

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL CAMPUS DE CERRO LARGO CURSO DE AGRONOMIA

MAICOL DE MATTOS

PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE SOJA A PARTIR DA INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM MICRORGANISMOS NÃO NODULADORES

CERRO LARGO

MAICOL DE MATTOS

PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE SOJA A PARTIR DA INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM MICRORGANISMOS NÃO NODULADORES

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de bacharel em agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Juliane Ludwig

Co-orientador: Profo. Dr.º Sidinei Zwick Radons

CERRO LARGO

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Mattos, Maicol de
Promoção do crescimento de soja a partir da
inoculação de sementes com microrganismos não
noduladores/ Maicol de Mattos. -- 2017.
48 f.:il.

Orientadora: Juliane Ludwig. Co-orientador: Sidinei Zwick Radons. Trabalho de conclusão de curso (graduação) -Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia , Cerro Largo, RS, 2017.

PGPR. 2. Azospirillum brasilense. 3. Bacillus spp.
 Trichoderma asperellum. I. Ludwig, Juliane, orient.
 Radons, Sidinei Zwick, co-orient. III. Universidade
 Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MAICOL DE MATTOS

PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE SOJA A PARTIR DA INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM MICRORGANISMOS NÃO NODULADORES

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Juliane Ludwig

Co-orientador: Profo. Dr.º Sidinei Zwick Radons

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

27/11/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Juliane Ludwig - UFFS

Profo. Dro. Daniel Joner Daroit - UFFS

Eng. Agron. Bruna Rohrig - UFPel

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, pela saúde e energia, me fortalecendo nos momentos de dificuldades da minha vida e permitindo que eu chegasse até esse momento.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, Jaime de Mattos e Araci de Mattos, ao meu irmão Mateus de Mattos e a minha irmã Maiara de Mattos, que demonstram a cada dia que a honestidade, humildade e o amor são os principais valores de crescimento pessoal e profissional, pessoas admiráveis, com exemplo de caráter que me incentivaram e apoiaram durante os momentos difíceis e de incertezas.

A orientadora, prof.ª. Dr.ª Juliane Ludwig, por toda atenção, confiança, apoio e amizade durante os anos de graduação, sendo exemplo de profissional batalhadora por seus objetivos. Agradeço ainda, ao Co-orientador Prof.º Dr.º Sidinei Zwick Radons pelos conselhos e auxílios durante toda trajetória acadêmica, em especial no desenvolvimento do trabalho de conclusão do curso, meu Muito Obrigado.

Aos meus verdadeiros amigos e colegas por toda ajuda, companheirismo e comprometimento durante a condução do trabalho e em outros projetos que éramos envolvidos.

A minha namorada Huana Taína Lino Damian pela paciência, compreensão, pelo amor e carinho, por estar sempre ao meu lado me tonando uma pessoa melhor e por aparecer e fazer parte de minha vida, agora e futuramente.

Aos professores e técnicos da universidade que me incentivaram na busca de novos conhecimentos, troca de informações e todos os ensinamentos repassados durante essa trajetória.

Enfim, agradeço a todos aqueles que me ajudaram direta ou indiretamente na minha formação e na conclusão deste trabalho.

RESUMO

Os microrganismos promotores de crescimento atuam diretamente promovendo o crescimento das plantas ou indiretamente como agentes de controle biológico de fitopatógenos. Os benefícios decorrentes da utilização desses agentes em estudos demonstram a grande potencialidade agronômica e seus efeitos positivos na mudança da fisiologia e morfologia dos vegetais, refletindo em aumentos na produtividade. Com o intuito de verificar esses potenciais, o presente trabalho buscou avaliar a eficiência da germinação e a promoção do crescimento de plantas de soja através da inoculação de sementes com Azospirillum brasilense, Trichoderma asperellum, Bacillus spp., e suas combinações, Azospirillum brasilense + Trichoderma asperellum, Azospirillum brasilense + Bacillus spp., Trichoderma asperellum + Bacillus spp. e testemunha. O experimento foi conduzido entre os meses de novembro de 2016 a abril de 2017 na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Cerro Largo/RS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 tratamentos. Cada parcela foi elaborada com 5 metros de comprimento por 3 de largura, obtendo a dimensão de 15 m². Foram realizadas avaliações dos caracteres agronômicos durante o desenvolvimento da cultura como o índice de velocidade de emergência (IVE), altura média das plantas, diâmetro do caule, distância dos entrenós e quantidade de nós produtivos em cada planta e altura de inserção da primeira vagem. Também foi mensurado o número de vagens, o número de grãos por vagem e por planta de soja e dados relacionados a produtividade como o peso de mil grãos e produção em kg ha -1. Foi possível concluir que a inoculação com microrganismos nas sementes de soja estimularam a produção de grãos, especialmente a bactéria Bacillus spp., que mostrou a maior eficiência nas variáveis analisadas, mas principalmente uma maior produtividade quando comparada as outras inoculações. Entretanto, algumas variáveis agronômicas não mostraram diferença entre os tratamentos por possuírem grande relação com as características genéticas das plantas, como o diâmetro de caule e o número de grãos por vagens das plantas de soja.

Palavras chaves: PGPR. Azospirillum brasilense. Bacillus spp. Trichoderma asperellum.

ABSTRACT

The protector microorganisms of growth act directly, providing to the plants the growth or as agents of biological control of phytopathogen. The benefits provided by the usage of those agents are demonstrated in studies for its great agronomic potential and its positive effects on physiological and morphological changes of vegetables, increasing the productivity. Aiming to verify these potential, the following study works toward to evaluate the germination efficiency and the growth promotion of soybean plants through seeds inoculation with Azospirillum brasilense, Trichoderma asperellum, Bacillus spp., and its combinations, Azospirillum brasilense + Trichoderma asperellum, Azospirillum brasilense + Bacillus spp., Trichoderma asperellum + Bacillus spp. and evidence. The experiment was conducted between the months of 2016 November to 2017 April at the experimental area from Fronteira Sul Federal University (UFFS), Cerro Largo/RS campus. The experimental design was a randomized block design (RBD) with seven treatments and four repetitions, totalizing 28 treatments. Each row was elaborated with 5 meters of length and 3 of width, obtaining an 15 m² dimension. Evaluations of the agronomic characters were made during the culture development through the emergence speed index (ESI), average height of plants, stem diameter, distance between internodes and productive nodes amount of each plant and height of the first pod insertion. In addition, the number of pods, grains per pod and per soybean plant were measured and data regarding to the productivity such as a thousand grains' weight and the production in kg ha⁻¹. It was possible to conclude that the inoculation with microorganisms on soybean seeds induced the grain production, especially with the Bacillus spp. bacterium, that demonstrated more efficiency in the analyzed variables, but mostly because of its highest productivity when compared with other inoculations. However, some agronomic variables did not showed differences on the treatments due to its resemblance with the plants genetic characteristics, such as stem diameter and number of grains per pod of soybean plants.

Keywords: PGPR. Azospirillum brasilense. Bacillus spp. Trichoderma asperellum.

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Distribuição	das	sementes	manualmente	nas	linhas	das	parcelas	do
experimento								26
Fotografia 2 - Método utilizado p	para	a avaliação	o do Índice de V	Velo	cidade d	le En	nergência	
(IVE)								28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de chuvas, variação da temperatura do ar e da umidade relativa do) ar
no local de execução do experimento nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevere	iro,
março e abril. Cerro Largo – 2016/17	.23
Figura 2 – Croqui de distribuição dos tratamentos na área do ensaio. Cerro Largo – 2016/17.	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Índice de velocidade de emergência de plântulas de soja, em avaliações realizadas
até 12 dias após a semeadura, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos
biológicos
Tabela 2 - Altura(m) e diâmetro caulinar(mm) de plantas de soja, cujas sementes foram
submetidas a diferentes tratamentos biológicos
Tabela 3 - Inserção média da primeira vagem (cm) de plantas de soja, cujas sementes foram
submetidas a diferentes tratamentos biológicos
Tabela 4 - Distância de entrenós produtivos (cm) e quantidade de nós produtivos de plantas
de soja, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos biológicos34
Tabela 5 - Número de vagens em plantas de soja, cujas sementes foram submetidas a
diferentes tratamentos biológicos
Tabela 6 - Número de grãos por planta e número de grãos por vagem de plantas de soja, cujas
sementes foram submetidas a diferentes tratamentos biológicos
Tabela 7 - Peso de mil grãos (g) e produtividade (Kg ha-1) de plantas de soja, cujas sementes
foram submetidas a diferentes tratamentos biológicos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 SOJA	13
2.2 FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA	14
2.3 PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE PLANTAS	16
2.4 MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO EM SOJA	19
2.4.1 Azospirillum brasilense	19
2.4.2 Bacillus spp.	20
2.4.3 Trichoderma asperellum	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E PREPARO DA ÁREA	24
3.2 TRATAMENTO DAS SEMENTES E SEMEADURA	25
3.3 MANEJO DA CULTURA	27
3.4 AVALIAÇÕES	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
6 REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Os microrganismos apresentam diversas características e funções biológicas, sendo indispensáveis para o funcionamento de qualquer ecossistema. Grande parte desses organismos estão sendo estudados para fins econômicos em diversas áreas, principalmente na busca da sustentabilidade dos sistemas agrícolas de produção (DOS SANTOS, MARAVALLO, 2011).

O cultivo de soja [Glycine max (L.) Merrill] se consagrou como a principal oleaginosa cultivada no Brasil e no mundo, devido ao seu alto valor nutritivo, com importantes funções nutricionais e químicas, considerada atualmente como principal alternativa para a deficiência de proteínas no mundo.

Com o avanço econômico da leguminosa, as áreas de biotecnologia e genética estão desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento de cultivares adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas, com resistência a herbicidas, pragas e doenças, nutricionalmente superiores dentre outras características. Através dessa transformação genética, os estudos científicos buscam inserir características agronômicas desejáveis na cultura da soja, com o propósito de atingir uma maior eficiência de produção com um menor uso dos recursos naturais, sem causar redução na produção de grãos (BACAXIXI et al., 2011).

Mesmo com todos esses avanços da pesquisa na melhoria das culturas, na adubação e nos tratos culturais, plantas mais equilibradas e com maior "teto" produtivo são evidenciadas em ambientes que apresentam uma condição de solo adequada nutricionalmente e que, principalmente, seja um solo provido de uma grande diversidade de microrganismos (DOS SANTOS; VARAVALLO, 2011).

As populações microbianas presentes no solo desempenham funções vitais, que muitas vezes podem ser observadas durante os diferentes estádios fenológicos de desenvolvimento das culturas. Com base nas observações e estudos foi possível identificar a ocorrência de inúmeros microrganismos que promovem o crescimento dos vegetais, especialmente espécies do gênero *Azospirillum, Trichoderma e Bacillus* que podem exercer efeitos positivos relacionados a fisiologia durante a germinação e desenvolvimento das plantas de soja (SCHAFER, 2017).

Dessa forma, estudos buscam entender e desenvolver técnicas de manejo que possibilitem, através dos fatores biológicos, o incremento da produção. Trabalhos realizados com os gêneros de microrganismos descritos anteriormente, relatam a capacidade destes em estimular as plantas (BLOEMBERG; LUGTENBERG, NANDAKUMAR et al., 2001), através de substâncias que promovem o crescimento de plantas por diferentes mecanismos de ação, que ainda estão sendo investigados.

Dentre os mais conhecidos métodos de promoção de crescimento, estão a produção de fitormônios como giberelinas e ácido idolacético (AIA), que melhoram as condições fotossintéticas e promovem o alongamento do caule e raízes, proporcionando maior área útil do sistema radicular para absorção de nutrientes e água (DE FREITAS; GERMIDA, 1992). Outro mecanismo de ação é através da fixação biológica de nitrogênio, produção de sideróforos e solubilização de fosfatos minerais (BAR-NESS et al., 1992).

O estímulo do crescimento das plantas proporcionado por estes microrganismos pode estar relacionado também com a capacidade de inibição e diminuição da incidência de agentes patogênicos e de algumas pragas que possam causar danos as plantas cultivadas. Estudo com espécies de *Trichoderma* vêm apresentando sucesso no controle de fitopatógenos, especialmente por esse gênero apresentar facilidade em colonizar as raízes e proteger a planta por diferentes mecanismos de ação como a antibiose, a competição, o parasitismo e a indução a resistência (WOO et al., 2006). Da mesma forma, a bactéria *Bacillus subtilis* apresentou resultados importantes no biocontrole do tombamento de plântulas em feijão - comum (MARTINS, 2013), podendo vir a incrementar o crescimento das plantas.

Diante desse cenário, o objetivo do presente estudo foi avaliar a promoção do crescimento de plantas de soja, através da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, *Trichoderma asperellum*, *Bacillus* spp., e suas combinações, em experimento realizado a campo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SOJA

Considerada como um grão sagrado, a soja, que era cultivada pelos nossos ancestrais no Continente Asiático ao longo do Rio Yangtse (China), seu centro de origem, já possuía grande importância na dieta alimentar da antiga civilização chinesa, utilizada muitas vezes também como uma espécie de moeda de troca por outras mercadorias (EMBRAPA, 2003).

Com o passar dos anos, foi ganhando espaço como um produto comercial devido a fatores relacionados ao desenvolvimento de um sólido mercado internacional e consolidação como importante fonte de proteína vegetal (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014), tornando essa oleaginosa uma das mais consumidas no mundo, amplamente utilizada na alimentação humana e animal.

É rica em compostos fítoquímicos como as isoflavonas, responsáveis por inúmeros processos biológicos e no controle e prevenção de várias doenças (ÁVILA, 2007). Após a colheita do grão, seu principal destino é o processamento em óleo e proteína sendo que do grão esmagado, aproximadamente 80% é convertido em farelo, insumo fundamental para a alimentação de aves e suínos, e o restante em óleo, amplamente utilizado na indústria e na produção de biodiesel (SOUZA et al., 2010).

No cenário internacional, a cultura da soja apresenta grande importância no contexto econômico uma vez que, segundo o USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos), a produção mundial de soja na safra 2015/2016 alcançou 312,362 milhões de toneladas com uma área plantada de 119,732 milhões de hectares (USDA, 2017).

Para a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção brasileira para a mesma safra, chegou aos 95,631 milhões de toneladas com uma área plantada de 33,177 milhões de hectares (CONAB, 2017). Ainda segundo a Companhia, devido às adversidades climáticas, a produtividade fechou com quebra, alcançando a média de 2.882 Kg.ha⁻¹, bem abaixo quando comparada à safra anterior 2014/2015 onde a produtividade média alcançada foi de 3.016 Kg.ha⁻¹.

Para safra 2016/2017, a expectativa é um recorde de produção de 107 milhões de toneladas, um avanço de 11,8% em relação a última safra, com destaque para expansão das áreas plantadas principalmente no Mato Grosso e a tendência de clima favorável durante o ciclo de produção da oleaginosa (IBGE, 2017).

O Rio Grande do Sul na safra 2015/2016 registrou uma produção de 16,201 milhões de toneladas com uma área plantada de 5,455 milhões de hectares, e uma produtividade média de

2.970 kg ha ⁻¹, superando a safra anterior 2014/2015 que teve sua produtividade média de 2.835 kg ha ⁻¹, devido a problemas pontuais de estiagem que se prolongaram por mais de 20 dias nas regiões das Missões, Noroeste e zona Sul do estado, influenciando fortemente o desenvolvimento das lavouras semeadas tardiamente (CONAB, 2017).

Com relação às exportações brasileiras de soja, em boletim publicado pelo DEAGRO/FIESP (Departamento de Agronegócio) em novembro de 2017, o quantitativo de embarque chegou a 65 milhões de toneladas, o que consolida a liderança do país no ranking global como o maior exportador da oleaginosa (FIESP, 2017).

A partir dos dados acima fica claro que a soja apresenta fundamental importância na economia brasileira, sendo esse setor um dos principais pilares responsáveis pela a consolidação e estabilização do complexo econômico nacional. Segundo a CNA (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil), o setor agropecuário como um todo liderou a economia brasileira em 2016 com 23% da sua participação no PIB (Produto Interno Bruto) nacional, superando o percentual de 2015 que foi de 21,5%, com destaque para esse crescimento dado a cultura da soja, a qual registrou aumento de produção da ordem de 11,9% (CNA, 2016).

2.2 FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA

Além da sua utilização na alimentação humana e animal, soja ainda é utilizada como matéria-prima por indústrias nos processos de produção de cosméticos, produtos farmacêuticos, tintas, vernizes, plásticos, fabricação de fibras, adesivos e lubrificantes. Com a grande diversidade de usos desta oleaginosa, alicerçado pelo avanço tecnológico e melhoramento genético, influenciado pela demanda crescente por proteína a baixo custo, o setor sojícola tem ganhado cada vez mais destaque (MOREIRA, 2012) se consolidando como o quarto grão mais consumido globalmente, atrás de milho, trigo e arroz (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

De fato, grande parte desse avanço tem sido atribuído aos processos de pesquisas genéticas no melhoramento das cultivares, alavancando a expansão das áreas cultivadas com a leguminosa para todo o Brasil. Dentre as principiais características que se busca, em uma cultivar de soja encontra-se a alta produtividade e uma ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes advinda da tolerância da mesma aos fatores edafoclimáticos limitantes e resistência às principais doenças e pragas (DE ALMEIDA et al., 1999).

A produtividade é uma das características genéticas de maior complexidade e é altamente influenciada pelo ambiente (BÁRBARO et al., 2007), Assim, a diferença de comportamento dos genótipos ocorre, também, em função de fatores como: umidade, temperatura, fotoperíodo (PEREIRA, 2016). No que se refere a umidade, a restrição de água

poderá ocasionar aborto de flores, óvulos e legumes, implicando posteriormente no tamanho e peso dos grãos (NOGUEIRA; NAGAI, 1988).

Em relação a temperatura e fotoperíodo, estes fatores meteorológicos influenciam altamente o momento da floração (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). No caso da temperatura, o florescimento só é induzido com temperatura acima de 13°C (EMBRAPA, 2011). Em relação ao fotoperíodo, há que se caracterizar, primeiramente, cada genótipo quanto ao seu fotoperíodo crítico (FC) e, em sendo a soja uma planta de dias curtos, apenas com FC do ambiente menor ou igual ao da variedade, ocorre a indução ao florescimento (DE FREITAS et al., 2010).

A obtenção de altas produtividades também está atrelada ao uso de sementes de cultivares melhoradas, com resistência às principais pragas e doenças da cultura da soja. Uma das principais doenças da soja, a ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), causa desfolha precoce, impede a completa formação de grãos e consequentemente, reduz a produtividade de grãos (TECNOLOGIAS...2014). As pragas, com destaque para as lagartas desfolhadoras e percevejos, causam danos de grande importância econômica na cultura (REICHERT; COSTA, 2003).

Diante disso, a utilização da resistência genética na cultura, para doenças e pragas, através do melhoramento, é o método atual mais eficiente e de menor custo para os produtores, pois além de diminuir expressivamente os danos ao meio ambiente e os riscos de intoxicação ao produtor, também possibilita altos incrementos de produtividade de grãos (VIANNA, 2013). Por outro lado, só o melhoramento genético não possibilita a planta demonstrar altos rendimentos, para isso são necessários tratos culturais adequados e requeridos pela cultura (DE FREITAS et al., 2010), dentre os quais destaca-se o manejo adequado do solo, com atenção para os fatores físicos, químicos e biológicos que oferecem todo suporte nutricional, disponibilidade de água para o melhor desenvolvimento da cultura.

No que se refere aos fatores físicos, que estão relacionados diretamente com a retenção de água, solos com maior teores de MO (matéria orgânica), por exemplo, possibilitam maior armazenamento de água reduzindo o estresse da planta em épocas de escassez (OLIVEIRA, 2010). Esta MO também tem influência sobre as propriedades químicas do solo, pela maior retenção de nutrientes ou armazenando nitrogênio, nutriente essencial para o desenvolvimento inicial da cultura (PAVINATO, 2008). Porém a matéria orgânica não fornece todos os nutrientes, tornando necessário o uso de práticas como a rotação de culturas e a manutenção da palhada como cobertura de solo com vistas a manter a umidade no solo e disponibilizar nutrientes de forma gradativa às culturas sucessoras (FERREIRA et al., 2000). No que se refere a qualidade biológica, a diversidade de microrganismos no solo propicia efeitos benéficos

podendo, no caso da soja, promover a fixação biológica de nitrogênio (FBN) (HUNGRIA, 2007) e até mesmo atuar no controle biológico de doenças ou na promoção de crescimento (SOTTERO et al., 2006).

A soja possui altas exigências nutricionais durante o seu ciclo, sendo o nitrogênio (N) um elemento altamente requerido, uma vez que participa na formação de proteínas, abundantes na soja (PÍPOLO et al., 2015). Esse elemento, para essa cultura, é fornecido principalmente pela fixação biológica com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, as quais formam nódulos, que convertem o N2 atmosférico em amônia, disponibilizando-o para absorção pelas plantas em diversas formas de N orgânico (HUNGRIA et al., 1994). O segundo elemento absorvido em maior quantidade é o potássio (K), responsável por ativar enzimas ligadas a fotossíntese, respiração e síntese de proteínas e amido (BROCH, 2009). Já o fósforo é o elemento crucial a produção agrícola, principalmente na soja, desempenhando funções importantes na respiração, fotossíntese e como componente estrutural dos ácidos nucléicos (TANCREDI et al., 2009).

Diversos estudos indicam que, para alcançar patamares produtivos mais elevados, níveis adequados de micronutrientes no solo devem ser disponibilizados, os quais atuam como ativadores de reações enzimáticas nas plantas, desencadeiam os processos metabólicos (FAVARIN; MARINI, 2000). Dentre esses destaca-se, para a cultura da soja, o molibdênio (Mo), com função fundamental na fixação biológica de nitrogênio sendo responsável pela transformação do N₂ atmosférico em NH₃, e, o cobalto (Co) que atua na síntese da leghemoglobina, uma proteína importante no funcionamento e eficiência dos nódulos (MENGEL; KIRKBY, 2001).

Com a necessidade de aumento da produção agrícola e a demanda emergente para diminuição da dependência de fertilizantes químicos utilizados durante o ciclo produtivo das culturas, pesquisas desenvolvem métodos para contornar esse problema, com a utilização de microrganismos promotores de crescimento em plantas. Esse avanço na biotecnologia, com a utilização de microrganismos benéficos as plantas cultivadas está se concretizando como uma das principais forma de manter e elevar produções, alicerçado no desenvolvimento de uma agricultura sustentável (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

2.3 PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE PLANTAS

Os microrganismos promotores de crescimento possuem a capacidade de colonizar diferentes órgãos das plantas, exercendo sobre elas efeitos benéficos, tais como estimular a germinação das sementes e posterior promoção do crescimento de plantas, tanto da

parte área quanto raízes, e, desenvolvimento de órgãos reprodutivos que influenciarão positivamente no aumento da produtividade das culturas (DEY et al., 2004).

Dentre os agentes indutores de crescimento de plantas, pesquisas tem apontado para o uso de extratos vegetais, com destaque para extratos de algas, os quais possuem capacidade de promover o crescimento vegetal com efeitos positivos no aumento da produção (RAYORATH et al., 2008; KHAN et al., 2009). A espécie *Ascophyllum nodosum* é considerada uma fonte natural de hormônios que afetam o metabolismo celular e consequentemente proporcionam o incremento do desenvolvimento vegetal (CRAIGIE, 2011). A aplicação do extrato pode ser realizada de diversas maneiras, sendo que no tratamento de sementes possui a vantagem de aumentar a taxa de germinação e proporcionar um maior desenvolvimento das plântulas (CARVALHO; CASTRO, 2014), inclusive de soja (DE CARVALHO, 2013).

O uso de hormônios como reguladores vegetais também é associado a promoção do crescimento vegetal e/ou aumento da produtividade. É sabido que o ácido indolbutírico pode estimular o pegamento de flores, a cinetina, promove o crescimento das gemas laterais através do aumento da divisão celular, e o ácido giberélico é responsável por proporcionar um maior crescimento dos frutos. (VIEIRA; CASTRO, 2001).

O uso dos hormônios na cultura da soja possibilita a obtenção de plantas mais eficiente produtivamente, sendo os resultados observados principalmente no maior desenvolvimento da parte aérea e no aumento de vagens por planta, com maior número de lóculos com grãos por vagem, resultando em uma maior produtividade das plantas (COMELIS BERTOLIN et al., 2008). O biorregulador pode ser utilizado tanto na inoculação de sementes e via foliar ou pela combinação das duas formas na cultura da soja (KLAHOLD et al., 2006).

Mais recentemente, bactérias promotoras de crescimento vegetal (PGPR), também chamadas rizobactérias promotoras de crescimento vegetal (RPCV), ou em inglês *plant growth promoting rhizobateria* ou simplesmente PGPRs, é um termo utilizado para designar aquelas bactérias capazes de colonizar as raízes das plantas e estimular o crescimento, quando aplicadas na rizosfera, nos tubérculos ou em sementes (KLOEPPER et al., 1989).

Existem diversos modos de ação que proporcionam a promoção do crescimento de plantas e as PGPR possuem a capacidade de atuar, direta ou indiretamente, nesses mecanismos, porém o impacto dessas sobre o crescimento da planta irá depender, também, das condições do solo do ambiente onde ela está inserido (RODRÍGUEZ; FRAGA, 1999). Nos mecanismos de ação diretos, pode-se destacar a produção de sideróforos (BAR-NESS et al., 1992), a produção de fitormônios e o e aumento da disponibilidade de nutrientes pela fixação de N2 (ANTOUN et al., 1998) e a solubilização de fosfatos (BLOEMBERG; LUGTENBERG, 2001). A produção

de sideróforos ocorre através de substâncias secretadas pelos microrganismos que possuem a capacidade de capturar moléculas de ferro em solução e ligá-los a receptores de forma que possam ser absorvidos pelas plantas (BAR-NESS et al., 1992)

A solubilização de P (fósforo) mineral acontece através da síntese de ácidos orgânicos produzidos pelos microrganismos, destacando-se os gêneros *Pseudomonas, Bacillus*, e *Rhizobium*, sendo o ácido glucônico o principal agente de solubilização. (RODRÍGUEZ; FRAGA, 1999). Da mesma forma, o mecanismo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um processo de fundamental importância para o desenvolvimento das plantas leguminosas. A interação entre a planta hospedeira e a bactéria promovem estruturas de simbiose denominadas de nódulos, que são responsáveis pela transferência de moléculas sintetizadas de nitrogênio para o metabolismo vegetal, sendo esse processo realizado por espécies dos gêneros *Bradyrhizobium e Rhizobium*, entre outros (DE LIVEIRA et al., 2003).

Em relação aos mecanismos de ação indiretos podemos destacar o controle biológico de fitopatógenos (SOTTERO et al., 2006) e a resistência induzida a doenças (NANDAKUMAR et al., 2001). A produção de antibióticos é considerada a forma mais eficiente de controle biológico de fitopatógenos, pois as espécies biocontroladoras, pertencentes, principalmente aos gêneros *Bacillus* e *Pseudomonas* (MARIANO et al., 2004), atuam em baixas concentrações e diretamente no metabolismo do patógeno (HARMAN et al., 2004) e com isso, diminuindo os danos das doenças.

A inoculação de sementes com PGPR pode atuar inibindo o crescimento de patógenos presentes na própria semente ou ofereçendo proteção biológica durante a geminação e emergência da plântula. A vantagem da inoculação de antagonistas na semente está relacionada com seu maior potencial competitivo em relação aos patógenos de solo, benefício este devido ao biocontrolador já se encontrar em contato com o hospedeiro antes mesmo da infecção dos agentes patogênicos (AZEVEDO, 1998). As rizobactérias além de atuar como agentes biocontroladores, desempenham o papel de forte competidoras por nutrientes nas superfícies das raízes (MARIANO, 2013).

2.4 MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO EM SOJA

2.4.1 Azospirillum brasilense

O gênero *Azospirillum* constitui um grupo de bactérias diazotróficas, capaz de produzir fitormônios, podendo penetrar no tecido vegetal estimulando a produção endógena desses compostos, sendo denominadas associativas e facultativas, pois conseguem colonizar seus hospedeiros ou sobreviver no solo na forma de cistos (MOREIRA, 2010). Segundo a Embrapa Agrobiologia até o momento foram identificadas 15 espécies do gênero *Azospirillum*, mas entre estas as mais estudadas em termos de ecofisiologia e genética são o *Azospirillum lipoferum*, *Azospirillum amazonense* e o *Azospirillum brasilense* encontrados em associação com diversas gramíneas e em diferentes solos e regiões (HUNGRIA, 2011).

Segundo Eckert et al.(2001), o desenvolvimento do *A. brasilense* é favorecido em temperaturas que variam na faixa dos 28°C a 41 °C, nos mais diversos tipos de solos, associados a inúmeras culturas de importância agronômica em diferentes regiões climáticas do mundo.

Várias linhagens do gênero *Azospirillum* estão sendo comercializadas, principalmente, na forma de inoculantes, sendo estes indicados para a promoção do crescimento vegetal em gramíneas, promovendo aumentos de até 31 e 26% na produção de grãos de trigo e milho, respectivamente, quando utilizados em conjunto com fornecimento de nitrogênio na forma mineral (HUNGRIA, 2011).

Os estudos de inoculação de *Azospirillum brasilense* em leguminosas ainda são poucos, entretanto, resultados de pesquisas já demonstram, que a prática de co-inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* com *A. brasilense* em sementes, apresentam efeitos benéficos no desenvolvimento das culturas (GARCIA, 2015). A co-inoculação ou inoculação mista consiste na utilização combinada do *B. japonicum*, responsável pelo aumento na nodulação através da fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico, e, o uso da bactéria *A. brasilense* como potencializadora desta nodulação, devido a liberação de hormônios que estimulam o crescimento vegetal e radicular, refletindo uma maior absorção de nutrientes, em função da ampla área de solo explorado pelas raízes. (BENINTENDE et al., 2010).

Estudos realizados por Hungria et al. (2011), demonstraram que a coinoculação em soja resultou um rendimento médio de 427 Kg.ha⁻¹ ou 16,1%, em comparação a área não inoculada. Por outro lado, o mesmo autor relata que a inoculação apenas com *Bradyrhizobium*,

proporcionou um incremento de produtividade de 22 Kg ha ⁻¹ ou 8,4% na produção, também em comparação a testemunha sem qualquer inoculação.

O A. brasilense é um microrganismo que possui a capacidade de promover o crescimento das raízes pela liberação da auxina ácido 3-indolacético (AIA), giberelinas e citocininas, resultando em uma planta mais vigorosa e produtiva (TIEN et al., 1979). Esses hormônios sintetizados pelo A. brasilense influenciam no metabolismo da planta, realizando a indução da expressão de genes Nod que atuam na morfologia e fisiologia da parte radicular, resultando em maior formação de raízes adventícias e o incremento de pelos radiculares responsáveis pela absorção da água e nutrientes (HAMAOUI, 2001). Além de promover o crescimento radicular essa bactéria, consegue realizar a fixação biológica de nitrogênio, embora com taxas inferiores a outros microrganismos noduladores como os do gênero Bradyrhizobium (BENINTENDE et al., 2010).

Segundo Barassi et al. (2008), foi observado em diversos trabalhos que a utilização da bactéria *A. brasilense* promoveu melhoria dos parâmetros fotossintéticos com aumento dos teores de clorofila, resultando em plantas mais vigorosas e, consequentemente inibindo a proliferação de populações fitopatogênicas.

Inúmeros estudos comprovam o sucesso da utilização do *Azospirillum* como PGPRs (bactéria promotoras de crescimento e biocontrole em plantas), com a formação de compostos antagônicos que atuam de forma indireta no controle biológico de agentes patogênicos (STAMFORD, 2005).

2.4.2 Bacillus spp.

As bactérias do gênero *Bacillus* se destacam pela capacidade de formar esporos, sendo estas tolerantes a baixas temperaturas e frio intenso, capazes de sobreviver em condições adversas de pH e de se manter no solo por longos períodos até ocorrer condições ambientais favoráveis para sua germinação (KLOEPPER, 1997).

Está inserido no grupo ePGPR, ou seja, bactérias que se desenvolvem extracelularmente nos tecidos das raízes de diversas plantas, não produzindo nódulos, mas com capacidade de promover o crescimento vegetal através da produção de sinais ou substâncias específicas (GRAY; SMITH, 2005). É comprovado que certas espécies do gênero *Bacillus* são capazes de sintetizar hormônios vegetais responsáveis pela multiplicação celular nas plantas, a exemplo *Bacillus cereus*, que produz ácido idolilacético e giberelina e *Bacillus circulans* que produz auxina e citicinina (BATISTA, 2017).

O gênero *Bacillus* tem sido amplamente utilizado por empresas na fabricação de produtos para o controle biológico de doenças, principalmente patógenos habitantes de solo. Dentre as espécies mais pesquisadas do gênero *Bacillus* está o *Bacillus subtilis* como o principal antagonista de doenças, devido a frequente produção de antibióticos na rizosfera (RATZ, 2014). O sucesso da utilização dessa espécie também está relacionada com as características biológicas desse microrganismo, como a sua capacidade de se manter viável em bioformulados (ARAÚJO, 2008). Estudos identificaram, ainda, que a bactéria *B. subtilis* pode suprimir doenças por mecanismos como a competição por espaço, e, a indução de resistência sistêmica em plantas pelo de acúmulo de compostos fenólicos e lignina no local atacado pelo patógeno (KLOEPPER, 1999).

Associado a isso, o rápido desenvolvimento da plântula, mediado por *B. subtilis*, permite à planta a chegada mais rápida ao estágio de planta adulta, o que favorece o escape desta frente aos patógenos presentes, principalmente patógenos habitantes de solo como *Rhizoctonia solani* (tombamento e morte em reboleira), *Macrophomina phaseolina* (podridão de carvão) e *Phytophthora sojae* (podridão radicular) (KLOEPPER, 2004).

Ademais, o aumento da disponibilidade de nutrientes por *B. subtilis* foi comprovado pelo aumento da absorção de fósforo e nitrogênio quando a bactéria foi utilizada em inoculação de sementes (ARAÚJO, 2008). A utilização dessa rizobactéria representa uma importante alternativa sustentável para mobilizar o fósforo em solos pobres, como os solos brasileiros que apresentam pequenas quantidades de fósforo disponíveis para as culturas.

Plantas inoculadas com *Bacillus* tem demonstrado benefícios na nutrição devido à presença desse grupo de microrganismos na rizosfera. Segundo pesquisas realizadas por Rodriguez e Fraga (1999), estirpes do gênero *Pseudomonas, Bacillus* e *Rhizobium* estão entre as bactérias com maior potencial de solubilização de fósforo. Essa solubilização está diretamente relacionado com a produção de sideróforos, fitohôrmonios e enzimas líticas (VASSILEV et al., 2006).

Foi constatado em estudo desenvolvido por Vieira e Castro (2001), que a inoculação de *B. subtilis* em sementes de soja aumentou significativamente a germinação e emergência das plântulas, resultado proporcionado pela ação de hormônios produzidos pela bactéria e que influenciaram diretamente no metabolismo e na fisiologia das sementes. Araújo e Hungria (1999) observaram que os metabólitos produzidos por essa mesma bactéria proporcionaram incrementos na nodulação, aumentando a capacidade de fixação de nitrogênio e consequentemente refletindo em um maior rendimento da soja no campo.

Segundo o trabalho de Lazzaretti et al. (2005), utilizando um isolado de *B. subtilis* no cultura do feijoeiro, foi possível observar que a bactéria proporcionou o aumento do peso da matéria seca das raízes e da parte aérea, bem como a presença de um maior número de nódulos nas raízes da cultura.

2.4.3 Trichoderma asperellum

Trichoderma spp. são fungos que ocorrem de forma natural nos solos, em especial nos solos que possuem maior teor de matéria orgânica, podendo viver saprofiticamente ou parasitando outros fungos. Esse gênero desempenha importantes funções de antagonista no controle de patógenos, através da utilização de diversos mecanismos de ação, como a competição por nutrientes, espaço, oxigênio, e luz (SANTOS, 2008), parasitismo, principalmente sobre escleródios (ETHUR et al., 2001) e na indução de resistência de plantas à doenças, onde *Trichoderma* estimula a planta a produzir resposta frente ao ataque de patógenos, através do acúmulo de fitolexinas, compostos fenólicos, aumentando o teor de lignina nas células e outras substâncias antimicrobianas (BENÍTEZ, et al., 2004).

As espécies de *Trichoderma* são cosmopolitas, sendo encontradas na maioria dos solos (SAITO et al., 2011). Dentre os mais conhecidos na agricultura estão o *Trichoderma viride* e o *Trichoderma virens*, mas os mais utilizados e estudados são *Trichoderma harzianum* e o *Trichoderma asperellum*, importantes antagonistas de fitopátogenos e promotores de desenvolvimento vegetal em plantas através da produção de vários compostos benéficos (HARMAN, 2000).

O fungo da espécie *T. asperellum* é habitante de inúmeros locais, vivendo em materiais de decomposição, tecidos vegetais saudáveis, mas sua ocorrência e desenvolvimento ocorre principalmente na rizosfera, onde coloniza as raízes, sendo essa característica de grande importância para o sistema de defesa e crescimento da planta (HARMAN, 2000). Pesquisas com esta espécie estão voltadas, principalmente, para o controle biológico de fungos fitopatogênicos na cultura do feijão e da soja, controle este realizado via inoculação de sementes com o fungo biocontrolador (PEDRO, 2012). Dentre os patógenos controlados estão *Rhizoctonia solani, Fusarium* spp. principais fungos de solo causadores de morte de plântulas (LUCON, 2008), e *Sclerotinia sclerotiorum* onde *Trichoderma* realiza o micoparasitismo dos escleródios, principal estrutura de resistência do fungo, diminuindo assim a incidência e severidade do patógeno durante a produção (TEDESCO, 2009).

Além de proporcionar inúmeros benefícios na defesa das plantas frente a patógenos, os fungos do gênero *Trichoderma* são capazes de produzir hormônios, ou fatores de crescimento que aumentam a eficiência no uso de alguns fertilizantes e a absorção pelas plantas (DE OLIVEIRA, 2012). Estudos de Contreras-Cornejo et al. (2009), com a aplicação de *Trichoderma* como promotor de crescimento na planta de Arabidopsis (*Arabidopsis thaliana*) obtiveram resultados significativos relacionados ao hormônio auxina com o aumento da produção de biomassa e estimulação do crescimento e desenvolvimento de raízes laterais, proporcionando assim uma melhoria da arquitetura do sistema radicular.

A espécie *Trichoderma asperellum* apresenta poucos dados na literatura sobre promoção de crescimento em plantas, sendo necessário a realização de mais pesquisas para verificação do seu real potencial de uso como bioestimulante de crescimento. (HARMAN, 2000; HARMAN et al., 2004).

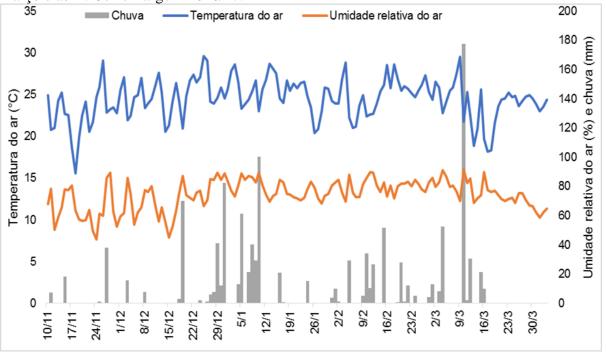
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E PREPARO DA ÁREA

O experimento foi conduzido entre os meses de novembro de 2016 a abril de 2017 na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Cerro Largo/RS. O local onde se realizou o estudo está localizado nas coordenadas geográficas 54° 75′W, 28° 14′S, com altitude média de 254 metros.

Durante o período de condução do experimento foram coletadas as variáveis meteorológicas diretamente na Estação Meteorológica da UFFS – Campus Cerro Largo, localizada ao lado de onde foi alocado o ensaio (Figura 1).

Figura 1 - Distribuição de chuvas, variação da temperatura do ar e da umidade relativa do ar no local de execução do experimento nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril. Cerro Largo – 2016/17.



Fonte: Adaptado de Sidinei Zwick Radons.

O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen-Geiger, é caracterizado como subtropical úmido, do tipo "Cfa" com chuvas em todos meses do ano, bem distribuídas e possui temperatura do mês mais quente superior a 22 °C e a do mês mais frio superior a 3 °C. O solo é classificado como Latossolo Vermelho e pertence a Unidade de Mapeamento Santo Ângelo (EMBRAPA, 2006).

Para o preparo da área foi realizada uma dessecação 14 dias antes da semeadura com o herbicida não seletivo de ação sistêmica glifosato 480 g L⁻¹, na dose de 2,5 L g i.a. ha⁻¹ visando o controle da aveia (*Avena sativa*), azevém (*Lolium multiflorum*), nabo (*Raphanus sativus*) e ervilhaca (*Vicia sativa*).

Antes da implantação foi realizada uma adubação de base, a partir do resultado da análise de solo coletado em setembro de 2016, e, seguindo as recomendações do Manual de Calagem e Adubação de 2016. A análise de solo apresentou as seguintes características químicas: pH (H₂O): 5,7; P disponível (Mehlich-1): 7,3 mg dm⁻³; K (Mehlich-1): 192 mg dm⁻³; Ca⁺² (KCL 1 mol L⁻¹): 6,3 cmol_c dm⁻³); Mg⁺² (KCl 1 mol L⁻¹): 2,4 cmol_c dm⁻³ e Al⁺³ (KCl 1 mol L⁻¹): 0,0 cmol_c dm⁻³; H + Al (acetato de cálcio 0.5 mol L⁻¹): 3,9 cmol_c dm⁻³; saturação de bases (V%): 70,2% e matéria orgânica (M.O%): 2,7%. Assim, para suprir as necessidades, foram utilizados 142,7 Kg/há⁻¹ de Superfosfato Simples (P₂O₅) e 45,5 Kg/há⁻¹ de Cloreto de Potássio (K₂O).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro blocos e sete tratamentos, totalizando 28 tratamentos. Cada parcela possuía 5 metros de comprimento por 3 de largura, obtendo a dimensão de 15 m².

As parcelas foram previamente riscadas com a semeadora adubadora compacta KF/50-A de 6 linhas sem os compactadores, para incorporação do adubo ao solo. A semeadura foi realizada acondicionando-se 15 sementes por metro linear totalizando 75 sementes em 5 metros de parcela, com espaçamento de 6,66 cm cada semente, em um total de 450 sementes nas 6 linhas da parcela.

3.2 TRATAMENTO DAS SEMENTES E SEMEADURA

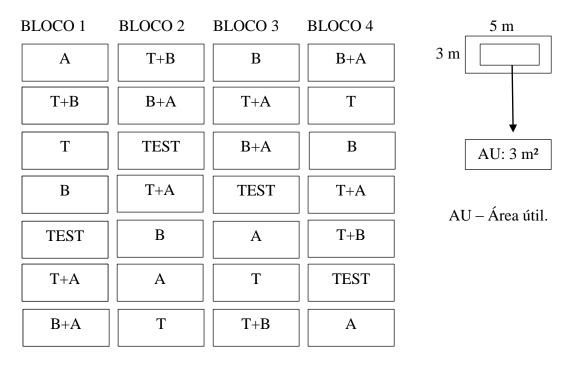
Para os tratamentos foram utilizados produtos comerciais a base dos micorganismos *Azospirillum brasilense* (Simbiose Maíz® da empresa Simbiose) e *Trichoderma asperellum* (Quality®WG do Laboratório Farroupilha). Também foi utilizado um tratamento à base de *Bacillus* spp. (isolado LABMID UFFS RD34), sendo este proveniente da rizosfera de plantas de feijão da área experimental da UFFS-Campus de Cerro Largo e pré selecionado por Rohrig (2016). Esses microorganismos foram utilizados isoladamente ou em mistura.

Vale ressaltar que testes prévios, para verificar a compatibilidade da mistura entre *A. brasilense* + *T. asperellum*; *A. brasilense* + *Bacillus* spp. e *T. asperellum* + *Bacillus* spp. foram

realizados. Para tanto os microorganismos de cada mistura (anteriormente isolados dos produtos comerciais (*A. brasilense* e *T. asperellum*) ou preservado em tubos contendo Agar nutrientes a temperatura inferior a 4 °C (*Bacillus* spp.) foram repicados lado a lado em placas de Petri contendo meio de cultura BDA (Batata, Dextrose, Ágar). As placas foram incubadas em estufa com temperatura de 22 °C (±2°C). Diariamente, e pelo período de 7 dias, as placas foram visualizadas buscando-se identificar halos de antibiose. Decorrido o tempo de avaliação, foram utilizadas as misturas que não resultaram em incompatibilidade entre os dois micororganismos testados, todas as misturas foram compatíveis.

Para os tratamentos com *A. brasilense* e *T. asperellum*, as dosagens seguiram a recomendação dos fabricantes utilizando 100mL do p.c. para 25 Kg de sementes (5x10⁸ UFC.mL⁻¹) e 200 g do p.c. para 100 Kg de sementes (1x10¹⁰ UFC.g⁻¹) respectivamente. Para *Bacillus* spp., primeiramente, o isolado foi repicado para placas de Petri contendo meio de cultura BDA 48 horas antes de sua utilização e, para o preparo da suspensão utilizou-se solução salina (0,85% de NaCl) e a turbidez obtida após a raspagem da bactéria no meio, foi comparada com o tubo 5 da escala de MacFarland (em torno de 1,5 x 10⁸ UFC.mL⁻¹). No tratamento testemunha foi colocado apenas água sobre as sementes.

Figura 2 – Croqui de distribuição dos tratamentos na área do ensaio. Cerro Largo – 2016/17.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Onde:

A - Azospirillum brasilense.

B - Bacillus spp.

T - Trichoderma asperellum.

TEST – Testemunha.

A+B-A. brasilense + Bacillus spp.

A+T-A. brasilense + T. asperellum.

T+B - T. asperellum + Bacillus spp.

A microbiolização das sementes de soja cultivar BMX Magna RR, ocorreu com o auxílio de sacos plásticos que, após a aplicação dos respectivos tratamentos, foram vigorosamente agitados. Esses sacos foram levados ao campo em caixas de isopor contendo gelo, onde ficaram armazenados até a efetiva semeadura. A semeadura foi realizada manualmente (Fotografia 1), de forma a promover a separação semelhante entre as sementes.

Fotografia 1 - Distribuição das sementes manualmente nas linhas das parcelas do experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 MANEJO DA CULTURA

No decorrer do experimento, quando as plantas atingiram o estádio V4 (terceira folha trifoliolada completamente desenvolvida), foi realizado o controle de plantas invasoras mediante a utilização do herbicida Haloxifop-R Ester Metílico na dose de 63 g i.a. ha⁻¹.

Durante o ciclo da cultura foram realizadas quatro aplicações de fungicidas para o controle de doenças, principalmente ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). A primeira aplicação ocorreu ainda na fase vegetativa, no estádio V12 (décima primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida), após a verificação prévia de sintomas nas plantas. As outras duas aplicações seguiram o intervalo de 18 dias após a aplicação anterior, e, em ambas, foi utilizado o ingrediente ativo Trifloxistrobina na dose de 60 g i.a. ha⁻¹. A quarta aplicação, realizada 18 dias após a terceira, foi utilizado um produto comercial a base dos ingredientes ativos Azoxistrobina + Benzovindiflupir na dose de 300 g i.a. ha⁻¹. Em todas as aplicações foram adicionado óleo metilado na dose de 180 g i. a. há⁻¹ na calda em cada aplicação.

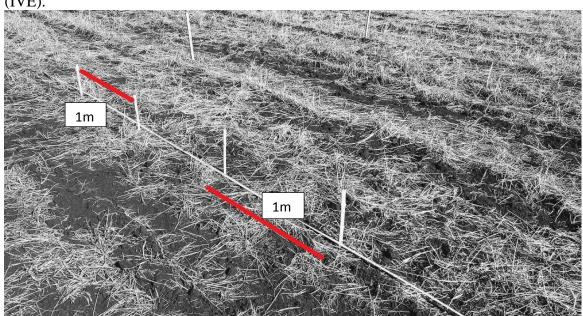
No estádio reprodutivo da cultura ocorreu uma grande infestação do percevejo marrom (*Euschistus heros*) que atingiu o nível de controle. O controle desta praga foi realizado utilizando um inseticida tendo o Acefato como princípio ativo na dose de 800 g i.a ha⁻¹.

3.4 AVALIAÇÕES

Todas as avaliações foram realizadas na área útil da parcela, que foi considerada como as duas linhas centrais, desprezando-se 0.5 m nas extremidades de cada linha, perfazendo um total de 3 m^2 .

Primeiramente foi avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE), computandose diariamente, a partir da primeira plântula emergida no experimento, o número de plântulas emergidas em um metro (MAGUIRE, 1962). Essa avaliação foi realizada em dois pontos em cada parcela (Fotografia 2).

Avaliações posteriores ocorreram no estádio fenológico R8 (maturação fisiológica) onde foram selecionadas aleatoriamente 10 plantas da área útil de cada parcela. Nessas, foi computada a altura de plantas, sendo medida a distância a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal, e o diâmetro do caule, aferindo-se com o auxílio de um paquímetro, o diâmetro na altura do colo da planta, abaixo do primeiro nó.



Fotografia 2 - Método utilizado para a avaliação do Índice de Velocidade de Emergência (IVE).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando as plantas atingiram o estádio de maturação para a colheita, 10 plantas foram arrancadas, aleatoriamente, da área útil de cada parcela e foram realizadas as seguintes avaliações: altura de inserção da primeira vagem: distância, a partir do nível do solo até a inserção da primeira vagem; número de vagens: contagem das vagens presentes em cada planta; número de grãos por vagem: contagem do número de grãos em todas as vagens presentes na planta; número de grãos por planta: todas as vagens foram debulhadas manualmente e contabilizados o número de grãos presentes por planta; distância dos entrenós: medida a distância entre os nós produtivos de cada planta com o auxílio de uma fita milimétrica,; número de nós produtivos: contabilizados os nós que apresentavam pelo menos uma vagem com grão.

Para avaliar o peso de 1000 grãos (PMG) e a produtividade, todas as plantas da área útil foram colhidas nesse mesmo estádio e debulhadas manualmente. Vale ressaltar que os grãos obtidos a partir das 10 plantas utilizadas nas avaliações anteriores, se juntaram a estes, nos seus devidos tratamentos. Para o PMG foi utilizada metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e para a produtividade a umidade foi corrigida para 13% e os valores extrapolado para Kg.ha⁻¹.

Os dados obtidos a partir da avaliação de cada uma das variáveis foram submetidos ao teste estatístico de Tukey, em nível de 5% de probabilidade para comparação de médias, utilizando o software SASM – Agri.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando se avaliou o efeito dos diferentes tratamentos biológicos e suas misturas sobre o índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de soja a campo, foi possível observar que o tratamento de sementes contendo apenas *Bacillus* spp. proporcionou o melhor efeito sobre essa variável, antecipando o estabelecimento do estande de plântulas após a semeadura, no entanto, sem diferir significativamente das misturas contendo essa bactéria (*Bacillus* spp. + *A. brasilense* e *T. asperellum* + *Bacillus* spp.) e também do tratamento apenas com *A. brasilense* (Tabela 1). Assim, verifica-se que, naqueles tratamentos onde o *Bacillus* spp. estava presente, foram alcançadas as maiores velocidades de emergências. Esse efeito pode estar associado a um efeito indireto dessa rizobacteria no biocontrole de patógenos secundários (KLOEPPER; SCHROTH, 1981) ou diretamente, pela produção de fitohormônios (ácido indolbutírico) (ARAUJO et al., 2005)

Tabela 1- Índice de velocidade de emergência de plântulas de soja, em avaliações realizadas até 12 dias após a semeadura, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos biológicos

Tratamento	IVE
A. brasilense	13,97 ab*
Bacillus spp.	16,11 a
T. asperellum	11,70 b
Bacillus spp. + A. brasilense	14,06 ab
$T.\ asperellum + A.\ brasilense$	12,66b
$T.\ asperellum + Bacillus\ { m spp.}$	14,18 ab
Testemunha	12,18 b
C.V(%)	8,26

^{*}Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; C.V.: coeficiente de variação

A maior velocidade de emergência pode proporcionar ao dossel vantagens no aproveitamento de água, luz e nutrientes iniciando o processo fotossintético antecipadamente, vindo a favorecer o crescimento da parte aérea e do sistema radicular (PANOZZO et al., 2009). Quanto mais rápido ocorrer a germinação das sementes e a imediata emergência das plântulas, menos tempo as mesmas ficarão sob condições adversas, passando pelos estádios iniciais de desenvolvimento de forma mais acelerada (MARTINS; NAKAGAWA; BOVI, 1999).

Por outro lado, a menor velocidade de emergência faz com que as sementes permaneçam por mais tempo expostas às condições desfavoráveis do solo (BEWLEY; BLACK, 1994), podendo predispor essas estruturas à ação mais severa de patógenos (GOMES et al., 2009). Agentes biológicos com potencial para o biocontrole, quando associados às sementes, podem influenciar a velocidade de germinação em algumas culturas como a soja, onde *Bacillus cereus* UW85 proporcionou aumento na emergência e na altura das plantas, na nodulação e sobre outros caracteres agronômicos em condições de campo (JOHN BULLIED; BUSS; KEVIN VESSEY, 2002).

Vale destacar, também, que nos tratamentos contendo *T. asperellum*, os resultados encontrados foram estatisticamente iguais a testemunha que não recebeu qualquer tratamento (Tabela 1). Essa menor emergência pode estar associada a complexa interação entre os microrganismos benéficos e as plantas no ecossistema solo, uma vez que, em ensaios realizados por Mertz et al. (2009) os autores também não verificaram diferenças significativas na germinação de sementes de soja tratadas com *Trichoderma* spp., em condições de campo.

Na cultura do pepino, isolados do *Trichoderma asperellum* inibiram a germinação das sementes e provocaram um atraso no desenvolvimento da parte aérea e da raiz das plântulas da cultura (ETHUR et al., 2012). Estes resultados indicam que o mecanismo de promoção de germinação/emergência por agentes de biocontrole é específico (MACHADO et al., 2015), e, eventualmente, podem afetar negativamente algum desses processos, podendo utilizar a semente com substrato, colonizando-a e a inviabilizando (ETHUR et al., 2012).

No que se refere à altura de plantas de soja, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos biológicos, tratamentos contendo *Bacillus* spp. e *A. brasilense*, isoladamente ou em mistura, se comportaram como os melhores tratamentos, sendo que *Bacillus* spp. isolado ou na mistura com *A. brasilense* foram os únicos tratamentos que diferiram significativamente da testemunha. Dentre os tratamentos estudados, o gênero *Bacillus* spp. se destacou por proporcionar um maior índice de altura e evidência de maior diâmetro de caule das plantas de soja. (Tabela 2).

Neste trabalho, o aumento da estatura das plantas inoculadas com *Bacillus* spp. provavelmente tenha sido influenciada pela produção de compostos metabólicos, estimulando o crescimento de raízes e nodulação das plantas, mas principalmente, favorecendo a competitividade e eficiência do rizóbio, contribuindo para translocação de uma maior quantidade de compostos assimiláveis que atuaram no crescimento desta leguminosa. Efeitos

positivos desse gênero bacteriano foram comprovados *in vitro*, com a produção de Ácido Indol Acético (AIA) e a campo na cultura da soja, onde sua aplicação aumentou significativamente a altura das plantas observadas (BATISTA, 2017).

Tabela 2 – Altura (m) e diâmetro caulinar(mm) de plantas de soja, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos biológicos

Tratamento	Altura (m)	Diâmetro do caule (mm)	
A. brasilense	1,31 ab*	10,90 ^{ns}	
Bacillus spp.	1,35 a	11,12	
T. asperellum	1,23 b	10,29	
Bacillus spp. + A. brasilense	1,35 a	10,95	
T. asperellum + A. brasilense	1,30 ab	10,65	
T. asperellum + Bacillus spp.	1,28 ab	10,63	
Testemunha	1,23 b	10,36	
C.V(%)	3,56	4,07	

^{*}Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; ns: não significativo; C.V.: coeficiente de variação

Na cultura do milho, analisando a massa seca da parte aérea das plantas, o tratamento com *Bacillus subtilis* aplicado no sulco de semeadura, apresentou um maior desenvolvimento das plantas em relação aos outros tratamentos. Acredita-se que esta diferença de crescimento esteja associada a colonização das raízes e a produção de antibióticos, enzimas e fito hormônios proporcionadas por essa bactéria, (MAZZUCHELLI et al.,2015).

O tratamento com a combinação de *Bacillus* spp. e *A. brasilense* se manteve entre as melhores médias obtidas, no entanto, sem incrementos significativos (nem numéricos), em relação ao tratamento contendo apenas *Bacillus* spp (Tabela 2). É provável que, esse incremento tenha sido propiciado apenas pelo *Bacillus* spp., sem ter ocorrido competição pelo mesmo nicho com o *A. brasilense*, diferente do que ocorreu quando *Bacillus* spp. foi misturado com o *T. asperellum* e promoveu resultados estatisticamente iguais a testemunha. Neste caso, *T. asperellum* pode ter atuado apenas no sistema de defesa da planta, já que seus mecanismos de promoção de crescimento vegetal, na ausência de fitopatógenos, ainda são pouco esclarecidos e nem sempre são observados (MACHADO, 2012)

Pesquisas mais recentemente, vêm buscando a eficiência da co-inoculação de *A. brasilense* com *Bacillus subtilis*, combinação que esta demonstrando significativamente um maior desenvolvimento das plantas, e diversos benefícios que a interação dessas bactérias pode proporcionar ao desempenho dos vegetais, (MAZZUCHELLI et al., 2015).

Em relação ao tratamento com *T. asperellum* que apresentou uma das menores estaturas de planta, semelhante a testemunha, este resultado pode estar relacionado a uma maior atuação do fungo no sistema de defesa do vegetal, contra fungos fitopatógenos, do que na promoção de crescimento das plantas.

Na análise do diâmetro do caule, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos analisados (Tabela 2), resultados que divergem dos encontrados por Batista (2017), que relatou aumento significativo do diâmetro caulinar de plantas de soja no tratamento com *Bacillus* RZ2MS9 e por Dos Santos (2014), onde a microbiolização com *Bacillus* ssp. em sementes de girassol proporcionou maior crescimento das plantas e uma maior expansão do diâmetro do caule. No entanto, essa ausência de diferença significativa entre os tratamentos no presente trabalho pode ser devido a esta variável ser mais influenciada por questões de genótipo da cultivar e pouco dependente dos fatores externos (DARTORA et al., 2013), nos quais se destaca os controles aqui utilizados.

Na variável inserção da primeira vagem, o tratamento com *Bacillus* spp. proporcionou a maior altura de inserção, diferindo significativamente apenas do tratamento com *Trichoderma* que apresentou a menor altura de inserção (Tabela 3), sendo possível notar certa correlação entre esses dados com os resultados de altura de plantas, expressos na Tabela 2. Assim, plantas com menor crescimento, como foi no tratamento com *Trichoderma*, possuem um melhor aproveitamento de luz na camada inferior do dossel, o que proporciona um menor alongamento da haste principal e uma inserção mais baixa do nó do primeiro legume e, por consequência, menor altura de inserção do primeiro legume (ZABOT, 2009).

Possivelmente um fator que pode ter contribuído para a maior altura de inserção da primeira vagem no tratamento com *Bacillus* seria um incremento na quantidade de nitrogênio assimilada e assim disponível para a planta. A cultura da soja demonstrou que a associação de *Bradyrhizobium japonicum*, osmoprotetor e *A. brasilense* proporcionou diferenças significativas de altura da primeira vagem (FIPKE, 2015).

Tabela 3 - Inserção média da primeira vagem (cm) de plantas de soja, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos biológicos

Tratamento	Inserção da primeira vagem (cm)
A. brasilense	20,12 ab*
Bacillus spp.	22,07 a
T. asperellum	17,27 b
Bacillus spp. + A. brasilense	21,52 ab
$T.\ asperellum + A.\ brasilense$	20,8 ab
$T.\ asperellum + Bacillus\ { m spp.}$	21,75 ab
Testemunha	19,77 ab
C.V(%)	9,40

^{*}Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; C.V.: coeficiente de variação

As características agronômicas de altura de plantas, arquitetura e inserção da primeira vagem são atributos definidos por expressões genéticas, mas podem ser influenciadas por fatores como época de semeadura, densidade populacional por condições do ambiente onde são conduzidas essas plantas, como a presença de água, temperatura, nutrientes e também aos microrganismos estabelecidos nesses solos (BERGAMASCHI; BARNI, 1978, apud VAZQUES et al.,2008).

A distância de entre nós produtivos, no presente estudo, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4 - Distância de entrenós produtivos (cm) e quantidade de nós produtivos de plantas de soja, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos biológicos.

Tratamento	Distância de entrenós produtivos (cm)	Quantidade de nós produtivos	
A. brasilense	7,53 ^{ns}	15,72 b*	
Bacillus spp.	7,16	17,70 a	
T. asperellum	7,34	15,92 ab	
Bacillus spp. + A. brasilense	7,48	15,92 ab	
T. asperellum + A. brasilense	7,57	15,47 b	
T. asperellum + Bacillus spp.	7,58	15,25 b	
Testemunha	7,17	16,20 ab	
C.V (%)	3,53	4,89	

^{*}Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; ns: não significativo; C.V.: coeficiente de variação

O ensaio evidenciou que o tratamento com *Bacillus* spp. foi o tratamento que proporcionou a maior quantidade de nós produtivos por planta, diferindo significativamente dos tratamentos contendo apenas *Azospirillum* e das misturas *T. asperellum* + *A. brasilense* e *T. asperellum* + *Bacillus* spp. mas sem diferir significativamente da testemunha (Tabela 4).

Para a variável número de vagens, o *Bacillus* spp. proporcionou a maior quantidade de vagens por planta, resultado este que apresentou diferença significativa do tratamento contendo apenas *A. brasilense* e da combinação *T. asperellum* + *A. brasilense* (Tabela 5). Autores como Bulegon et al. (2016), tratando sementes de soja com *B. japonicum* e *A. brasilense* observaram incremento do número de vagens quando utilizaram o tratamento contendo *Azospirilum*, isoladamente e em mistura com *B. japonicum*, discordando com os resultados encontrados no presente trabalho, onde não foram observadas diferenças nos tratamentos contendo esses micoorganismos, em relação à testemunha.

Tabela 5 - Número de vagens em plantas de soja, cujas sementes foram submetidas a diferentes

tratamentos biológicos.

Tratamento	Número de vagens		
A. brasilense	47,82 b*		
Bacillus spp.	58,55 a		
T. asperellum	56,7 ab		
Bacillus spp. + A. brasilense	54,05 ab		
$T.\ asperellum + A.\ brasilense$	47,32 b		
$T.\ asperellum + Bacillus\ { m spp.}$	49,12 ab		
Testemunha	50,45 ab		
C.V (%)	7,92		

^{*}Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; C.V.: coeficiente de variação

Condições estressantes, como alta temperatura ou deficiência hídrica durante o início do estádio reprodutivo, R1 (início do florescimento) até 10 a 12 dias após o estádio R5 (início do enchimento de grãos) podem trazer grandes prejuízos de produtividade para as plantas, pois comprovações científicas relatam que nesse período o número de vagens é influenciado fortemente pela fonte de assimilados presente e pela capacidade assimilatória desses compostos pela planta (BOARD; TAN, 1995).

Os reultados observados sobre o número de grãos por planta demonstram que o *Bacillus* mostrou-se superior aos demais tratamentos, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com *T. asperellum* e da combinação *Bacillus* spp + *A. brasilense* (Tabela 6). Em soja, a inoculação de *Bacillus* spp. pode ter proporcionado incrementos na nodulação, aumentando a síntese de metabólitos, como ocorreu quando *Bradyrhizobium* spp. foi co-inoculado com *Bacillus* spp, em soja, proporcionando incrementos na nodulação e no rendimento (ARAÚJO; HUNGRIA, 1999).

Com relação ao número de grãos por vagem, não foi observada diferença estatística significativa (Tabela 6). Essa variável está diretamente relacionada com o fator genético da planta, sendo intrínseco da cultura uma média de dois grãos por legume (HEIFFIG, 2002).

Tabela 6 - Número de grãos por planta e número de grãos por vagem de plantas de soja, cujas sementes foram submetidas a diferentes tratamentos biológicos.

Tratamento	Número de grãos por planta	Número de grãos por
A. brasilense	101,37 c*	vagem 2,09 ^{ns}
Bacillus spp.	127,45 a	2,17
T. asperellum	124,82 ab	2,20
Bacillus spp + A. brasilense	115,95 abc	2,11
$T.\ asperellum + A.\ brasilense$	102,42 c	2,11
T. asperellum + Bacillus spp	105,32 bc	2,13
Testemunha	101,72 c	2,05
C.V(%)	8,41	4,13

^{*}Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; n.s.: não significativo C.V.: coeficiente de variação

Para a variável peso de mil grãos, o tratamento com *Bacillus* não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, mas foi o único tratamento que diferiu da testemunha (Tabela 7). Também em soja, a inoculação de *Bacillus cereus* nas sementes proporcionou um aumento no peso de mil grãos, em relação aos tratamentos com a ausência da inoculação (JOHN BULLIED; BUSS; KEVIN VESSEY, 2002).

Tabela 7 - Peso de mil grãos (g) e produtividade (Kg ha⁻¹) de plantas de soja, cujas sementes

foram submetidas a diferentes tratamentos biológico	foram	submetidas	a	diferentes	tratamentos	biológico
---	-------	------------	---	------------	-------------	-----------

Tratamento	Peso de mil grãos	Produtividade
	(g)	$(Kg ha^{-1})$
A. brasilense	136,36 ab	2902,94 b
Bacillus spp.	141,09 a	3651,04 a
T. asperellum	137,85 ab	2909,94 b
Bacillus spp.+ A. brasilense	138,06 ab	3108,18 ab
T. asperellum + A. brasilense	138,10 ab	3217,09 ab
T. asperellum + Bacillus spp.	137,35 ab	2992,00 ab
Testemunha	135,86 b	2848,32 b
C.V (%)	1,52	10,20

^{*}Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; C.V.: coeficiente de variação

Na avaliação do rendimento, a produtividade superior foi constatada no tratamento com Bacillus spp., apresentando diferença significativa quando comparado aos tratamentos com A. brasilense, T. asperellum e a testemunha. Todas as combinações proporcionaram resultados similares ao tratamento de maior produtividade observado no trabalho (Tabela 7).

A eficiência de *Bacillus* spp. em promover ganhos de produção pode estar associada a capacidade de colonização dos tecidos internos das raízes, e assim, melhorar as condições para sua sobrevivência e para atividade da enzima nitrogenase na fixação biológica de nitrogênio. O Bacillus cereus em soja proporcionou uma maior produtividade, com o rendimento médio de grãos diferindo significativamente dos tratamentos que não receberam a inoculação (JOHN BULLIED; BUSS; KEVIN VESSEY, 2002). Da mesma forma, a co-inoculação utilizando Bacillus spp. na formulação, em soja, já evidenciou um aumento no rendimento e maior teor de N nos grãos, (ARAÚJO & HUNGRIA, 1999).

Na literatura, inúmeras pesquisas relatam o potencial do A. brasiliense em estimular o crescimento vegetal de gramíneas como milho, trigo e arroz. Entretanto, no presente estudo, a bactéria inoculada em uma leguminosa apresentou desempenho igual a testemunha no que se refere a produtividade (Tabela 7). Uma das razões para o insucesso dos resultados obtidos poderia ser a incapacidade da interação entre a bactéria e a planta em estabelecer níveis significativos de populações bacterianas na superfície radicular ou endofiticamente (HAHN, 2013). Outro fato que pode estar relacionado com a colonização das raízes por A.brasiliense,

que ocorre em grande parte na zona de emergência das raízes laterais (BROEK et al., 1993), sendo que os rizóbios também preferem essa mesma zona de crescimento, podendo ocorrer neste local uma incompatibilidade entre as bactérias, favorecendo competição por nincho, espaço ou nutrientes nas raízes, prejudicando a colonização.

No que se refere ao *T. asperellum*, não foi observado efeito significativo desse tratamento isoladamente sobre a produtividade. Autores como Harman et al., (2004), afirmam que isolados de *Trichoderma* proporcionam resultados superiores nos níveis de produtividade quando as condições são estressantes para a planta, mais especificamente, apenas quando se tem a presença de patógenos. Por se tratar de um ano sem a presença de muitas doenças, devido as condições ambientais não terem favorecido os patógenos, os benefícios pode ter sido menos evidentes nesse tratamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento biológico de sementes com a bactéria *Bacillus* spp. (isolado LABMID UFFS RD34) proporciona benefícios sobre características agronômicas analisadas em plantas de soja, bem como um maior rendimento de grãos. No entanto, quando combinada com outros microrganismos, não foram observados esses resultados e nem ganhos adicionais, podendo ter ocorrido alguma incompatibilidade de ação quando em conjunto, no solo.

Trichoderma asperellum e *Azospirillum brasiliense* apesar de proporcionarem benefícios em alguns caracteres agronômicos, não demonstraram ganhos adicionais no rendimento, se igualando a testemunha.

Como o ano foi regular para a cultura da soja, com boas temperaturas e sem restrição hídrica, necessita-se de mais estudos para comprovação da eficiência de alguns microrganismos quando na presença desses estresses abióticos quanto bióticos, buscando compreender, cada vez mais, as relações envolvidas entre esses potenciais microrganismos de crescimento e a cultura da soja.

6 REFERÊNCIAS

ANTOUN, H., et al. Potencial of Rhizobium and Bradyrhizobium species as plant growth promoting rhizobacterian on non-legumes: Effect on radishes (Raphanus sativus L.). **Plant Soil**, 204:57-67, 1998.

ARAUJO, F. F.; HENNING, A.; HUNGRIA, M. Phytohormones and antibiotics produced by Bacillus subtilis and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. World. **Journal of Microbiology & Biotechnology**, Dordrecht, v. 21, p. 1639-1645, 2005.

ARAÚJO, Fábio Fernando; HUNGRIA, Mariangela. Nodulação e rendimento de soja coinfectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum/Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Londrina-PR, v. 34, n. 9, p. 1633-1643, 1999.

ÁVILA, Marizangela Rizzatti et al. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2007.

AZEVEDO, João Lúcio. Microrganismos endofíticos. **Ecologia microbiana**, Goiânia-GO, p. 117-137, 1998.

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

BARASSI, C. A., Sueldo et al. Potencialidad de *Azospirillum* en optimizar el crecimiento vegetal bajo condiciones adversas. *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: **Asociación Argentina de Microbiologia**, Argentina, p. 49-59, 2008.

BÁRBARO, Ivana Marino et al. Variabilidade e correlações entre produtividade de grãos e caracteres agronômicos. **Científica**, v. 35, n. 2, p. 136-145, 2007.

BAR-NESS, Eli et al. Short-term effects of rhizosphere microorganisms on Fe uptake from microbial siderophores by maize and oat. **Plant Physiology**, Israel, v. 100, n. 1, p. 451-456, 1992.

BATISTA, Bruna Durante. **Promoção de crescimento vegetal por** *Bacillus* **sp. RZ2MS9: dos genes ao campo.** 2017. 107f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Piracicaba 2017.

BENINTENDE, Silvia., et al. Comparación entre coinoculación con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense* e inoculación simple con *Bradyrhizobium japonicum* en la nodulación, crecimiento y acumulación de N en el cultivo de soja. **Agriscientia**, Argentina, v. 27, n. 2, p. 71-77, 2010.

BENÍTEZ, Tahía et al. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma strains*. **International microbiology**, Spain, v. 7, n. 4, p. 249-260, 2004.

BERGAMASCHI, H.; BARNI, N. A. Densidade de plantas e espaçamento entre linhas de soja: recomendações para o Rio Grande do Sul. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, n. 21, p. 57-62, out. 1978.

BEWLEY, J. Derek; BLACK, Michael. Seeds. In: Seeds. Springer Us, 1994. p. 1-33.

BLOEMBERG, Guido V.; LUGTENBERG, Ben J.J. Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria. **Current opinion in plant biology**, Wassenaarseweg, v. 4, n. 4, p. 343-350, 2001.

BOARD, J. E.; TAN, Qiang. Assimilatory capacity effects on soybean yield components and pod number. **Crop science**, v. 35, n. 3, p. 846-851, 1995.

BRASIL. Regra para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. – Brasília : Mapa/ACS, 2009.

BROCH, Dirceu Luiz; RANNO, Sidnei Kuster. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da soja. **Tecnologia de produção de soja e milho**, Mato Grosso do Sul-MS, v. 2009, p. 5-36, 2008.

BROEK, A. Vande et al. Spatial-temporal colonization patterns of *Azospirillum brasilense* on the wheat root surface and expression of the bacterina nifh gene during association. **Mol. Plant-Microbe Interact**. Belgium, v. 6, p. 592-600, 1993.

BULEGON, Lucas Guilherme et al. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de Bradyrhizobium e Azospirillum. **Terra Latinoamericana**, v. 34, n. 2, 2016.

CARVALHO, M. E. A.; CASTRO, P. R. C. Extratos de algas e suas aplicações na agricultura. ESALQ-Divisão de Biblioteca – DIBD. **Série Produtor Rural** - nº 56, pg. 44. Piracicaba-SP, 2014.

COMELIS BERTOLIN, Danila et al. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. **Bragantia**, v. 69, n. 2, 2010.

CNA (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil). **Agropecuária supera obstáculos e segue liderando a economia brasileira em 2016.** Dez., 2016. Disponível em: http://www.cnabrasil.org.br/noticias/agropecuaria-supera-obstaculos-e-segue-liderando-economia-brasileira-em-2016>. Acesso em: 27 mar. 2017.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Levantamentos de safra.** Janeiro, 2016. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/conteudos.php>. Acesso em: 20 fev. 2017.

CONTRERAS-CORNEJO, Hexon Angel et al. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in Arabidopsis. **Plant Physiology**, Michoacan, México, 2009, v. 149, n. 3, p. 1579-1592.

CRAIGIE, James S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, Dartmouth, Canada, v. 23, p. 371-393, 2011.

DARTORA, Janaína et al. Adubação nitrogenada associada à inoculação com Azospirillum brasilense e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1023-1029, 2013.

DE ALMEIDA, Leones Alves et al. Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes. **Embrapa Meio-Norte-Capítulo em livro técnico-científico (ALICE)**, Londrina, PR, 1999.

DE CARVALHO, Márcia Eugênia Amaral. **Efeitos do extrato de** *Ascophyllum nodosum* **sobre o desenvolvimento e produção de cultivos.** 2013. 70 f. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, 2013.

DE FREITAS, J. R.; 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.

DE FREITAS, Márcio de Campos Martins et al. Época de semeadura e densidade populacional de linhagens de soja UFU de ciclo semitardio. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 5, 2010.

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

DEY, Rinku et al. Growth promotion and yield enhancement of peanut (Arachis hypogaea L.) by application of plant growthpromoting rhizobacteria. **Microbiological Research**, Gujarat, Índia, 2004. v. 159.p. 371-394, 2004.

DOS SANTOS, Juliana Fernandes et al. Crescimento de girassol em função da inoculação de sementes com bactérias endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 2, n. 1, p. 10-1590/S1983-40632014000200008, 2014.

DOS SANTOS, T. Tavares; VARAVALLO, M. Antônio. 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.

ECKERT, Barbara et al. *Azospirrillum doebereinerae* sp. nov., a nitrogen-fixing bacterium associated with the C4-grass Miscanthus. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, Neuherberg, Germany, v. 51, p. 17-26, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. — Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf >. Acesso em: 28 mar. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2003. A importância da soja**, n.1. Londrina: Embrapa Soja 2003. Disponível em: <

https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/importancia.htm>. Acesso em: 28 mar. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013. Sistemas de Produção**, n. 15. Londrina: Embrapa Soja, 2011. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2017.

ETHUR, Luciana Zago et al. *Trichoderma asperellum* na produção de mudas contra a fusariose do pepineiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 4, p. 73-84, 2012.

ETHUR, Luciana Zago; CEMBRANEL, Cláudia Zago; SILVA, Antonio Carlos Ferreira da. Selection of Trichoderma spp. seeking the control of Sclerotinia sclerotiorum, in vitro. **Ciência Rural**, v. 31, n. 5, p. 885-887, 2001.

- FAVARIN, J.L; MARINI, J.P. Importância dos micronutrientes para a produção dos grãos. **Sociedade Nacional de Agricultura**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: http://www.snagricultura.org.br>. Acesso em: 18 Mar. 2017.
- FERREIRA, Tabajara Nunes; SCHWARZ, R. A.; STRECK, Edmar Valdir. Solos: manejo integrado e ecológico–elementos básicos. **Emater**, Porto Alegre RS, 100 p, 2000.
- FIESP (Federação da Industria do Estado de São Paulo). **Safra Mundial de Soja 2017/18**. Disponível em: < http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-soja/attachment/boletim_soja_novembro2017 >. Acesso em 21 jul. 2017.
- FIGUEIREDO, M. V. B. et al. Bactérias promotoras do crescimento de plantas: estratégia para uma agricultura sustentável. Biotecnologia aplicada à agricultura: textos de apoio e protocolos experimentais. **Embrapa Agrobiologia**, Brasil, p. 387-414, 2010.
- FIPKE, Glauber Monçon, et al. **Co-inoculação e pré-inoculação de sementes em soja**. 2015. 60f. Dissertação (Concentração em Produção Vegetal), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2015.
- GARCIA, Ariani. **Doses de** *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento das plantas, na produção e na qualidade fisiológica de sementes de soja. 2015. 54f. Dissertação (Sistema de Produção), Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.
- GOMES, Delineide Pereira et al. Efeito dos níveis de vigor e do tratamento fungicida nos testes de germinação e de sanidade de sementes de soja. Bioscience Journal, v. 25, n. 6, 2009.
- GRAY, E. J.; SMITH, D. L. Intracellular and extracellular PGPR: commonalities and distinctions in the plant–bacterium signaling processes. **Soil Biology and Biochemistry**, Canada, v. 37, n. 3, p. 395-412, 2005.
- HAHN, Leandro. **Promoção de crescimento de plantas gramíneas e leguminosas inoculadas com rizóbios e bactérias associativas.** 2013. 171f. Tese de Doutorado Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de pós graduação em Ciência do Solo, Porto Alegre, 2013.
- HAMAOUI, Bianca et al. Effects of inoculation with *Azospirillum brasilense* on chickpeas (Cicer arietinum) and faba beans (Vicia faba) under different growth conditions. **Agronomie**, Jerusalem-Israel, v. 21, n. 6-7, p. 553-560, 2001.
- HARMAN, Gary E. et al. *Trichoderma species*—opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature reviews microbiology**, Geneva-Nova York, v. 2, n. 1, p. 43-56, 2004.
- HARMAN, Gary E. Myth and dogmas of biocontrol changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease.** Geneva-Nova York, v.84, n.4, p. 377–393, 2000.
- HEIFFIG, Lilia Sichmann. **Plasticidade da cultura da soja (Glycine max (L.) Merril) em diferentes arranjos espaciais.** 2002. 85f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2002.
- HIRAKURI, Marcelo Hiroshi; LAZZAROTTO, Joelsio José. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Documentos Embrapa**, Londrina, n. 349, 2014.
- HUNGRIA, Mariangela. Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo. **Embrapa soja**, 36p, 2011. Disponível em:

https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29560/1/DOC325.2011.pdf. Acesso em: 28 mar. 2017.

HUNGRIA, Mariangela. Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo. Embrapa Soja, 2011.

HUNGRIA, Mariangela; CAMPO, Rubens José; MENDES, I. C. A. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. **Embrapa Soja**-Documentos (INFOTECA-E), 2007.

HUNGRIA, Mriangela et al. Fixação Biológica do Nitrogênio em Soja. In:______ ARAÚJO, R.S.; HUNGRIA, M. Microrganismos de Importância Agrícola. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão: **Centro Nacional de Pesquisa da Soja.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. Cap.2, p. 9-89. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 44).

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2017. Disponível em:

< ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao Agricola/Levantamento Sistematico da Producao Agricola [mensal]/Fasciculo/lspa_201701.pdf >. Acesso em: 27 mar. 2017.

JOHN BULLIED, W.; BUSS, Terry J.; KEVIN VESSEY, J. Bacillus cereus UW85 inoculation effects on growth, nodulation, and N accumulation in grain legumes: field studies. **Canadian journal of plant science**, v. 82, n. 2, p. 291-298, 2002.

KHAN, Wajahatullah et al. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of Plant Growth Regulation**, Canada, v. 28, p. 386-399, 2009.

KLAHOLD, Celestina Alflen et al. **Resposta da soja** (**Glycine max** (**L.**) **Merrill**) à ação de **bioestimulante.** 2005. 37f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2005.

KLAHOLD, Celestina Alflen et al. Resposta da soja (Glycine max (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá-PR v. 28, n. 02, p. 179-185, 2006.

KLOEPPE, Joseph W., et al. Plant root-bacterial interactions in biological control of soilborne diseases and potential extension to systemic and foliar diseases. **Australasian Plant Pathology**, Alabama – EUA, v. 28, n. 1, p. 21-26, 1999.

KLOEPPER, J. W.; LIFSHITZ, R.; ZABLOTOWICZ, R. M. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. **Trends in Biotechnology**, v.7, n.1, p.39-44, 1989.

KLOEPPER, J. W.; SCHORTH, M. N. Plant growth promoting rhizobacteria and plant growth under gnobiotic conditions. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 71, p. 642-644, 1981.

KLOEPPER, Joseph W. Current status and future trends in biological research and development in the U.S. **Anais do Intenational Symposium on clean agriculture**, Japan, v. 1, p. 49-52, 1997.

KLOEPPER, Joseph W., et al. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. **Phytopathology**, v. 94, n. 11, p. 1259-1266, 2004.

LAZZARETTI, Eduardo et al. Influência de *Bacillus subtilis* na promoção de crescimento de plantas e nodulação de raízes de feijoeiro. **Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Jaguariúna-SP, 21p, 2005.

LUCON, Cleusa MM. *Trichoderma* no controle de doenças de plantas causadas por patógenos de solo, 2008. Disponível em:

http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=77. Acessado em: 22 de mar. 2017.

MACHADO, Daniele Franco Martins. **Estudo da germinação e do efeito de Trichoderma spp. na promoção do crescimento de Gochnatia polymorpha (LESS.) Cabrera**. 2012. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

MACHADO, Daniele Franco Martins et al. Trichoderma spp. in emergence and growth of cambará seedlings (Gochnatia polymorpha (Less.) Cabrera). **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 167-176, 2015.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop science**, Washington-EUA v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARIANO, Rosa LR; SILVEIRA, Elineide B.; GOMES, Andréa M.A. Controle biológico de doenças radiculares. **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**, p. 303, 2005.

MARIANO, Rosa. L R., et al. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. **Anais:** Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, v. 1, p. 89-111, 2013.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. A. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de palmito-vermelho (Euterpe espiritosantensis Fernandes–Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 164-173, 1999.

MARTINS, Stéfanny Araújo. **Desenvolvimento do feijão-comum tratado com** *Bacillus subtilis*. 2013. 58f. Dissertação (Fitopatologia), Universidade Federal de Lavras – Lavras – MG, 2013.

MAZZUCHELLI, Rita de Cássia Lima; SOSSAI, Bruno Ferrari; ARAÚJO, Fábio Fernando de. Inoculação de *Bacillus subtilis* e Azospirillum *brasilense* na cultura do milho. In:______ Colloquium Agrariae. 2015. p. 40-47.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849 p

MERTZ, Liliane Marcia; HENNING, Fernando Augusto; ZIMMER, Paulo Dejalma. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 13-18, 2009.

MOREIRA, Fatima Maria de Souza et al. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 74, 2010.

MOREIRA, Fátima Maria de Souza; SIQUEIRA, José Oswaldo. O. Microbiologia e bioquímica do solo. **Editora UFLA**, Lavras-MG, 2ed.,729 p. 2006.

MOREIRA, Marcelo Garrido. Soja – **Análise da Conjuntura Agropecuária**. Outubro, 2012. Disponível em:

http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/soja_2012_13.pdf. Acesso em: 10 mar. 2017.

MUNDSTOCK, Claudio Mário; THOMAS, André Luis. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Bolsista CNPQ. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

NOGUEIRA, Sandra Dos Santos Sevá; NAGAI, Violeta. Deficiência Hídrica Simulada nos Diferentes Estádios de Desenvolvimento de um Cultivar Precoce de Soja. **Bragantia**, Campinas, 47(1): 9-14, 1988.

OLIVEIRA, Daniele Lopes. Solos uma questão de sustentabilidade. **Gestão e Tecnologia-Faculdade Delta**. Edição, v. 3, p. 30-42, 2010.

PANOZZO, Luís Eduardo et al. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. Revista da FZVA, v. 16, n. 1, 2009.

PAVINATO, Paulo Sérgio; ROSOLEM, Ciro Antonio. Disponibilidade de nutrientes no solodecomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, 2008.

PEDRO, E. A. S. *Trichoderma* spp. na promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose em feijoeiro. Instituto Biológico, da **Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios**, São Paulo, 2012.

PEREIRA, Francielly de Cássia et al. **Estratégias para seleção de progênies em soja**. 112 f. 2016. Universidade Federal de Lavras – UFLA, 2016.

PÍPOLO, Antonio Eduardo et al. Teores de óleo e proteína em soja: fatores envolvidos e qualidade para a indústria. Embrapa Soja-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2015.

RATZ, Raquel Jackeline et al. **Uso de bactérias do gênero** *Bacillus* **como promotoras de crescimento para a cultura do milho e da soja.** 2014. 71f. Dissertação (Engenheira Química), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2014.

RAYORATH, P. et al. Rapid bioassays to evaluate the plant growth promoting activity of Ascophyllum nodosum (L.) Le Jol. using a model plant, Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v. 20, p. 423-429, 2008.

REICHERT, João Luiz; COSTA CORRÊA, Ervandil. Desfolhamentos contínuos e seqüenciais simulando danos de pragas sobre a cultivar de soja BRS 137. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, 2003.

RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology advances**, Havana-Cuba, v. 17, n. 4, p. 319-339, 1999.

ROHRIG, Bruna. Bioprospecção de bactérias, isoladas de diferentes sistemas de cultivo, para o controle de patógenos da cultura do feijão. 2016. 49 f. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *Campus* Cerro largo, Cerro Largo, 2016.

SAITO, Larissa Romao et al. Aspectos dos efeitos do fungo Trichoderma spp. no biocontrole de patógenos de culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias,** v. 2, n. 3, p. 203-216, 2011.

SANTOS, Hugo Almeida dos. *Trichoderma* spp. como promotores de crescimento em plantas e como antagonistas a Fusarium oxysporum. 2008. 111f. Dissertação (Ciências Agrárias), Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SCHAFER, Ezequiel Lena. **Avaliação de microrganismos promotores de crescimento e proteção na cultura soja (Glycine max).** 2017. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, Ijuí, 2017.

SOTTERO, Adriana Nanô et al. Rizobactérias e alface: colonização rizosférica, promoção de crescimento e controle biológico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, n. 2, 2006.

SOUZA, Mirian Oliveira de et al. O complexo de soja: aspectos descritivos e previsões. 2010.

STAMFORD, Newton P. et al. Microbiota dos solos tropicais. MICHEREFF, SJ; ABDRADE, DEGT; MENEZES, M. Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais. Recife: UFRPE, p. 61-92, 2005.

TANCREDI, Fábio Daniel et al. Nutrição Mineral e Fertilidade do Solo. In: SEDIYAMA, Tuneo. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenas, 2009. Cap.5, p. 41-69.

TECNOLOGIAS de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. – Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p.; 21cm. (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176-2902; n.16).

TEDESCO, Vanessa. **Panorama e perspectiva de uso de Trichoderma spp. no manejo de patógenos radiculares com ênfase na cultura da soja.** 2009. 45f. Trabalho de conclusão de especialização, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

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

UFFS - Campus Cerro Largo IRIOGRAN38. Estação meteorológica didática do Campus Cerro Largo da Universidade Federal da Fronteira Sul. Safra 2016/2017. Disponível em: https://www.wunderground.com/personal-weather-station/dashboard?ID=IRIOGRAN38#history. Acesso em: 18 set.2017

USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos). **Data & Analysis.** Maio, 2016. Disponível em: < https://www.fas.usda.gov/commodities/soybeans>. Acesso em: 22 mar. 2017.

VASSILEV, N.; VASSILEVA, M.; NIKOLAEVA, I. Simultaneous P-solubilizing and biocontrol activity of microorganisms: potentials and future trends. **Applied microbiology and biotechnology**, Granada-Spain v. 71, n. 2, p. 137-144, 2006.

VAZQUEZ, Gisele Herbst; CARVALHO, Nelson Moreira de; BORBA, Maria Madalena Zocoller. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, p. 1-11, 2008.

VESSEY, J. Kevin; BUSS, Terry J. *Bacillus cereus* UW85 inoculation effects on growth, nodulation, and N accumulation in gari legumes: field studies. **Canadian journal of plant science**, Canada, v. 82, n. 2, p. 291-298, 2002.

VIANNA, Viviane Formice. Estudo genético e influência de caracteres na seleção de genótipos superiores de soja. 2013. xi, 92 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal-SP, 2013.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Piracicaba-SP, v. 23, n. 2, p. 222-228, 2001.

VIEIRA, Elves Lima; CASTRO, Paulo. RC. Ação de bioestimulantes na cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill). Cosmópolis-SP, **Stoller do Brasil**, 2004.

WOO, S. L. et al. The molecular biology of the interactions between *Trichoderma* spp., phytopathogenic fungi, and plants. **Phytopathology**, Italy, v. 96, n. 2, p. 181-185, 2006.

ZABOT, L. Caracterização agronômica de cultivares transgênicas de soja cultivadas no Rio Grande do Sul. 2009. 280 f. Tese (Doutorado em Agronomia) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.