

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ALEXSANDRO JOSÉ TETZLAFF

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DA SOJA PROPORCIONADO POR
MICROORGANISMOS INOCULADOS EM SEMENTES**

Santa Helena

2023

ALEXSANDRO JOSÉ TETZLAFF

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DA SOJA PROPORCIONADO POR
MICROORGANISMOS INOCULADOS EM SEMENTES**

**INITIAL DEVELOPMENT OF SOYBEAN PROVIDED BY
MICROORGANISMS INOCULATED IN SEEDS**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Santa Helena, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Nadia Graciele Krohn

Santa Helena

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ALEXSANDRO JOSÉ TETZLAFF

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DA SOJA PROPORCIONADO POR
MICROORGANISMOS INOCULADOS EM SEMENTES**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Santa Helena, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: Santa Helena, 29 de junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Nadia Graciele Krohn – Orientadora
UTFPR

Profa. Dra. Edicleia Aparecida Bonini e Silva
UTFPR

Profa. Dra. Cíntia Maria Teixeira Fialho
UTFPR

RESUMO

Com o avanço da importância econômica da soja, o aprimoramento de técnicas de cultivo tornou-se necessário. Para aumentar a produtividade, observou-se a necessidade da utilização de microrganismos promotores de crescimento vegetal. Esses microrganismos são capazes de induzir a produção de fitormônios promotores de crescimento. Com intuito de verificar esse potencial, o presente trabalho buscou avaliar a promoção de crescimento de plantas de soja com a inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum* e testemunha. O trabalho foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Santa Helena, nos meses de outubro e novembro de 2022. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, avaliando cinco tratamentos de sementes e duas cultivares de soja (M5947 IPRO e P96Y90 RR). As avaliações ocorreram 35 dias após a emergência. Foi avaliado a altura de planta, comprimento radicular, volume radicular, massa seca radicular, massa seca aérea e área foliar. Com os resultados, conclui-se que os microrganismos apresentam capacidade de promover o desenvolvimento inicial da planta de soja. Resultados encontrados mostraram incremento para as variáveis massa seca aérea e área foliar para os tratamentos contendo *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium* e *Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum*.

Palavras-chave: Compostos. Promotores. Crescimento vegetal.

ABSTRACT

With the increasing economic importance of soybean, its improvement of cultivation techniques became necessary. In order to increase productivity, the need to use microorganisms that promote plant growth was observed. These microorganisms are capable of inducing the production of growth-promoting phytohormones. In order to verify this potential, the present work sought to evaluate the growth promotion of soybean plants with the inoculation of seeds with *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum* and control. The work was carried out at the Federal Technological University of Paraná, in the city of Santa Helena, from October to November 2022. The experimental design was completely randomized, in a 5x2 factorial scheme, evaluating five seed treatments and two soybean cultivars (M5947 IPRO and P96Y90 RR). Evaluations took place 35 days after emergence. Plant height, root length, root volume, root dry mass, aerial dry mass and leaf area were evaluated. With the results, it's concluded that the microorganisms have the capacity to promote the initial development of the soybean plant. The results found increased for the aerial dry mass and leaf area variables for the treatments containing *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium* and *Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum*.

Keywords: Compounds. Promoters. Plant growth.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
1.1	OBJETIVO GERAL.....	8
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1	ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA SOJA.....	9
2.2	ECOFISIOLOGIA DA SOJA.....	9
2.3	QUALIDADE DE SEMENTES.....	11
2.4	TRATAMENTO QUÍMICO DE SEMENTES COM FUNGICIDAS.....	11
2.5	TRATAMENTO BIOLÓGICO DE SEMENTES COM MICRORGANISMOS.....	12
2.5.1	Bactérias do gênero <i>Bacillus</i>	13
2.5.2	Bactérias do gênero <i>Pseudomonas</i>	14
2.5.3	Fungos do gênero <i>Trichoderma</i>	15
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
5	CONCLUSÃO.....	22
	REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de alimento do mundo, atendendo a demanda nacional, e com destaque no mercado internacional como um dos principais países exportadores (BORLACHENCO; GONÇALVES, 2017; ARTUZO *et al.*, 2018).

A soja *Glycine max* (L.) Merrill, está entre as principais culturas produtoras de grãos do mundo. O Brasil é o principal produtor de soja, considerada uma *commodity*, ela detém grande influência sobre a taxa de crescimento do PIB (Produto Interno Bruto) (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018). A cultura é o principal produto exportado pelo país, dando ao Brasil a posição de maior exportador mundial do grão (AGÊNCIA FPA, 2022).

Na safra 2022/2023 o Brasil cultivou uma área de 43.561,9 milhões de hectares com a cultura, resultando em produtividade média de 3.527 kg ha⁻¹, alcançando uma produção bruta total de 153.633,0 milhões de toneladas (CONAB, 2023).

Com o avanço econômico da leguminosa, o aprimoramento do cultivo vem se tornando cada vez mais uma necessidade, como por exemplo, o uso de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas, que sejam tolerantes ao ataque de pragas e doenças são características agrônômicas buscadas com o propósito de atingir maior eficiência na produção, reduzindo os custos empregados (BACAXIXI *et al.*, 2011). Com o avanço dos estudos relacionados à cultura, observa-se um padrão, onde os maiores tetos produtivos são alcançados em áreas com equilíbrio, que apresentem grande diversidade biológica no solo, e onde os microrganismos possuem destaque (DOS SANTOS; VARAVALLO, 2011).

Os microrganismos do solo desempenham papel fundamental no sistema produtivo, participando direta ou indiretamente do desenvolvimento vegetativo. Estudo aponta que os microrganismos que se associam às raízes das plantas participam do crescimento vegetal, produzindo compostos que podem apresentar inúmeros papéis benéficos, entre eles a solubilização de nutrientes, controle de fitopatógenos e promoção do crescimento vegetal (SCHAFER, 2017).

Dentre os compostos gerados, os mais conhecidos são os fitormônios como a giberelina e a auxina, que melhoram o desenvolvimento aéreo da planta, promovendo

maior capacidade fotossintética, e o desenvolvimento radicular, promovendo maior volume de raízes, e automaticamente maior área de absorção de água e nutrientes (FREITAS; GERMIDA, 1992).

1.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho agrônômico de plantas de soja inoculadas com bactérias do gênero *Bacillus* e *Pseudomonas* e o fungo do gênero *Trichoderma*.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o potencial da bactéria *Bacillus subtilis* inoculada isoladamente na promoção de crescimento inicial da planta de soja;
- Avaliar o potencial da bactéria *Pseudomonas fluorescens* inoculada isoladamente na promoção de crescimento inicial da planta de soja;
- Avaliar o potencial das bactérias *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* associadas na inoculação e na promoção de crescimento inicial da planta de soja;
- Avaliar o potencial da bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* associada com o fungo *Trichoderma harzianum*, inoculados para a promoção de crescimento inicial da planta de soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA SOJA

A soja é uma planta pertencente à família Fabacea, gênero *Glycine*, espécie *Glycine max*. A soja cultivada *Glycine max* (L.) Merrill é originária da costa leste da Ásia (HYMOWITZ, 1970).

Os primeiros relatos do uso da soja no Brasil são de 1880 na Bahia e 1890 em São Paulo, como planta forrageira. O primeiro registro para produção de grãos foi no Rio Grande do Sul em 1914 (BONETTI, 1981).

A expansão do cultivo da soja no Brasil ocorreu a partir de 1950, impulsionada de forma indireta através de políticas públicas de incentivo à triticultura. Se priorizava o cultivo do trigo, e a soja se encaixou perfeitamente na sucessão, do ponto de vista agrônômico, otimizava o sistema produtivo por ser uma leguminosa (MEDINA, 1981).

Na década de 60, teve outra política pública de incentivo a calagem e correção de solos, que proporcionou o aumento da área plantada e da produtividade da cultura da soja (EMBRAPA, 2003).

Nos anos 80, com a introdução de cultivares melhoradas geneticamente, que possuíam período juvenil longo associado a menor estatura de planta, proporcionou a expansão da cultura para a região Centro-Oeste do Brasil (HINSON, 1989; SINCLAIR *et al.*, 2005).

Em 1997, com a publicação da Lei Nº 9.456, de Proteção de Cultivares, estimulou-se a instalação de programas de melhoramento privados, que introduziram no mercado novas cultivares. Essas novas cultivares apresentavam principalmente, menor ciclo de desenvolvimento e o sistema de grupo de maturidade relativa (GMR), para representar a duração do ciclo de desenvolvimento do cultivar em cada região. Bem como, o uso de cultivares com tipo de crescimento indeterminado e, de cultivares transgênicas com resistência a herbicidas e lagartas (ALLIPRANDINI *et al.*, 2009).

2.2 ECOFISIOLOGIA DA SOJA

A soja é uma cultura anual, herbácea, autógama, que possui características morfológicas influenciadas pelo ambiente, podendo ter ciclo precoce de 75 dias ou tardio de 200 dias, apresentando dois tipos de crescimento, conforme a cultivar, podendo ser do tipo determinado ou indeterminado (HEIFFIG *et al.*, 2006). As cultivares apresentam diferentes GMR conforme seu ciclo, variando de 5 para cultivares mais precoces cultivadas em menores latitudes, a 10 para cultivares com ciclo mais tardio cultivadas em maiores latitudes (TAGLIAPIETRA *et al.*, 2022).

O sistema radicular é composto por uma raiz pivotante e raízes secundárias, que em condições ideais podem alcançar 2 metros de profundidade (VERNETTI; GASTAL, 1979). Ao longo do ciclo a planta apresenta dois tipos de folhas, a unifoliolada com apenas um folíolo, e a trifoliolada com três folíolos. As flores podem ser da coloração branca ou roxa, e ocorrem em ráceros terminais ou axilares, e o número de flores por rácermo pode variar de 2 a 35 (CARLSON, 1973). O fruto é denominado de legume, podendo possuir de uma a cinco sementes. A cor do legume maduro varia de amarelo-palha a marrom conforme a cultivar (TAGLIAPIETRA *et al.*, 2022).

As necessidades edafoclimáticas requeridas para seu melhor desenvolvimento e produtividade mudam conforme a fase da cultura. A temperatura ideal para o seu desenvolvimento é acima de 10 °C e inferior a 40 °C. A soja é uma planta de dias curtos, portanto, fotoperíodo acima ou abaixo do fotoperíodo crítico do cultivar, retardará ou adiantará o seu florescimento. A água representa cerca de 90% da massa da planta, sendo responsável por diversos processos fisiológicos e químicos, e os períodos mais críticos afetados pela disponibilidade de água são a germinação, floração e o enchimento de grão (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

Com isso, tornando-se a caracterização dos estádios de desenvolvimento essencial para a melhor compreensão (NOGUEIRA *et al.*, 2013). A divisão do desenvolvimento da soja ocorre em duas fases, vegetativa e reprodutiva (Tabela 1).

A duração das fases é diferente para os dois tipos de crescimento. No determinado a fase vegetativa e de floração é menor, já para a indeterminado o período é maior (ROCHA *et al.*, 2017).

Tabela 1 - Descrição dos estádios fenológicos da soja.

Estádios vegetativos	Estádios reprodutivos
VE – Emergência	R1 – Início do florescimento
VC – Cotilédone	R2 – Pleno florescimento
V1 – Primeiro nó (folha unifoliolada)	R3 – Início da formação de legumes
V2 – Segundo nó (1º folha trifoliolada)	R4 – Plena formação de legumes
V3 – Terceiro nó (2º folha trifoliolada)	R5 – Início do enchimento das sementes
*	R5.1 – Granação de 10%
*	R5.2 – Granação de 11 a 25%
	R5.3 – Granação de 26 a 50%
Vn – Última folha trifoliolada	R5.4 – Granação de 51 a 75%
	R5.5 – Granação de 76 a 100%
	R6 – Grão completo
	R7 – Início da maturação
	R8 – Maturação

Fonte: FEHR; CAVINESS, 1977.

2.3 QUALIDADE DE SEMENTES

O potencial produtivo da lavoura é determinado pela qualidade da semente. A semente é que determina o sucesso ou o fracasso da produção, conjuntamente com outras práticas agrônômicas. Os atributos genéticos, fisiológicos, físicos e sanitários são os que determinam a qualidade da semente. Pode-se observar a qualidade da semente através da uniformidade da população de plantas, ausência de patógenos e pelo alto vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; SALUM *et al.*, 2008). Para proporcionar condições ideais para a semente, plântula e lavoura é feito uso de produtos fitossanitários na semente, que são divididos em fungicidas, inseticidas, nematicidas, micronutrientes, reguladores de crescimento, polímeros e pigmentos e os inoculantes a base de microrganismos (HENNING, 2022).

2.4 TRATAMENTO QUÍMICO DE SEMENTES COM FUNGICIDAS

O tratamento de sementes é essencial para obter plantas saudáveis, por meio da proteção das sementes e plântulas dos patógenos presentes no solo, e da introdução de patógenos em áreas livres dos mesmos (PEREIRA *et al.*, 2011). Essa prática pode ser feita na propriedade, ou na indústria (FRANÇA-NETO *et al.*, 2016).

Os fungicidas utilizados no tratamento de sementes são classificados como de contato ou sistêmicos. Os fungicidas de contato têm por característica formarem uma camada protetora ao redor da semente, possuindo baixo efeito residual, não sendo absorvidos pelas plântulas. Dentre esses, estão como princípios ativos captan, thiram, fludioxonil e toliifluanida. Já os fungicidas sistêmicos apresentam um efeito residual maior, por apresentarem a capacidade de serem absorvidos por meio da embebição e pelo sistema radicular, sendo assim translocados via xilema, dessa forma, protegendo a plântula por maior período, os princípios ativos carboxin, carbenzazim, tiobendazol, tiofanato-metilico, difenoconazol, ipconazol, metalaxil, piraclostrobina e fluazinan são considerados sistêmicos (ADAPAR, 2023; HENNING, 2022).

Por muito tempo os fungicidas químicos foram os únicos utilizados no tratamento de sementes com o objetivo de controle de patógenos, mas nos últimos anos o controle biológico ganhou importância, com objetivo de complementar o uso de produtos químicos como parte de manejo integrado de doenças, reduzindo o uso dos químicos (GLARE, *et al.*, 2012; VOS *et al.*, 2015).

2.5 TRATAMENTO BIOLÓGICO DE SEMENTES COM MICRORGANISMOS

Os microrganismos utilizados no tratamento de semente são classificados como promotores de crescimento de plantas, e podem apresentar dois tipos de mecanismos, um de biocontrole, que é o controle de um microrganismo patogênico por um outro microrganismo não patogênico, e outro de promoção de crescimento (RODRÍGUEZ; FRAGA, 1999; SHARMA *et al.*, 2013).

O inoculante para fixação biológica de nitrogênio é o mais utilizado no Brasil, sendo os gêneros mais utilizados *Bradyrhizobium*, *Rhizobium* e *Azospirillum*. Na cultura da soja as espécies mais utilizadas são *Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium elkanii* e *Azospirillum brasilense* (HUNGRIA *et al.*, 2007; HUNGRIA *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2021).

A utilização de inoculante solubilizador de fósforo a base das espécies *Bacillus subtilis*, *B. megaterium* e *Pseudomonas fluorescens*, proporcionam a solubilização do

fósforo, retido nas partículas do solo, e tornando-o disponível à absorção pelas raízes das plantas (OLIVEIRA-PAIVA *et al.*, 2021; GUIMARÃES; KLEIN; KLEIN, 2021).

Os fungos micorrízicos também auxiliam na absorção de fósforo. As micorrizas tem por característica o crescimento micelial que ocupa grande porção do solo, absorvendo água e nutrientes, e disponibilizando à planta, promovendo rendimentos agrônômicos satisfatórios (JOU; BESALATPOUR, 2018). As espécies presentes nos produtos comercializados no Brasil, são a *Glomus mosseae*, *Glomus aggregatum*, *Glomus intraradices*, *Glomus etunicatum*, *Rhizophagus intraradices* (ADAPAR, 2023).

Dentre os diversos microrganismos de biocontrole, estão as bactérias das espécies *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus firmus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus methylotrophicus*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus velezensis*, *Bacillus subtilis*, *Pasteuria penetrans*, *Pasteuria thornei*, *Pasteuria nishizawae*, e os fungos das espécies *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma koningiopsis*, *Trichoderma stromaticum*, *Purpureocillium lilacinum* e o *Pochonia chlamydospora* (MEYER *et al.*, 2022; ADAPAR, 2023).

2.5.1 Bactérias do gênero *Bacillus*

As bactérias do gênero *Bacillus*, são gram-positivas aeróbicas ou anaeróbicas facultativas, apresentam flagelo, possuem a capacidade de formação de endósporos, conseguindo sobreviver em condições adversas (BERGEY; JOHN, 2000; ANDERSON, 2003).

Algumas espécies dessas bactérias apresentam características da produção de compostos que promovem o crescimento da planta (auxinas, citocininas e giberelinas). As auxinas são resultantes do metabolismo dessas bactérias, que são responsáveis pelo crescimento vegetal, divisão, expansão e diferenciação de células e tecidos vegetais (TSAVKELOVA *et al.*, 2006; LAVENUS *et al.*, 2013). As citocininas promovem e participam da divisão celular das plantas. As giberelinas estimulam o desenvolvimento do sistema radicular (GLICK, 2014; WONG *et al.*, 2015).

As espécies *B. subtilis* e *B. megaterium* apresentam a capacidade de solubilizar o fósforo retido no solo, produzindo ácidos orgânicos, enzimas fosfatase e fitase,

substâncias capazes de romper a ligação química do fósforo com a partícula de solo, disponibilizando para a absorção da planta (ABREU *et al.*, 2017).

Diversas espécies de *Bacillus* são capazes de controlar fitopatógenos, produzindo antibióticos que degradam a parede celular, levando a morte (BALLEZZA; ALESSANDRINI; GARCÍA, 2019). Estudo realizado na cultura da soja com a bactéria *B. amyloliquefaciens* e o *B. subtilis* demonstraram eficiência no controle do patógeno *Phytophthora sojae*, por meio da inibição do crescimento micelial, germinação e locomoção dos zoósporos, atingindo eficiência no controle acima de 60% (LIU *et al.*, 2019).

2.5.2 Bactérias do gênero *Pseudomonas*

As bactérias do gênero *Pseudomonas*, são gram-negativas aeróbicas, apresentam flagelo, não possuem a capacidade de formação de endósporos (SANTOS *et al.*, 2018; MENDONÇA *et al.*, 2020).

As bactérias *Pseudomonas* promovem o desenvolvimento radicular por meio da indução da produção do fitormônio citocinina (GLICK, 2014; WONG *et al.*, 2015). A espécie *Pseudomonas fluorescens* se destaca na promoção de crescimento devido à grande capacidade de solubilizar fosfatos, produzindo ácidos orgânicos, que atuam no pH do solo, e na fosfatases, enzimas hidrolases que rompem a ligações éster, liberando o fósforo para absorção pelas raízes das plantas (ZHANG *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2018).

Bactérias pertencentes ao gênero *Pseudomonas* apresentam importância no controle biológico de fitopatógenos, através da produção de 2,4-diacetilfloroglucinol, um antibiótico que atua na degradação da parede celular de fungos, extravasando seu conteúdo citoplasmático (SANTOS *et al.*, 2010). Trabalho realizado com a bactéria *P. fluorescens* demonstrou sua capacidade antifúngica no controle da *Macrophomina phaseolina*, patógeno bastante agressivo na cultura da soja (CASTALDI *et al.*, 2021).

2.5.3 Fungos do gênero *Trichoderma*

A influência do gênero *Trichoderma* sobre o desenvolvimento das plantas é amplo, incluindo efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência de plântulas, crescimento e produtividade. Apresenta a capacidade de solubilizar fósforo, e induzir a produção do fitormônio auxina (OLIVEIRA *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; CHAGAS *et al.*, 2016). Produz um precursor do fitormônio ácido abscísico, que tem a capacidade de controlar a abertura estomática, sendo capaz de regular a perda de água pela planta (CONTRERAS-CORNEJO *et al.*, 2016).

Além de apresentar os benefícios acima citados, espécies do gênero *Trichoderma* são amplamente utilizadas no controle de fitopatógenos. Apresentam a capacidade do micoparasitismo, antibiose, competição pela rizosfera e a indução de resistência das plantas em parte aérea (HOWELL, 2003; PIMENTEL, 2020). Estudos realizados com *Trichoderma* demonstraram a sua capacidade de controlar fitopatógenos da soja, como o *Fusarium virguliforme*, *Sclerotinia sclerotiorum* bem como no controle de fitonematoides, como o *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* sp. (PIMENTEL, 2020; MAYER, *et al.*, 2022; DIAS-ARIEIRA, *et al.*, 2022).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Santa Helena, em casa de vegetação, no período de outubro a novembro de 2022. Avaliaram-se duas cultivares de soja (P96Y90 RR e M5947 IPRO), e cinco tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos realizados nas sementes se soja das cultivares P96Y90 RR e M5947 IPRO.

	Tratamentos	Produto comercial	Dose
T1	testemunha	-	-
T2	<i>Bacillus subtilis</i> UFV 3918	Meli-x Turbo	2 mL kg ⁻¹
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i> ATCC 13525	HoberPhos	2 mL kg ⁻¹
T4	<i>Bacillus subtilis</i> B2084 + <i>Bacillus megaterium</i> B119	BiomaPhos	2 mL kg ⁻¹
T5	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CCT 7600 + <i>Trichoderma harzianum</i> CCT 7589	StimuControl + NemaControl	2 mL kg ⁻¹ + 2 mL kg ⁻¹

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2x5, com três repetições.

As sementes possuíam tratamento industrial com fungicida químico tiofanato-metilico (45 g 100 kg⁻¹) + piraclostrobina (5 g 100 kg⁻¹) e ipconazol (2 g 100 kg⁻¹) + thiram (70 g 100 kg⁻¹), para as cultivares M5947 IPRO e P96Y90 RR, respectivamente.

Em cada tratamento foram utilizados dois quilogramas de sementes. A aplicação dos microrganismos nas doses recomendadas e com volume de calda de 600 mL 100 kg⁻¹ de sementes ocorreu em sacos plásticos com agitação vigorosa até a uniformização do tratamento. Após cada tratamento, as sementes permaneceram em temperatura ambiente, por aproximadamente uma hora, para promover a secagem e a posterior semeadura.

As sementes foram semeadas em copos plásticos de 770 mL preenchidos com substrato Tropstrato HT[®]. Em cada copo foi depositado uma semente. Os copos foram mantidos na casa de vegetação, onde foram organizados de forma aleatória. A irrigação

foi realizada com auxílio de um irrigador manual, sendo irrigado a cada dia, mantendo a umidade limite do substrato, atividade efetuada até um dia antes da avaliação.

As avaliações ocorreram 35 dias após a emergência (DAE). As plantas foram cuidadosamente retiradas dos copos plásticos para quantificar a estatura de planta e o comprimento radicular, que foram medidos com auxílio de uma trena. A estatura de planta foi avaliada da coroa até o meristema da parte aérea (cm), enquanto o comprimento foi avaliado da coroa até a ponta da raiz (cm).

Em seguida, foi aferido o volume radicular com auxílio de uma proveta de 100 mL, contendo 30 mL de água, em seguida as raízes foram inseridas na proveta até a água atingir o nível da coroa, e assim a posterior leitura, realizando o cálculo da diferença entre o volume final e o inicial, se obteve o volume radicular (mL). Em seguida, as plantas foram separadas em parte aérea e raiz, cortando-as com tesoura. As folhas de cada planta foram cuidadosamente destacadas e fotos foram tiradas para obter a área foliar (cm²) usando o software QUANT[®] (VALE; FERNANDES-FILHO; LIBERATO, 2003).

As raízes e a parte aérea (folhas e hastes) de cada planta foram colocadas em diferentes sacos de papel e secos em estufa a 65°C até atingirem massa constante. Na sequência, determinou-se a massa seca radicular (g) e a massa seca da parte aérea (g).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as medias dos tratamentos foram comparadas com o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O fator tratamento não foi significativo para nenhuma das variáveis analisadas (altura, comprimento radicular, volume radicular, massa seca aérea, massa seca radicular e área foliar) (Tabela 3). Já o fator cultivar apresentou significância apenas para área foliar. Contudo, a interação dos fatores cultivar e tratamento apresentaram significância para massa seca aérea e área foliar.

Tabela 3 - Análise de variância dos resultados obtidos na avaliação realizada 35 dias após a emergência de sementes de soja inoculadas com microrganismos promotores de crescimento.

	Altura	Comprimento radicular	Volume radicular	Massa seca aérea	Massa seca radicular	Área foliar
FV	Fc					
Cultivar (C)	3,969 ^{ns}	1,292 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,334 ^{ns}	0,005 ^{ns}	7,024 ^{**}
Tratamento (T)	0,814 ^{ns}	1,764 ^{ns}	0,784 ^{ns}	0,487 ^{ns}	0,176 ^{ns}	0,174 ^{ns}
C x T	1,386 ^{ns}	0,248 ^{ns}	1,041 ^{ns}	2,813 [*]	0,842 ^{ns}	4,362 ^{**}
C.V. (%)	28,41	16,83	26,84	24,87	20,66	16,91

FV: fonte de variação; C.V.: coeficiente de variação; Fc: F calculado; ns: não significativo; * ou **: significativo a 5 ou a 1% de probabilidade de erro.

Não houve diferença visual (Figura 1), e estatística entre os tratamentos dentro de cada cultivar avaliada (Tabela 4 e 5). Isso pode ser explicado pelo fato de que o experimento foi conduzido em condições ideais, em condições de campo, quando as plantas estão expostas a condições estressantes, tanto abióticas como bióticas, o uso dos tratamentos pode contribuir para minimizar tais efeitos.

Houve diferença entre as cultivares nas variáveis massa seca aérea e área foliar para os tratamentos T3, T4 e T5 (Tabela 4). O cultivar que se destacou foi o M5947 IPRO, apresentando incremento nos três tratamentos, para o T3 (*Pseudomonas fluorescens*) o incremento foi de 46,5% na variável área foliar, já o T4 (*Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*) o incremento na área foliar foi de 39,4%, e o T5 (*Bacillus amylofisquefaciens* + *Trichoderma harzianum*) proporcionou incremento de 51,1 % para área foliar e de 103,2% para massa seca aérea.

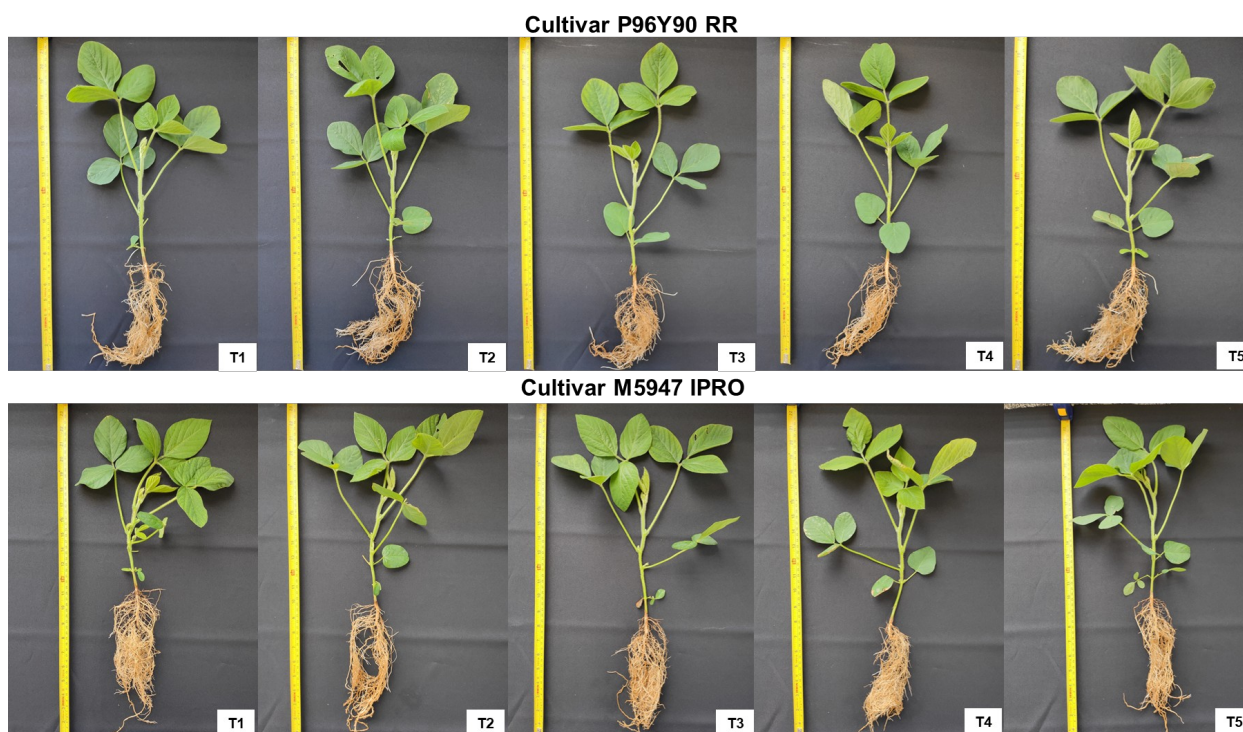


Figura 1. Avaliação realizada 35 dias após a emergência de sementes de soja (cultivares P96Y90 RR e M5947 IPRO) inoculadas com microrganismos promotores de crescimento.

Tabela 4 - Avaliação realizada 35 dias após a emergência, resultados das variáveis massa seca aérea (g) e área foliar (cm²).

Tratamento	Massa seca aérea (g)		Área foliar (cm ²)	
	Cultivar		Cultivar	
	P96Y90 RR	M5947 IPRO	P96Y90 RR	M5947 IPRO
T1	1,66 Aa	1,39 Aa	290,56 Aa	227,76 Aa
T2	1,91 Aa	1,52 Aa	267,04 Aa	258,11 Aa
T3	1,54 Aa	1,52 Aa	211,71 Ab	310,20 Aa
T4	1,64 Aa	1,51 Aa	209,91 Ab	292,63 Aa
T5	0,93 Ab	1,89 Aa	195,23 Ab	295,08 Aa

Números seguidos da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. T1: testemunha; T2: *Bacillus subtilis* UFV 3918 (Meli-x Turbo, 2 mL kg⁻¹); T3: *Pseudomonas fluorescens* ATCC 13525 (HoberPhos, 2 mL kg⁻¹); T4: *Bacillus subtilis* B2084 + *Bacillus megaterium* B119) (BiomaPhos, 2 mL kg⁻¹); T5: *Bacillus amyloliquefaciens* 7600 + *Trichoderma harzianum* CCT 7589 (StimuControl, 2 mL kg⁻¹ + NemaControl, 2 mL kg⁻¹).

Tabela 5 - Avaliação realizada 35 dias após a emergência, resultados das variáveis altura (cm), comprimento radicular (cm), volume radicular (mL) e massa seca radicular (g).

Tratamento	Altura (cm)		Comprimento radicular (cm)		Volume radicular (mL)		Massa seca radicular (g)	
	Cultivar		Cultivar		Cultivar		Cultivar	
	P96Y90 RR	M5947 IPRO	P96Y90 RR	M5947 IPRO	P96Y90 RR	M5947 IPRO	P96Y90 RR	M5947 IPRO
T1	18,17	16,17	26,33	28,67	6,67	8,67	0,61	0,55
T2	17,00	19,83	25,67	27,00	7,00	5,00	0,66	0,53
T3	19,00	20,00	24,67	27,67	6,33	6,67	0,62	0,63
T4	16,50	28,00	21,00	23,83	6,67	6,00	0,59	0,68
T5	14,67	21,00	27,67	30,00	6,67	7,33	0,56	0,65

T1: testemunha; T2: *Bacillus subtilis* UFV 3918 (Meli-X Turbo, 2 mL kg⁻¹); T3: *Pseudomonas fluorescens* ATCC 13525 (HoberPhos, 2 ml kg⁻¹); T4: *Bacillus subtilis* B2084 + *Bacillus megaterium* B119) (BiomaPhos, 2 mL kg⁻¹); T5: *Bacillus amyloliquefaciens* 7600 + *Trichoderma harzianum* CCT 7589 (StimuControl, 2 mL kg⁻¹ + NemaControl, 2 mL kg⁻¹).

Por não ter ocorrido diferença nas variáveis analisadas correspondentes ao sistema radicular, pode ter sido pelo fato de que as plantas foram conduzidas em copos contendo substrato e umidade ideal para o seu desenvolvimento, sendo assim, não havendo necessidade de desenvolver de forma mais robusta o as raízes. Em condições que a planta sofra algum estresse, principalmente por falta de água, seu sistema radicular tem por característica se tornar mais robusto. Possivelmente se as plantas do experimento tivessem passado por limitação de água o seu sistema radicular teria se desenvolvido de forma mais robusta, podendo assim ter apresentado diferença entre os tratamentos.

Os tratamentos T4 e T5 que continha bactérias do gênero *Bacillus*, proporcionaram um aumento de duas variáveis da parte aérea, que foram a massa seca aérea e a área foliar. Resultado obtido vai de encontro à literatura, onde dados mostram um aporte na massa seca aérea de 30%, quando utilizado inoculante a base de *Bacillus* em sementes de soja (CHAGAS JUNIOR *et al.*, 2021). Essa capacidade de estimular o crescimento vegetativo em parte aérea tem sido corroborada por estudo realizado com plantas de eucalipto, onde foi verificado aumento expressivo na altura das plantas (RAASCH *et al.*, 2013).

O tratamento T3 que continha a bactéria *Pseudomonas fluorescens*, apresentou aumento para a variável área foliar, indo de encontro a trabalho desenvolvido com essa

bactéria, onde resultados mostram aporte de 26% na altura de planta e de 42% na massa seca aérea (DOS SANTOS, 2022).

Para o tratamento T5 que continha *Bacillus amyloliquefaciens* + *Trichoderma harzianum*, houve aporte em todas as variáveis avaliadas, colaborando com dados obtidos em trabalhos com o microrganismo na cultura da soja, onde o *Trichoderma* sp. proporcionou maior massa seca aérea (51%) e maior massa seca radicular (22%) (CHAGAS *et al.*, 2017). Desempenho parecido foi encontrado em outro trabalho na maior massa seca radicular (MILANESI, 2013).

O melhor desempenho do cultivar M5947 IPRO em relação ao cultivar P96Y90 RR para os tratamentos T3, T4 e T5%, além da promoção de crescimento que os microrganismos proporcionam, essa diferença também pode ter causa genética, bem como do tratamento químico industrial com fungicidas sistêmicos tiofanato-metilico e piraclostrobina que as sementes do cultivar M5947 IPRO continham, já as sementes do cultivar P96Y90 RR continham tratamento químico industrial com o fungicida sistêmico ipconazol e o fungicida de contato thiram.

Como a diferença entre as cultivares pode ter sido favorecida pelo tratamento químico com fungicidas, com a busca na literatura foi possível encontrar informações que vão de encontro com o resultado encontrado no presente trabalho, dados mostram que o princípio ativo piraclostrobina apresenta capacidade de melhorar parâmetros fisiológicos da soja, promovendo o melhor desenvolvimento radicular e aéreo da planta (BALARDIN *et al.*, 2011; CAIXETA, 2017). Em contrapartida o tratamento químico com o fungicida thiram possui maior agressividade aos microrganismos, podendo ter causado a inviabilidade de parte do inoculante.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos no estudo, pode-se concluir que houve incrementos positivos relacionados às variáveis massa seca aérea e área foliar, mostrando que os microrganismos *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus amyloliquefaciens*, e *Trichoderma harzianum* podem atuar na promoção do desenvolvimento inicial da parte aérea da planta de soja.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. S. de. Maize endophytic bacteria as mineral phosphate solubilizers.

Genetics and Molecular Research, v. 16, n. 1, p. 1-13, 2017.

ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Agrotóxicos no Paraná**. 2019.

Disponível em: <http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>. Acesso em: 21 maio. 2023.

AGÊNCIA FPA. **Entenda como o Brasil se tornou o maior produtor e exportador de soja do mundo**. 2022. Disponível em:

<https://agencia.fpagropecuaria.org.br/2022/09/15/entenda-como-o-brasil-se-tornou-o-maior-produtor-e-exportador-de-soja-do-mundo/>. Acessado em: 25 maio. 2023.

ALLIPRANDINI, L. F. *et al.* Understanding soybean maturity groups in Brazil:

Environment, cultivar classification, and stability. **Embrapa Trigo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2009.

ANDERSON, T. H. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality.

Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 98, n. 1, p. 285-293, 2003.

ARTUZO, F. D. *et al.* Gestão de custos na produção de milho e soja. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 20, n. 2, p. 273-294, 2018.

BACAXIXI, P., *et al.* A soja e seu desenvolvimento no melhoramento genético. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça-SP, Ano X, n. 20, 2011.

BALARDIN, R. S. *et al.* Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, v.41, p.1120-1126, 2011.

BALLEZA, D., ALESSANDRINI, A., GARCÍA, M. J. B. Role of Lipid Composition, Physicochemical Interactions, and Membrane Mechanics in the Molecular Actions of Microbial Cyclic Lipopeptides, **The Journal of Membrane Biology**. v. 252, p. 131-157, 2019. DOI: 10.1007/s00232-019-00067-4

BERGEY, D. H.; JOHN G. HOLT. Bergey's manual of determinative bacteriology. 9. ed. **Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins**, 2000.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo. *In*: MIYASAKA, S.; MEDINA J.C. (ed.) **A soja no Brasil**. ITAL, p. 1-6, 1981.

BORLACHENCO, N. G. C.; GONÇALVES, A. B. Expansão agrícola: elaboração de indicadores de sustentabilidade nas cadeias produtivas de Mato Grosso do Sul. **Interações** (Campo Grande), v. 18, p. 119-128, 2017.

CAIXETA, C. P. **Armazenamento de sementes tratadas com fungicidas no desempenho da cultura da soja**. Tese (Doutorado em Agronomia). Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO. 2017. 46 p.

CARLSON, J. B. Morphology. *In*: CALDEWELL, B. E. (ed.). Soybean: production, improvement and uses. Madison: **American Society of Agronomy**. p. 17-95, 1973.

CARVALHO, N. M; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CASTALDI, S. *et al.* *Pseudomonas fluorescens* Showing Antifungal Activity against *Macrophomina phaseolina*, a Severe Pathogenic Fungus of Soybean, Produces Phenazine as the Main Active Metabolite. **Biomolecules**. v. 11, n. 11, p. 1728, 2021. DOI: 10.3390/biom11111728

CHAGAS, L. F. B. *et al.* Efficiency of *Trichoderma* spp. as a growth promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole acetic acid synthesis. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 437-445, 2016.

CHAGAS, L. F. B. *et al.* *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, MS. v. 4, n. 3, p. 97-102, 2017.

CHAGAS JUNIOR, A. F. *et al.* *Bacillus* sp. COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO EM SOJA. **Revista de Ciências Agrárias**, 2021.

CONAB - **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, safra 2022/23, n. 7, abril 2023.

CONTRERAS-CORNEJO, H. A. *et al.* Ecological functions of *Trichoderma* spp. and their secondary metabolites in the rhizosphere: interactions with plants, **FEMS Microbiology Ecology**, v. 92, 2016. DOI: 10.1093/femsec/fiw036

FREITAS, J. R de.; GERMIDA, J. J. Growth promotion of winter wheat by fluorescent pseudomonads under field conditions. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 24, n. 11, p. 1137-1146, 1992.

DIAS-ARIEIRA, C. R. *et al.* MANEJO BIOLÓGICO DE NEMATÓIDES. BIOINSUMOS NA CULTURA DA SOJA. **Embrapa**, cap. 20, 2022.

DOS SANTOS, J. C. **Ação de *pseudomonas fluorescens* sobre fungos de solo e como promotora de crescimento com a associação de *Azospirillum brasilense* em plantas de soja**. TCC (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, 2022. 51 p.

DOS SANTOS, T. T.; VARAVALLO, M. A. Aplicação de microrganismos

endofíticos na agricultura e na produção de substâncias de interesse econômico.

Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, v. 32, n. 2, p. 199-212, 2011.

EMBRAPA, SOJA. Tecnologias de produção de soja-Região Central do Brasil - 2001/2002. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2003.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. **Embrapa Soja**, p. 48, 2007.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; VORST, J. J. Response of Indeterminate and Determinate Soybean Cultivars to Defoliation and Half-plant Cut-off 1. **Crop Science**, v. 17, n. 6, p. 913-917, nov. 1977. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1977.0011183X001700060024x>. Acesso em: 20 maio. 2023.

FRANÇA-NETO, J. de B. *et al.* **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016, 82 p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

GAZZONI, D. L.; DALL'AGNOL, A. A saga da soja: de 1050 aC a 2050 dC. **Embrapa Soja-Livro científico (ALICE)**, 2018.

GLARE, T. *et al.* Have biopesticides come of age?. **Trends in biotechnology**, v. 30, n. 5, p. 250-258, 2012.

GLICK, B. R. Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the world. **Microbiological research**, v. 169, n. 1, p. 30-39, 2014.

GUIMARÃES, F. V.; KLEIN, J.; KLEIN, K. D. Promoção de crescimento e solubilização de fosfato na cultura da soja: coinoculação de sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e *Pseudomonas fluorescens*. **Research, society and Development**, v. 10, n. 11, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.20078.

HEIFFIG, L. S. *et al.* Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052006000200010&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 20 maio. 2023

HENNING, A. A. **Novos conceitos para o tratamento industrial de sementes**. 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jk7nQ2UxyJY&t=1731s>. Acesso em: 20 maio. 2023.

HINSON, K. The use of long juvenile trait in cultivar development. *In. Conferência Mundial de Investigación en Soja*, 4. Buenos Aires, Argentina. Actas. A. J Pascale (ed.) p. 983-987, 1989.

HOWELL, C. R. Mechanisms Employed by *Trichoderma* Species in the Biological Control of Plant Diseases: The History and Evolution of Current Concepts. **Plant Disease**, v. 87, p. 4-10, 2003. DOI: 10.1094/PDIS.2003.87.1.4

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A Importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Soybean seed coinoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. **American Journal of Plant Science**, v. 6, p. 811-817, 2015. DOI: 10.4236/ajps.2015.66087

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**, v. 24, n. 4, p. 408-421, 1970.

JOU, M. H.; BESALATPOUR, A. A. Interactive effects of co-inoculation of Bradyrhizobium japonicum strains and mycorrhiza species on soybean growth and nutrient contents in plant. **Journal of Plant Nutrition**, v.41, n.1, p.10-18, 2018

LAVENUS, J. *et al.* Lateral root development *in Arabidopsis*: fifty shades of auxin. **Trends in plant science**, v. 18, n. 8, p. 450-458, 2013.

LIU, D. *et al.* Biocontrol and Action Mechanism of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Bacillus subtilis* in Soybean *Phytophthora Blight*. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 12, p. 2908, 2019. DOI: 10.3390/ijms20122908

MEYER, M. *et al.* Experimentos cooperativos de controle biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* na cultura da soja: resultados sumarizados da safra 2021/2022. **Embrapa Soja**, 2022.

MEDINA, J. C. Introdução e Evolução da Soja no Brasil: Primeiras Notícias da Soja no Brasil. *In* MIYASAKA, JC; MEDINA, JC A Soja no Brasil. **Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos**, p. 17-24, 1981.

MENDONÇA, J. J. *et al.* Diversidade, mecanismos de atuação e potencial agrícola de bactérias promotoras de crescimento de plantas, usando milho como cultura exemplo. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 25, n. 2, 2020.

MEYER, M. C. *et al.* Bioinsumos na cultura da soja. **Embrapa Soja**, 2022.

MILANESI, P. M. Biocontrole de *Fusarium spp.* com *Trichoderma spp.* e promoção de crescimento em plântulas de soja, **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, p. 347-356, 2013.

NOGUEIRA, A. P. O. *et al.* Estádios de desenvolvimentos. *In*: SEDIYAMA, T. (ed).

Tecnologia de produção de sementes de soja. Londrina, PR; Editora Mecenias, p. 15-44, 2013.

OLIVEIRA-PAIVA, C. A. *et al.* Inoculante à base de bactérias solubilizadoras de fosfato nas culturas do milho e da soja (BiomaPhos®): dúvidas frequentes e boas práticas de inoculação: **Comunicado Técnico, 252.** Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2021.

OLIVEIRA, A. G. *et al.* Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal**, v. 7, n. 3, p. 149-155, 2012.

PEREIRA, C. E. *et al.* Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.1, p.158-164, 2011.

PIMENTEL, M. F. *Trichoderma* isolates inhibit *Fusarium virguliforme* growth, reduce root rot, and induce defense-related genes on soybean seedlings. **Plant Dis.** v. 104, 1949-1959, 2020. DOI: 10.1094/PDIS-08-19-1676-RE

RAASCH, L. D. *et al.* *Bacillus subtilis*: enraizamento e crescimento de mini estacas de eucalipto em Sinop, norte de Mato Grosso, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, p. 1446-1457, 2013.

ROCHA, T. S. M. *et al.* Performace of soybean in hydromorphic and nonhydromorphic soil under irrigated or rainfed conditions. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, [S.l.], v. 52, n. 5, p. 293-302, 2017.

RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology Advances**, v. 17, n. 4/5, p. 319-339, 1999. DOI: 10.1016/s0734-9750(99)00014-2.

SALUM, J. D.; ZUCARELI, C.; GAZOLA, E.; NAKAGAWA, J. Características químicas e fisiológicas de sementes de feijão em função do teor de fósforo na semente e doses de fósforo no solo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.30, n.1, p.140-149, 2008.

SANTOS, M. S.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Outstanding impact of *Azospirillum* brasilense strains Ab-V5 and Ab-V6 on the Brazilian agriculture: Lessons that farmers are receptive to adopt new microbial inoculants. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, e.0200128, 2021. DOI: 10.36783/18069657rbcS20200128

SANTOS, M. L. D. *et al.* Benefits associated with the interaction of endophytic bacteria and plants. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 61, 2018.

SANTOS, P. J. C. *et al.* **Utilização de *Pseudomonas fluorescens* no controle biológico de *Macrophomina phaseolina***, Embrapa Soja, 2010.

SCHAFER, E. L. **Avaliação de microrganismos promotores de crescimento e proteção na cultura soja (*Glycine max*)**. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2017.

SILVA, J. C. *et al.* Rice sheath blight biocontrol and growth promotion by *Trichoderma* isolates from the Amazon. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém-PA, v. 55, n. 4, p. 243-250, 2012.

SINCLAIR, T. R. *et al.* Comparison of vegetative development in soybean cultivars for low-latitude environments. **Field Crops Research**, v. 92, n. 1, p.53-59, 2005.

SHARMA, S. B.; SAYYED, R. Z.; TRIVEDI, M. H.; GOBI, T. A. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. **SpringerPlus**, v. 2, article 587, 2013. DOI: 10.1186/2193-1801-2-587

TAGLIAPIETRA, E. L. *et al.* **Ecofisiologia da Soja: Visando Altas Produtividades**. Santa Maria, 2. ed. p. 432, 2022.

TSAVKELOVA, E. A.; KLIMOVA, S. Y.; CHERDYNTSEVA, T. A.; NETRUSOV, A. I. Microbial producers of plant growth stimulators and their practical use: a review. **Applied Biochemistry and Microbiology**, v. 42, n. 2, p. 117-126, 2006

VALE, F. X. R.; FERNANDES-FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R. A software plant disease severity assessment. *In: International congress of plant pathology*, 8. Christchurch, Nova Zelândia: Anais, 2003. p. 105.

VERNETTI, F. d. J.; GASTAL, M. F. d. C. **Descrição botânica da soja**. [S.l.]: Embrapa, 1979.

VOS, C. M. F. *et al.* The toolbox of *Trichoderma* spp. in the biocontrol of *Botrytis cinerea* disease. **Molecular Plant Pathology**, v. 16, n. 4, p. 400-412, 2015.

WONG, W. S.; TAN, S. N.; GE, L.; CHEN, X.; YONG, J. W. H. The Importance of Phytohormones and Microbes in Biofertilizers. *In: Bacterial Metabolites in Sustainable Agroecosystem*. Sustainable Development and Biodiversity. [S.l.] Springer, Cham, p. 105-158, 2015.

ZHANG, G. *et al.* Effects of the inoculations using bacteria producing ACC deaminase on ethylene metabolism and growth of wheat grown under different soil water contents. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 125, p. 178-184, 2017.