

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FERNANDA NEVES LIMA

BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL E NUTRIÇÃO
MINERAL NA QUALIDADE DE MUDAS DE *Senna macranthera*

PONTA GROSSA
2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FERNANDA NEVES LIMA

BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL E NUTRIÇÃO
MINERAL NA QUALIDADE DE MUDAS DE *Senna macranthera*

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado para obtenção do título
de Bacharel em Ciências Biológicas,
na Universidade Estadual de Ponta
Grossa, Área de Ciências Biológicas.

Orientador(a): Profa. Dra. Rosimeri de
Oliveira Fragoso.

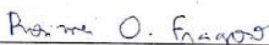
PONTA GROSSA
2022

FERNANDA NEVES LIMA

BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL E NUTRIÇÃO
MINERAL NA QUALIDADE DE MUDAS DE *Senna macranthera*

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área de Ciências Biológicas.

Ponta Grossa, 9 de dezembro de 2022



Profa. Dra. Rosimeri de Oliveira Fragoso – Orientadora
Departamento de Biologia Geral
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Dra. Fabiane Paulitsch Burgath
Programa de Pós-Graduação em Biologia Evolutiva
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Carlos André Stuepp
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade
Universidade Estadual de Ponta Grossa

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida e por toda a força concedida nos momentos difíceis e a minha avó Jovina Trindade por ser meu anjo da guarda.

Agradeço imensamente aos meus pais Adelson e Maria José e minhas irmãs Maria Carolina e Juliana por sempre apoiarem financeiramente e emocionalmente e acompanharem meus passos me incentivando no meu sonho de ser bióloga. O universo não poderia ter me presenteado com uma família tão incrível e não tenho palavras para expressar minha gratidão.

A todos meus amigos da graduação com quem compartilhei esses últimos 4 anos, tenho certeza que eles foram melhores com vocês. Nunca esquecerei de todos os momentos bons e ruins que passamos juntos e desejo um futuro promissor aos meus novos colegas de profissão, em especial a Lívia Mendes, Luiza Beatriz Mayer e Vitória lurk.

A minha orientadora professora Rosimeri Oliveira Fragoso, por me aceitar como orientada e como extensionista no Viveiro desde o primeiro ano e principalmente pela amizade que construímos nesses quatro anos, junto com o professor Carlos André Stuepp. O conhecimento que eu adquiri durante esse tempo me fez crescer como profissional e como pessoa, por isso muito obrigada por acreditar em mim e sempre me apoiar.

A professora Jesiane Batista por todo auxílio e aprendizado para realização deste trabalho.

Ao pessoal do Viveiro e do Laboratório de Biodiversidade, por toda a ajuda na execução do experimento, em especial a minha amiga Rosana e meu amigo Yuri por serem meus parceiros de trabalho em todas as horas e nunca me negarem ajuda. E aos demais, que me auxiliaram e com quem eu construí amizades que levarei para a vida.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa e ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas pela estrutura necessária e por possibilitar a oportunidade de conhecimento. Minha gratidão a todos os professores e funcionários do DEBIO e DEBIOGEM por todo aprendizado.

Por fim, sou imensamente grata a todos que de alguma forma cruzaram meu caminho e contribuíram para minha formação, muito obrigada!

RESUMO

As bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs) são organismos capazes de auxiliar, por diferentes mecanismos, no desenvolvimento de espécies vegetais às quais estão associadas. Exemplo disso são as interações simbióticas entre BPCPs e indivíduos da família Fabaceae. Tais interações podem favorecer a qualidade de mudas nativas, sendo esse o foco desse trabalho. Assim, objetivou-se avaliar a eficiência de BPCPs endossimbióticas e associativas na produção de mudas de *Senna macranthera* sob diferentes doses de fertilizante de liberação controlada (FLC), visando a obtenção de mudas de qualidade. O experimento foi realizado no Viveiro Florestal UEPG/CAAR, e avaliou duas estirpes do gênero *Paraburkholderia*, CNPSo 3281 e CNPSo 3076, selecionadas na região dos Campos Gerais do Paraná e a estirpe comercial *Azospirillum brasilense*, combinadas a três tratamentos de FLC nas doses de 0 kg m⁻³, 1 kg m⁻³ e 2 kg m⁻³. Durante o período experimental, foram avaliados a altura caulinar, o diâmetro do coleto, as biomassas secas caulinar, radicular e total, e o Índice de Qualidade de Dickson. Com base nos resultados obtidos, foi possível verificar uma influência positiva para a variável altura caulinar, ainda que discreta, entre as estirpes *Paraburkholderia* sp. CNPSo 3281 e CNPSo 3076 e *A. brasilense* e a espécie *Senna macranthera*, a qual variou em função das doses de FLC utilizadas. Enquanto a maior dose de FLC, de 2 kg m⁻³, potencializou os resultados obtidos com as estirpes *Paraburkholderia* sp. CNPSo 3281 e CNPSo 3076, os maiores valores de crescimento em altura para *A. brasilense* foram obtidos na dose de 1 kg m⁻³. Para as demais variáveis, entretanto, não se verificou a mesma eficiência, não sendo possível, dessa forma, recomendar o seu uso para a obtenção de mudas de qualidade. Recomenda-se novos estudos a fim de compreender de forma mais definitiva os mecanismos envolvidos na interação entre BPCPs e espécies arbóreas nativas.

Palavras-chave: Crescimento vegetal, Produção de mudas, Qualidade de mudas florestais, Rizobactérias.

1. INTRODUÇÃO

As bactérias são os seres vivos de maior abundância nos ecossistemas terrestres, capazes de sobreviver a diferentes condições ambientais. Algumas bactérias são benéficas ao desenvolvimento de outros organismos vivos, possuindo papel essencial no seu crescimento e sobrevivência (AHEMAD; KIBRET, 2014). Como exemplo, pode-se citar a associação entre bactérias e plantas, relação que vem sendo estudada com maior intensidade nos últimos anos, visando compreender os mecanismos associativos presentes e como estes podem auxiliar no desenvolvimento vegetal (FERREIRA et al., 2014).

As bactérias que vivem em associação com as plantas podem estar presentes em diferentes partes desta, como na superfície das folhas e do caule, ou nos tecidos internos e nas raízes no solo, sendo chamadas de bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCPs). Entre os seus benefícios, estão o reconhecimento e proteção contra fitopatógenos (VILLA-VILA et al., 2021) e maior disponibilização de nutrientes importantes, por meio da solubilização de fosfato e potássio e da fixação biológica de nitrogênio (FILGUEIRA et al., 2015), além da produção de fitohormônios que favorecem o desenvolvimento e a adaptação a estresses ambientais (ALMEIDA et al., 2017).

Dentro da família Fabaceae, conhecida por sua associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio, está a espécie *Senna macranthera* (Dc. ex Colland.) H.S. Irwin & Barneby., popularmente conhecida como manduirana, aleluia e pau-fava. Essa espécie possui ampla distribuição na América do Sul, ocorrendo nos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga (BORTOLUZZI et al., 2022). É caracterizada como espécie pioneira de crescimento rápido, que pode chegar até 15 m de altura e 40 cm de DAP (diâmetro à altura do peito) quando adulta (CARVALHO, 2006). Por seu rápido crescimento e copa ampla, constitui uma espécie potencial para a restauração de ecossistemas degradados, com boa adaptação a diferentes tipos de solos (SOUZA et al., 2021), ideal para a composição de plantios mistos em Áreas de Preservação Permanente (APP) (CIPRIANI et al., 2019). Além disso, a espécie oferece grande potencial como planta ornamental por sua floração exuberante, que ocorre entre os meses de dezembro e abril, sendo muito cultivada em parques e jardins (KELLER et al., 2012).

Assim, a produção de mudas de *Senna macranthera* com características qualitativas que possam refletir em maior vigor e crescimento após o plantio é importante para garantir o sucesso dos projetos de restauração ecológica, constituindo um dos desafios dos viveiros florestais empenhados na produção de mudas (LIMA FILHO et al.,

2019). Embora várias pesquisas comprovem a eficácia da utilização de BPCPs em espécies de interesse agrônomico (PUENTE et al., 2018; ZEFFA et al., 2019; VANDEIR et al., 2020), estudos sobre a aplicação desses microrganismos para a produção de mudas de espécies florestais nativas ainda são escassos, podendo esse potencial ser melhor explorado (GONZALEZ et al., 2018).

A promoção do crescimento vegetal, nesse caso, ocorre através da biofertilização, que consiste na disponibilização de nutrientes por microrganismos, por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Esse processo ocorre após a associação simbiótica entre bactérias e o sistema radicular da planta, as quais, por meio da enzima nitrogenase, reduzem o nitrogênio atmosférico (N_2) em amônia (NH_3), acessível à planta (GUIMARÃES et al., 2017).

Exemplo disso são as BPCPs do gênero *Paraburkholderia*, pertencentes ao grupo dos beta-rizóbios, bactérias gram-negativas, e que possuem associação comprovada com leguminosas arbóreas nativas, principalmente do gênero *Mimosa* spp., *Calliandra* spp. e *Piptadeniae* spp. (BOURNAUD et al., 2013; DALL'AGNOL et al., 2016). Estas realizam principalmente o papel de fixação de nitrogênio, além do fornecimento de fósforo biodisponível, absorção de ferro pela produção de sideróforos, redução dos níveis de etileno na planta, entre outros (VIO et al., 2020; SOUZA et al., 2022). Resultados obtidos por Paulitsch *et al.* (2019a) com rizóbios do gênero *Paraburkholderia* isolados de nódulos radiculares de *Mimosa gymnas* Barneby, espécie endêmica dos Campos Gerais do Paraná, demonstram uma grande diversidade genética de beta-rizóbios na região e apontam para a necessidade de novos estudos que melhor caracterizem essa relação.

Outro exemplo já melhor estudado constitui as estirpes comerciais de *Azospirillum* sp. (FIBACH-PALDI et al., 2012), que aos poucos também começam a ser testadas em trabalhos com espécies florestais (FELIX et al., 2020; RAMPIM et al., 2014). Estas correspondem a BPCPs de vida livre, as quais se associam ao sistema radicular da planta, promovendo a fixação biológica de nitrogênio. Outros efeitos incluem a produção de fitohormônios como giberilinas e citocininas, estimulando, além do crescimento, a tolerância a estresses ambientais (MUMBACH et al., 2017).

Além da inoculação com BPCPs, um outro fator importante refere-se à nutrição disponibilizada às mudas, a qual, quando realizada de forma correta, permite que estas tenham um maior desempenho tanto em viveiro como a campo (MIKULA et al., 2020). Dentro disso, o uso de fertilizantes de liberação controlada (FLC) tem demonstrado para várias espécies uma melhor sincronização entre as demandas fisiológicas da planta e a disponibilidade de nutrientes (BRITO et al., 2018; CABREIRA et al., 2019), permitindo

melhor aproveitamento destes e menor taxa de lixiviação (KHAN et al., 2019).

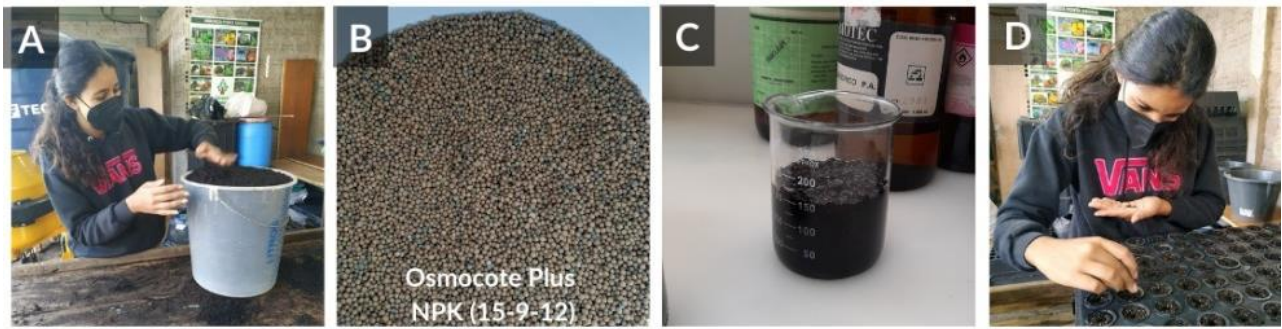
Com base nisso, objetivou-se avaliar a interação e a eficiência de BPCPs endossimbióticas a partir de estirpes isoladas de *Paraburkholderia* e associativas do gênero *Azospirillum* sp. para a produção de mudas de *Senna macranthera* sob diferentes doses de fertilizante de liberação controlada, visando a obtenção de mudas de qualidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

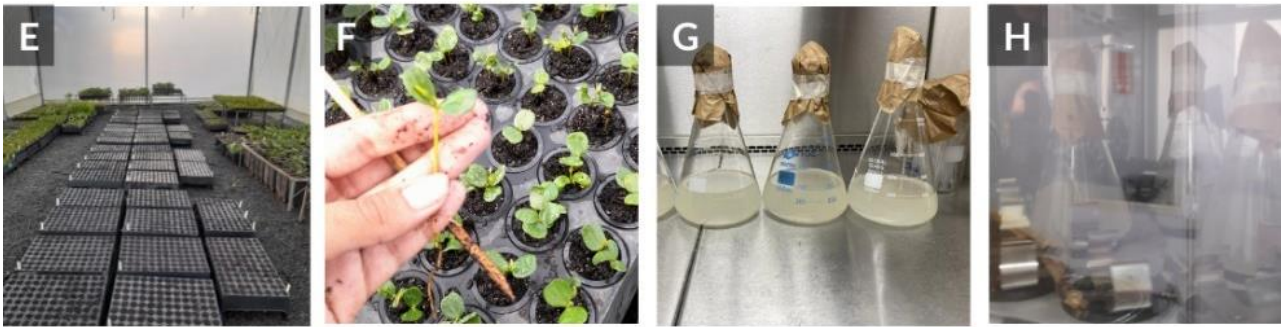
O Experimento foi conduzido entre abril e outubro de 2022, nas dependências do Viveiro Florestal da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no município de Ponta Grossa (Paraná, Brasil), sob as coordenadas 25°5'40" S, 50°9'48" W, 956 m. O clima da região é do tipo Cfb, caracterizado como subtropical úmido, com verões suaves e temperatura média em torno de 18 °C, sendo a máxima de 24 °C e a mínima de 13 °C. A precipitação média anual para a região situa-se em torno de 1.500 mm a 1.800 mm, com chuvas distribuídas uniformemente ao longo do ano, ocorrendo geadas no outono e inverno (IAPAR, 2020).

Foram utilizadas duas estirpes do gênero *Paraburkholderia* selecionadas na região dos Campos Gerais do Paraná e mantidas pela Coleção de Culturas de Microrganismos do Laboratório de Biodiversidade da UEPG e pela Coleção de Microrganismos Multifuncionais da Embrapa Soja (Londrina-PR). As estirpes foram pré-inoculadas em meio de cultura YM (Figura 1G) e incubadas sob agitação de 120 rpm a 28°C até a fase exponencial (D.O.630=0,7-0,8) (Figura 1H). Duas linhagens de inoculantes líquidos foram padronizados na concentração de 10^9 UFCs mL⁻¹ com a identificação de CNPSO 3281 e CNPSO 3076, seguindo as recomendações técnicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Informações adicionais sobre as estirpes estão disponíveis em PAULITSCH *et al.* (2019a), PAULITSCH *et al.* (2019b). Além dessas, foi utilizada um inoculante comercial de *Azospirillum brasilense* disponibilizada pela empresa Agrocete Indústria de Fertilizantes Ltda, que contém em sua composição duas estirpes do gênero: Ab-V5 e Ab-V6 com uma concentração de 2×10^8 UFC/mL.

Figura 1. Esquema de fotos ilustrando etapas realizadas ao longo do experimento.



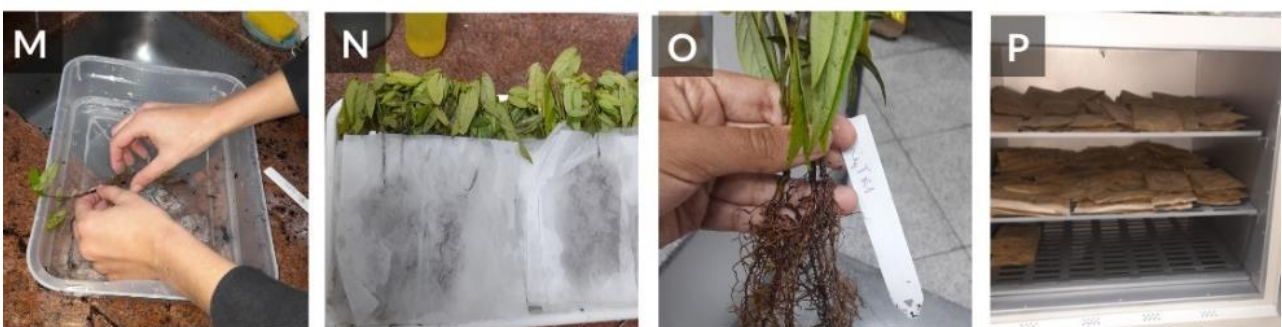
Semeadura de *Senna macranthera*



Germinação mudas e produção das BCPs



Inoculação das BCPs aos 45 dias e ferramentas para avaliação ao longo dos 150 dias



Método de obtenção da biomassa seca

Legenda: A- Preparo do substrato comercial MecPlant. B- Fertilizante de liberação controlada utilizado no experimento. C- Processo de escarificação das sementes para quebra de dormência. D- Semeadura das sementes. E- Bandejas na estufa após a semeadura. F- Raleamento das plântulas após a germinação. G- Estirpes de *Paraburkholderia* sp. em meio de cultura. H- Estirpes de *Paraburkholderia* sp. na incubadora de agitação orbital para crescimento. I- Muda de *S. macranthera* com 45 dias para inoculação. J- Inoculação das BCPs em mudas de *S. macranthera*. K- Trena para avaliação da variável altura. L- Paquímetro para avaliação da variável diâmetro do coleto. M- Preparação das mudas para obtenção da biomassa seca. N- Secagem das mudas para fotodocumentação. O- Muda pronta para fotodocumentação e posterior separação da BSC e BSR. P- Amostras em estufa de secagem para obtenção da biomassa seca.

Para a quebra de dormência das sementes de *Senna macranthera* foi realizada a escarificação química com ácido sulfúrico por 30 minutos de imersão (Figura 1C), seguida da lavagem das sementes em água corrente por 10 minutos para a eliminação de resíduos. Após, foi realizada a semeadura de forma manual (Figura 1D), com distribuição de duas sementes por tubete de 110 cm³, preenchido com substrato comercial da marca *MecPlant*, composto por casca de *Pinus* sp., vermiculita, corretivo de acidez, macro nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) (Figura 1A). Ao substrato foram homogeneizadas as doses de FLC Osmocote® 6M (15-09-12 + micronutrientes) (Figura 1B) conforme os seguintes tratamentos: 0, 1, e 2 Kg m⁻³.

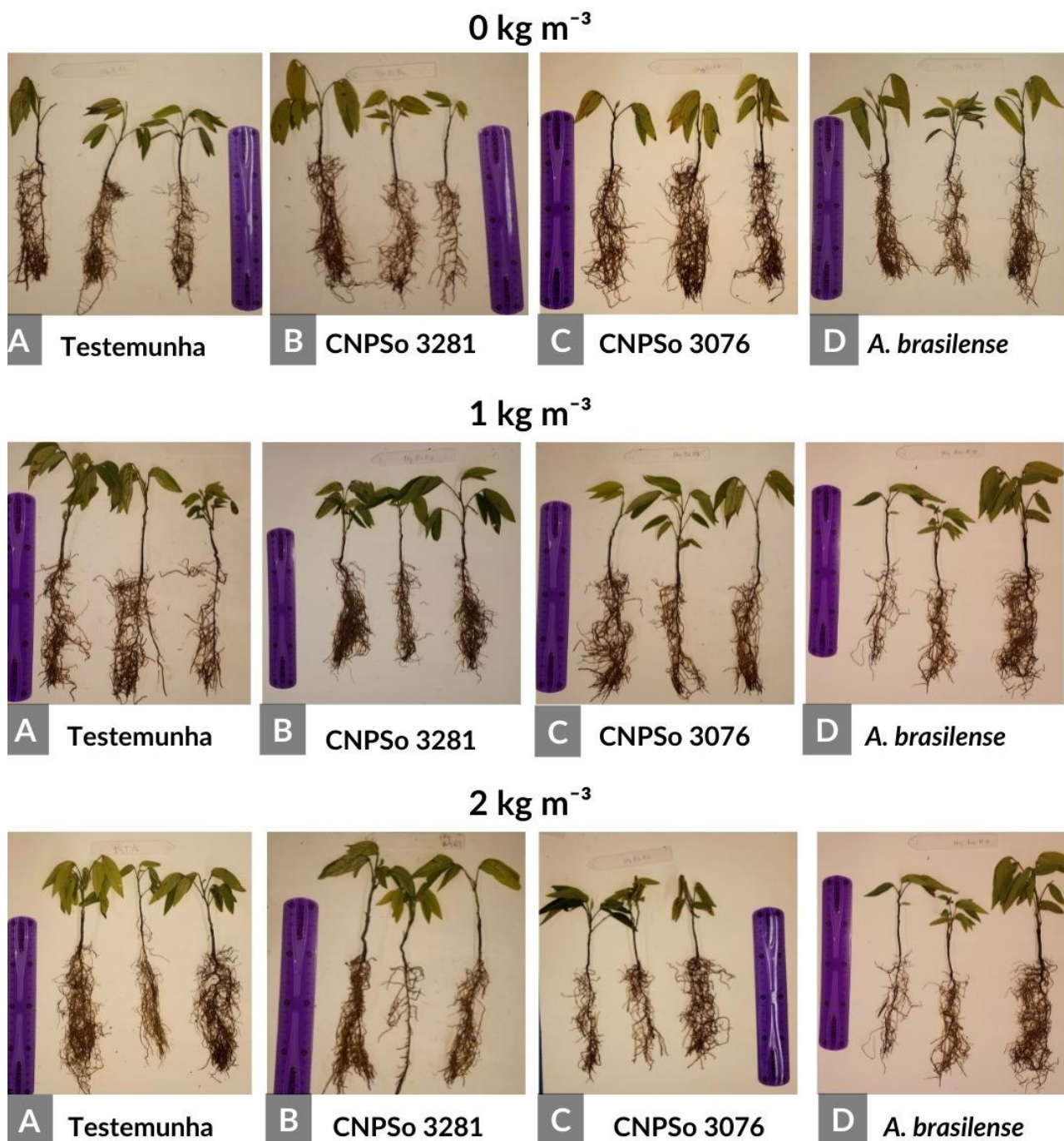
Após a semeadura, as mudas foram alocadas em estufa com cobertura plástica (150 micras) e sombreamento de 50%, com irrigação por microaspersão a cada 1 hora, com duração de 5 minutos e vazão de 33 L hora⁻¹, onde permaneceram por 90 dias (Figura 1E). Dentro desse período, 20 dias após a semeadura, foi realizado o raleamento das plântulas (Figura 1F) e, com cerca de 45 dias, as mudas de cada tratamento (dose) de FLC foram inoculadas (Figura 1J) com 1,1 mL das duas estirpes previamente cultivadas em laboratório, CNPSo 3076 e CNPSo 3281, e 1 mL da estirpe comercial de *Azospirillum* sp. Já o tratamento controle foi irrigado somente com água.

Aos 90 dias as mudas foram transferidas para a casa de sombra (70% de sombreamento e irrigação por microaspersão, com quatro irrigações diárias e 20 minutos de duração, com vazão de 144 L hora⁻¹), onde permaneceram por 30 dias. Passado esse período, as mudas foram transferidas para a área de rustificação (pleno sol e irrigação por microaspersão, com três irrigações diárias e 15 minutos de duração, com vazão de 97 L hora⁻¹), onde permaneceram por 30 dias.

Para a avaliação da qualidade das mudas foi mensurado aos 60, 90, 120 e 150 dias após a semeadura a altura caulinar (H) com a utilização de uma trena (Figura 1K). A avaliação do diâmetro do coleto (DC) (Figura 1L) ocorreu apenas aos 150 dias. Nesse período também foram selecionadas quatro plantas representativas por unidade amostral para foto documentação (Figura 1N e 1O e Figura 2) e avaliação da biomassa seca caulinar (BSC), biomassa seca radicular (BSR) e biomassa seca total (BST) (Figura 1M). As amostras foram postas em estufa para secagem por 48 horas a 75 °C (Figura 1P) e, posteriormente, pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 gramas. A partir dos dados obtidos foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD) (1960), por meio da seguinte fórmula: $IQD = BST/(H/DC) + (BSC/BSR)$, em que: H = altura da parte caulinar (cm), DC = diâmetro do coleto (mm), BST = biomassa seca total (g), BSC = biomassa

seca caulinar (g) e BSR = biomassa seca radicular (g).

Figura 2. Fotodocumentação de mudas de *Senna macranthera* produzidas com diferentes doses de fertilizante de liberação controlada. A- Testemunha. B- Estirpe *Paraburkholderia* sp. CNPSO 3281. C- Estirpe *Paraburkholderia* sp. CNPSO 3076. D- *Azospirillum brasilense*.



Fonte: Autora, 2022.

Os experimentos foram implantados segundo delineamento inteiramente

casualizado, com arranjo fatorial 4 x 3 (4 tratamentos com BPCPs e 3 doses de FLC), com quatro repetições contendo 10 mudas por unidade experimental. As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e as variáveis que apresentaram significância estatística pela análise de variância (ANOVA) tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

A análise de variância (ANOVA) revelou interação significativa entre as BPCPs e as doses de FLC apenas para a variável altura da espécie *Senna macranthera*, sendo os melhores resultados obtidos na dose de 2 Kg m⁻³, com as estirpes *Paraburkholderia* sp. CNPSo 3281 e CNPSo 3076 (Tabela 1).

Tabela 1. Médias de altura (cm) das mudas de *Senna macranthera* em função das doses de fertilizante de liberação controlada e bactérias promotoras de crescimento.

FLC	Altura (cm) - <i>Senna macranthera</i>				Médias
	Testemunha	CNPSo 3281	CNPSo 3076	<i>A. brasilense</i>	
0 Kg m ⁻³	6,77 bA	6,70 cA	6,78 bA	6,88 bA	6,78 c
1 Kg m ⁻³	7,02 bAB	7,24 bA	6,73 bB	7,40 aA	7,09 b
2 Kg m ⁻³	7,53 aBC	8,15 aA	8,01 aAB	7,33 abC	7,76 a
Médias	7,11 A	7,36 A	7,17 A	7,20 A	

Coefficiente de Variação (FLC): 9,77% (BPCP): 7,45%

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação aos tratamentos com FLC ao longo dos períodos avaliados, verificou-se interação significativa para a variável altura. Na Tabela 2, observa-se que os valores de altura aumentaram ao longo do período experimental, exceto no tratamento de 1 kg m⁻³ entre 90 e 120 dias. De modo semelhante, as mudas responderam ao aumento das doses de FLC, com o tratamento de 2 Kg m⁻³, registrando estatisticamente as maiores médias de altura em todas as avaliações.

Tabela 2. Médias de altura das mudas de *Senna macranthera* em função das doses de fertilizante de liberação controlada.

FLC	Altura (cm) - <i>Senna macranthera</i>				dias
	60 dias	90 dias	120 dias	150 dias	

0 Kg m⁻³	5,33 aD	6,44 bC	7,14 bB	8,22 cA	6,78 c
1 Kg m⁻³	5,25 aC	6,71 abB	7,30 bB	9,12 bA	7,09 b
2 Kg m⁻³	5,47 aD	7,18 aC	8,02 aB	10,36 aA	7,76 a
Médias	5,35 D	6,77 C	7,49 B	9,23 A	

Coeficiente de Variação (FLC): 9,77% (Altura): 9,77%

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando-se os resultados dos tratamentos com BPCPs aos 150 dias de avaliação, verificou-se diferenças significativas apenas para as variáveis BSC e BST (Tabela 3). Nestas, o tratamento com a estirpe *Paraburkholderia* sp. CNPSO 3281 apresentou os menores valores, embora não estatisticamente inferior às estirpes *Paraburkholderia* sp. CNPSO 3076 e *A. brasilense*.

Tabela 3. Médias das variáveis diâmetro, coeficiente de robustez (H/D), biomassa seca caulinar (BSC), biomassa seca radicular (BSR), biomassa seca total (BST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), de mudas de *Senna macranthera* aos 150 dias de avaliação, em quatro tratamentos com bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCPs): testemunha, estirpes *Paraburkholderia* sp. CNPSO 3281 e CNPSO 3076 e *Azospirillum brasilense*.

BPCPs	Diâmetro (cm)	H/DC	BSC (g)	BSR (g)	BST (g)	IQD
Testemunha	1,53 a	4,78 a	1,35 a	0,99 a	2,34 a	0,38 a
CNPSO 3281	1,53 a	4,92 a	0,84 b	0,67 a	1,50 b	0,25 a
CNPSO 3076	1,45 a	4,84 a	1,00 ab	0,82 a	1,81 ab	0,30 a
<i>A. brasilense</i>	1,46 a	4,90 a	1,02 ab	0,81 a	1,83 ab	0,30 a
Coeficiente de variação:	21,60%	33,77%	36,96%	39,21%	36,49%	23,91%

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

Com relação aos resultados para as diferentes doses de FLC, não foram verificadas diferenças estatísticas para as variáveis BSC, BSR, BST e IQD da espécie *S. macranthera* aos 150 dias de avaliação. Apenas para a variável diâmetro, valores superiores foram observados na dose de 2 kg m⁻³ (Tabela 4). Já a relação H/DC foi maior para os tratamentos de 0 e 1 kg m⁻³.

Tabela 4. Médias das variáveis diâmetro, coeficiente de robustez (H/D), biomassa seca caulinar (BSC), biomassa seca radicular (BSR), biomassa seca total (BST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), de mudas de *Senna macranthera* aos 150 dias de avaliação, em tratamentos com fertilizante de liberação controlada: 0, 1 e 2 kg m⁻³.

FLC	Diâmetro (mm)	H/DC	BSC (g)	BSR (g)	BST (g)	IQD
-----	---------------	------	---------	---------	---------	-----

0 Kg m⁻³	1,41 b	5,12 a	0,92 a	0,84 a	1,77 a	0,29 a
1 Kg m⁻³	1,25 b	5,00 a	0,97 a	0,77 a	1,74 a	0,28 a
2 Kg m⁻³	1,81 a	4,46 b	1,25 a	0,85 a	2,10 a	0,36 a
Coeficiente de variação:	21,60%	33,77%	36,96%	39,21%	36,49%	23,91%

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

4. DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, foi possível verificar uma interação positiva, ainda que discreta, entre as estirpes *Paraburkholderia* sp. CNPSo 3281 e CNPSo 3076 e *A. brasilense* e a espécie *Senna macranthera*, a qual variou em função das doses de FLC utilizadas. Enquanto a maior dose de FLC, de 2 kg m⁻³, potencializou os resultados obtidos com as estirpes *Paraburkholderia* sp. CNPSo 3281 e CNPSo 3076, os maiores valores de crescimento para *A. brasilense* foram observados na dose de 1 kg m⁻³. Ressalta-se que, em ambos os casos as doses de FLC utilizadas nesse experimento estão abaixo do recomendado em outros trabalhos para a produção de mudas de espécies nativas (GASPARIN et al., 2015; SANTOS et al., 2020; STREMEL et al., 2021), o que pode ter refletido nos valores inferiores para altura em comparação ao obtido em outras pesquisas com *S. macranthera* (CRUZ et al., 2010; CRUZ et al., 2011). A opção por doses baixas de FLC foi feita para evitar que possíveis efeitos das BPCPs fossem mascarados, possibilitando uma melhor análise da eficiência destas.

Outras pesquisas avaliando a interação entre bactérias do gênero *Paraburkholderia* e espécies arbóreas nativas da família Fabaceae demonstram resultados positivos sobre a promoção do crescimento, além de outros processos como a solubilização de fosfato e a produção de sideróforos (SOUZA et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2021a). Tais estudos apontam para o potencial de utilização de espécies capazes de estabelecer simbiose com bactérias diazotróficas em programas de restauração ecológica, as quais são capazes de se desenvolver mesmo em solos de baixa fertilidade, suportando, muitas vezes, condições ambientais severas. Embora esses estudos investiguem o efeito promotor de *Paraburkholderia* spp. sobre espécies da antiga subfamília Mimosoideae, para a qual a nodulação por *Paraburkholderia* parece possuir correlação mais fortemente estabelecida (PIRES et al., 2018), esta subfamília recentemente foi reconhecida como uma linhagem interna da subfamília Caesalpinioideae, que constitui a mesma subfamília da espécie *S. macranthera*.

A associação de bactérias do gênero *Paraburkholderia* tem sido relatada também

para outras espécies não leguminosas, como tomate (VIO et al., 2022), cevada (GARCÍA et al., 2020), cana-de-açúcar (PAUNGFOO-LONHIENNE et al., 2016) e milho (AGUIAR, 2022), evidenciando o seu potencial para utilização tanto em culturas agrícolas, como para a restauração florestal. Neste último trabalho, a pesquisa analisou a produtividade de grãos de milho sob diferentes doses de fertilizantes de fonte mineral convencional, organomineral e de liberação lenta, associados ou não às BPCPs, sendo a maior eficiência verificada nos tratamentos em que houve a interação da nutrição mineral com as bactérias promotoras de crescimento. Da mesma forma, Paiva *et al.* (2020) constataram incremento de aproximadamente 8,9% na produtividade de grãos de milho quando tratados com inoculantes bacterianos associados à nutrição organomineral.

Com relação aos resultados para *A. brasilense*, embora muitas pesquisas já demonstrem a eficiência da utilização dessa BPCP na agricultura comercial (ZEFFA et al., 2019; VANDEIR et al., 2020), mais recentemente sua ação tem sido avaliada sobre o crescimento de espécies florestais. O potencial de *Azospirillum* sp. para promover o crescimento vegetal, segundo algumas pesquisas, tem sido associado à sua capacidade de produzir vários fitohormônios, como auxinas, giberelinas e citocininas, mas principalmente o ácido indol-3-acético (IAA) (PUENTE et al., 2018; UCEA-HERRERA et al., 2020). No entanto, para além do fato de não haver uma padronização entre as metodologias utilizadas, os resultados parecem também divergir entre as espécies, não havendo, portanto, um consenso com relação à sua recomendação para a produção de mudas arbóreas. Enquanto alguns estudos indicam um efeito positivo da inoculação de *A. brasilense* sobre o crescimento de mudas de espécies como *Peltophorum dubium* e *Leucena leucocephala* (RAMPIM et al., 2014), outros demonstram que mudas de espécies como *Lafoensia pacari*, *Mimosa flocculosa* e *Schinus terebinthifolius* não apresentam um crescimento favorecido pela sua inoculação (FELIX et al., 2021). Assim, mais estudos são necessários testando diferentes concentrações do inoculante, forma e quantidade de aplicações e período da aplicação, além disso necessita-se melhor entendimento da relação do gênero *Azospirillum* spp. com as espécies arbóreas.

Os maiores valores também obtidos, por sua vez, para a variável altura na dose de 2 kg m⁻³ ao longo do período experimental (Tabela 2) e para a variável diâmetro aos 150 dias de avaliação, evidenciam a viabilidade de protocolos de produção de mudas utilizando fertilizantes de liberação controlada. O uso de FLCs constitui uma alternativa eficiente para a produção de mudas em viveiro, pois estes reduzem ou até mesmo dispensam a necessidade de adubações ao longo do ciclo de produção, tornando-a menos dispendiosa com mão-de-obra e execução. Além disso, por nesse tipo de

fertilizante a disponibilidade dos nutrientes no substrato ocorrer de forma gradual, reduz-se a perda de nutrientes por lixiviação, o que frequentemente ocorre com fertilizantes solúveis (FIUZA JÚNIOR et al., 2013).

Para as variáveis de BSC e BST, entretanto, os menores valores obtidos para a estirpe *Paraburkholderia* sp. CNPSO 3281 em relação ao tratamento testemunha, parecem indicar um possível efeito negativo dessa estirpe sobre o desenvolvimento de mudas de *S. macranthera*, tal como foi verificado por Felix et al. (2021) para as espécies *L. pacari*, *M. flocculosa* e *S. terebinthifolius*, com relação ao *A. brasilense*. Já com relação ao coeficiente de robustez (H/DC), algumas pesquisas apontam valores inferiores a 10 como ideal para mudas de boa qualidade, devido à menor suscetibilidade dessas ao tombamento em campo e maior resistência ao estresse hídrico nas fases iniciais de desenvolvimento (GARCIA; SOUZA, 2015; GOMES et al., 2019). Embora os valores aqui encontrados não tenham sido diferentes para nenhum dos tratamentos utilizados, observa-se que todos ficaram abaixo de 10, refletindo um bom ajuste de crescimento das mudas entre a parte aérea e o sistema radicular.

Por fim, com relação aos valores de IQD, embora não tenha havido diferença significativa para nenhum dos tratamentos, a maior média obtida para a dose de 2kg m⁻³ demonstra, novamente, a eficiência do uso de FLCs para a produção de mudas de *S. macranthera*, assim como visto em pesquisas com outras espécies (STUPP et al., 2015; SMIDERLE; SOUZA, 2016; OLIVEIRA et al., 2021b).

5. CONCLUSÃO

Nas condições em que o presente trabalho foi realizado, conclui-se que, embora as estirpes *Paraburkholderia* sp. CNPSO 3281 e CNPSO 3076 e *A. brasilense* tenham apresentado uma interação positiva para a variável altura, não se verifica a mesma eficiência destas sobre o incremento das demais variáveis analisadas, não sendo possível, dessa forma, recomendar o seu uso para a obtenção de mudas de qualidade.

Recomenda-se, entretanto, que novos estudos sejam realizados, testando diferentes doses de fertilizante de liberação controlada e outras variáveis relacionadas ao modo de aplicação dos inoculantes, a fim de compreender de forma mais definitiva como essa relação

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. R. **Fertilizantes Especiais e Bactérias Promotoras do Crescimento de Plantas (BPCPs) no Crescimento e Produção de Milho**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2022.

AHEMAD, M.; KIBRET, M. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. **Journal of King Saud University - Science**, v. 26, n.1, p. 1-20, 2014.

ALMEIDA, M. R.; AUMOND, M.; COSTA, C. T. Environmental control of adventitious rooting in *Eucalyptus* and *Populus* cuttings. **Trees**, v. 31, p. 1377-1390, 2017.

BORTOLUZZI, R. L. C.; LIMA, A. G.; SOUZA, V. C.; ROSIGNOLI-OLIVEIR, L. G.; CONCEIÇÃO, A. S. **Senna in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB28201>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

BOURNAUD, C.; DE FARIA, S.M.; DOS SANTOS, J.M.F; *et al.* As espécies de *Burkholderia* são os simbiontes nodulantes mais comuns e preferidos do Grupo *Piptadenia* (Tribe Mimoseae). **PLoS ONE**, v.5, n.8, 2013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063478>

BRITO, L. P. S.; BEZERRA, T. T.; NUNES, E. M. B.; CAVALCANTE, M. Z. B.; FILHO, J. A. S. Production of *Schinopsis brasiliensis* Engler seedlings under washed coconut coir fiber and increasing doses of controlled release fertilizers. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1022–1034, 2018.

CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. D. S.; ALONSO, J. M.; ABREU, A. H. M., ARTHUR JÚNIOR, J. C.; GUSMÃO, A. V. V.; LOPES, N. F. Fertilization and containers in the seedlings production and post-planting survival of *Schizolobium parahyba*. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 4, p. 1644-1657, 2019.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação

Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 627p.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; CUNHA, A. C. M. C. M. Resposta de mudas de *Senna macranthera* (DC. EX Collad.) H.S Irwin & Barnaby (Fedegoso) cultivadas em latossolo vermelho-amarelo distrófico a macronutrientes. **Revista da Árvore**, v.34, n.1, p.13-24, 2010.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N. D.; CUNHA, A. C. M. C. M.; NEVES, J. C. L. Resposta de mudas de *Senna macranthera* cultivadas em Argissolo Vermelho-Amarelo a macronutrientes. **Ciência Florestal**, v. 21, p. 63-76, 2011.

CIPRIANI, V. B.; GARLET, J.; LIMA, B. M.; Quebra de dormência em sementes de *Chloroleucon acacioides* e *Senna macranthera*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 49-54, 2019.

DALL'AGNOL, R.F.; PLOTTEGHER, F.; SOUZA, R.C.; *et al.* *Paraburkholderia nodosa* é a principal espécie fixadora de N₂ capturada por feijoeiro comum promíscuo (*Phaseolus vulgaris* L.) no Cerradão brasileiro **FEMS Microbiol Ecol**, p.92-108, 2016
<https://doi.org/10.1093/femsec/fiw108>

FELIX, F. C.; MATOS, D. C. P.; LATOH, L. P.; MAGGIONI, R. A.; NOGUEIRA, A. C. *Azospirillum brasilense* inoculation on seed germination and initial growth of seedlings of native forest species. **Floresta**, v. 51, n. 4, p. 855-863, 2021.

FERREIRA, E. P. B.; KNUPP, A. M.; MARTIN-DIDONET, C. C. G.; Crescimento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) influenciado pela inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 655-665, 2014.

FIBACH-PALDI, S.; BURDMAN, S.; OKO, Y. Key physiological properties contributing to rhizosphere adaptation and plant growth promotion abilities of *Azospirillum brasilense*. **FEMS Microbiology Letter**, v.326, p. 99-108, 2012.

FILGUEIRA, L. N. B.; MENESES, C. H. S. G. Efeito das bactérias promotoras de crescimento de plantas na proteção contra o estresse hídrico. **BioFarm**, v. 11, p. 21-30, 2015.

FIUZA JÚNIOR, R. A.; CARRIÇO, C. S.; TELES, C. A. Prospecção tecnológica sobre fertilizantes de eficiência aprimorada. **Cadernos de Prospecção**, v. 6, n. 4, p. 480-480, 2013.

GARCÍA, S. S.; BERNABEU, P. R.; VIO, S. A.; CATTELAN, N.; GARCÍA, J. E.; PUENTE, M. L.; GALAR, M. L.; PIETRO, C. I.; LUNA, M. F. *Paraburkholderia tropica* as a plant-growth-promoting bacterium in barley: characterization of tissues colonization by culture-dependent and-independent techniques for use as an agronomic bioinput. **Plant and Soil**, v. 451, n. 1, p. 89-106, 2020.

GARCIA, É. A.; SOUZA, J. P. Avaliação da qualidade de mudas de *Schizolobium parahyba* em função de diferentes aplicações de adubo fosfatado. **Tekhne e Logos**, v. 6, n. 1, p. 51-59, 2015.

GASPARIN, E.; ARAUJO, M. M.; SALDANHA, C. W.; TOLFO, C. V. Controlled release fertilizer and container volumes in the production of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan seedlings. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, p. 473-481, 2015.

GOMES, S. H. M.; GONÇALVES, F. B.; FERREIRA, R. A.; PEREIRA, F. R. M.; RIBEIRO, M. M. D. J. Avaliação dos parâmetros morfológicos da qualidade de mudas de *Paubrasilia echinata* (pau-brasil) em viveiro florestal. **Scientia Plena**, v. 15 n. 1, p. 1-10, 2019.

GONZALEZ, E. J.; HERNANDEZ, J. P.; DE-BASHAN, L. E.; BASHAN, Y. Dry micro-polymeric inoculant of *Azospirillum brasilense* is useful for producing mesquite transplants for reforestation of degraded arid zones. **Applied Soil Ecology**, v. 129, p. 84-93, 2018.

GUIMARÃES, V. F.; BATTISTUS, A. G.; SOUZA, A. K. P.; BULEGON, L. G.; OFFEMANN, L. C.; INAGAKI, A. M. Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal: da FBN à regulação hormonal, possibilitando novas aplicações. ZAMBOM, M. A.; KUHN, O. J.; SILVA, N. L. S.; STANGARLIN, J. R.; NUNES, R. V.; FÜLBER, V. M.; EYNG, C. **Ciências agrárias: ética do cuidado, legislação e tecnologia na agropecuária**, p. 193-212, 2017.

IAPAR. Instituto *Agrônomo* do Paraná. **Cartas climáticas do Paraná**. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>. Acesso em: 13 mai.

2022.

KHAN, M. Z.; AHMED, H.; AHMED, S.; KHAN, A. KHAN, R. U.; HUSSAIN, F.; HAYAT, A.; SARWAR, S. Formulation of humic substances coated fertilizer and its use to enhance K fertilizer use efficiency for tomato under greenhouse conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v.42, p. 626-633, 2019.

KELLER, H. A; HURRELL, J. A; VANNI, R. O; DELUCCHI, G. *Senna macranthera* (Leguminosae), an ornamental species naturalized in Argentina. **Bonplandia** v. 21, p. 55-60, 2012.

LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. D. S.; ABREU, A. H. M. D.; SILVA, E. V. D.; FONSECA, A. C. D. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o biossólido como substrato. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 27-39, 2019.

MIKULA, K.; IZYDORCZYK, G.; SKRZYPCZAK, D.; MIRONIUK, M.; MOUSTAKAS, K.; WITEK-KROWIAK, A.; CHOJNACKA, K. Controlled release micronutrient fertilizers for precision agriculture – A review. **Science of The Total Environment**, v. 712, p.136365, 2020.

OLIVEIRA, I. S. R.; JESUS, E. C.; RIBEIRO, T. G.; SILVA, M. S. R. A.; TENÓRIO, J. O.; MARTINS, L. M. V.; CHAER, G. M.; FARIA, S. M. **Estirpes de Rizóbio indicadas para a inoculação de *Mimosa caesalpinifolia***. Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2021^a

MUMBACH, G.L.; KOTOWSKI, I.E.; SCHNEIDER, F.J.A.; MALLMANN, M.S.; BONFADA, E.B.; PORTELA, V.O.; BONFADA, E.V.; KAISER, D.R. Resposta da Inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de Trigo e de Milho Safrinha. **Revista Scientia Agraria**, vol.18, p.97-103, 2017.

OLIVEIRA, V. P.; MENDES, R. S.; MARTINS, W. B. R.; SANTAS, E. A.; ARAÚJO, D. G.; GAMA, A. P. Desenvolvimento e qualidade de mudas de *Parkia gigantocarpa* Ducke (Fabaceae) em função de fertilizante de liberação controlada. **Scientia Plena**, v. 17, n. 9, 2021b

PAIVA, C.A.O; MARRIEL, I.E; GOMES, E.A.; COTA, L.V.; SANTOS, F.C.; TINOCO,

S.M.S; LANA, U.G.P; OLIVEIRA, M.C.; MATTOS, B.B.; ALVES, V.M.C.; RIBEIRO, V.P.; VASCO JUNIOR, R. **Recomendação agrônômica de cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMSB2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) na cultura do milho.** Sete Lagoas: Embrapa, 2020. 19p.

PAUNGFOO-LONHIENNE, C.; LONHIENNE, T. G. A.; YEOH, Y. K.; DONOSE, B. C.; WEBB, R. I.; PARSONS, J.; LIAO, W.; SAGULENKO, E.; LAKSHMANAN, P.; HUGENHOLTZ, P.; SCHMIDT, S.; RAGAN, M.A. Crosstalk between sugarcane and a plant-growth promoting *Burkholderia* species. **Scientific Reports**, v. 6, n. 37389, p.1-14, 2016.

PAULITSCH, F. et al. Phylogenetic diversity of rhizobia nodulating native *Mimosa gymnas* grown in a South Brazilian ecotone. **Molecular Biology Reports**, v. 46, n. 1, p.529-540, 2019a.

PAULITSCH, F. et al. *Paraburkholderia quartelaensis* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from nodules of *Mimosa gymnas* in an ecotone considered as a hotspot of biodiversity in Brazil. **Archives of Microbiology**, v. 201, p.1435-1446, 2019b.

PIRES, R. C.; REIS JUNIOR, F. B.; ZILLI, J. E.; FISCHER, D.; HOFMANN, A.; JAMES, E. K.; SIMON, M. F. Soil characteristics determine the rhizobia in association with different species of *Mimosa* in central Brazil. **Plant and soil**, v. 423, n. 1, p. 411-428, 2018.

PUENTE, M. L.; GUALPA, J. L.; LOPEZ, G. A.; MOLINA, R. M.; CARLETTI, S. M.; CASSÁN, F. D. The benefits of foliar inoculation with *Azospirillum brasilense* in soybean are explained by an auxin signaling model. **Symbiosis**, v. 76, n. 1, p. 41-49, 2018.

RAMPIM, L.; KLEIN, J.; TSUTSUMI, C. Y.; MARCHIOTTI, B. G.; GUIMARÃES, V. F. Initial development of plants of *Peltophorum dubium* and *Leucaena leucocephala* inoculated with diazotrophic bacteria. **Floresta**, v. 44, n. 4, p. 597-606, 2014.

ROSSA,Ü. B.; ANGELO, A.C.; NOGUEIRA,A.C.; REISSMAN, C.B.; GROSSI,F.; RAMOS,M.R. Fertilizante de liberação lenta no Crescimento de Mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. **Floresta**, v. 41, n. 3, 2011.

ISSN 1982-4688. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v41i3.24040>.

ROSSA,Ü. B.; ANGELO, A.C.; BOGNOLA, I.A.; WESTPHALEN,D.J.; MILANI, J.E. Fertilizante de liberação lenta no Desenvolvimento de Mudanças de *Eucalyptus grandis*. **Floresta**, v. 45, n. 1, p. 85-96, 2014.

ISSN 1982-4688. <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v45i1.31224>.

ROSSA,Ü. B.; ANGELO, A.C.; WESTPHALEN,D.J.; OLIVEIRA, F.E.M.; SILVA, F.F.; ARAUJO,J.C Fertilizante de liberação lenta no Desenvolvimento de Mudanças de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. (Angico-vermelho) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira-vermelho). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n.4, p. 841-852, 2015.

SANTOS, A. R.; GONÇALVES, E. O.; GIBSON, E. L.; ARAÚJO, E. F.; CALDEIRA, M. V. W. Controlled-Release fertilizer in the growth of *Dalbergia nigra* seedlings. **Floresta**, v. 50, n. 2, p. 1203-1212, 2020.

SOUZA, M.G.; CARVALHO, F.; OLIVEIRA-LONGATTI, S.M.; BARBOSA, L.P.; MOREIRA, F.M.S. Strains of *Paraburkholderia* originated from ruprestrian fields promote the growth of *Mimosa foliolosa*. **Revista Árvore**. v.44, n.2, 2020

SOUZA, E. E.; SOUTO, F. S.; QUEIROZ, R. T.; PEREIRA, M. S.; *Senna* MILL. (Fabaceae, Caesalpinioideae) em Cachoeira dos Índios, Paraíba, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 26, p. 7-27, 2021

STREMEL, A. C. F.; LIMA, F. N.; CARMO, M. R. B.; FRAGOSO, R. O.; STUEPP, C. A. New compostable tubes for the production of high-quality seedlings of three species of *Mimosa* spp. **Bosque**, v. 42, n. 3-2021, p. 395-402, 2021.

STUPP, A. M.; NAVROSKI, M. C.; FELIPPE, D.; KNISS, D. D. C.; AMANCIO, J. C.; SILVA, M. A.; PEREIRA, M. O. Crescimento de mudas de *Mimosa scabrella* Benth em função de diferentes tamanhos de recipiente e doses de fertilizante. **Portal de Periódicos Eletrônicos da UFSM - ENFLO**, v. 3, n. 2, p. 40-47, 2015.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. G. Production and quality of *Cinnamomum zeylanicum* Blume seedlings cultivated in nutrient solution. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 3, p.104-110, 2016.

UCEA-HERRERA, J. I.; QUIROZ-VELÁSQUEZ, J. D. C.; HERNÁNDEZ-MENDOZA, J. L. Impacto de *Azospirillum brasilense*, una rizobacteria que estimula la producción del ácido indol-3-acético como el mecanismo de mejora del crecimiento de las plantas en los cultivos agrícolas. **Revista Boliviana de Química**, v. 37, n. 1, p. 34-39, 2020.

VANDEIR, F. G.; JEFERSON, K.; MARCOS, B. F.; DBORA, K. K. Promotion of rice growth and productivity as a result of seed inoculation with *Azospirillum brasilense*. **African Journal of Agricultural Research**, v. 16, n. 6, p. 765-776, 2020.

VILLA-VILA, V.; REZENDE, R.; SILVA, L. H. M.; NOCCHI, R. C. F.; ANDREAN, A. F. B.; WENNECK, G. S.; TERASSI, D. S.; PINTRO, P. T. M. Soil Microbiota on disease tolerance in plantas: A review. **Research, Society and Development**, v.10, n.8, p.1-10, 2021.

VIO, S. A.; BERNABEU, P. R.; GARCÍA, S. S.; GALAR, M. L.; LUNA, M. F. Tracking and plant growth-promoting effect of *Paraburkholderia tropica* MTo-293 applied to *Solanum lycopersicum*. **Journal of Basic Microbiology**, v. 62, n7, p. 875-886, 2022.

VIO, S. A.; GARCÍA, S. S.; CASAJUS, V.; ARANGO, J. S.; GALAR, M. L.; BERNABEU, P. R.; LUNA, M. F. *Paraburkholderia*. In: **Beneficial Microbes in Agro-Ecology**. Academic Press, 2020. p. 271-311.

ZEFFA, D. M.; PERINI, L. J.; SILVA, M. B.; SOUSA, N. V.; SCAPIM, C. A.; OLIVEIRA, A. L. M. D.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GONCALVES, L. S. A. *Azospirillum brasilense* promotes increases in growth and nitrogen use efficiency of maize genotypes. **Plos one**, v. 14, n. 4, p. e0215332, 2019.