e Cascavel – PR aos 15 dias após o transplante das mudas de alface cultivar Vera.

Tabela 8. Resumo da análise de variância para o Teor de Clorofila (TC), Altura da planta (ALT), diâmetro da cabeça (DIAC), número de folhas por planta (NFPL) e área foliar por planta (ARF), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal aos 15 dias após o transplante das mudas no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM				
		TC	ALT	DIAC	NFPL	ARF
Bloco	3	0,58	0,90	2,27	0,81	1723,76
Bactéria (B)	3	2,33 ns	0,31 ns	0,32 ns	0,11 ns	642,87 ns
Resíduo	9	2,74	0,23	1,19	0,50	599,98
Média		15,91	7,37	11,90	7,38	116,31
CV (%)		10,41	6,47	9,15	9,61	21,06

*ns não significativo

Tabela 9. Resumo da análise de variância para o Teor de Clorofila (TC), Altura da planta (ALT), diâmetro da cabeça (DIAC), número de folhas por planta (NFPL) e área foliar por planta (ARF), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal aos 15 dias após o transplante das mudas, no experimento realizado em Cascavel-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM				
		TC	ALT	DIAC	NFPL	ARF
Bloco	3	1,43	0,13	0,72	0,19	226,94
Bactéria (B)	3	0,53 ns	0,07 ns	0,80 ns	0,16 ns	303,44 ns
Resíduo	9	1,51	0,24	0,39	0,31	267,43
Média		18,04	6,48	10,79	7,56	80,63
CV (%)		6,80	7,59	5,82	7,35	20,28

*ns não significativo

Os valores relativos à comparação das médias para teor de clorofila (TC), altura da planta (ALT), diâmetro da cabeça (DIAC), número de folhas por planta (NFPL) e área foliar por planta (ARF), para cada local estão apresentados nas tabelas 10 e 11.

Tabela 10. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis teor de clorofila (TC), altura planta⁻¹ (ALT, cm), diâmetro da cabeça planta⁻¹ (DIAC, cm), número de folhas planta⁻¹ (NFPL) e área foliar planta⁻¹ (ARF, cm²) aos 15 dias após o transplante das mudas. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	TC	ALT	DIAC	NFPL	ARF
n	16,32	7,72	12,17	7,27	114,90
<i>A. brasilense</i>	14,77	7,47	11,65	4,22	100,37
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	16,12	7,15	12,12	7,42	131,14
<i>P. fluorescens</i>	16,40	7,15	11,67	7,60	118,81
Média	15,91	7,37	11,90	7,38	116,31
Cv (%)	10,41	6,47	9,15	9,61	21,06

Tabela 11. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis teor de clorofila (TC), altura planta⁻¹ (ALT, cm), diâmetro da cabeça planta⁻¹ (DIAC, cm), número de folhas planta⁻¹ (NFPL) e área foliar planta⁻¹ (ARF, cm²) aos 15 dias após o transplante das mudas. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	TC	ALT	DIAC	NFPL	ARF
Controle	17,97	6,66	11,31	7,75	92,95
<i>A. brasilense</i>	18,57	6,34	10,50	7,31	75,70
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	17,80	6,47	10,34	7,50	73,45
<i>P. fluorescens</i>	17,82	6,44	11,00	7,69	80,43
Média	18,04	6,48	10,79	7,56	80,63
Cv (%)	6,80	7,59	5,82	7,35	20,28

Observa-se nas tabelas acima, que não houve resposta significativa para nenhuma das variáveis analisadas, sendo estas, teor de clorofila, altura de plantas,

diâmetro da cabeça, número de folhas e área foliar, para nenhum dos tratamentos analisados.

No experimento realizado no município de Marechal Cândido Rondon, observa-se que mesmo não havendo resposta significativa para as variáveis analisadas, é possível observar que a inoculação de *A. brasilense*, reduziu os valores de TC, NFPL e ARF, quando comparado aos outros tratamentos.

Spolaor et al. (2016) no estudo sobre *A. brasilense* associado a adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônômico de milho pipoca, não encontraram resultado para altura de planta e número de espiga por planta. Ferreira et al. (2013) estudando a cultura do alface, observaram aumento do comprimento da parte aérea das mudas quando aplicado *B. subtilis* no substrato na dosagem de 1,0%.

Em seu estudo sobre microrganismos promotores de crescimento em alface, Domingues et al. (2021), não observaram diferença significativa para número de folhas, área foliar, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea total para a aplicação de *Trichoderma spp*, *B. subtilis* e *A. brasilense*.

Nas tabelas 12 e 13 são apresentados os resumos da análise de variância para os parâmetros de massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSCL), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR) e comprimento radicular por planta (CR), incluindo fonte de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio (QM), da cultura da alface inoculada com diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal aos 15 dias após o transplante das mudas dos experimentos realizados no município de Marechal Cândido Rondon e Cascavel – PR.

Tabela 12. Resumo da análise de variância para a massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSCL), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR) e comprimento de radicular por planta (CR), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal aos 15 dias após o transplante das mudas, no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon-PR. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM					
		MSF	MSCL	MSR	MST	VR	CR
Bloco	3	0,001656	0,000013	0,000067	0,002294	0,030150	0,473456
Bactéria (B)	3	0,002940 ns	0,000004 *	0,000050 *	0,003327 ns	0,026350 ns	0,162390 ns
Resíduo	9	0,003178	0,000033	0,000022	0,003978	0,014233	0,529256
Média		0,30	0,01	0,04	0,36	0,82	9,94
CV (%)		18,91	38,01	10,74	17,67		7,32

*ns não significativo; *significativo pelo teste F ($P < 0,05$)

Tabela 13. Resumo da análise de variância para a massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSCL), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR) e comprimento radicular por planta (CR), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal aos 15 dias após o transplante das mudas, no experimento realizado em Cascavel-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	G L	QM					
		MSF	MSCL	MSR	MST	VR	CR
Bloco	3	0,02993	0,00010	0,00018	0,03799	0,01572	0,32279
Bactéria (B)	3	0,01127 ns	0,00008 ns	0,00005 ns	0,01265 ns	0,00817 ns	1,80821 ns
Resíduo	9	0,00724	0,00001	0,00001	0,00806	0,02901	0,62887
Média		0,51	0,03	0,04	0,58	0,62	8,95
CV (%)		16,82	9,97	8,67	15,53	27,58	8,86

*^{ns} não significativo

Como se pode observar na tabela 12, para o ensaio realizado no município de Marechal Cândido Rondon, houve efeito significativo entre as plantas que foram inoculadas com as BPCV para as variáveis MSCL e MSR ao analisar as plantas de alface 15 dias após o transplante das mudas. Para as variáveis MSF, MST, VR e CR não houve efeito significativo para as plantas inoculadas com as BPCV e para as diferentes épocas de aplicação.

Estão descritos nas tabelas 14 e 15, os valores relativos à comparação das médias para as variáveis, massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSCL), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR) e comprimento radicular (CR), da cultura da alface submetida a inoculação das bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação para cada local.

Tabela 14. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis massa seca foliar planta⁻¹ (MSF, g), massa seca do caule planta⁻¹ (MSCL, g), massa seca da cabeça planta⁻¹ (MSCA, g), massa seca radicular planta⁻¹ (MSR, g), massa seca total planta⁻¹ (MST, g), volume radicular (VR) e comprimento radicular (CR) aos 15 dias após o transplante das mudas. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	MSF	MSCL	MSR	MST	VR	CR
Controle	0,575	0,039 a	0,038	ab	0,653	0,620
<i>A. brasilense</i>	0,504	0,034 ab	0,034	b	0,572	0,565
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	0,499	0,033 ab	0,038	ab	0,569	0,610
<i>P. fluorescens</i>	0,446	0,028 b	0,043	a	0,517	0,675
Média	0,506	0,033	0,038	0,578	0,617	8,954
Cv (%)	16,82	9,97	8,67	15,53	27,58	8,86

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 15. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis massa seca foliar planta⁻¹ (MSF, g), massa seca do caule planta⁻¹ (MSCL, g), massa seca da cabeça planta⁻¹ (MSCA, g), massa seca radicular planta⁻¹ (MSR, g) e massa seca total planta⁻¹ (MST, g), volume radicular (VR) e comprimento radicular (CR) aos 15 dias após o transplante das mudas. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	MSF	MSCL	MSR	MST	VR	CR
Controle	0,34	0,02	0,05	0,40	0,89	10,19
<i>A. brasilense</i>	0,29	0,01	0,05	0,35	0,83	9,89
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	0,27	0,01	0,04	0,33	0,84	9,71
<i>P. fluorescens</i>	0,29	0,01	0,04	0,34	0,70	9,98
Média	0,30	0,01	0,04	0,36	0,82	9,94
Cv (%)	18,91	38,01	10,74	17,67	14,59	7,32

Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se na tabela 14, através da comparação das médias para a variável massa seca do caule, que as plantas de alface que não receberam inoculação com nenhuma bactéria (controle) apresentou a maior média se comparado as demais plantas que receberam a inoculação com bactérias. Porém, verifica-se que estatisticamente esse tratamento foi superior apenas ao tratamento que recebeu inoculação com *P. fluorescens*, não se diferenciando dos demais tratamentos que receberam *B. subtilis* + *B. megaterium* e *A. brasilense*.

Apesar das plantas que receberam a inoculação com *P. fluorescens*, ser inferior aos que não receberam a aplicação de BPCV para essa variável, não houve diferença significativa entre as demais plantas de alface que receberam a inoculação com bactérias.

Com relação a variável massa seca radicular, está também apresentou resultado significativo para o ensaio de Marechal Cândido Rondon. Pode-se verificar na tabela 14, que houve diferença significativa apenas entre as plantas que receberam a inoculação de *P. fluorescens* e as plantas inoculadas com *A. brasilense*. Não havendo diferença entre esses dois tratamentos com a controle e o que recebeu a inoculação com *B. subtilis* + *B. megaterium*. Para as variáveis massa seca foliar, massa seca total, volume radicular e comprimento radicular não houve diferença significativa.

Para o ensaio realizado no município de Cascavel as variáveis massa seca foliar, massa seca do caule, massa seca radicular, massa seca total, volume radicular e comprimento radicular não apresentaram efeito significativo, como verificado na tabela 13.

Cipriano, Patricio e Freitas (2013) verificou maior comprimento radicular, massa de matéria seca da parte aérea e matéria seca radicular, ao estudar isolados de *Pseudomonas* spp. do grupo fluorescente na cultura da alface hidropônica. Ele atribuiu estes resultados a produção de metabólitos por estes microrganismos que beneficiaram o crescimento de plantas de alface.

4.3 AVALIAÇÃO COLHEITA

Na Tabela 16 é apresentado o resumo da análise de variância para o teor de clorofila (TC), altura da planta (ALT), diâmetro da cabeça (DIAC), número de folhas por planta (NFPL) e área foliar por planta (ARF) para o experimento realizado no município de Marechal Cândido Rondon - PR.

Tabela 16. Resumo da análise de variância para o teor de clorofila (TC), altura da planta (ALT), diâmetro da cabeça (DIAC), número de folhas por planta (NFPL) e área foliar (ARF), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon-PR. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM				
		TC	ALT	DIAC	NFPL	ARF
Bloco	3	2,60	0,96	2,49	32,69	511883,62
Bactéria (B)	3	0,68 ns	0,90 ns	0,50 ns	1,18 ns	76318,75 ns
Época (E)	2	0,22 ns	0,30 ns	1,78 ns	15,75 ns	202672,15 ns
ExB	6	0,17 ns	1,65 ns	2,71 ns	27,32 ns	335112,70 ns
Resíduo	33	0,50	1,02	1,24	14,78	155761,62
Média		12,36	19,38	31,74	40,42	3813,17
CV (%)		5,73	5,21	3,51	9,51	10,35

^{ns} não significativo

Na Tabela 17 é apresentado o resumo da análise de variância para o teor de clorofila (TC), altura da planta (ALT), diâmetro da cabeça (DIAC), número de folhas por planta (NFPL) e área foliar por planta (ARF) para o ensaio realizado no município de Cascavel - PR.

Tabela 17. Resumo da análise de variância para o Teor de Clorofila (TC), Altura da planta (ALT), diâmetro da cabeça (DIAC), número de folhas por planta (NFPL) e área foliar por planta (ARF), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Cascavel-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM				
		TC	ALT	DIAC	NFPL	ARF
Bloco	3	5,90	2,08	2,49	79,89	2461127,46
Bactéria (B)	3	0,56 ns	3,27 ns	0,50 ns	45,75 *	789825,05 ns
Época (E)	2	0,27 ns	1,74 ns	1,78 ns	17,10 ns	809737,78 ns
ExB	6	0,66 ns	2,81 ns	2,71 ns	3,52 ns	111807,36 ns
Resíduo	33	1,63	4,69	1,24	8,82	320350,52
Média		17,89	22,88	31,74	40,71	4333,88
CV (%)		7,13	9,47	3,51	7,29	13,06

*ns não significativo; *significativo pelo teste F ($P < 0,05$)

Para o ensaio no município de Marechal Cândido Rondon-PR, não houve efeito significativo para as variáveis TC, ALT, DIAC, NFPL e ARF entre as plantas de alface inoculadas com as BPCV e entre as diferentes épocas de aplicação das BPCV, como mostra a Tabela 16. Para o município de Cascavel-PR, houve efeito significativo apenas para a variável NFPL para as plantas inoculadas com as bactérias.

Nas Tabelas 18 e 19, são apresentados os valores relativos à comparação das médias para o teor de clorofila (TC), altura da planta (ALT), diâmetro da cabeça (DIAC), número de folhas por planta (NFPL) e área foliar por planta (ARF), para as plantas inoculadas com as bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação para os dois locais estudado.

Tabela 18. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis teor de clorofila (TC), altura planta⁻¹ (ALT, cm), diâmetro da cabeça planta⁻¹ (DIAC, cm), número de folhas planta⁻¹ (NFPL) e área foliar planta⁻¹ (ARF, cm²). Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	TC	ALT	DIAC	NFPL	ARF
Controle	12,07	19,38	31,44	40,37	3886,41
<i>A. brasilense</i>	12,63	19,48	31,81	40,77	3784,94
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	12,46	19,41	31,81	40,52	3867,81
<i>P. fluorescens</i>	12,29	19,27	31,89	40,02	3713,51
Época					
DT	12,24	19,47	31,36	39,55	3700,25
15 DAT	12,47	19,45	31,87	41,50	3925,34
DT + 15 DAT	12,39	19,23	31,98	40,22	3813,92
Média	12,36	19,38	31,74	40,42	3813,17
Cv (%)	5,73	5,21	3,51	9,51	10,35

Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*DT dia do transplante das mudas; *DAT dias após o transplante das mudas

Tabela 19. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis teor de clorofila (TC), altura planta⁻¹ (ALT, cm), diâmetro da cabeça planta⁻¹ (DIAC, cm), número de folhas planta⁻¹ (NFPL) e área foliar planta⁻¹ (ARF, cm²). Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	TC	ALT	DIAC	NFPL	ARF
Controle	17,67	23,44	31,12	43,31	a 4646,82
<i>A. brasilense</i>	18,19	23,12	30,98	41,02	a 4310,01
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	17,87	22,23	30,65	38,83	a 4019,19
<i>P. fluorescens</i>	17,85	22,73	30,54	39,69	a 4350,48
Época					
DT	17,80	23,18	30,91	41,89	4494,80
15 DAT	18,04	22,92	30,73	40,30	4430,01
DT + 15 DAT	17,84	22,53	30,83	39,95	4076,81
Média	17,89	22,88	31,74	40,71	4333,88
Cv (%)	7,13	9,47	3,51	7,29	13,06

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. *DT dia do transplante das mudas; *DAT dias após o transplante das mudas

Apesar de ter apresentado diferença estatística para a variável NFPL na análise de variância para o ensaio do município de Cascavel, quando foram comparadas as médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, as médias entre os tratamentos não diferiram entre si, ou seja, não houve diferença estatística entre os tratamentos que receberam a inoculação com as diferentes BPCV.

Almeida (2016) em sua pesquisa com aplicação de nitrogênio e inoculação de *A. brasilense* em alface americana não apresentou resposta significativa para inoculação de *A. brasilense* quanto a variável área foliar.

Avaliando o efeito da inoculação de *Pseudomonas* em milho, Cardoso et al. (2008) constataram maior altura de plantas proporcionada pela inoculação dessa bactéria.

Como citado, Ferreira et al. (2013) quando aplicado *B. subtilis* no substrato na dosagem de 1,0%, observaram aumento do comprimento da parte aérea das mudas de alface.

Domingues et al. (2021), em seu estudo sobre microrganismos promotores de crescimento em alface, não observaram diferença significativa para número de folhas, área foliar, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea total para a aplicação de *Trichoderma spp*, *B. subtilis* e *A. brasilense*. A dosagem utilizada foi de $2,5 \times 10^7$ de conídios ou bactérias por mL⁻¹, onde cada tratamento recebeu 1 L da solução, onde as mudas de alface foram imersas por uma hora antes de transplantadas.

Na tabela 20 e 21, são apresentados os resumos da análise de variância para as variáveis massa fresca foliar, massa fresca do caule, massa fresca da cabeça, massa fresca radicular e massa fresca total para o município de Marechal Cândido Rondon e Cascavel – PR.

Tabela 20. Resumo da análise de variância para a massa fresca foliar (MFF), massa fresca do caule (MSCL), massa fresca da cabeça (MFC), massa fresca radicular (MFR) e massa fresca total por planta (MFT), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM				
		MFF	MFCL	MFCA	MFR	MFT
Bloco	3	11153,32	12,56	11799,34	2,10	12069,94
Bactéria (B)	3	268,01 ns	7,88 ns	366,18 ns	0,18 ns	374,30 ns
Época (E)	2	1305,35 ns	47,42 ns	1820,60 ns	0,15 ns	1803,97 ns
ExB	6	2343,26 ns	52,06 ns	3030,63 ns	0,69 ns	3071,06 ns
Resíduo	33	1280,34	32,18	1589,77	0,52	1618,78
Média		298,18	44,86	343,05	7,21	350,25
CV (%)		12,00	12,64	11,63	10,02	11,49

*ns não significativo

Tabela 21. Resumo da análise de variância para a massa fresca foliar (MFF), massa fresca do caule (MFCL), massa fresca da cabeça (MSC), massa fresca radicular (MSR) e massa fresca total por planta (MFT), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Cascavel-PR. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM				
		MFF	MFCL	MFCA	MFR	MFT
Bloco	3	4121,20	180,38	6011,06	7,22	5657,65
Bactéria (B)	3	8232,47 *	127,23 ns	10358,37 *	3,84 ns	10660,31 *
Época (E)	2	6254,20 ns	63,32 ns	7567,61 ns	13,38 ns	8195,43 ns
ExB	6	1828,39 ns	19,56 ns	2209,80 ns	4,42 ns	2303,33 ns
Resíduo	33	2533,61	44,21	3220,08	4,34	3383,69
Média		313,85	33,99	347,84	12,75	360,59
CV (%)		16,03	19,56	16,31	16,33	13,06

*ns não significativo; *significativo pelo teste F (P<0,05)

Observa-se na Tabela 20, que para as variáveis massa fresca foliar, massa fresca do caule, massa fresca da cabeça, massa fresca radicular e massa fresca total, para o ensaio no município de Marechal Cândido Rondon não houve efeito significativo entre as plantas inoculadas com as diferentes bactérias, sendo controle (sem bactérias), *A. brasilense*, *B. subtilis* + *B. megaterium* e *P. fluorescens* entre as diferentes épocas de aplicação, sendo, dia do transplante, 15 dias após o transplante e dia do transplante + 15 dias após o transplante, e nem interação entre época versus inoculação de bactéria.

O ensaio realizado no município de Cascavel apresentou efeito significativo para as variáveis MSF, MFCA e MFT entre os tratamentos, conforme análise de variância (Tabela 21).

Nas Tabelas 22 e 23, são apresentados os valores relativos à comparação das médias para MFF, MFCL, MFCA, MFR e MST, para as plantas que foram inoculadas com as diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação para os dois locais estudados.

Tabela 22. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis massa fresca foliar planta⁻¹ (MFF, g), massa fresca do caule planta⁻¹ (MFCL, g), massa fresca da cabeça planta⁻¹ (MFCA, g), massa fresca radicular planta⁻¹ (MFR, g) e massa fresca total planta⁻¹ (MFT, g). Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	MFF	MFCL	MFCA	MFR	MFT
Controle	304,31	46,00	350,31	7,33	357,64
<i>A. brasilense</i>	295,12	44,46	339,58	7,30	346,88
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	299,42	44,85	344,27	7,11	351,38
<i>P. fluorescens</i>	293,87	44,14	338,02	7,09	345,11
Época					
DT	294,34	43,55	337,89	7,14	345,03
15 DAT	308,50	46,81	355,31	7,16	362,47
DT + 15 DAT	291,70	44,23	335,94	7,32	343,25
Média	298,18	44,86	343,05	7,21	350,25
Cv (%)	12,00	12,64	11,62	10,02	11,49

Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*DT dia do transplante das mudas; *DAT dias após o transplante das mudas

Tabela 23. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis massa fresca foliar planta⁻¹ (MFF, g), massa fresca do caule planta⁻¹ (MFCL, g), massa fresca da cabeça planta⁻¹ (MFCA, g), massa fresca radicular planta⁻¹ (MFR, g) e massa fresca total planta⁻¹ (MFT, g). Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	MFF	MFCL	MFCA	MFR	MFT
Controle	341,91 a	37,78	379,69 a	12,90	392,59 a
<i>A. brasilense</i>	321,38 a	35,18	356,56 a	12,97	369,54 a
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	279,01 a	30,15	309,17 a	11,93	321,10 a
<i>P. fluorescens</i>	313,08 a	32,85	345,94 a	13,23	359,16 a
Época					
DT	333,13	35,78	368,91	13,76	382,67
15 DAT	314,79	34,35	349,14	12,53	361,62
DT + 15 DAT	293,62	31,85	325,47	11,97	337,44
Média	313,85	33,99	347,84	12,75	360,59
Cv (%)	16,03	19,56	16,31	16,33	13,06

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

*DT dia do transplante das mudas; *DAT dias após o transplante das mudas

Na Tabela 22, observa-se que não houve diferença estatística entre as médias para as variáveis massa fresca foliar, massa fresca do caule, massa fresca da cabeça,

massa fresca radicular e massa fresca total, para o ensaio no município de Marechal Cândido Rondon entre os tratamentos.

Pode-se observar que apesar de ter apresentado efeito significativo na tabela da análise de variância para as variáveis massa fresca foliar, massa fresca da cabeça e massa fresca total para o ensaio no município de Cascavel, quando comparado as médias através do teste Tukey a 5% de probabilidade nenhuma das variáveis analisadas apresentou diferença estatística (Tabela 23). Embora não tenha apresentado diferença estatística observa-se que as plantas inoculadas com *B. subtilis* + *B. megaterium* apresentaram a menor média.

Menezes (2019) em sua pesquisa, Crescimento e produção de alface em resposta a rizobactérias e nitrogênio, observou que *A. brasilense* aumentou a massa fresca da parte aérea comercial e o número de folhas comercial e que este efeito é positivo pelo fato das folhas representarem a parte da planta de interesse comercial. Para Cacciari et al., (1989) e Tien, Gaskins e Hubbell, (1979), este incremento pode estar relacionado a produção de fitohormônios, principalmente a citocinina que participa da maturação dos cloroplastos, alargamento celular e expansão foliar.

Entretanto, Souza et al. (2018) observaram que a aplicação isolada de *A. brasilense* não proporcionou aumento da massa fresca da parte aérea e do número de folhas das plantas.

Almeida (2016) em sua pesquisa com doses de nitrogênio e inoculação com *Azospirillum* spp. na cultura da alface americana cultivar Lucy brown, também não verificou diferença significativa para diâmetro da cabeça, número de folhas, área foliar, peso fresco e seco da planta com inoculação e sem inoculação. Este resultado corrobora com este estudo, uma vez que também não houve diferença significativa entre os tratamentos, não somente para a utilização de *A. brasilense*, como para *B. subtilis* + *B. megaterium* e *P. fluorescens*.

Outros autores, porém, como Fasciglione et al. (2012) em estudos com alface cv. Elisa na presença e ausência de inoculação com *A. brasilense* e sob estresse salino, observou que quando as sementes foram inoculadas com *A. brasilense* e sem estresse salino apresentaram maior peso fresco em relação ao controle. Nogueira (2019) em seu estudo sobre o efeito da inoculação de sementes de alface com *A. brasiliense* estirpe sp. 245, encontrou resultados superiores de massa fresca da parte

aérea, massa seca, diâmetro da cabeça das plantas após 47 dias do transplante das mudas, quando as sementes destas foram inoculadas com *A. brasilense*.

Lima et al. (2017) verificaram que a aplicação de *A. brasilense* associada a adubação nitrogenada promoveu incremento da massa fresca da parte aérea de alface.

Já Sehata et al. (2016), avaliando o efeito de *B. subtilis* associada a aplicação de nitrogênio em alface, observaram aumento significativo no número de folhas, massas frescas e secas e rendimento total. Contudo, Freitas, Melo e Donzeli (2003) observaram em solo esterilizado que apenas dois de dez isolados de *Bacillus* spp. foram capazes de promover o crescimento de plantas de alface.

Gomes et al. (2003) também não observaram aumento do crescimento das plantas embora este tenha sido verificado na fase inicial de produção de mudas. Por outro lado, Segato et al. (2016) observaram que a aplicação desta rizobactéria promoveu aumento para as massas fresca da parte aérea e radicular.

Tabela 24. Resumo da análise de variância para a massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSCL), massa seca da cabeça (MSC), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR) e comprimento radicular por planta (CR) da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM							
		MSF	MSCL	MSCA	MSR	MST	VR	CR	
Bloco	3	11,86808	0,96013	7,85579	0,03143	8,83678	0,66121	7,16203	
Bactéria (B)	3	1,16084 ns	0,01174 Ns	0,06790 ns	0,02639 *	1,12803 ns	0,12318 ns	5,72787 ns	
Época (E)	2	1,58603 ns	0,05701 Ns	18,67618 ns	0,00005 ns	1,89395 ns	0,19396 ns	7,13229 ns	
ExB	6	9,94655 ns	0,03002 Ns	5,87674 ns	0,00749 ns	11,19114 *	0,24541 ns	2,43417 ns	
Resíduo	33	4,20245	0,07199	4,19074	0,00749	4,35588	0,61435	3,69459	
Média		14,23	1,55	15,78	0,65	16,43	7,08	21,15	
CV (%)		14,41	17,25	12,97	13,29	12,70	11,07	9,08	

*ns não significativo; *significativo pelo teste F ($P < 0,05$);

Tabela 25. Resumo da análise de variância para a massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSCL), massa seca da cabeça (MSC), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR) e comprimento radicular por planta (CR), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM							
		MSF	MSCL	MSCA	MSR	MST	VR	CR	
Bloco	3	3,13529	0,64849	4,83538	0,04372	5,07134	4,60819	3,77144	
Bactéria (B)	3	16,33539 ns	0,24436 ns	20,56602 ns	0,03646 ns	21,32718 ns	1,26488 ns	0,25879 ns	
Época (E)	2	14,74633 ns	0,19718 ns	17,31909 ns	0,07883 ns	19,72181 ns	8,89804 ns	1,11494 ns	
ExB	6	2,40485 ns	0,57660 ns	2,81468 ns	0,02077 ns	3,19148 ns	5,05295 ns	1,13377 ns	
Resíduo	33	5,94495	0,10391	7,07641	0,03228	7,48880	4,82313	3,60673	
Média		16,99	1,96	18,96	1,06	20,01	12,47	19,04	
CV (%)		14,35	16,40	14,03	16,99	13,67	17,66	9,97	

*ns não significativo;

Analisando-se a Tabela 24, referente ao município de Marechal Cândido Rondon, nota-se que houve interação significativa entre os tratamentos para a inoculação de bactérias nas diferentes épocas de aplicação para a variável massa seca total (MST). Sendo assim, a seguir é realizado o desdobramento de bactéria e épocas de aplicação para esta variável. Já para massa seca radicular (MSR), verificou-se que houve efeito significativo para a inoculação de bactérias. Nota-se que para as demais variáveis massa seca foliar, massa seca do caule, massa seca da cabeça, volume radicular e comprimento radicular, não houve significância para os tratamentos estudados.

Na Tabela 26, é apresentado o resultado da comparação das médias para a variável MST. Observa-se que as plantas inoculadas com as diferentes bactérias não apresentaram diferença significativa entre as épocas de aplicação estudadas. Com exceção das plantas inoculadas com *A. brasilense*, que apresentou valor de MST superior quando realizado aplicação simultânea no dia do transplante das mudas + quinze dias após o transplante (DT+15DAT) quando comparado a época de aplicação que recebeu a inoculação apenas no dia do transplante.

As plantas das parcelas que receberam inoculação de *A. brasilense* no DT+15DAT apresentaram uma média de MST de 18,79 g e as plantas das parcelas que receberam a inoculação apenas no DT a média foi de 14,83 g ou seja, sendo a diferença entre os dois valores foi 21%.

Tabela 26. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para a variável massa seca total planta⁻¹ (MST, g). UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactérias	MST		
	Época		
	DT	15 DAT	DT+15DAT
Controle	16,24 Aa	16,24 Aa	16,24 Aab
<i>A. brasilense</i>	14,83 Ba	16,63 ABa	18,79 Aa
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	17,86 Aa	16,67 Aa	15,33 Aab
<i>P. fluorescens</i>	16,62 Aa	17,63 Aa	14,08 Ab
Média	-	16,43	-
CV (%)	-	12,70	-

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula, para comparação entre as épocas e minúscula, para comparação entre os tratamentos, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

Ainda na Tabela 26, verifica-se que apenas para a época de aplicação DT+15DAT houve diferença entre as plantas inoculadas com diferentes bactérias para a variável MST, onde as plantas de alface inoculadas com *A. brasilense* foi superior

as plantas inoculadas com *P. fluorescens*, ou seja, a média para as plantas inoculadas com *A. brasilense* foi de 18,79 gramas, enquanto a média para as plantas inoculadas com *P. fluorescens* foi de 14,08 gramas, dando uma diferença de 25% quando comparado as duas médias.

Na tabela 27, são apresentadas as médias das variáveis: massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSCL), massa seca da cabeça (MSCA), massa seca radicular (MSR), volume radicular (VR) e comprimento radicular (CR) para o ensaio realizado em Marechal Cândido Rondon. No entanto, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados para nenhuma dessas variáveis. Vale salientar que apesar de ter ocorrido efeito significativo para as plantas inoculadas com as diferentes BPCV, no teste de análise de variância (Tabela 24) para a MSR, não houve diferença significativa na comparação das médias.

Tabela 27. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis massa seca foliar planta⁻¹ (MSF, g), massa seca do caule planta⁻¹ (MSCL, g), massa seca da cabeça planta⁻¹ (MSCA, g), massa seca radicular planta⁻¹ (MSR, g), volume radicular planta⁻¹ (VR, m³) e comprimento radicular planta⁻¹ (CR, cm). Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactérias	MSF	MSCL	MSCA	MSR	VR	CR
Controle	14,01	1,51	15,52	0,72 a	7,22	21,03
<i>A. brasilense</i>	14,56	1,54	16,10	0,65 a	7,07	22,03
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	14,41	1,59	16,00	0,62 a	6,98	20,35
<i>P. fluorescens</i>	13,92	1,58	15,50	0,61 a	7,04	21,19
Época						
DT	14,13	1,61	15,74	0,65	6,99	21,72
15 DAT	14,58	1,57	16,15	0,65	7,20	20,42
DT + 15 DAT	13,97	1,49	15,46	0,65	7,04	21,32
Média	14,23	1,55	15,78	0,65	7,08	21,15
Cv (%)	14,41	17,26	12,68	13,29	11,07	9,09

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

*DT dia do transplante das mudas; *DAT dias após o transplante das mudas

Voltando o enfoque para a Tabela 25, referente ao experimento desenvolvido no município de Cascavel- PR, observa-se que não houve interação significativa entre os tratamentos em relação a inoculação de bactéria e época de aplicação para as variáveis massa seca foliar (MSF), massa seca do caule (MSCL), massa seca da cabeça (MSCA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), volume radicular (VR) e comprimento radicular (CR) na cultura de alface. Também não houve efeito significativo entre os tratamentos estudado para nenhuma dessas variáveis.

Na tabela 28 são apresentadas as médias das variáveis massa seca foliar,

massa seca do caule, massa seca da cabeça, massa seca radicular, massa seca total, volume radicular e comprimento radicular para o município de Cascavel - PR.

Tabela 28. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis massa seca foliar planta⁻¹ (MSF, g), massa seca do caule planta⁻¹ (MSCL, g), massa seca da cabeça planta⁻¹ (MSCA, g), massa seca radicular planta⁻¹ (MSR, g), massa seca total planta⁻¹ (MST, g), volume radicular planta⁻¹ (VR, m³) e comprimento radicular planta⁻¹ (CR, cm). Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	MSF	MSCL	MSCA	MSR	MST	VR	CR
Controle	18,31	2,13	20,44	1,06	21,50	12,56	18,83
<i>A. brasilense</i>	15,62	1,80	17,42	0,98	18,41	12,09	19,09
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	17,51	2,02	19,53	1,07	20,59	12,87	19,07
<i>P. fluorescens</i>	16,54	1,91	18,45	1,12	19,56	12,39	19,17
Época							
DT	18,08	2,04	20,13	1,13	21,26	13,33	19,34
15 DAT	16,60	2,02	18,62	1,04	19,67	11,97	18,95
DT + 15 DAT	16,29	1,84	18,13	0,99	19,12	12,12	18,83
Média	16,99	1,96	18,96	1,06	20,01	12,47	19,04
Cv (%)	14,35	16,40	14,03	16,99	13,67	17,66	9,97

Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*DT dia do transplante das mudas; *DAT dias após o transplante das mudas

Menezes (2019) verificou que a aplicação de *B. subtilis* quando aplicado ao solo reduziu a massa seca da parte aérea total e comercial, massa seca total da planta e da raiz e do nitrogênio acumulado na parte aérea da alface cultivar Vera. Ele atribuiu essa redução provavelmente a competição entre planta e microrganismo pelos nutrientes contidos no substrato.

Pishchik et al. (2016) verificaram que a utilização de *B. subtilis* na cultura da alface promoveu incrementos tanto na massa seca, quanto nos teores totais de nitrogênio acumulado na parte aérea e clorofila. Associaram esse efeito a produção do hormônio auxina e a maior concentração de solutos orgânicos nos vacúolos vegetais.

Hunter, Teakle e Bending (2014), ao inocularem a estirpe ANP15 de *P. fluorescens* em trigo, verificaram aumento na produção de massa seca das plantas inoculadas. Criollo et al. (2012), ao avaliarem o efeito da inoculação de *P. fluorescens* em *Pennisetum clandestinum* durante o inverno, verificaram aumento na massa seca e fresca da planta em comparação com plantas que receberam apenas adubação nitrogenada e enfatizaram que tais resultados foram proporcionados pela liberação de fitohormônios.

Madhaiyan et al. (2010) verificaram, que em meio de cultura, *A. brasilense*

produziu ácido indolacético (AIA) e quando inoculado em sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*) e pimentão vermelho (*Capsicum annuum*), o comprimento de raízes foi maior, enquanto os tratamentos sem inoculação apresentaram valores menores, respectivamente. Os autores observaram, ainda, que o *Azospirillum* promoveu aumento da parte aérea dessas plantas, ratificando a capacidade de promoção de crescimento.

Na tabela 29 é apresentado o resumo da análise de variância conjunta para os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) para o município de Marechal Cândido Rondon - Pr.

Tabela 29. Resumo da análise de variância para os teores foliares de nitrogênio (N, g Kg⁻¹ de massa seca), fósforo (P, g Kg⁻¹ de massa seca), potássio (K, g Kg⁻¹ de massa seca), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Marechal Cândido Rondon. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM		
		N	P	K
Bloco	3	5,01	0,49	57,48
Bactéria (B)	3	47,84 ns	1,16 ns	133,45 *
Época (E)	2	2,07 ns	0,38 ns	0,03 ns
ExB	6	2,64 ns	0,21 ns	21,96 ns
Resíduo	33	20,63	0,45	41,96
Média		34,12	5,44	54,80
CV (%)		13,31	12,27	11,82

*ns não significativo; *significativo pelo teste F (P<0,05)

Quanto aos teores foliares de nitrogênio e fósforo para o ensaio em Marechal Cândido Rondon não foram encontrados efeitos significativos com a inoculação de *B. subtilis* + *B. megaterium*, *A. brasilense* e *P. fluorescens* e épocas de aplicação, porém para o teor foliar de potássio houve efeito significativo quanto a época de aplicação dos BPCV na cultura da alface, como pode-se verificar na tabela 29.

Na Tabela 30 são apresentados os resultados relativos à comparação das médias dos teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio na cultura da alface para o ensaio de Marechal Cândido Rondon. Observa-se que não houve diferença significativa para nenhuma dos tratamentos, inclusive para o teor de potássio, que apesar de ter sido observado efeito significativo para as plantas inoculadas com as bactérias durante a análise de variância (Tabela 29), não apresentando esse comportamento durante o teste de comparação das médias. Quanto as épocas de aplicação estas também não diferiram entre si.

Tabela 30. Médias do experimento implantado em Marechal Cândido Rondon-PR para as variáveis nitrogênio (N, g/Kg), fósforo (P, g/Kg) e potássio (K, g/Kg), realizadas a partir do tecido foliar das plantas colhidas. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	N	P	K
Controle	31,72	5,02	50,80 a
<i>A. brasilense</i>	34,00	5,45	53,32 a
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	36,07	5,77	57,31 a
<i>P. fluorescens</i>	34,17	5,52	57,78 a
Época			
DT	33,98	5,33	54,78
15 DAT	34,53	5,37	54,78
DT + 15 DAT	33,85	5,62	54,85
Média	34,12	5,44	54,80
Cv (%)	13,31	12,28	11,82

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

*DT dia do transplante das mudas; *DAT dias após o transplante das mudas

Na tabela 31, é apresentado o resumo da análise de variância conjunta para os teores foliares para o ensaio do município de Cascavel - Pr. Observa-se que não houve interação significativa entre bactérias e épocas para as variáveis teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio na cultura da alface. Além disso, também não houve efeito significativo para nenhum dos tratamentos estudados para estas variáveis.

Tabela 31. Resumo da análise de variância para os teores foliares de nitrogênio (N, g Kg⁻¹ de massa seca), fósforo (P, g Kg⁻¹ de massa seca) e potássio (K, g Kg⁻¹ de massa seca), da cultura da alface submetida a aplicação de diferentes bactérias promotoras de crescimento vegetal em diferentes épocas de aplicação, no experimento realizado em Cascavel-PR. Uniãoeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

FV	GL	QM					
		N		P		K	
Bloco	3	32,08		13,40		250,08	
Bactéria (B)	3	52,30	ns	0,19	ns	21,08	ns
Época (E)	2	48,36	ns	0,85	ns	5,21	ns
ExB	6	13,95	ns	0,45	ns	92,96	ns
Resíduo	33	23,11		1,12		84,23	
Média		30,81		6,42		66,45	
CV (%)		16,58		16,50		13,81	

*ns não significativo a 5% de probabilidade

Na tabela 32, são apresentados os resultados relativos à comparação das médias dos teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio para o ensaio de Cascavel - PR. Observa-se que assim como não foram apresentadas diferenças para o ensaio no município de Marechal Cândido Rondon, o de Cascavel seguiu o mesmo padrão

observado, não houve diferença para nenhum dos tratamentos estudados para estas variáveis relacionadas aos teores foliares.

Tabela 32. Médias do experimento implantado em Cascavel-PR para as variáveis nitrogênio (N, g/Kg), fósforo (P, g/Kg) e potássio (K, g/Kg), realizadas a partir do tecido foliar das plantas colhidas. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2021.

Bactéria	N	P	K
Controle	31,11	6,51	68,23
<i>A. brasilense</i>	27,71	6,28	65,17
<i>B. subtilis</i> + <i>B. megaterium</i>	32,67	6,55	65,80
<i>P. fluorescens</i>	31,76	6,36	66,64
Época			
DT	30,50	6,17	66,92
15 DAT	32,68	6,49	66,63
DT + 15 DAT	29,25	6,62	65,82
Média	30,81	6,42	66,45
Cv (%)	16,58	16,50	13,81

Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*DT dia do transplante das mudas; *DAT dias após o transplante das mudas

Como se observa no presente trabalho a aplicação de *B. subtilis* + *B. megaterium*, *A. brasilense* e *P. fluorescens* não apresentou diferença estatística para as variáveis, teor de clorofila, altura da planta, diâmetro da cabeça, número de folhas, área foliar, massa fresca foliar, massa fresca do caule, massa fresca da cabeça, massa fresca da raiz, massa fresca total, massa seca foliar, massa seca do caule, massa seca da cabeça, massa seca da raiz, volume de raiz, comprimento de raiz e teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio na cultura da alface cultivar Vera.

Com relação a MST se observou diferença estatística na interação para o município de Marechal Cândido Rondon - PR, onde as plantas de alface quando inoculadas com *A. brasilense* apresentou MST superior quando inoculado no DT + 15 DAT em 21% comparado com o tratamento que recebeu apenas no DT. Em relação a época de aplicação no DT + 15 DAT, observou-se também que as plantas inoculadas com *A. brasilense* foi superior em 25% em relação as inoculadas com *P. fluorescens*.

Porém em comparação com a controle não houve diferença estatística para nenhum dos tratamentos. O que pode ter ocorrido é a competição entre a planta e os microrganismos inoculados pelos nutrientes disponíveis na solução do solo.

Outra hipótese é que os microrganismos inoculados podem não ter sobrevivido nos solos por algum motivo. Como por exemplo, temperatura, condições adversas do meio ao qual foram inseridos ou mesmo que a quantidade aplicada dos

inoculantes não foi a suficiente para que os mesmos pudessem levar ao incremento da cultura. Até mesmo, que em condições de cultivo convencional, a campo aberto influenciou na colonização, sobrevivência, multiplicação e desenvolvimentos dos mesmos. Porém não é possível afirmar com certeza o que aconteceu para que nenhuma das variáveis analisadas apresentasse resultados significativos. Uma das alternativas para a elucidação seria a análise da colonização das bactérias promotoras de crescimento, porém não foi realizada.

Além disso, sabe-se que no solo existem uma série desses microrganismos. Quem sabe os microrganismos existentes no solo podem ter sido suficientes para já ter esse efeito. Talvez teria que fazer uma análise para ver se já não tínhamos a quantidade desses microrganismos no solo necessária e talvez já em equilíbrio. Temos a questão de competição de microrganismos benéficos e maléficos no solo.

Embora haja estudos que comprovem a existência de respostas significativas quanto a associação de alface com estes microrganismos, outros estudos também não demonstram resposta significativa para a promoção do crescimento e desenvolvimento de culturas inoculadas. A não obtenção de qualquer ganho pela inoculação também é relatada na literatura (REPKE et al., 2013).

A inexistência de respostas significativas quanto ao uso e associação do *B. subtilis* + *B. megaterium*, *A. brasilense* e *P. fluorescens* e planta de alface crespa, podem estar associado a uma série de fatores. Como, temperatura, umidade do solo, textura do solo, pH, relação bactéria-planta hospedeira (exudatos específicos, fitotoxinas e bacteriocinas), capacidade competitiva com bactérias nativas, métodos de inoculação e condições de crescimento.

Sendo estas características essenciais para a promoção do crescimento e colonização da planta hospedeira pelos microrganismos, que quando em condições adequadas e equilibradas promovem maior produtividade de fitohormônios e raízes. Aumentando assim a capacidade da planta hospedeira de obtenção de água e nutrientes além de maior resistência ao estresse ambiental e hídrico, culminando em maior crescimento e desenvolvimento vegetal. (MOREIRA et al., 2010).

Talvez o que também pode ter ocorrido é que como foi realizado a aplicação de Nitrogênio em todas as parcelas. O nitrogênio utilizado em cobertura pode ter sido suficiente para o adequado desenvolvimento da cultura, não sendo benéfica para a planta a simbiose com as bactérias, ou seja, a aplicação do nitrogênio pode ter

prejudicado a associação com as bactérias não havendo dessa forma a resposta dessa associação. Talvez em trabalhos futuros uma sugestão seria trabalhar com doses diferentes de nitrogênio em cobertura (até mesmo parcelas sem aplicação de N) para verificar se com o uso dessas bactérias não podemos substituir parte da adubação nitrogenada pelo uso dessas bactérias, diminuindo o custo do produtor, ou até mesmo verificar se neste caso não teríamos resposta com isso.

Outro ponto é que se pode estar relacionado aos teores de fósforo no solo e a Adubação com fósforo, alguns microrganismos que foram estudados podem solubilizar o fósforo do solo e aumentar a eficiência da adubação fosfatada. Quem sabe o teor de fósforo já estava adequado para cultura por conta da adubação e o teor presente no solo (ver se estava médio ou alto), dessa forma pode ter mascarado o efeito do micronutriente, uma sugestão seria realizar um trabalho com doses crescentes de fósforo associado a utilização desses microrganismos.

Uma outra hipótese seria testar o efeito dessas bactérias com cultivares diferentes de alface, visando obter respostas significativas e positivas, visto que a interação bactéria-planta é conhecidamente genótipo dependente.

5 CONCLUSÕES

- As bactérias promotoras de crescimento vegetal inoculadas nas mudas no dia do transplante e 15 dias após o transplante das mudas não promoveram incremento significativo no desenvolvimento da cultura da alface cultivar Vera.
- Apesar da massa seca de raiz ter sido superior quando inoculado *P. fluorescens* no transplante das mudas, na colheita não apresentou diferença estatística em relação aos demais tratamentos.
- Plantas inoculadas com *A. brasilense* no dia do transplante + 15 dias após o transplante das mudas, apresentaram maior massa seca total quando comparado com a aplicação apenas no dia do transplante.
- Plantas inoculadas com *A. brasilense* apresentaram maior massa seca total em relação às plantas inoculadas com *P. fluorescens* quando aplicadas no dia do transplante + 15 dias após o transplante das mudas.
- Os teores de clorofila, e teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio não foram influenciados pela inoculação com *A. brasilense*, *B. subtilis* + *B. megaterium* e *P. fluorescens*.

REFERÊNCIAS

ADESEMOYE, A. O.; KLOEPPER, J. W. Interações planta-micróbios na eficiência do uso de fertilizantes. **Appl Microbiol Biothechnol**, v. 85, p.1-12, agosto de 2009. Disponível em:< <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2196-0>>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

AGUIRRE, P. F.; OLIVO, C. J.; RODRIGUES, P. F.; FALK, D. R.; ADAMS, C. B.; SCHIAFINO H. P. Forage yield of Coastcross -1 pastures inoculated with *Azospirillum* brasilense. **Acta Scientiarum., Animal. Science**. [online], v. 40. 15 de fevereiro de 2018. ISSN 1806- 2636.

ALGUACIL, M., KOHLER, J.; CARAVACA, F.; ROLDÁN, A. Differential Effects of *Pseudomonas mendocina* and *Glomus intraradices* on lettuce plants physiological response and aquaporin PIP2 gene expression under elevated atmospheric CO₂ and drought. **Microbial Ecology**. v. 58, n4, p. 942-951, novembro de 2009. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s00248-009-9544-6>>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

ALMEIDA, W. M. **Doses de nitrogênio e inoculação com *Azospirillum* sp. em alface americana cv. Lucy Brown**. 2016 - Universidade Federal de Mato Grosso. Sinop – MT, 2016.

AMBARDAR, S.; VAKHLU, J. Plant growth promoting bacteria from *Crocus sativus* rhizosphere. World journal of microbiology and biotechnology, **Springer Science & Business Media**, v. 29, n. 12, p. 2271, 2013.

ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M. A. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum* / *Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1633-1643, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999000900014>>. Acesso em: 25 de junho de 2021.

ARAÚJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostra e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 2: p. 456-462, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000200017>>. Acesso em: 25 de junho de 2021.

ARAÚJO, A. S. F. de; CARNEIRO, R. F. V.; BEZERRA, A. A. C.; ARAÚJO, F. F. de. Coinoculação rizóbio e *Bacillus subtilis* em feijão-caupi e leucena: efeito sobre a nodulação, a fixação de N₂ e o crescimento das plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 40, n. 1, p. 182-185, janeiro/fevereiro de 2010.

ARAÚJO NETO, S. E. de; SILVA, E. M. N. C. de; FERREIRA, R. L. F.; CECÍLIO FILHO, A. B. Rentabilidade da produção orgânica de alface em função do ambiente, preparo do solo e época de plantio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 783-791, outubro/dezembro de 2012.

BALACHANDAR, D. Biofertilizers – What next?. **Journal of Biofertilizers & Biofertilizers & Biopesticides**, v. 3, janeiro de 2012.

BARASSI, C. A.; SUELDO, R. J.; CREUS, C. M.; CARROZZI, L.; CASANOVAS, E. M.; PEREIRA, M. A. Potencial de Crescimento *Azospirillum* em otimizador vegetal sob condições adversas. In: CASSAN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I.(Ed). *Azospirillum* spp .; **fisiologia celular e as interações de plantas agronômicas**. Research in Argentina: Asociacion Argentina de Microbiologia, p. 49-59, 2008.

BASHAN, Y.; BUSTILLOS, J.J.; LEYVA, L.A.; HERNANDEZ, J. P.; BACILIO, M. Increase in auxiliary photoprotective photosynthetic pigments in wheat seedlings induced by *Azospirillum brasilense*. **Biology and Fertility of Soils**, v. 42, n. 4, p. 279-285, 2006

BASHAN, Y.; BASHAN, L. E.; PRABHU, S. R.; HERNANDEZ, J. P. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998-2013). **Plant-Soil**, v. 378, p.1-33, 2014.

BRAGA JUNIOR, G. M. **Eficiência de *Bacillus subtilis* no biocontrole de fitopatógenos e promotor de crescimento vegetal**. 2015. 87f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Diário Oficial da União**: Instrução normativa n°. 13/2011. Brasília, 2011.

BRUM, M. S.; CUNHA, V. S.; STECCA, J. D. L.; GRANDO, L. F. T.; MARTIN, T. N. Components of corn crop yield under inoculation with *Azospirillum brasilense* using integrated crop-livestock system. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 38, p. 485-492, 2016.

CACCIARI, I.; LIPPI, D.; PIETROSANTI, T.; PIETROSANTI, W. Phytohormone-like substances produced by single and mixed diazotrophic cultures of *Azospirillum* and *Arthrobacter*. **Plant and Soil, The Hague**, v. 115, n. 1, p. 151-153, Março de 1989.

CARDOSO, I. C. M.; MARIOTTO, J. R.; KLAUBERG FILHO, O.; SANTOS, J. C. P.; FELIPE, A. F.; NEVES, A.N.; MIQUELUTTI, D. J. Resposta de milho (*Zea mays* L.) 17 precoce à inoculação de rizobactérias em casa-de-vegetação. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, v. 28, 2008, Londrina. **Anais Londrina: SBCS**, 2008. CD Rom.

CASSÁN, F.; VANDERLEYDEN, J.; SPAEPEN, S. 2014. Physiological and agronomical aspects of phytohormone production by model plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) belonging to the Genus *Azospirillum*. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 33, n.2, p. 440-59. 2014, DOI: 10.1007/s00344-013-9362-4, 10 de agosto de 2013.

CIPRIANO, M. A. P.; PATRÍCIO, F. R. A.; FREITAS, S. S. Potential of rhizobacteria to promote root rot growth and control in hydroponically cultivatec lettuce. **Summa Phytopathologica**, v. 39, p. 51-57, 2013.

COELHO, L. F.; FREITAS, S. S.; DE MELO, A. M. T.; AMBROSANO, G. M. B. Interação de bactérias fluorescentes do gênero *Pseudomonas* e de *Bacillus* spp. com a rizosfera de diferentes plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1413-1420,

2007.

CORREA O. S.; ROMERO A. M.; SORIA M. A.; ESTRADA M. ***Azospirillum brasilense*-plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities**. In: CASSÁN F. D.; GARCIA DE SALAMONE I.. *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Buenos Aires - Asociación Argentina de Microbiología. p. 87-95, 2008.

CORRÊA, E. B.; BETTIOL, W.; SUTTON, J. C. Controle biológico da podridão radicular (*Pythium aphanidermatum*) e promoção de crescimento por *Pseudomonas chlororaphis* 63-28 e *Bacillus subtilis* GB03 em alface hidropônica. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 36, n. 4, p. 275-281, outubro/dezembro de 2010.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1038-1047, 2012.

CRIOLLO, P.; OBANDO, M.; SÁNCHEZ, L.; BONILLA, R. Efecto de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) asociadas a *Pennisetum clandestinum* en el altiplano cundiboyacensell. **Revista Corpoica** – Ciencia y Tecnología Agropecuaria, v. 13, n.2, p.189-195, 2012

DELLA VECCHIA, P. T.; KOCH, P. S.; KIKUCHI, M. Vera: Nova cultivar de alface crespa resistente ao florescimento prematuro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 171, abril/junho de 1999.

Departamento de Economia Rural (DERAL). Secretária da Agricultura e do Abastecimento - Governo do Estado do Paraná. **Prognóstico Olericultura** – Novembro de 2020. 7p., 2021. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-01/Olericultura_2021.pdf>. Acesso em 14 de maio 2021.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. **Critical reviews in plant sciences**, v. 22, n. 2, p. 107-149, 2003.

DOMINGUES, S. C. O.; CARVALHO, M. A. C.; RABELO, H. O.; MOREIRA, E. S.; SCATOLA, L. F.; DAVID, G. Q.. Microrganismos promotores de crescimento em alface. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**. Nativa, Sinop, v. 9, n. 2, p. 100-105, março/abril de 2021.

DIMPKA, C.; WEINAND, T.; ASCH, F.. Plant-rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions. **Plant Cell and Environment**, v. 32, p. 1682-1694, 2009.

FASCIGLIONE, G.; CASANOVAS, E. M.; QUILLEHAUQUY, V. BARASSI, C. A. *Azospirillum* melhora o crescimento e transplante de alface em condições salinas. **Journal of the Science of food and agriculture**. v. 92, n. 12, p. 2518-2523, setembro de 2012.

FERREIRA, J. T. P.; SANTOS, T. M. C.; ALBUQUERQUE, L. S.; SANTOS, J. V.; CARDOSO FILHO, J. A.; RAMALHO NETO, C. E. Isolation and selection of growth-promoting bacteria of the genus *Bacillus* and its effect on two varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **International Research Journal of Microbiology**, Sapele, v. 2, n. 2, p. 70-78, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora da UFV, p. 402, 2008

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª ed. Viçosa: Editora da UFV, 2013.

FLORENTINO, L. A.; SILVA, A. B.; LANDGRAF, P. R. C.; SOUZA, F. R. C.. Inoculação de bactérias produtoras de ácido 3-indol acético em plantas de alface. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**. Bogotá: v. 11, n. 1, p. 89–96, janeiro/junho de 2017.

FREITAS, S. S.; MELO, A. M. T.; DONZELI, V. P. Promoção do crescimento de alface por rizobactérias. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa: v. 27, n. 1, p. 61-70, fevereiro de 2003.

FUKAMI, J.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*. **AMB Express**. v. 6, p. 1-13, 2016.

GARCÍA OLIVERAS, J. C.; MENDOZA HERRERA, A.; MAYEK PÉREZ, N. Efecto de *Azospirillum brasilense* em el rendimiento del maíz em el norte de Tamaulipas, México. **Universodad y Ciencia**, v. 28, p. 79-84, 2012.

GLICK, B. R. Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. **Scientifica**, p. 963-401, 2012.

GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B.; MESQUITA, J. C. P. Isolamento, seleção de bactérias e efeito da utilização de *Bacillus* spp. na produção de mudas orgânicas de alface. **Horticultura Brasileira**. Brasília: v. 21, n. 4, p. 699-703, outubro/dezembro de 2003.

GORDILLO DELGADO, F.; MARÍN, E.; CALDERÓN, A. Effect of *Azospirillum brasilense* and *Burkholderia unamae* bacteria on maize photosynthetic activity evaluated using the photoacoustic technique. **International Journal of Thermophysics**, v. 37, p. 1-11, 2016.

GUPTA, G.; PARIHAR, S. S.; AHIRWAR, N. K.; SNEHI, S. K.; SINGH, V. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): current and future prospects for development of sustainable agriculture. **Journal of Microbial and Biochemical Technology**, v. 7, n. 2, p. 96-102, 2015.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. Tipos de alface cultivados no Brasil (Comunicado técnico, 75). Brasília: **Embrapa Hortaliças**, 7p., 2009.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O.. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant Soil**, v. 331, p. 413–425, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11104-009-0262-0>>. Acesso em 12 de julho de 2021

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. **Embrapa Soja**, Documento 325. Londrina-PR, 2011.

HUNTER, P. J., TEAKLE, G. R.; BENDING, G. D. Traços de raiz e interações da comunidade microbiana em relação à disponibilidade e aquisição de fósforo, com referência particular à Brassica. Frente. **Plant Sci**. v. 5, n. 27, fevereiro de 2014. Disponível em: < <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2014.00027/full>>. Acesso em: 12 de julho de 2021.

ISLAM, F.; YASMEEN, T; ALI, Q.; ALI, S.; ARIF, M. S.; HUSSAIN, S.; RIZVI, H.. Influence of *Pseudomonas aeruginosa* as pgpr on oxidative stress tolerance in wheat under zn stress. *Ecotoxicology and environmental safety*, Elsevier, v. 104, p. 285– 293, junho de 2014.

KAZI, N.; DEAKER, R.; WILSON, N.; MUHAMMAD, K.; TRETOWAN, R. The response of wheat genotypes to inoculation with *Azospirillum brasilense* in the field. **Field Crops Research**, v. 196, p. 368-378, 2016.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. de. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 4, n. 2, p. 12, maio/agosto de 2010.

LAZZARETTI, E.; MELO, I. S. de. **Influência de *Bacillus subtilis* na promoção de crescimento de plantas e nodulação de raízes de feijoeiro** (Documentos, n. 28). Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 21 p, 2005.

LIMA, A. A. de; VENTUROSOS, L. dos R.; SILVA, B. A. A.; GOMES, A. F.; SCHIMIDT, O.. Eficiência da inoculação de *Azospirillum brasilense* associado com enraizador no crescimento e na produção de alface. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 2, p. 233-240, abril/junho de 2017.

LOGAN, N. A.; de VOS, P.. Genus I. *Bacillus* Cohn 1872, *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, v. 3, 174p. **The firmicutes 2nd Edition**, 2009.

LOZADA, J. A. R.; SILVEIRA, K. C.; SILVA, L. J. DA; BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B.. Selection of diazotrophic bacteria isolated from wastewater treatment plant sludge at a poultry slaughterhouse for their effect on maize plants. **Revista Ceres [online]**. V. 65, n. 1, p. 85-92, 2018. ISSN 0034-737X.

MADHAIYAN, M.; POONGUZHALI, S.; KWON, S. W.; AS, T. M.. *Bacillus methyltrophicus* sp. nov., a methanol-utilizing, plant growth-promoting bacterium isolated from rice rhizosphere soil. **Int J Syst Evol Microbiol**, v. 60, p. 2490-2495, outubro de 2010.

MARIANO, R. de L. R.; SILVEIRA, E. B. da; ASSIS, S. M. P. de; GOMES, A. M. A.;

NASCIMENTO, A. R. P.; DONATO, V. M. T. S.. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, Recife: v. 1, n. 1, p. 89-111, janeiro/dezembro de 2004.

MANHÃES, N. E. **Bactérias promotoras do crescimento vegetal e substratos em Bromeliaceae e Cactaceae**. 182 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

MARTINEZ, S. B.; POMÉS, J.; MASI, M. A.; CHALE, W.; DE BENEDETTO, J. P.; GARBI, M. Production and response to *Azospirillum brasilense* inoculation in two globe artichoke hybrids. **Acta Horticulturae**, v. 1147, p. 213-216, 2016.

MILLÉO, M. V. R.; CRISTÓFOLI, I. Avaliação da eficiência agrônoma da inoculação de *Azospirillum* sp. na cultura do milho. **Revista Scientia Agraria**, v. 17, p. 14-23, 2016.

MELO, I. S. de. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas: descrição e potencial de uso na agricultura. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (ed.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 86-116, 1998.

MENDES, I. C.; REIS, F. B. J.; CUNHA, M. H. **20 Perguntas e respostas sobre fixação biológica de nitrogênio**. Planaltina: Embrapa cerrados, 2010.

MENDONÇA, M. M.; URQUIAGA, S. S.; REIS, V. M.. Variabilidade genotípica de milho para acumulação de nitrogênio e contribuição da fixação biológica de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília: v. 41, n. 11, p. 1681-1685, novembro de 2006.

MENEZES, A. P. M. **Crescimento e produção de alface em resposta a rizobactérias e nitrogênio**. 71 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco-AC, 2019.

MOREIRA, F. M. S. de; SILVA, K da; NOBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. de. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 74-99, novembro de 2010.

NAIK P. R.; RAMAN G.; NARAYANAN K. B.; SAKTHIVEL N.. Assessment of genetic and functional diversity of phosphate solubilizing fluorescent pseudomonas isolated from rhizospheric soil. **BMC Microbiol.** v. 8, n. 230, 2008.

NEW, P. B.; KENNEDY, I. R.. Regional distribution and pH sensitivity of *Azospirillum* associated with wheat roots in Eastern Australia. **Microbiology Ecology**, v. 17, p. 299-309, 1989.

NOGUEIRA, E. D.. **Avaliação de parâmetros de crescimento da alface (*Lactuca sativa*) inoculada com *Azospirillum brasilense* estirpe sp. 245**. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2019.

OLIVEIRA, A. L. M.; CANUTO, E. L.; REIS, V. M.; BALDANI, J. I.. Response of micropropagated sugarcane varieties to inoculation with endophytic diazotrophic bacteria. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 34, p. 59-61, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822003000500020>>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; GARCIA, N. C. P.; GARCIA, S. L. R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, p. 211-217, 2004.

OLIVEIRA, M. A. D.; ZUCARELI, C.; FERREIRA, A. S.; DOMINGUES, A. R.; SPOLAOR, L. T.; NEVES, C. S. V. J.. Adubação fosfatada associada à inoculação com *Pseudomonas fluorescens* no desempenho agronômico do milho. **Revista de Ciências Agrárias**, Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal, v. 38, p. 18 - 25, abril de 2015.

PISHCHIK, V. N.; VOROBYOV, N. I.; WALSH, O. S.; SURIN, V. G.; KHOMYAKOV, Y. V. Estimation of synergistic effect of humic fertilizer and *Bacillus subtilis* on lettuce plants by reflectance measurements. **Journal of Plant Nutrition**, Oxfordshire, v. 39, n. 8, p. 1074-1086, julho de 2016.

PORTUGAL, J. R.; ARF, O.; PERES, A. R.; FRANCO, A. A.; GITTI, D. de C. Inoculação via foliar com *Azospirillum brasilense* associada a doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL MILHO SAFRINHA, Dourados: **Resumos** [...] Dourados: Embrapa, p. 1-6, 2013.

REIS, V. M. **Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas** (Documentos, 232). Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 22 p., 2007.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S. SILVA, C. J.; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, p. 214-226, 2013.

RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B. de; CLEMENTE, F. M. V. **Cultivo de alface em sistema orgânico de produção** (Circular técnica, 56). Brasília: Embrapa Hortaliças, 16 p., 2007.

RIBEIRO, V. P.; MARRIEL, I. E.; SOUSA, S. M.; LANA, U. G. P.; MATTOS, B. B.; OLIVEIRA, C. A.; GOMES, E. A. As cepas de *Bacillus* endofítico aumentam o crescimento do milheto e a absorção de nutrientes sob baixo P. **Revista Brasileira de Microbiologia**, v. 49, n. 1, p. 40-46, agosto de 2018.

RUZZI, M., AROCA, R. - Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture - **Sci. Hortic.** 196, 124-134 p, 2015.

RYAN R. P.; GERMAINE, K.; FRANKS, A.; RYAN, D. J.; DOWLING, D. N.. Bacterial endophytes: recent developments and applications. **FEMS Microbiology Letters**, v. 278, n.1, p. 1-9, janeiro de 2008.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfaceicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF: v. 30, n. 2, p. 187-194, abril/junho de 2012.

SANTI, A.; SCARAMUZZA, WLMP; NEUHAUS, A; DALLACORT, R; KRAUSE, W; TIEPPO, R. C. Desempenho agrônomo de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**. v. 31, p. 338-343, 2013.

SANTOS, H. G. S.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. de A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F.. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília-DF: **Embrapa**, 5ª ed., Revista e Ampliada, 356 p., 2018.

SCHLINDWEIN, G.; VARGAS, L. K.; LISBOA, B. B.; AZAMBUJA, A. C.; GRANADA, C. E.; GABIATTI, N. C.; PRATES, F.; STUMPF, R. Influência da inoculação de rizóbios sobre a germinação e o vigor de plântulas de alface. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n. 3, p. 658-664, 2008.

SEGATO, S. B.; BETTIO, D. P.; CACEFO, V.; ARAÚJO, F. F. de. Controle biológico de nematóides em alface com *Bacillus subtilis*. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente: v. 12, n. esp., p. 23-29, julho/dezembro de 2016.

SEHATA, S. M.; SCHMIDHALTER, U.; VALŠÍKOVÁ, M.; JUNGE, H. Effect of biostimulants on yield and quality of head lettuce grown under two sources of nitrogen. **Gesunde Pflanzen**, Berlim: v. 68, n. 1, p. 33-39, março de 2016.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Estadual Paraná. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná** – Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017.

SOTTERO, A. N.. **Colonização radicular e promoção de crescimento vegetal por rizobactérias**. 47 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas: 2003.

SOTTERO, A. N.; FRETIAS, S.S.; MELO, A.T.; TRANI, P.E. Rizobactérias e alface: colonização rizosférica, Promoção de crescimento e controle biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 225-234, 2006.

SOUZA, P. C. da S.; TEIXEIRA, D. de B.; GUALBERTO, R.; FRANCO, B. P.; ANGELIS, L. A. de. Uso de biofertilizantes e ureia na cultura da alface crespa. In: CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2018, Marília. **Resumos [...]** Marília: SEMESP, 2018.

SPOLAOR, L. T.; GONÇALVES, L. S. A.; SANTOS, O. J. A. P. DOS; OLIVEIRA, A. L. M. DE, SCAPIM, C. A.; BERTAGNA, F. A. B.; KUKI, M. C. Bactérias promotoras de crescimento associadas a adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônomo de milho pipoca. **Bragantia**, Campinas: v. 75, n. 1, p.33-40, 2016.

SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. da S. **Métodos de avaliação do florescimento precoce e identificação de fontes de tolerância ao calor em cultivares de alface do grupo varietal crespa** (Comunicado Técnico, 89) Embrapa Hortaliças. Brasília, DF: 4 p., 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.. **Fisiologia vegetal**. Artmed, Porto Alegre. 820 p., 2009.

TIEN, T. M.; GASKINS, M. H.; HUBBELL, D. H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). **Applied and Environmental Microbiology**, Washington: v. 37, n. 5, p. 1016-1024, maio de 1979.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

ZAIDI, A., AHMAD, E., KHAN, M. S., SAIF, S., RIZVI, A. - Role of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable production of vegetables: Current perspective - **Sci. Hortic**. 193, 131-239 p, 2015.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; PAULUS, D.; ZIECH, M. F. Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande-PB: v. 18, p. 948-954, 2014.

YANG, J.; KLOEPPER, J.W.; RYU, C. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. **Trends in Plant Science**, v. 14, p. 1-4, 2009.