

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

RIZOBACTÉRIAS NO CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE
MUDAS GUARITÁ

INÁCIO PORTINARI ROGATTO

JABOTICABAL – SP

2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**RIZOBACTÉRIAS NO CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE
MUDAS DE GUARITÁ**

INÁCIO PORTINARI ROGATTO

Orientadora: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Coorientadores: Prof. Dr. Everlon Cid Rigobelo

Dr. Carlos Henrique Barbosa Santos

Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP,
Câmpus de Jaboticabal, para graduação
em ENGENHARIA AGRONOMICA..

Jaboticabal - SP

2º Semestre/2025

R.721r	Rogatto, Inácio Portinari Rizobactérias no crescimento, desenvolvimento e qualidade de mudas de guaritá / Inácio Portinari Rogatto. -- Jaboticabal, 2025 18 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientadora: Kathia Fernandes Lopes Pivetta Coorientador: Everlon Cid Rigobelo 1. Mudas. 2. Plantas ornamentais. 3. Bacillus. 4. Azospirillum. 5. Crescimento (Plantas). I. Título.
--------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

INÁCIO PORTINARI ROGATTO

**RIZOBACTÉRIAS NO CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE
MUDAS DE GUARITÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientadora: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta
Coorientadores: Prof. Dr. Everlon Cid Rigobelo
Dr. Carlos Henrique Barbosa Santos

Área de Concentração: Floricultura e Paisagismo

Data da defesa: 02/07/2025

(x) Aprovado

() Reprovado

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente

 **KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA**
Data: 03/07/2025 08:38:31-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente

 **ANTONIO MARCELIO BORGES DE SOUZA**
Data: 02/07/2025 11:37:27-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dr. Antonio Maricélio Borges de Souza

UFV – Universidade Federal de Viçosa

Documento assinado digitalmente

 **GABRIEL LONGUINHOS QUEIROZ**
Data: 02/07/2025 14:06:41-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Me. Gabriel Longuinhos Queiroz

UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 10/07/2025

Documento assinado digitalmente

 **CIBELE CHALITA MARTINS**
Data: 10/07/2025 11:40:02-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Cibele Chalita Martins
Chefe do Departamento

ÍNDICE

1. RESUMO.....	5
2. INTRODUÇÃO.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
5. CONCLUSÃO.....	16
6. REFERÊNCIAS.....	16

Rizobactérias no crescimento, desenvolvimento e qualidade de mudas de guaritá ¹

RESUMO: As rizobactérias promotoras de crescimento exercem um papel importante na produção de mudas. São responsáveis pelo estabelecimento de interações simbióticas benéficas com as plantas, surgindo como uma alternativa biológica viável. A espécie *Astronium graveolens*, conhecida como guaritá, é uma árvore nativa do Brasil de porte alto, utilizada em praças e parques e comercializada pela sua madeira de alta qualidade. A adoção de novas tecnologias sustentáveis utilizadas na produção de mudas dessa espécie tem o potencial de proporcionar condições competitivas favoráveis no mercado. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar se algumas rizobactérias afetam o crescimento, o desenvolvimento e a qualidade inicial de mudas de *A. graveolens*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Foram seis tratamentos: 1. Ausência de microrganismos - controle; 2. *Azospirillum brasilense*; 3. *Bacillus amyloliquefaciens*; 4. *Bacillus megaterium*; 5. *Bacillus pumilus*; 6. *Bacillus subtilis*, quatro repetições e dez plantas por parcela. Inoculou-se 1 mL das rizobactérias por ocasião da semeadura e, também, aos 20 e 40 dias após a semeadura; as mudas destinadas ao tratamento-controle não foram inoculadas. Foram avaliados: comprimento da parte aérea, diâmetro do colo, número de folhas, área foliar, massa seca das raízes e da parte aérea e calculado a massa seca total e o Índice de Qualidade de Dickson. Concluiu-se que a rizobactéria *B. subtilis* foi a mais eficiente em promover o crescimento e o desenvolvimento das mudas de guaritá e a inoculação com as rizobactérias *B. subtilis* e *B. pumilus* promoveu mudas de maior qualidade.

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis*, *Astronium graveolens*.

¹ Artigo a ser enviado para a Revista Ciência Rural

Rhizobacteria in the growth, development and quality of guaritá seedlings

ABSTRACT: Growth-promoting rhizobacteria play an extremely important commercial and environmental role. They are responsible for establishing beneficial symbiotic interactions with plants, emerging as a viable biological alternative. The species *Astronium graveolens*, known as guaritá, is a tall native Brazilian tree, used in squares and parks and marketed for its high-quality wood. The adoption of new sustainable technologies used in the production of seedlings of this species has the potential to provide favorable competitive conditions in the market. Thus, the objective of this study was to verify whether some rhizobacteria affect the growth and initial development of *A. graveolens* seedlings. The experimental design was completely randomized. There were six treatments: 1. Absence of microorganisms - control; 2. *Azospirillum brasilense*; 3. *Bacillus amyloliquefaciens*; 4. *Bacillus megaterium*; 5. *Bacillus pumilus*; 6. *Bacillus subtilis*, four replicates and ten plants per plot. 1 mL of rhizobacteria was inoculated at sowing, 20 and 40 days after sowing; the seedlings intended for the control treatment were not inoculated. The following were evaluated: shoot length, stem diameter, number of leaves, leaf area, dry mass of roots and shoots, and the total dry mass and Dickson Quality Index were calculated. It was concluded that the rhizobacterium *B. subtilis* was the most efficient in promoting the growth and development of guaritá seedlings, and inoculation with the rhizobacteria *B. subtilis* and *B. pumilus* promoted higher quality guaritá seedlings.

Key-words: *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis*, *Astronium graveolens*.

INTRODUÇÃO

Todas as árvores são consideradas ornamentais; no ambiente urbano, são utilizadas no paisagismo e na arborização de vias e praças públicas. A arborização no meio urbano age purificando o ar por meio da fixação de poeiras e materiais residuais e pela reciclagem de gases através da fotossíntese; regula a umidade e a temperatura do ar; mantém a permeabilidade, fertilidade e umidade do solo e protege-o contra a erosão, e, também, reduz os níveis de ruído servindo como amortecedor do barulho das cidades. Ao mesmo tempo, do ponto de vista psicológico e social, influenciam o estado de ânimo dos indivíduos massificados com o transtorno das grandes cidades (GOMES & SOARES, 2003; BATISTA et al., 2022).

Neste contexto, deve-se dar preferência às árvores nativas da região pois são elas que oferecem melhor equilíbrio ecológico e abrigo à fauna. Em geral, são espécies muito bem adaptadas ao clima e às condições locais e têm crescimento vigoroso (DARDENGO et al., 2022).

Dentre as nativas recomendadas para uso no paisagismo, principalmente para a arborização de parques, grandes jardins e praças públicas, encontra-se a espécie *Astronium graveolens* Jacq., conhecido popularmente como guaritá (TOLEDO FILHO & PARENTE, 1988). Pertencente à família Anacardiaceae e nativa do Brasil, as plantas quando adultas apresentam diâmetro de tronco de 40 a 60 cm e podem atingir de 15 até 25 metros de altura. Além da importância ornamental, apresenta madeira de qualidade (LORENZI, 2016).

A qualidade das mudas a serem utilizadas no meio urbano é de fundamental importância, principalmente por causa das condições adversas existentes neste ambiente (BATISTA et al., 2022) e a produção de mudas de alta qualidade podem ser obtidas com o uso

de rizobactérias. Consideradas como fontes renováveis, as rizobactérias apresentam propriedades de promoção do crescimento, facilitadoras da absorção e/ou solubilização de nutrientes e contribuem para a produção de fitormônios, ao mesmo tempo que podem atuar como controladoras de patógenos e na mitigação de estresse abiótico. Esses atributos juntos possibilitam o estabelecimento de um sistema de produção sustentável para a obtenção de mudas vigorosas e de crescimento rápido (CAMPOS et al., 2024)

As bactérias benéficas às plantas, conhecidas como rizobactérias promotoras de crescimento (RPCP), apresentam múltiplos mecanismos de ação, localizam-se na rizosfera ou na superfície das raízes e contribuem significativamente para o crescimento e a produtividade vegetal (SINGH et al., 2019).

A bactéria *Azospirillum brasilense*, contribui para maior desenvolvimento das plantas através de diversos mecanismos como a síntese de substâncias promotoras de crescimento, como auxinas, giberelinas e citocininas, aumento da atividade da enzima nitrato redutase, indução das resistências das plantas aos estresses abióticos e bióticos e a solubilização de fosfatos, além de fixar N² atmosférico (FUKAMI et al., 2018).

Algumas bactérias do gênero *Bacillus* são também solubilizantes de fosfato, estimulando o crescimento da planta por meio da nutrição aprimorada com fósforo, aumenta a absorção de nitrogênio, fósforo, potássio e ferro. Além disso, tem potencial agente biológico contra doenças de plantas (SANSINENEA, 2019).

A rizobactéria *B. amyloliquefaciens* é uma das RPCP mais promissoras para uso na agricultura, com capacidade de melhorar a disponibilidade de nutrientes e minerais no solo; secretar fitormônios e compostos orgânicos voláteis associados com o desenvolvimento celular vegetal e crescimento de raízes; pode também aprimorar a resistência das plantas aos estresses bióticos causados por patógenos de solo e estresses abióticos (LUO et al., 2022).

Caracterizado pela capacidade de promover o crescimento de plantas em condições normais ou adversas, *B. megaterium* apresenta características antagônicas à patógenos, capacidade de solubilizar o fósforo e aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo, também participando da biossíntese de fitormônios como auxina e citocininas e modulação de poliaminas (NASCIMENTO et al., 2020).

Já *B. pumilus* é considerada uma alternativa para fertilização convencional, pois produz uma ampla gama de fitormônios e outras substâncias que promovem o crescimento das plantas, podendo, portanto, afetar diversas propriedades das plantas, incluindo características biométricas, conteúdo de substâncias e enzimas oxidativas (DOBRYŃSKI et al., 2022).

A rizobactéria *B. subtilis* é capaz de solubilizar o fósforo no solo, elevar a fixação de nitrogênio, produzir sideróforos, que promovem o crescimento, além de possuir mecanismos de biocontrole para suprimir doenças causadas por patógenos (HASHEM et al., 2019).

A eficiência das rizobactérias no crescimento e no desenvolvimento de mudas têm sido relatadas para algumas espécies, entre elas, as arbóreas ipê-amarelo - *Handroanthus chrysotrichus* (CAMPOS et al., 2024) e ipê-roxo - *H. impetiginosus* (CAMPOS et al., 2025), sendo necessários, ainda, estudos com outras espécies nativas.

Buscando novas tecnologias que possam incrementar benefícios na produção comercial de mudas do guaritá (*Astronium graveolens* Jacq.), este trabalho teve como objetivo verificar se algumas rizobactérias influenciam o crescimento, o desenvolvimento e a qualidade inicial de mudas desta espécie nativa do Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

As sementes de guaritá foram coletadas de matrizes situadas na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV), no Câmpus de Jaboticabal-SP e o estudo foi conduzido

no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais, no Laboratório de Sementes de Plantas Hortícolas e no Laboratório de Microbiologia do Solo, todos vinculados ao Departamento de Produção Vegetal da UNESP/FCAV, cujas coordenadas são 21°15'2" de latitude, 48°16'47" de longitude e 600 metros de altitude. A região apresenta clima subtropical do tipo Cwa - tropical úmido, com inverno seco e verão chuvoso (ANDRÉ & GARCIA, 2015).

Os dados climáticos referentes à temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média e umidade relativa do ar, durante o período do experimento (outubro a dezembro de 2024), encontram-se na figura 1 (UNESP, 2025).

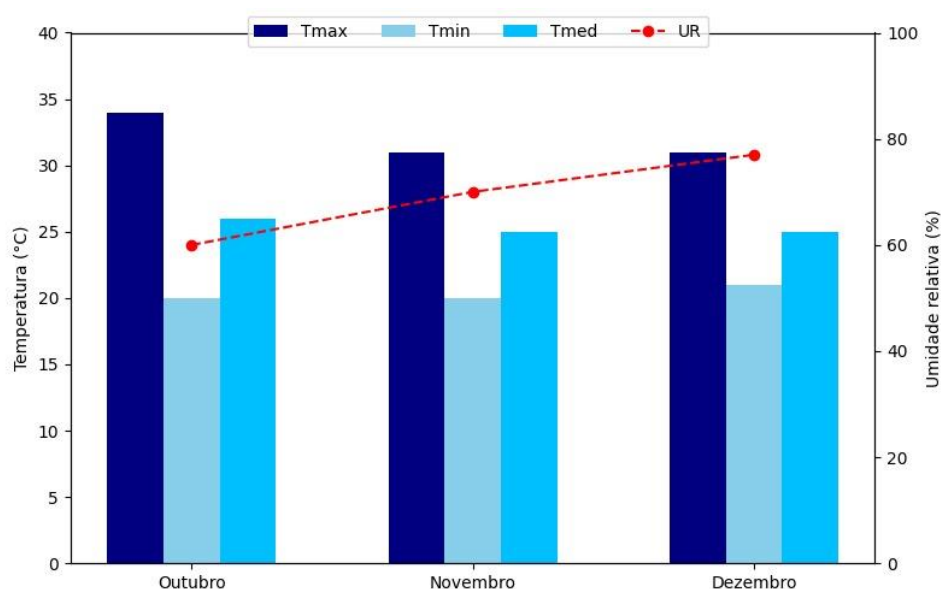


Figura 1. Dados climáticos durante o período de outubro a dezembro de 2024. Temperatura máxima - Tmax, Temperatura mínima - Tmin, Temperatura média - Tmed e Umidade relativa do ar - UR (UNESP, 2025).

O experimento foi realizado utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado; foram seis tratamentos (1. Ausência de microrganismos - controle; 2. *Azospirillum brasilense*; 3. *Bacillus amyloliquefaciens*; 4. *Bacillus megaterium*; 5. *Bacillus pumilus*; 6. *Bacillus subtilis*), quatro repetições e dez plantas por parcela.

As sementes de guaritá foram semeadas no dia 15 de outubro de 2024 em tubetes com capacidade de 280 cm³, organizados em bandejas de polipropileno que comportam até 54

unidades. O substrato utilizado foi o Carolina Soil®, um composto comercial que contém turfa, vermiculita, casca de arroz torrada, calcário dolomítico calcinado, fertilizante NPK (14-16-18) e micronutrientes, conforme informações fornecidas pelo fabricante na embalagem. As bandejas foram colocadas sobre bancadas feitas de malhas metálicas, a 70 cm do chão, dentro de uma estufa coberta, cujas laterais são protegidas com tela preta (Sombrite®) que permite a passagem de 50% da luz, além de uma camada de plástico transparente sobre a tela.

Cada tubete recebeu três sementes e, após a germinação, foi realizado o desbaste, deixando apenas a plântula mais vigorosa e centralizada em cada recipiente. A irrigação das mudas foi realizada por microaspersores, acionados automaticamente três vezes ao dia, com duração de 15 minutos por vez e uma vazão de 30 L h⁻¹.

Os microrganismos foram cultivados individualmente em caldo nutritivo por sete dias, em frascos mantidos em uma câmara B.O.D. (Eletrolab, modelo 347 F, Brasil), à temperatura constante de 25 °C. Após o período de incubação, os microrganismos foram centrifugados separadamente a 10.000 rpm por 10 minutos a 28 °C (Novatecnica, modelo MLW K24, Brasil). A concentração do inóculo foi ajustada de acordo com as recomendações de BARRY & THORNSBERRY (1991) e SAHM & WASHINGTON II (1991) para 1×10^7 UFC mL⁻¹, utilizando um espectrofotômetro (Micronal, modelo B382, Brasil) na absorbância de 695 nm. Durante o experimento, foram realizadas três inoculações das rizobactérias, a primeira, logo após a semeadura, a segunda 20 dias e a terceira 40 dias após a semeadura, com a aplicação de 1 mL da solução no centro do tubete, utilizando micropipeta mecânica (VF-1000, Digipet®). As mudas do tratamento controle não receberam inoculação.

A avaliação foi realizada 48 dias após a semeadura, em 02 de dezembro de 2024, quando as raízes começaram a surgir na parte inferior dos tubetes. As mudas foram retiradas dos recipientes e as raízes foram lavadas para remoção do substrato. No laboratório, foram analisadas as seguintes variáveis: comprimento da parte aérea (CPA, cm), medido do nível do

substrato até o ápice da última folha; comprimento do sistema radicular (cm), ambos medidos com régua milimetrada; diâmetro do colo (DC, mm), determinado no nível do substrato com um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm (Western® PRO DC-6); número de folhas (NF); área foliar (AF, cm²), medida com um medidor eletrônico de área foliar (LI-COR®, modelo 3100) e, determinou-se, ainda, massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR, g planta⁻¹), obtidas após a secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança de precisão (0,001 g). A massa seca total (MST, g planta⁻¹) foi calculada pela soma da MSPA e da MSR.

Além disso, foi determinado o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), conforme a fórmula proposta por Dickson (1960) e aplicada em diversas pesquisas, incluindo SOUZA et al. (2022), onde:
$$IQD = \frac{MST \text{ (g planta}^{-1}\text{)}}{[CPA \text{ (cm)}/DC \text{ (mm)} + MSPA \text{ (g planta}^{-1}\text{)}/MSR \text{ (g planta}^{-1}\text{)}]}$$

Os dados obtidos foram analisados por meio de análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott, com nível de significância de 5%, utilizando o software AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO JUNIOR, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As rizobactérias, de modo geral, foram eficientes em promover o crescimento e o desenvolvimento das mudas de guaritá uma vez que, as mudas que não foram inoculadas (controle) apresentaram médias inferiores para comprimento da parte aérea, número de folhas, massa seca das raízes e total e, também, IQD, com destaque para *Bacillus subtilis* que foi a bactéria que apresentou maiores médias para todas as características que apresentaram significância (Tabela 1). A superioridade da muda inoculada com *B. subtilis* pode ser observada na figura 2.

Tabela 1. Comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro do colo (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento de raízes (CR), massa seca de raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de guaritá (*Astronium graveolens* Jacq.) tratadas ou não (controle) com as rizobactérias *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus subtilis*. Jaboticabal, SP, 2025.

Tratamentos	CPA (cm)	DC (mm)	NF	AF (cm ²)	CR (cm)
Controle	5,14 c	0,940 a	3,40 d	3,96 b	17,45 a
<i>A. brasilense</i>	6,03 b	0,958 a	4,60 c	4,56 b	18,49 a
<i>B. amyloliquefaciens</i>	8,05 a	0,925 a	5,35 b	5,88 a	18,22 a
<i>B. megaterium</i>	6,38 b	0,910 a	4,33 c	4,82 b	18,89 a
<i>B. pumilus</i>	6,77 b	1,025 a	5,18 b	6,98 a	18,83 a
<i>B. subtilis</i>	8,16 a	1,050 a	6,25 a	7,76 a	19,29 a
CV (%)	5,43	11,07	11,80	17,87	4,47

	MSR (g planta ⁻¹)	MSPA (g planta ⁻¹)	MST (g planta ⁻¹)	IQD
Controle	0,00408 c	0,02477 d	0,02884 f	0,00248 c
<i>A. brasilense</i>	0,01335 b	0,02915 d	0,04250 e	0,00496 b
<i>B. amyloliquefaciens</i>	0,01335 b	0,05012 b	0,06347 c	0,00504 b
<i>B. megaterium</i>	0,01388 b	0,03871 c	0,05258 d	0,00535 b
<i>B. pumilus</i>	0,01861 a	0,05750 b	0,07611 b	0,00785 a
<i>B. subtilis</i>	0,02033 a	0,07432 a	0,09465 a	0,00828 a
CV (%)	13,69	14,39	11,25	16,30

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott&Knott, a 5% de probabilidade.



Figura 2 - Mudas de guaritá (*Astronium graveolens* Jacq.) tratadas ou não – controle (1) com as rizobactérias *Azospirillum brasilense* (2), *Bacillus amyloliquefaciens* (3), *Bacillus megaterium* (4), *Bacillus pumilus* (5) e *Bacillus subtilis* (6). Jaboticabal, SP, 2025.

A rizobactéria *B. subtilis* demonstrou, portanto, maior eficiência em produzir fitormônios e enzimas, benéficos para o desenvolvimento das mudas (MAZZUCHELLI et al., 2014) que favoreceu tanto o crescimento quanto a qualidade das mudas de guaritá. Essa rizobactéria demonstrou ser eficiente também para outras espécies vegetais como o açaí (*Euterpe oleracea*) observado por CASTRO et al. (2019; 2020) e CAMPOS et al. (2023) para a zínia (*Zinnia peruviana*) conforme observado por SILVEIRA et al. (2025) e, também, esteve entre as que promoveram os melhores resultados para o ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*) conforme verificado por CAMPOS et al. (2024).

Não houve diferenças entre os tratamentos para diâmetro do colo e comprimento de raízes (Tabela 1).

Quando houve diferença significativa entre os tratamentos, *B. subtilis* que apresentou maiores médias em todas as características analisadas, não diferiu de *B. amyloliquefaciens* para comprimento da parte aérea, de *B. amyloliquefaciens* e *B. pumilus* para área foliar, e de *B. pumilus* para massa seca de raízes e Índice de Qualidade de Dickson (Tabela 1) indicando que

B. amyloliquefaciens e *B. pumilus* também foram promissoras na produção de mudas de guaritá, principalmente *B. pumilus*, que junto com *B. subtilis*, foram as rizobactérias que proporcionaram maiores médias de massa seca de raízes e do Índice de Qualidade de Dickson, (Tabela 1), características determinantes de qualidade de mudas.

A massa seca das raízes é reconhecida como um dos indicadores mais simples e que melhor determina o estabelecimento das mudas em campo por influenciar diretamente na absorção de água e nutrientes (SHEN et al., 2019; AVELINO et al., 2021). Assim, mudas com maior massa seca das raízes serão mais eficazes no campo, pela capacidade de aclimação após o transplante (AVELINO et al., 2021).

O Índice de Qualidade de Dickson é calculado com base na relação entre diversos indicadores morfológicos, como a massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, massa seca total, comprimento da parte aérea e diâmetro do caule. Dessa forma, o IQD representa um importante parâmetro de avaliação da qualidade de mudas, pois considera o equilíbrio entre crescimento e o potencial de sobrevivência das plantas no pós-plantio. Como ressaltado por MAÑAS et al. (2009) e AVELINO et al. (2021), o IQD minimiza erros ao utilizar uma análise integrada de múltiplos fatores morfológicos e se mostra eficaz como indicador da qualidade das mudas por incluir a robustez e o equilíbrio da alocação de biomassa.

Embora seja influenciado por diversos fatores, o IQD tem se consolidado como o principal índice de qualidade em mudas florestais, uma vez que apresenta forte correlação com o sucesso no campo (AVELINO et al., 2021). TRAZZI et al. (2014) reforçam essa afirmação ao destacarem que maiores índices estão associados a mudas de melhor qualidade.

Observa-se para número de folhas, que a inoculação com *B. subtilis* resultou em maiores médias e para área foliar, houve superioridade de *B. subtilis*, *B. pumilus* e *B. amyloliquefaciens*, (Tabela 1). Maiores valores de área foliar e número de folhas indicam melhor absorção da luz solar, assim, melhor capacidade fotossintética das mudas, permitindo que o desenvolvimento

dos demais órgãos seja mais acelerado (TAIZ et al., 2017). Estes resultados reforçam, portanto, a maior qualidade das mudas de guaritá inoculadas com *B. pumilus* e *B. subtilis*, porém, não refletiu em maior qualidade naquelas que foram inoculadas com *B. amyloliquefaciens*.

Assim, *B. subtilis* foi a rizobactéria que mostrou maior eficiência em promover o crescimento e o desenvolvimento de mudas de guaritá e, juntamente com *B. pumilus*, determinaram maior qualidade das mudas

CONCLUSÕES

A rizobactéria *Bacillus subtilis* foi a mais eficiente em promover o crescimento e o desenvolvimento das mudas de guaritá.

A inoculação com as rizobactérias *B. subtilis* e *B. pumilus* promoveu mudas de guaritá de maior qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ RGB; GARCIA A Alguns aspectos climáticos do município de Jaboticabal – SP. **Nucleus**, v.12m no. 2, p. 263-269, 2015.

AVELINO, NR et al. Alocação de biomassa e indicadores de crescimento para a avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas. **Ciência Florestal**, v. 31, no. 4, p. 1733-1750, 2021. <https://doi.org/10.5902/1980509843229>

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat** - sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos - versão 1.1.0.711. Jaboticabal: UNESP, 2015. 396 p.

BARRY A. L.; THORNSBERRY C. Susceptibility tests: Diffusion Test Procedures. In: BALOWS, A.; HAUSLER JÚNIOR, W.J.; HERRMANN, K.L.; ISENBERG, H.D. **Manual of clinical microbiology**. 5th ed. Washington, DC: American Society for Microbiology, 1991. 1384p.

BATISTA, JES et al. Produção sustentável de mudas de amendoim-do-campo para uso na arborização urbana. **Brazilian Journal of Development**, v.8, no.4, p.27821–27835, 2022. doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n4-331>

CAMPOS, TS et al. Rhizobacteria in growth and quality of açai seedlings. **Ornamental Horticulture**, v. 29, no. 2, p. 210-217, 2023. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v29i2.2596>

CAMPOS, TS et al. Rhizobacteria increase the growth and quality of *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC) Mattos seedlings. *Revista Árvore*, v.48, e4814, 2024. <https://dx.doi.org/10.53661/1806-9088202448263634>

CAMPOS, TS et al. Enhancing growth and quality of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae) seedlings by rhizobacteria inoculation. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 55, no. 10, p. 1-14, 2025. <https://doi.org/10.33494/nzjfs552025x419x>

CASTRO, GLS. et al. Açai palm seedling growth promotion by rhizobacteria inoculation. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 51, no. 1, p. 205-216, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s42770-019-00159-2>.

CASTRO, GLS. et al. Photosynthetic apparatus protection and drought effect mitigation in açai palm seedlings by rhizobacteria. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 41, no. 9, p. 1-12, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-019-2952-4>.

DARDENGO, JFE et al. Agrobiodiversidade em quintais agroflorestais no norte de Mato Grosso. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, no. 1, p. 2578-2593, 2022.

DOBRYŃSKI, J et al. Potential of *Bacillus pumilus* to directly promote plant growth. **Frontiers in Microbiology**, v. 13, 1069053, 2022.

FUKAMI J et al. *Azospirillum*: benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. **AMB Express**, v. 8, no.1, p. 1-12, 2018.

GOMES, MAS; SOARES, BR A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras. **Estudos Geográficos**, v.1, no.1, p.19-29, 2003.

HASHEM, A et al. *Bacillus subtilis*: a plant-growth promoting rhizobacterium that also impacts biotic stress. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 26, no. 6, p. 1291-1297, 2019.

LORENZI, H **Árvores brasileiras**: manual de identificação de plantas arbóreas do Brasil. 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, vol. 2, 2016, 384 p.

LUO, L et al. *Bacillus amyloliquefaciens* as an excellent agent for biofertilizer and biocontrol in agriculture: an overview for its mechanisms. **Microbiological Research**, v. 259, 127016, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127016>

MAÑAS, P et al. Quality of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) seedlings using waste materials as nursery growing media. **New Forests**, v. 37, p. 295-311, 2009. <http://dx.doi.org/10.1007/s11056-008-9125-4>

MAZZUCHELLI, RDCL et al. Inoculação de *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Colloquium Agrariae**, v. 10, n. 2, p. 40-47, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2014.v10.n2.a106>

NASCIMENTO, FX et al. Plant growth-promoting activities and genomic analysis of the stress-resistant *Bacillus megaterium* STB1, a bacterium of agricultural and biotechnological interest. **Biotechnology Reports**, v. 25, e00406, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00406> v. 25, 2020.

SANSINENEA, E *Bacillus* spp.: as plant growth-promoting bacteria. In: SINGH, H et al. (eds) Secondary metabolites of plant growth promoting rhizomicroorganisms, Singapore: Springer, p. 225-237, 2019.

SAHM DF; WASHINGTON II, JA Antibacterial susceptibility tests: dilution methods. In: BALOWS, A et al. **Manual of clinical microbiology**. 5th ed. Washington, DC: American Society for Microbiology, 1991. 1384p.

SHEN, Y et al. Coordination of leaf, stem and root traits in determining seedling mortality in a subtropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 446, p. 285-292, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2019.05.032>

SILVEIRA, MM et al. Sustainable zinnia cultivation: influence of rhizobacteria inoculation on emergence and biometric traits. **Ornamental Horticulture**, v. 31, e312785, 2025.

SINGH, J et al. **Plant growth promoting rhizobacteria**: benign and useful substitute for mitigation of biotic and abiotic stresses. In: SAYYED, R et al. M Plant growth promoting rhizobacteria for sustainable stress management. Singapore: Springer, p. 81-101, 2019.

SOUZA, AMB, et al. Initial growth of *Syagrus romanzoffiana* seedlings in biosolid-based substrate. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, e70577, 2022.

TAIZ, L et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora. 6 ed. 2017. 858 p.

TOLEDO FILHO, DV; PARENTE, PR **Arborização urbana com essências nativas**. Boletim Técnico do Instituto Florestal, São Paulo, v. 42, p. 19-31, 1988.

TRAZZI, PA et al. Produção de mudas de *Tectona grandis* em substratos formulados com biossólido. **Cerne**, v. 20, p. 293-302, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/01047760.201420021134>

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal; **Dados estação convencional** 1, 2025 (<https://www.fcav.unesp.br/#!/estacao-agroclimatologica/dados/estacao-convencional/>).