

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96. Reconhecimento: Portaria
909/95, DOU 01/08-95

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS
CAMPUS III – JUAZEIRO
Colegiado de Engenharia Agrônômica



TAÍS MARIA DA SILVA

**BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO EM VIDEIRA BRS
VITÓRIA SOB DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NO VALE DO SÃO
FRANCISCO**

**Juazeiro - BA
2025**

Monografia apresentada a Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS, *campus* III, colegiado de Engenharia Agrônômica, como um dos pré-requisitos para a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso – TCC.

**BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO EM VIDEIRA BRS
VITÓRIA SOB DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NO VALE DO SÃO
FRANCISCO**

Orientador (a): Prof.^a Dr.^a Lindete Míria Vieira
Martins

Coorientador: Eng. Agrônomo Bruno Gabriel
Amorim Barros

**Juazeiro - BA
2025**

TAÍS MARIA DA SILVA

**INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO
EM VIDEIRA, BRS VITÓRIA, EM SOLO DA REGIÃO DO SUBMÉDIO
DO VALE DO SÃO FRANCISCO.**

Monografia aprovada como pré-requisito parcial à obtenção ao grau de Bacharel em Engenharia Agrônoma no curso de graduação em Engenharia Agrônoma do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia.

Aprovado em 18/12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Lindete Míria Vieira Martins

Profª. Dra. Lindete Míria Vieira Martins (Presidente/Orientadora)

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III

Anna Christina P. Menezes

Profª. Dra. Anna Christina Passos Menezes - DTCS - Agronomia (primeira examinadora)

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III

Adriana Bezerra dos Santos

Engenheira Agrônoma, Bolsista pós doc. MAPA/CNPq/INCT - Dra. Adriana Bezerra dos Santos – (segundo examinador)

Juazeiro BA

2025

A Deus, o autor da minha vida, a Nossa Senhora, pela sua intercessão. Dedico em especial aos meus pais, pois tudo o que eu conquisto nessa vida tem um pouco de me e muito de vocês. Dedico também à criança sonhadora que um dia fui, que mesmo sentindo medo, não recuou. Que esta conquista seja o abraço do futuro naquela criança corajosa, que escolheu não desistir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, fonte de bondade e de misericórdia, sem ele eu não seria nem metade do que sou e a Nossa Senhora pela sua bondosa intercessão.

À minha família, por ser a minha base e fonte de amor incondicional, especialmente aos meus pais, Maria do Socorro e Luís, que na vida não tiveram muitas oportunidades, mas que nas muitas que eu tive, fizeram o possível e o impossível para que tudo se concretizasse.

Aos meus irmãos, Renan, Karine e Luana por todo cuidado, amor e apoio de sempre.

Aos meus amigos que fiz na graduação, Ana Paula, Adriely, Luís Felipe, Edinaldo, Wilma, Eduardo, Joyce, Mariele, Rayane, Jonas, Samuel pela amizade, trocas e por ajudar a tornar o processo menos árduo e que com a distância de casa, se tornaram lar.

Aos meus amigos de longas datas, Genésia, Bruna, Flávia, Rafaela e Marcos, pelo incentivo, amor e por compreender a minha ausência, vocês fazem parte disso.

Agradeço ao meu coorientador e amigo, Bruno pelos ensinamentos, paciência e dedicação, suas contribuições são fundamentais para o meu crescimento profissional e pessoal.

À minha orientadora, professora Lindete Míria Vieira Martins, por me conceder a oportunidade de aprendizagem, pelas contribuições e por todo conhecimento passado.

Aos meus amigos de laboratório Lamiso, Rebeca, Jonas, Gabriel, Paula e Luiz pelo companheirismo e por toda ajuda que foi fundamental para a realização do trabalho.

Aos membros que compoem a banca avaliadora, pela disponibilidade de partipar dessa etapa importante.

Agradeço à Petromudas pela doação das mudas de videira utilizadas na condução deste trabalho, colaboração essa que foi essencial para a viabilização do experimento e para a qualidade dos resultados obtidos.

Agradeço à Universidade do Estado da Bahia – UNEB por me acolher, pelas oportunidades e por proporcionar para além de conhecimento acadêmico.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Inoculantes separados em erlenmeyers e Inoculação via solo de bactérias promotoras de crescimento em mudas de videira BRS Vitória após o transplântio..... 15
- Figura 2.** Separação dos tratamentos e Reinoculação via foliar de bactérias promotoras de crescimento em mudas de videira BRS Vitória, aos 15 dias após o transplântio.....15
- Figura 3.** Desenvolvimento da parte aérea das mudas de videira BRS Vitória sob diferentes tratamentos com bactérias promotoras de crescimento e porta-enxertos..... 18
- Figura 4.** Massa fresca de raízes das mudas de videira BRS Vitória sob diferentes tratamentos com bactérias promotoras de crescimento e porta-enxertos.....19
- Figura 5.** Massa seca de raízes das mudas de videira BRS Vitória sob diferentes tratamentos com bactérias promotoras de crescimento e porta-enxertos 20
- Figura 6.** Volume de raízes das mudas de videira BRS Vitória sob diferentes tratamentos com bactérias promotoras de crescimento e porta-enxertos e e observação visual entre tratamentos..... 21
- Figura 7.** Observação visual entre tratamentos.21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos e físicos de amostra de Neossolo Flúvico pertencente a área do pivô central, localizado no DTCS/UNEB.

Tabela 2. Tratamentos utilizados em ambos os blocos.

Tabela 3. Croqui do Experimento – Delineamento em Blocos Casualizados (DBC).

Tabela 4. Resumo dos tratamentos e respectivas bactérias inoculadas e co-inoculadas. CPA- Comprimento da Parte Aérea; MFPA- Massa Fresca da Parte Aérea; MSPA- Massa Seca da Parte Aérea; AR- Área Foliar; NF- Número de Folhas. Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

LISTA DE ABREVIATURAS

Área Foliar (AF)

Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (BPCP)

Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal (BPCV)

Comprimento da Parte Aérea (CPA)

Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS)

Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)

Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA)

Massa Seca da Parte Aérea (MSPA)

Massa Fresca da Raiz (MFR)

Microrganismos (MOO's)

Massa Seca da Raiz (MSR)

Número de Folhas (NF)

RESUMO

A cultura da videira BRS Vitória é de grande importância social, econômica mundial e brasileira, sobretudo para a Região Nordeste, com destaque para o Vale do São Francisco que alcança grande produtividade anual. A crescente demanda de mercado aumenta a procura por práticas de cultivo mais sustentáveis. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação de Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal (BPCV) na formação de mudas da videira 'BRS Vitória' sob diferentes porta-enxertos em condições irrigadas da região do Vale do São Francisco. A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, pertencente a área experimental do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais na Universidade do Estado da Bahia, campus III, Juazeiro. Para isso, o experimento utilizou o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial duplo, sendo o primeiro fator, a inoculação de bactérias (*Bacillus subtilis*, *Priestia aryabhatai*, *Azospirillum brasilense* (Ab-V5 e Ab-V6), Mix – consórcio de 4 estirpes e controle – sem inóculo) e o segundo dois porta-enxertos (SO4 e IAC 313). Foram avaliadas aos 55 dias, variáveis fisiológicas e morfológicas, como altura de plantas, número de folhas, área foliar, Biomassa fresca e seca da parte aérea e raízes, comprimento e volume de raízes, bem como índice de clorofila A e B. A utilização de *B.subtilis* e Mix bacteriano, contendo as 4 estirpes, quando associados ao porta-enxerto SO4, promoveu maiores rendimentos para as variáveis de volume e massa fresca e seca de raízes. A inoculação de Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal trouxe incrementos para o desenvolvimento radicular de mudas de videira BRS Vitória.

Palavras-chave: *Azospirillum*; BRS Vitória; *Bacillus*; porta-enxertos; sustentabilidade; viticultura.

ABSTRACT

The cultivation of the BRS Vitória grapevine is of great social and economic importance worldwide and in Brazil, especially for the Northeast region, particularly the São Francisco Valley, which achieves high annual productivity. The growing market demand increases the search for more sustainable cultivation practices. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of inoculation with Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) on the formation of 'BRS Vitória' grapevine seedlings under different rootstocks in irrigated conditions in the São Francisco Valley region. The research was conducted in a greenhouse belonging to the experimental area of the Department of Technology and Social Sciences at the State University of Bahia, campus III, Juazeiro. For this purpose, the experiment used a randomized block design, in a two-factor factorial scheme, with the first factor being the inoculation of bacteria (*Bacillus subtilis*, *Priestia aryabhattai*, *Azospirillum brasilense* (Abv5 and Abv6), Mix – consortium of 4 strains and control – without inoculum) and the second being two rootstocks (SO4 and IAC 313). Physiological and morphological variables were evaluated at 55 days, such as plant height, number of leaves, leaf area, fresh and dry biomass of the aerial part and roots, root length and volume, as well as chlorophyll A and B indices. The use of *B. subtilis* and a bacterial mix containing the 4 strains, when associated with the SO4 rootstock, promoted higher yields for the variables of root volume and fresh and dry mass. Inoculation with Plant Growth Promoting Bacteria increased root development in BRS Vitória grapevine seedlings.

Keywords: *Azospirillum*; BRS Vitória; *Bacillus*; rootstocks; sustainability; viticulture.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. MATERIAIS E MÉTODOS	13
2.1. Localização e caracterização da área experimental.....	13
2.2. Condução do experimento.....	14
2.3. Delineamento experimental e tratamentos	16
3. RESULTADOS	17
3.1. Parâmetros de promoção de crescimento aéreo.....	17
3.2. Parâmetros de promoção de crescimento radicular	18
4. DISCUSSÃO	22
4.1. Parâmetros de promoção de crescimento aéreo.....	22
4.2. Parâmetros de promoção de crescimento raízes	23
5. CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro é considerado como uma das principais regiões produtoras de uvas de mesa no Brasil, com destaque para o Submédio do Vale do São Francisco, nos municípios de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). Em 2025, a produção respondeu a 98% das exportações nacionais. No ano de 2023, atingiu a marca de 554 milhões de toneladas produzidas, em uma área plantada de 8.623 hectares (Abrasfrutas, 2025; EMBRAPA; IBGE, 2024).

O avanço da viticultura no Vale do São Francisco está diretamente relacionado com a oferta de água do Rio São Francisco, e condições climáticas a exemplo das quase 3.500 horas de luz solar, que favorecem o cultivo de uvas, proporcionando a colheita de até duas safras ao ano. Nos últimos anos, foram introduzidas no Brasil, diversas novas cultivares, como a ‘BRS Vitória’, caracterizada por apresentar uvas de mesa sem sementes, elevado vigor reprodutivo, tolerância a doenças, reduzida necessidade de aplicações de fungicidas, flexibilidade à quebra de frutos e produtividade acima de 30 mg ha⁻¹. Ademais, possui adaptabilidade a uma gama de climas e excelente desempenho agrônomico em diversas localidades do país (LEÃO et al., 2020).

Entre os principais porta-enxertos de videira utilizados, o ‘SO4’, resultado do cruzamento entre (*Vitis berlandieri* x *Vitis riparia*) confere à planta, alto vigor, maturação precoce de frutos, permitindo alta produtividade e qualidade de produção regular (GIOVANNINI, 1999). Já o IAC 313, é resultante do cruzamento entre (*Vitis riparia* – *Carignane* x *Rupestris du Lot*) e *Vitis cinerea*, possuindo crescimento vigoroso, boa adaptação aos solos de textura arenosa e argilosa com folhas resistentes às doenças fúngicas e nematoides do gênero *Meloidogyne* (Embrapa Semiárido, 2021).

Nesse cenário, as diferenças morfofisiológicas entre os porta-enxertos, reforçam a necessidade de estratégias complementares que promovam maior desenvolvimento e desempenho produtivo da videira. Desse modo, as Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal (BPCV), representam uma alternativa sustentável para otimizar o desempenho de cultivos agrícolas, desde a formação de mudas até a produção no campo, contribuindo para maior qualidade e competitividade de mercado da uva produzida na região. Isso porque, esses microrganismos realizam funções simbióticas quando estão associados às plantas, por meio da produção de fitohormônios, regulação de enzimas anti-oxidantes, solubilização de nutrientes, e resistência contra estresses de ordem biótica ou abiótica. (Ismail et al., 2021; Barin et al., 2022; Gezgin et al., 2020).

Várias espécies bacterianas foram identificadas como potenciais dentro da categoria de BPCV's, incluindo àquelas dos gêneros *Azospirillum*, *Bacillus* e *Priestia*. Segundo a literatura,

essas bactérias oferecem resultados promissores para a agricultura sustentável, melhorando a aptidão das plantas por meio de vários mecanismos (AL-ANI et al., 2020).

May et al. (2021) observaram que a inoculação de *Priestia aryabhatai* em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar promoveu desenvolvimento de parte aérea e maior eficiência na utilização da água disponível no solo. Russi et al. (2022) demonstraram que a cepa F62 de *Bacillus subtilis* em porta-enxertos de videira, do tipo SO4, promoveu rendimento significativo no crescimento das plantas, por meio do comprimento de brotos primários, número de nós e biomassa seca. Além disso, o tratamento com *Azospirillum brasilense*, cepa Sp245 em videiras jovens, mostrou-se favorável para o desenvolvimento do sistema radicular e aumento da biomassa seca da parte aérea (BARTOLINI et al., 2017).

Diante do exposto, evidencia-se a importância do manejo de plantas com BPCV, como uma estratégia vantajosa para otimizar a formação de mudas de videira 'BRS Vitória' sob diferentes porta-enxertos. Considerando o potencial desses microrganismos e a necessidade de reduzir a dependência de insumos químicos, torna-se essencial o desenvolvimento de pesquisas que avaliem sua eficácia no desenvolvimento das plantas, visando maior sustentabilidade e produtividade para a viticultura do Vale do São Francisco.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal (BPCV) na formação de mudas da videira 'BRS Vitória' sob diferentes porta-enxertos em condições irrigadas da região do Vale do São Francisco.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização da área experimental

O estudo foi conduzido durante os meses de setembro a novembro de 2025 em casa de vegetação, localizada na Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS), em Juazeiro-BA. A área é situada nas coordenadas geográficas a 9°24'50" de latitude e 40°30'10" de longitude, a uma altitude de 368 metros. O clima da região é do tipo BShw (semiárido), segundo a classificação de Köppen, com uma precipitação média anual de 540 mm.

O solo utilizado no experimento é classificado como Neossolo Flúvico, que é um solo mineral com baixo grau de evolução pedogenética, constituído essencialmente por sedimentos fluviais. Foi recolhida uma amostra composta desse solo, proveniente de uma área de pivô central desativada e sem cultivo, situada no próprio *Campus* da Universidade e posteriormente enviada para realizar análises, dos seus atributos químicos e físicos, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos de amostra de Neossolo Flúvico pertencente a área do pivô central, localizado no DTCS/UNEB.

Atributos químicos										Atributos físicos		
pH	P	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na+	SB	Al ³⁺	H+Al	M.O	Areia	Silte	Argila
mg kg ⁻¹		cmolc dm ³						g kg ⁻¹				
6,2	6,36	0,12	1,9	0,7	0,04	2,72	0,00	0,49	3,9	863	86	51

pH – potencial hidrogeniônico; P- fósforo; K+ - potássio; Ca²⁺ – cálcio; Mg²⁺ - magnésio; SB – soma de bases; Al³⁺ - alumínio; H + Al – hidrogênio + alumínio; M.O – matéria orgânica.

Com base nos resultados, foi realizada a adubação de correção, com dois dias de antecedência do transplante das mudas em todos os tratamentos, seguindo as recomendações específicas para o cultivo da videira, levando em consideração as necessidades nutricionais da planta para um desenvolvimento adequado e produtivo.

2.2. Condução do experimento

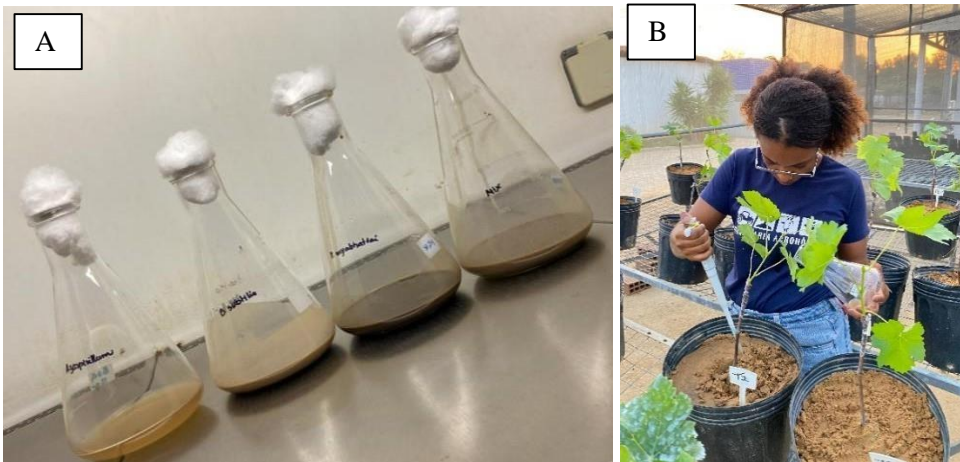
Foram utilizados vasos de 11 litros, nos quais se adicionou uma camada fina de brita no fundo para contribuir com a drenagem da água e permitir umidade adequada às plantas, após isso estes foram preenchidos com solo.

Para determinar a lâmina de irrigação adequada ao experimento, recorreu-se a o método de lisimetria de pesagem, no qual foi selecionado um vaso, inicialmente pesado em condição totalmente seca, sendo submerso em água por um período de 24 horas, deixando ocorrer a drenagem natural do excesso e realizando uma nova pesagem, assim calculando a diferença do peso úmido pelo peso seco, obtendo o volume de água necessário para que o solo antigisse a capacidade de campo.

As mudas utilizadas pertenciam a variedade BRS Vitória com porta-enxertos de IAC 313 e SO4, com 65 dias de brotação, respectivamente, sendo ambas cultivadas com substrato de coco. Antes do transplante realizou-se uma poda, para padronização do tamanho dos brotos.

A inoculação microbiana foi realizada logo após o transplante (Figura 1), utilizando três bioinsumos comerciais líquidos, contendo as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense*, CMAA 1363 de *Priestia aryabhatai* e QST 713 de *Bacillus subtilis*, sendo pertencentes as empresas Koppert, Nooa e Bayer, respectivamente utilizadas dosagens indicadas pelos fabricantes, correspondendo à 2mL/L.

Figura 1. Inoculantes em erlenmeyers (A) e Inoculação via solo de bactérias promotoras de crescimento em mudas de videira BRS Vitória após o transplantio (B).



Fonte: Autoria própria (2025)

Uma segunda inoculação foi realizada após 15 dias do transplantio (Figura 2), utilizando os mesmos produtos, seguindo a mesma concentração citada anteriormente, mas diluído em água destilada. A aplicação foi realizada via foliar, garantindo-se a separação dos tratamentos no momento da pulverização para evitar qualquer contato ou contaminação entre eles.

Figura 2. Separação dos tratamentos (A) Reinoculação via foliar de bactérias promotoras de crescimento em mudas de videira BRS Vitória, aos 15 dias após o transplantio (B).



Fonte: Autoria própria (2025)

Ao longo do experimento foram realizados tratos culturais, como a instalação de armadilhas de coloração amarela com cola entomológica ColeAgro, para captura de insetos predadores, condução das plantas em sentido vertical e remoção manual de plantas espontâneas.

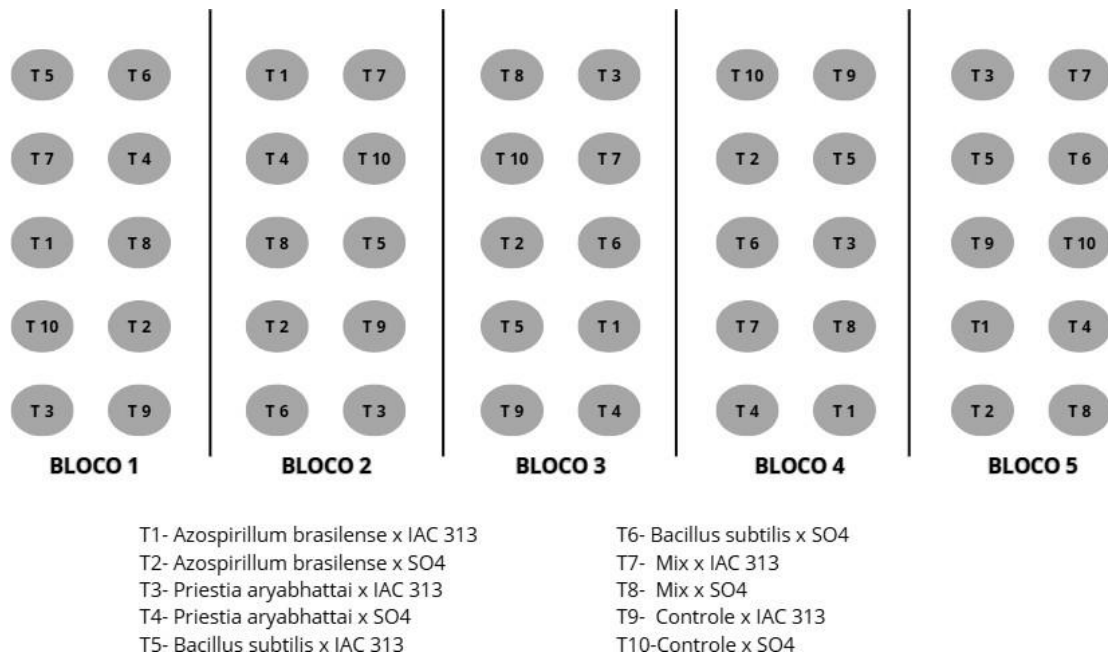
2.3. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento adotou o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial duplo, para analisar os efeitos e a interação entre bactérias promotoras de crescimento (*Priestia aryabhatai*, *Bacillus subtilis*, *Azospirillum brasilense*, mix contendo as 4 estirpes e controle, sem inóculo associados aos porta-enxertos da BRS Vitória (SO4 e IAC 313), totalizando em 10 tratamentos com 5 repetições, perfazendo em 50 unidades amostrais.

Tabela 2. Tratamentos utilizados no arranjo experimental.

Tratamentos	Bactéria	Porta-enxerto
T1	<i>Azospirillum brasilense</i>	IAC 313
T2	<i>Azospirillum brasilense</i>	SO4
T3	<i>Priestia aryabhatai</i>	IAC 313
T4	<i>Priestia aryabhatai</i>	SO4
T5	<i>Bacillus subtilis</i>	IAC 313
T6	<i>Bacillus subtilis</i>	SO4
T7	Mix (dos 3 produtos)	IAC 313
T8	Mix (dos 3 produtos)	SO4
T9	Controle	IAC 313
T10	Controle	SO4

Fonte: Autoria própria (2025)

Tabela 3. Croqui do Experimento – Delineamento em Blocos Casualizados (DBC).

Fonte: Autoria própria (2025)

Aos 55 dias após o transplante, foram realizadas análises de promoção de crescimento, buscando avaliar o comprimento, massa fresca e seca da parte aérea e raiz, número de folhas, área foliar (com régua), volume de raízes (por imersão) e índice de clorofila A e B. Os dados obtidos foram estudados por análise de variância e quando significativos foram submetidos ao teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Agroestat.

3. RESULTADO

3.1. Parâmetros de promoção de crescimento aéreo

Tratamentos com videira BRS Vitória, cultivada sob dois porta-enxertos (SO4 e IAC 313) e submetida a inoculação com BPCV não revelaram diferenças significativas entre os tratamentos, para as variáveis de comprimento e massas frescas e secas da parte aérea, assim como da área foliar. O número de folhas, variou significativamente apenas para o fator microrganismos isoladamente, sendo os tratamentos Controles, aqueles com maior emissão foliar, com médias superiores aos demais tratamentos (Tabela 4, Figura 3).

A análise revelou que não houve diferença significativa para clorofila A e B, entre os microrganismos, porta-enxertos ou interação entre os fatores. A inoculação microbiana com *Azospirillum brasilense*, *P. aryabhatai*, *B. subtilis* e Mix, além do controle não inoculado, foram semelhantes entre si, quanto ao conteúdo fotossintético. Da mesma forma, os porta-enxertos SO4 e IAC 313 não se diferiram, revelando que ambos os materiais genéticos não

geraram influência sobre essa análise em mudas de videira BRS Vitória, cultivada em ambiente protegido (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo dos tratamentos e respectivas bactérias inoculadas e co-inoculadas. CPA- Comprimento da Parte Aérea; MFPA- Massa Fresca da Parte Aérea; MSPA- Massa Seca da Parte Aérea; AF- Área Foliar; NF- Número de Folhas; Chl A- Clorofila A; Chl B- Clorofila B. Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TRATAMENTOS	CPA	MFPA	MSPA	AF	NF	Chl A	Chl B
T1 - <i>A. brasilense</i> + IAC 313	177,20 Aa	87,00 Aa	23,80 Aa	215,77 Aa	32,60 Ba	27,12 Aa	8,66 Aa
T2 - <i>A. brasilense</i> + SO4	135,40 Aa	64,00 Aa	18,80 Aa	208,49 Aa	27,60 Ba	25,78 Aa	7,58 Aa
T3 - <i>P. aryabhattai</i> + IAC 313	180,80 Aa	85,00 Aa	24,40 Aa	194,90 Aa	31,00 Ba	25,50 Aa	7,28 Aa
T4 - <i>P. aryabhattai</i> + SO4	165,40 Aa	76,00 Aa	21,80 Aa	176,57 Aa	35,20 Ba	25,06 Aa	6,98 Aa
T5 - <i>B. subtilis</i> + IAC 313	109,50 Aa	65,00 Aa	17,50 Aa	153,70 Aa	32,00 Ba	27,02 Aa	7,36 Aa
T6 - <i>B. subtilis</i> + SO4	162,80 Aa	83,00 Aa	23,00 Aa	215,44 Aa	32,00 Ba	23,62 Aa	7,70 Aa
T7 – Mix + IAC 313	183,20 Aa	82,00 Aa	21,80 Aa	186,96 Aa	36,00 Ba	24,68 Aa	6,30 Aa
T8 – Mix + SO4	153,40 Aa	81,00 Aa	22,60 Aa	222,54 Aa	31,60 Ba	27,44 Aa	8,10 Aa
T9 – Controle + IAC 313	160,60 Aa	80,00 Aa	19,40 Aa	176,53 Aa	39,20 Aa	26,16 Aa	7,64 Aa
T10 – Controle + SO4	131,60 Aa	77,00 Aa	21,00 Aa	181,23 Aa	36,80 Aa	27,70 Aa	9,68 Aa

Letras maiúsculas correspondem ao fator microrganismos (*A. brasilense*, *P. aryabhattai*, *B. subtilis*, Mix (contendo 3 microrganismos) e controle (sem inóculo). Letras minúsculas correspondem ao fator porta-enxertos (IAC 313 e SO4).

Figura 3. Desenvolvimento da parte aérea das mudas de videira BRS Vitória sob diferentes tratamentos com bactérias promotoras de crescimento e porta-enxertos.

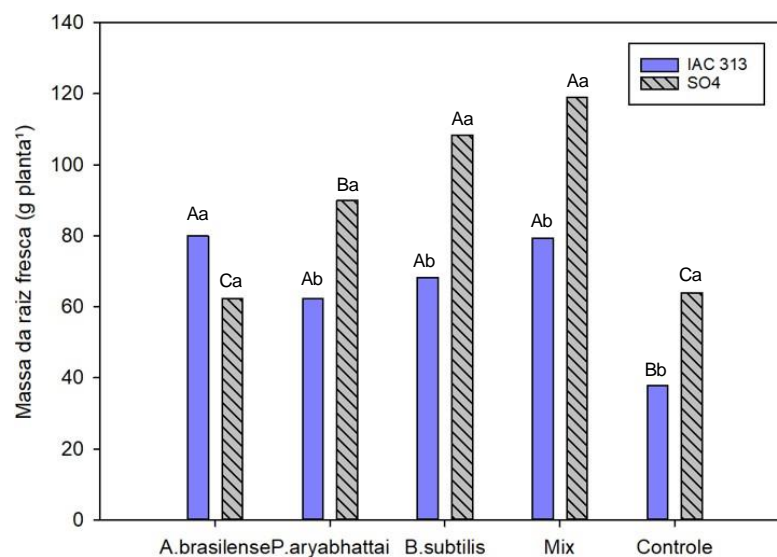


Fonte: Autoria própria (2025).

3.2. Parâmetros de promoção de crescimento radicular

A massa da raiz fresca mostrou diferença significativa para microrganismos, porta enxertos, e interação entre os fatores (Figura 4). No IAC 313, *Azospirillum brasilense* obteve maiores médias, *B. subtilis* e Mix foram semelhantes entre si e superiores ao Controle não inoculado e *P.arybhattai*. Já no SO4, os microrganismos que apresentaram maior desempenho foram o *Bacillus subtilis* e o Mix. Na comparação entre ambos os porta-enxertos, SO4 apresentou desempenho superior ao IAC 313.

Figura 4. Massa fresca de raízes das mudas de videira BRS Vitória sob diferentes tratamentos com bactérias promotoras de crescimento e porta-enxertos.

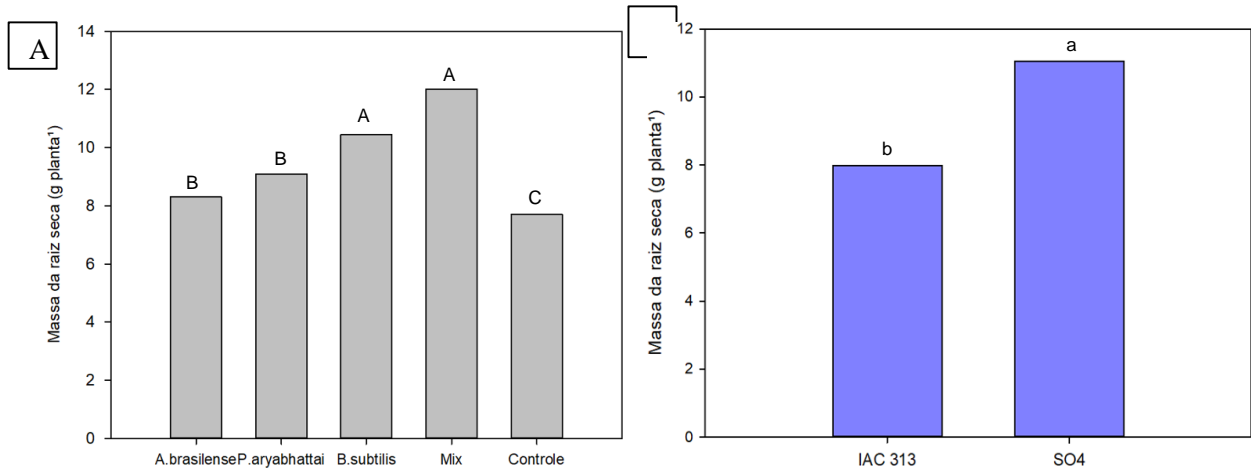


Fonte: Autoria própria (2025)

*Média seguida de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os microrganismos e letras minúsculas os porta-enxertos.

Para a massa da raiz seca, houve diferença apenas para fatores isolados (Figura 5A e B). Para microrganismo, o Mix e o *B. Subtilis* obtiveram resultados superiores ao *Azospirillum brasilense*, *P. Aryabhatai* e o controle que foram estatisticamente semelhantes. Para o fator porta-enxerto, o SO4 teve destaque, sendo superior ao IAC 313, indicando uma maior contribuição para o acúmulo de biomassa radicular. O fato de não haver interação significativa entre os fatores indica que, apesar do microrganismo possuir um papel importante, na rizosfera e/ou partes das plantas e o porta-enxerto também contribuir, nas condições do experimento eles independem um do outro para promover o desempenho radicular das mudas.

Figura 5. Massa seca de raízes das mudas de videira BRS Vitória sob diferentes tratamentos com bactérias promotoras de crescimento(A) e porta-enxertos (B) .



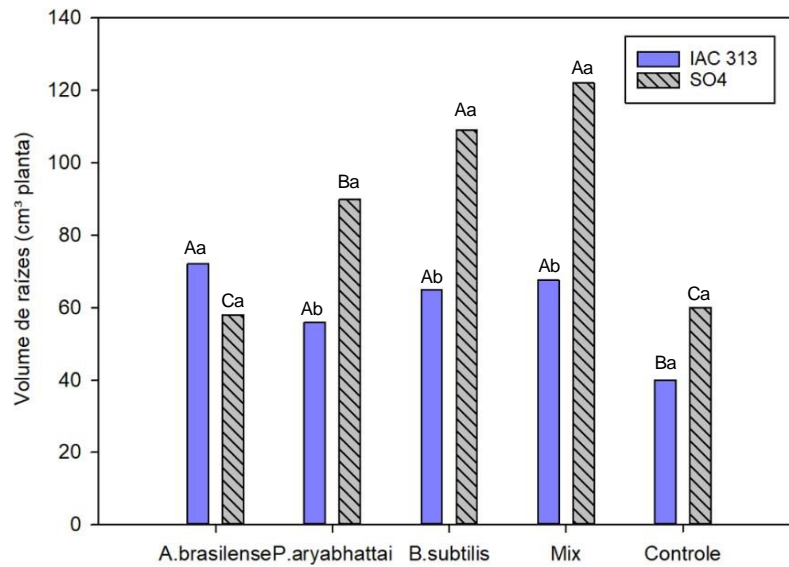
Fonte: Autoria própria (2025).

*Média seguida de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os microrganismos e letras minúsculas os porta-enxertos.

O volume de raízes seguiu o mesmo padrão que pôde ser observado na MFR, onde foram encontradas diferenças significativas para o fator microrganismo e o porta-enxerto, demonstrando também interação entre eles (Figura 6 e 7A). O SO4 apresentou, em todos os tratamentos, resultados superiores ao IAC 313, dando maior incremento no desenvolvimento radicular. *Azospirillum brasilense* continuou sendo o microrganismo com maior destaque, dentro do porta-enxerto IAC 313. No SO4 o *Bacillus subtilis* e o Mix obtiveram as melhores respostas.

Com relação a interação entre os fatores, observou-se que dentro dos porta-enxertos, *Azospirillum brasilense* obteve melhores resultados, *P. aryabhatai*, *B. subtilis* e Mix não se diferenciaram entre si, mas foram superiores ao Controle, no IAC 313. Já no SO4 o Mix e o *B. Subtilis* alcançaram as maiores médias, sendo superiores aos demais tratamentos. Além disso, *P. aryabhatai* revelou ser superior ao Controle e *Azospirillum brasilense*. Não houve diferenciação do Controle entre os porta-enxertos, somente entre os microrganismos.

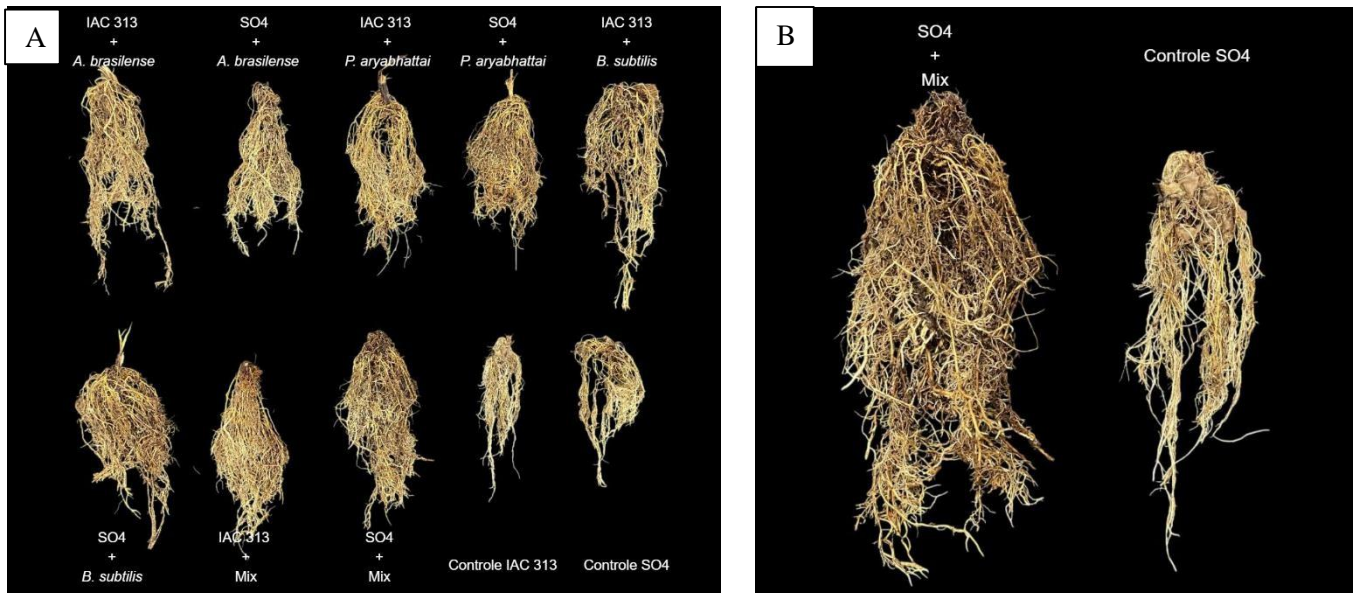
Figura 6. Volume de raízes das mudas de videira BRS Vitória sob diferentes tratamentos com bactérias promotoras de crescimento e porta-enxertos.



Fonte: Autoria própria (2025)

*Média seguida de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os microrganismos e letras minúsculas os porta-enxertos.

Figura 7. Observação visual entre tratamentos (A e B).



Fonte: Autoria própria (2025)

4. DISCUSSÃO

4.1. Parâmetros de promoção de crescimento aéreo

Para os parâmetros de promoção de crescimento aéreo, não foi possível observar ação direta dos microrganismos inoculados para as variáveis de crescimento da parte aérea da videira BRS Vitória (Tabela 4). Estudos mostram que o porta-enxerto é responsável por afetar o vigor vegetativo das plantas, proporcionando em maior rendimento e qualidade de frutos, porém esse comportamento não é considerado uma regra, uma vez que estas respostas dependem exclusivamente da combinação entre o porta-enxerto, genética, ambiente, práticas culturais, ou presenças de estresses bióticos ou abióticos (MIGICOVSKY et al., 2021).

A combinação entre porta-enxertos com algumas práticas de manejo, como o uso de inoculantes microbianos exercem papel determinante no desenvolvimento das plantas, tendo em vista que o “cavalo” é responsável por recrutar microrganismos da rizosfera, pelo tipo de exsudação liberada no solo, podendo atrair comunidades bacterianas ou fúngicas mais competitivas do que a dos microrganismos exógenos (DRIES et al., 2021).

Desse modo, nossos resultados não corroboram com os encontrados nos periódicos científicos, a qual Rolli et al., (2016), isolando BPCV da rizosfera de videira, verificou ganhos significativos no crescimento das plantas em comparação àquelas não inoculadas. Além de promover crescimento, algumas linhagens de *Bacillus* sp. foram eficientes em controlar patógenos que causam cancro da videira, por meio de atividade antagonista (Yahyaoui et al., 2025). Para além disso, a inoculação de outras espécies de *Bacillus* e *Streptomyces* resultou em aumento expressivo de plantas de videira enxertada sob o porta-enxerto Paulsen 1103, com incremento no comprimento de ramos, número de folhas e biomassa fresca e seca (Furckel et al., 2017).

Outrossim, foi observado que dias após a inoculação dos microrganismos, as plantas que foram tratadas apontavam desenvolvimento superior em relação ao controle, de ambos os porta-enxertos (dados não apresentados). Como todos os tratamentos foram adubados com fertilização química, a suplementação desses nutrientes no solo, pode justificar as respostas obtidas ao final do ciclo. Além disso, como a videira, é uma cultura perene, possivelmente o intervalo de inoculações dos microrganismos, também pode ter corroborado para a não existência de diferenças significativas entre os tratamentos.

As avaliações constataram que não se obteve diferença estatística significativa tanto para os teores de clorofila A quanto para a clorofila B, entre microrganismos, porta-enxertos ou interação entre ambos, isso evidencia que a inoculação microbiana realizada com *A. brasilense*,

P. aryabhatai, *B. subtilis* e o *Mix* não trouxe diferenciação em relação ao conteúdo fotossintético produzido pelas plantas, portanto não se distinguiu do controle sem inoculação. Da mesma forma o SO4 e o IAC 313 foram semelhantes entre si, indicando que o material genético também não trouxe tanto incremento em relação a parte aérea (Tabela 4). Trabalhos realizados por Keller, (2020) e Ferlito et al. (2021) apontam que na cultura da videira, essa diferença na síntese de clorofila, sobretudo entre porta-enxerto, somente se obtém quando é provocado estresse hídrico ou nutricional na planta, diferente das condições observadas no nosso trabalho.

Dessa forma, embora os achados na literatura evidenciem que a inoculação de microrganismos em videiras e em outras culturas trazem benefícios, nossos resultados mostraram que a efetividade dessa prática é intrinsecamente dependente da genética da planta, bem como das condições edafoclimáticas, manejo nutricional e frequência de inoculação.

4.2. Parâmetros de promoção de crescimento de raízes

No presente trabalho, os resultados encontrados para massa de raiz fresca e seca, apontam que tanto as inoculações microbianas quanto o porta-enxerto trouxeram incremento (Figuras 4, 5A e 5B), além de um significativo entrosamento entre esses fatores. No porta enxerto IAC 313, *Azospirillum brasilense*, *Priestia aryabhatai*, *Bacillus subtilis* e *Mix* foram impulsionados de modo semelhante, apontando maior incremento na massa radicular que o controle. Já no SO4, o *B. subtilis* e o *Mix* foram superiores. Tal resultado, reforça a ação impulsionadora desses microrganismos que influenciam a produção de diferentes hormônios de crescimento em plantas, como a auxina (Giri et al. , 2019). Ademais, também atuam no crescimento radicular, solubilização de fósforo, Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) e na produção de sideróforos que contribuem diretamente na formação de pelos radiculares (Mancilla-Álvarez, E. et al. 2025).

Outro aspecto é o porta-enxerto, no qual o SO4 trás efeito significativo em relação ao IAC 313 (Figuras 4 e 5B). Estudos realizados por Santos et al., (2024) evidencia que a atuação dos microrganismos promotores de crescimento é refletida diretamente em decorrência da escolha do porta-enxerto, isso trás influência para a intensidade do incremento na biomassa radicular. Para regiões que apresentem condições de climas tropicais e subtropicais o SO4 é mais responsivo, isso em decorrência da sua maior vigorosidade e potencial para o desenvolvimento radicular, que permite dentro do sistema solo, uma maior exploração e, conseqüentemente uma maior absorção de água e nutrientes presentes nele, o que é considerado crucial (Leão et al., 2022; Verslype et al., 2023).

As respostas encontradas para volume de raízes, mostraram diferença significativa para

fator microrganismo, porta-enxerto bem como interação entre os mesmos (Figuras 6 e 7A), reforçando a ideia que a ação das BPCV's são impulsionadas pelas características genéticas do porta-enxerto. O porta-enxerto SO4, em todos os tratamentos, resultados superiores aos alcançados pelo IAC 313, evidenciando o que foi discutido por Keller (2020) e Ferlito et al. (2021), sobre conferir maior vigor as plantas, principalmente por sua eficiência nutricional.

O *Azospirillum brasilense* se destacou no porta-enxerto IAC 313, contribuindo para o rendimento do volume radicular, corroborando com seu conhecido potencial na produção de fitohormônios vegetais, impulso na ramificação de raízes e também pela Fixação Biológica de Nitrogênio de forma associativa (Hungria et al., 2015; Fukami et al., 2018).

Entre os demais microrganismos, dentro do SO4, o *Bacillus subtilis* e o Mix, foram os tratamentos que trouxeram melhores respostas, indicando que houve uma interação potencializadora, isso em decorrência desses microrganismos isolados ou em consórcio atuarem na síntese de metabólitos que são, em sua maioria antimicrobianos, solubilização de fósforo e de outros nutrientes e trazer incrementos a morfofisiologia das raízes (Backer et al., 2018).

Contrastando os resultados encontrados para MFR, MSR e volume de raízes, o comprimento de raiz não constatou quaisquer diferença significativa entre microrganismo ou porta-enxerto, nem interação entre os fatores, evidenciando que a inoculação microbiana trouxe incrementos positivos para o desenvolvimento estrutural e o espessamento das raízes, não para o seu crescimento vertical.

Resultados similares são encontrados na literatura, dado que Bactérias Promotoras de Crescimento, como as do gênero *Bacillus* e *Azospirillum*, tendem a agir através da produção de fitormônios, como a citocininas, giberelinas e auxinas que, sem promover o seu alongamento, provoca o desenvolvimento das raízes laterais, espessura e também a densidade do sistema radicular, que, por consequência, aumenta a capacidade de absorção de água e nutrientes pelas plantas (Spaepen; Vanderleyden, 2011; Fukami et al., 2018). Entretanto isso não é um fato negativo, já que raízes volumosas e também ramificadas geralmente são mais funcionais que raízes maiores com pouca densidade e ramificação (Lynch, 2013; Fageria; Moreira, 2019).

5. CONCLUSÃO

A inoculação de Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal trouxe incrementos para o desenvolvimento radicular de mudas de videira BRS Vitória. A utilização de *B.subtilis* e Mix bacteriano, contendo as 4 estirpes, quando associados ao porta-enxerto SO4, promoveu maiores rendimentos para o volume e massa fresca e seca de raízes.

Trabalhos em condição de campo são essenciais para compreender os mecanismos de

atuação desses microrganismos após o transplante em áreas comerciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAFRUTAS, Notícias. **Vale do São Francisco é destaque em exportação de frutas e vinhos tropicais.** (2025)

ABBASIFAR, A.; VALIZADEHKAJI, B.; AHSANI IRVANI, M. **Effect of green synthesized molybdenum nanoparticles on nitrate accumulation and nitrate reductase activity in spinach.** *Journal of Plant Nutrition*, v. 43, n. 1, p. 1–15, 2019. DOI: 10.1080/01904167.2019.1659340.

BACKER, R. et al. **Plant growth-promoting rhizobacteria: mechanisms and applications.** *Scientific Reports*, v. 8, n. 1, p. 1-15, 2018.

BALZAN, V. I. *Uso de promotores de enraizamento na produção de mudas de videira.* Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2021.

BARTOLINI, S.; CARROZZA, G. P.; SCALABRELLI, G.; TOFFANIN, A. **Effectiveness of *Azospirillum brasilense* Sp245 on young plants of *Vitis vinifera* L.** *Open Life Sciences*, v. 12, n. 1, p. 365–372, 2017. DOI: 10.1515/biol-2017-0042.

BORGES JUNIOR, L. M.; BONELÁ, É. S.; et al. **Modelagem do crescimento de frutos de videira ‘BRS Vitória’.** *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, v. 22, n. 12, p. 1–16, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n12-270.

DRIES, L., BUSSOTTI, S., POZZI, C., KUNZ, R., SCHNELL, S., LÖHNERTZ, O., & VORTKAMP, A. (2021). **Rootstocks Shape Their Microbiome — Bacterial Communities in the Rhizosphere of Different Grapevine Rootstocks.** *Microorganisms*, 9(4), 822.

EMBRAPA. **Características da espécie e relações com o ambiente** — Cultivares — Porta-enxertos: IAC-313 (ou Tropical). Brasília, DF: Embrapa. 2021.

FERLITO, F. et al. **Rootstock effects on grapevine growth and physiology.** *Scientia Horticulturae*, v. 282, 110035, 2021.

FERREIRA, Daniel Furtado. **SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs.** *Brazilian Journal of Biometrics*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FOSTER, L. R. et al. (2025). **Inoculation frequency and maize genotype influence plant response.** *Frontiers in Plant Science*

FUKAMI, J. et al. ***Azospirillum*: benefits that go beyond biological nitrogen fixation.** *AMB Express*, v. 8, p. 73, 2018.

FURCKEL, S., KLEIN, I., MEGIOLARO, F., GARDIN, J. P. P., SALAMONI, S. P., SOUZA, E. L., & MINOTTO, E. (2017). **PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DO PORTA-ENXERTO DE VIDEIRA PAUSEN 1103 POR BACILLUS.** Seminário De Iniciação Científica E Seminário Integrado De Ensino, Pesquisa E Extensão (SIEPE).

GARCIA, F. G.; SOUZA, L. G.; POZZATTI, M. M. S. **Indicação geográfica e as perspectivas para viticultura na região do Vale do São Francisco.** *Revista Semiarido de Visu*.

GIRI, B., PRASAD, R., WU, Q.-S., & VARMA, A. (Eds.). (2019). **Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment (Vol. 55)**. Springer International Publishing.

HAJJI-HEDFI, L.; WANNASSI, T.; TAWFEEQ AL-ANI, L. K.; et al. **Investigating the potential role of beneficial rhizobacteria for protecting grapevine health and promoting growth**. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 9, 2025. DOI: 10.3389/fsufs.2025.1619801.

HUNGRIA, M. et al. **Inoculation with *Azospirillum brasilense* improves plant growth and yield**. *Plant and Soil*, v. 396, p. 1-15, 2015.

KELLER, M. **The Science of Grapevines: anatomy and physiology**. 3. ed. London: Academic Press, 2020.

LEÃO, P. C. S.; CUNHA, M. A. C.; SOUZA, E. R. de. **Agronomic performance of rootstocks on the juice grape ‘BRS Magna’ grown in a Brazilian semi-arid region**. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 44, n. 1, e-832, 2022. DOI: 10.1590/0100-29452022832.

LYNCH, Jonathan P. **Steep, cheap and deep: an ideotype to optimize water and N acquisition by maize root systems**. *Annals of Botany*, v. 112, n. 2, p. 347–357, 2013. DOI: 10.1093/aob/mcs293.

MANCILLA-Álvarez, E., LÓPEZ-Buenfil, J.A., SERRANO-Fuentes, M.K. et al. ***Azospirillum brasilense* affects survival, growth and nutrient status of micropropagated sugarcane (*Saccharum spp.*) plantlets during ex vitro conditions**. *Discov. Plants* 2, 274 (2025). <https://doi.ORG/10.1007/s44372-025-00357-3>

MAY, Andre et al. **Effect of *Bacillus aryabhattai* on the initial establishment of pre-sprouted seedlings of sugarcane varieties**. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 2, p. e11510212337, 2021.

M.D. Mashabela, L.A. Piater, I.A. Dubery, F. Tugizimana, M.I. Mhlongo. **Rhizosphere tripartite interactions and PGPR-mediated metabolic reprogramming towards ISR and plant priming: a metabolomics review**. *Biology (Basel)*, 11 (2022), p. 346

MIGICOVSKY Z, COUSINS P, Jordan LM, Myles S, Striegler RK, Verdegaal P, Chitwood DH. **Grapevine rootstocks affect growth-related scion phenotypes**. *Plant Direct*. 2021 May 27;5(5):e00324. doi: 10.1002/pld3.324. PMID: 34095741; PMCID: PMC8156960.

NASCIMENTO FC, Kandasamy S, Lazarovits G, Rigobelo EC. **Effect of Chemical Fertilization on the Impacts of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in Maize Crops**. *Curr Microbiol*. 2020 Dec;77(12):3878-3887. doi: 10.1007/s00284-020-02207-9. Epub 2020 Sep 23. PMID: 32965535.

Neossolo Flúvico – **situação na paisagem, características e funcionalidades**.

QUEIROZ, C. S. P. *Manejo do cancro bacteriano da videira no submédio Vale do São Francisco*. Monografia (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) — Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, 2025.

R. Backer, J.S. Rokem, G. Ilangumaran, J. Lamont, D. Praslickova, E. Ricci, S. Subramanian, D.L. Smith. **Plant growth-promoting rhizobacteria: context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture.** *Front. Plant Sci.*, 9 (2018), p. 1473

ROLLI, E., Marasco, R., Saderi, S. et al. **Root-associated bacteria promote grapevine growth: from the laboratory to the field.** *Plant Soil* 410, 369–382 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11104-016-3019-6>

RUSSI, A.; ALMANÇA, M. A. K.; SCHWAMBACH, J. ***Bacillus subtilis* strain F62 against *Fusarium oxysporum* and promoting plant growth in the grapevine rootstock SO4.** *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 94, supl. 3, e20210860, 2022. DOI: 10.1590/0001-3765202220210860.

SILVA, D. J.; SOARES, J. M. Fertirrigação. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. (Org.). **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. cap. 11, p. 483–512.

SOUZA, I. S. R.; AGUIAR, L. A.; REZENDE, C. F. A. **Inoculação do *Bacillus aryabhattai* e os efeitos na produtividade do milho.** *Research, Society and Development*, v. 14, n. 2, e10414248266, 2025. DOI: 10.33448/rsd-v14i2.48266.

SPAEPEN, S.; VANDERLEYDEN, J. **Auxin and plant-microbe interactions.** *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, v. 3, a001438, 2011.

VERSLYPE, N. I. et al. **Drought tolerance classification of grapevine rootstock by machine learning for the São Francisco Valley.** *Smart Agricultural Technology*, v. 4, p. 100192, ago. 2023.

X. Li, G. Zhao, Y. Huang, B. Li. **Distinct rhizobacteria recruitment under copper stress contributes to the different copper-accumulating capacities of two *Elsholtzia* species (Lamiaceae).** *Plant Soil* (2023), pp. 1-13

YAHYAOU, H.; El Allaoui, N.; Batbat, A.; Aziz, A.; Aoujil, F.; Hafidi, M.; Habbadi, K. **Biocontrol Potential of *Bacillus* Strains from Grapevine Rhizosphere Against *Allorhizobium vitis*, Causal Agent of Crown Gall Disease in Moroccan Vineyards.** *Int. J. Plant Biol.* 2025, 16, 27. <https://doi.org/10.3390/ijpb16010027>