



CO-INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium* e *Bacillus amyloliquefaciens* NA CULTURA DA SOJA

IZADORA PEREIRA BERNARDES

Publicação nº: 04/2019

GOIANÉSIA/GO

2019



FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

IZADORA PEREIRA BERNARDES

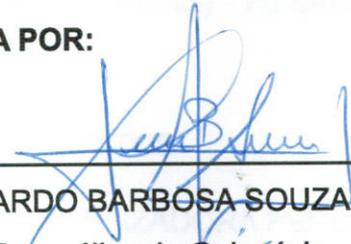
CO-INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium* e *Bacillus amyloliquefaciens* NA CULTURA DA SOJA

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, pela Faculdade Evangélica de Goianésia.

Orientador: Prof. Me. José Eduardo Barbosa de Souza

Goianésia

2019

FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA**ASSOCIAÇÃO EDUCATIVA EVANGÉLICA**
CURSO DE AGRONOMIA**CO-INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium* e *Bacillus amyloliquefaciens* NA CULTURA DA SOJA****IZADORA PEREIRA BERNARDES****MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA APRESENTADA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM AGRONOMIA.****APROVADA POR:**

JOSÉ EDUARDO BARBOSA SOUZA, Mestre.

Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG

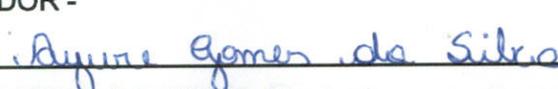
ORIENTADOR -



VITOR ALVES RIBEIRO, Doutor.

Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG

EXAMINADOR -



AYURE GOMES DA SILVA, Mestra.

Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG

EXAMINADORA -

Goianésia/GO, 30/05/2019.

FICHA CATALOGRÁFICA

BERNARDES, I. P.; CO-INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium* e *Bacillus amyloliquefaciens* NA CULTURA DA SOJA

Orientação de José Eduardo Barbosa Souza; – Goianésia, 2019. 26p.

Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia, 2019

1. *Glycine max*. 2. Rizobactérias. 3. Bactéria Promotora de Crescimento.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BERNARDES, I. P.: CO-INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium* e *Bacillus amyloliquefaciens* NA CULTURA DA SOJA Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, 2019. 26p.

CESSÃO DE DIREITOS

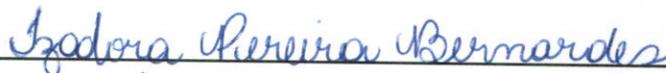
NOME DO AUTOR: IZADORA PEREIRA BERNARDES

TÍTULO: CO-INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium* e *Bacillus amyloliquefaciens* NA CULTURA DA SOJA

GRAU: BACHAREL ANO:

2019

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Graduação para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais de publicação. Nenhuma parte desta Monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.



Nome: Izadora Pereira Bernardes

CPF: 031.860.431-07

Endereço: Rua 33, 423 - Setor Sul - Goianésia – Goiás

Email: izapbernardes@hotmail.com

Tudo que fizerem, seja em palavra seja em ação, façam-no em nome do Senhor Jesus, dando por meio dele graças a Deus Pai.

(Colossenses 3:17)

*Dedico a Deus, à minha família e à todos
que me apoiaram em meus estudos.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que na sua infinita bondade me concedeu sabedoria, paciência, força de vontade e sempre fez com que tudo ocorresse da melhor forma na minha vida. Digo que "todas as coisas cooperam para o bem daqueles que amam a Deus".

Agradeço a minha mãe Lourivânia Pereira Pinto Camargo por cada palavra de amor, todos os conselhos, força e apoio que sempre me deu em tudo, uma mulher guerreira em quem eu me espelho... Eu te amo mãe, sem a senhora isso não seria possível.

Agradeço ao meu pai Renato Luiz Bernardes um homem admirável, que nunca mediu esforços para me ver bem, e que me ensina todos os dias algo novo, seu apoio, motivação e conselhos, foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Eu te amo pai!

Agradeço ao meu padrasto Valmir Camargo Rosa por, todo incentivo e conselhos diários.

Agradeço a minha madrastra Ana Claudia Caetano de Oliveira Bernardes por todo apoio.

Agradeço a minha avó Nair Andrade Bernardes por ser um presente de Deus na minha vida, uma mulher admirada por todos que a conhecem, em quem eu me espelho e tenho muita gratidão por tudo que ela me fez. Eu te amo vó!

Agradeço ao meu avô Rubens Bernardes que sempre esteve presente em minha vida, me dando apoio e me motivando a cada dia ser uma pessoa melhor. Vou levar seus ensinamentos sempre comigo, eu te amo Vô!

Agradeço aos meus avós maternos Lourenço Pereira Pinto e Ivone Cândida Pereira que já estão com Deus, mas são dignos do meu reconhecimento pois fizeram parte da minha caminhada.

Agradeço aos meus irmãos Roberto Filho, Luana e Renato filho que sempre estiveram ao meu lado.

Agradeço ao meu namorado Gabriel Francisco da Silva por sempre me ajudar com palavras e atitudes, sempre me dizendo que iria dar tudo certo. Foi meu companheiro em várias aulas práticas mesmo já tendo feito a matéria. Obrigada por me ajudar no meu experimento. Sua ajuda foi fundamental para que eu chegasse até aqui, eu te amo e sou grata por tudo.

Agradeço também aos fillos do meu padrasto, Fernanda e Guilherme.

Agradeço ao meu orientador professor José Eduardo Barbosa de Souza que foi muito mais que um orientador, foi também um amigo e mesmo passando por problemas particulares sempre esteve pronto para me atender e sanar minhas dúvidas.

Agradeço aos demais docentes do curso de Agronomia da Faculdade Evangélica de Goianésia, por partilharem seu conhecimento, e contribuir com a minha formação. Em especial agradeço aos professores: José Eduardo Barbosa de Souza, Rodrigo Fernandes de Souza, Eliane Divina de Toledo (*in memoriam*), Joseanny Cardoso, Daniel Ferreira Caixeta, os quais eu tive mais proximidade durante o curso.

Agradeço as minhas amigas Gabriela e Daniella por toda ajuda, estamos completando esta caminhada juntas e acredito que se não tivéssemos uma à outra, este caminho teria sido bem mais difícil. A amizade de vocês quero levar para toda à vida.

Agradeço ao meu pai e ao Grupo Vera Cruz por ter cedido o local para que fosse feito os experimentos.

Agradeço as meninas que me ajudaram no meu TCC passando vários dias no laboratório comigo: Iara, Ianka, Bruna, Rosane, Késia e Dayane.

Agradeço a todos os meus colegas de sala pela convivência ao decorrer desses 5 anos memoráveis, em especial: Ariadne, Bruna, Gustavo, Gabriela, Daniella, Ianka, Iara, Ramon, Vitor, Maycon, Marcio Julio e Maurício.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4. CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos do solo referente às áreas dos dois experimentos, realizadas na safra 2017/2018.....	15
Tabela 2. Atributos físicos do solo referente às áreas dos dois experimentos, realizados na safra 2017/2018.....	15
Tabela 3. Tratamentos utilizados nas áreas dos dois experimentos, realizados na safra 2017/2018.	16
Tabela 4. Avaliação do número de folhas (NF-nº planta ⁻¹), altura de planta (AP-nºplanta ⁻¹), número de nódulos (NN-nº planta ⁻¹) e massa seca de nódulos (MSN-g planta ⁻¹) da soja dentro de cada local e em função dos tratamentos realizados experimentos de campo conduzidos nas fazendas Vera Cruz e São Luiz II no ano agrícola de 2017/2018.....	19
Tabela 5. Avaliação de massa seca das folhas (MSF – g ⁻¹), massa seca de ramos(MSR – g ⁻¹), peso de 1000 grãos (PMG – g ⁻¹) e o peso da massa seca da raiz (MSRag ⁻¹) da soja dentro de cada local e em função dos tratamentos realizados experimentos de campo conduzidos nas fazendas Vera Cruz Agropecuária Ltda. ESão Luiz II no ano agrícola de 2017/2018.	20
Tabela 6. Avaliação de produtividade (PG – kg ha ⁻¹) da soja dentro de cada local e em função dos tratamentos realizados experimentos de campo conduzidos nas fazendas Vera Cruz e São Luiz II no ano agrícola de 2017/2018.	21

RESUMO

O uso de bactérias promotoras de crescimento vegetal tem sido uma alternativa para incrementar a produtividade de diversas culturas e reduzir o uso de insumos industrializados. Portanto no presente trabalho objetivou-se avaliar o crescimento, nodulação e produtividade na soja em função da co- inoculação de *Bradyrhizobium* e *Bacillus Amyloliquefaciens* com relação a diferentes doses e épocas de aplicação. Os experimentos foram conduzidos na safra 17/18 em dois campos comerciais, na Fazenda São Luiz II e outro na Fazenda Vera Cruz Agropecuária Ltda., a variedade plantada foi Brasmax Bônus IPRO – 8579RSF. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados sendo 8 tratamentos e 4 repetições, integrado por: A - Tratamento controle (sem inoculação e sem adubação nitrogenada); B - Testemunha nitrogenada (300 kg ha⁻¹ de N); C - inoculação da semente com duas doses de Simbiose Nod Soja (*Bradyrhizobium japonicum*); D - inoculação da semente com duas doses de Simbiose Nod Soja (*Bradyrhizobium japonicum*) + pulverização com uma dose de (*Bacillus amyloliquefaciens*) no estágio V₃; E - inoculação da semente com duas doses de Simbiose Nod Soja (*Bradyrhizobium japonicum*) + pulverização com uma dose de (*Bacillus amyloliquefaciens*) no estágio fenológico V₅; F - inoculação da semente com duas doses de Simbiose Nod Soja (*Bradyrhizobium japonicum*) + pulverização com duas doses de *Bacillus amyloliquefaciens* no estágio fenológico V₃; G - inoculação da semente com duas doses de Simbiose Nod Soja (*Bradyrhizobium japonicum*) + pulverização com duas doses de *Bacillus amyloliquefaciens* no estágio V₅;); H - inoculação da semente com duas doses de Simbiose Nod Soja (*Bradyrhizobium japonicum*) + pulverização de 500 mL ha⁻¹ com Stimulate® no estágio V₅; No estágio R₂ foi avaliado o número de folhas (NF – n⁻¹), massa seca das folhas (MSF – g⁻¹), número de nódulos (NN – n⁻¹), massa seca dos nódulos (MSN – g⁻¹), massa seca dos ramos (MSR – g⁻¹) e massa seca da raiz (MSRa – g⁻¹). No estágio R₈, foi avaliada a altura final das plantas (AP-nº planta⁻¹). No momento da colheita foi determinado peso de 1000 grãos (PMG – g⁻¹) e produção de grãos em kg ha⁻¹ (PG – kg ha⁻¹). Para os fatores (NF – n⁻¹), (AP-m planta⁻¹), (PMG – g⁻¹) e (MSRa – g⁻¹) não houve diferença significativa das testemunhas. Quanto ao (NN – n⁻¹), os tratamentos D,E,F,G e H foram superiores as testemunhas, em (MSN – g⁻¹) os tratamentos D,E,G e H se diferiram dos demais, no tocante a (MSF – g⁻¹) e (MSR – g⁻¹) o tratamento G foi superior aos demais, em relação ao (PG – g⁻¹) os tratamentos B,C e E apresentaram maior produção de grãos.

Palavras-Chave: *Glycine max*. BPCV. Nodulação.

ABSTRACT

The use of plant growth promoting bacteria has been an alternative to increase the productivity of several crops and reduce the use of industrialized inputs. Therefore, the objective of this work was to evaluate the growth, nodulation and productivity in soybean as a function of the inoculation of *Bradyrhizobium* and *Bacillus Amyloliquefaciens* in relation to different doses and times of application. The experiments were conducted in the 17/18 harvest in two commercial fields, at Fazenda São Luiz II and another at Fazenda Vera Cruz Agropecuária Ltda., The planted variety was Brasmax Bonus IPRO - 8579RSF. The design used was randomized blocks with 8 treatments and 4 replicates, composed of: A - Control treatment (without inoculation and without nitrogen fertilization); B - Nitrogen test (300 kg ha⁻¹ of N); C - inoculation of the seed with two doses of Sybiose Nod Soybean (*Bradyrhizobium japonicum*); D - inoculation of the seed with two doses of Sybiose Nod Soybean (*Bradyrhizobium japonicum*) + spraying with a dose of (*Bacillus amyloliquefaciens*) in the V3 stage; E - inoculation of the seed with two doses of Sybiose Nod Soybean (*Bradyrhizobium japonicum*) + spraying with a dose of (*Bacillus amyloliquefaciens*) at phenological stage V5; F - inoculation of the seed with two doses of Sybiose Nod Soybean (*Bradyrhizobium japonicum*) + spraying with two doses of *Bacillus amyloliquefaciens* at the V3 phenological stage; G - inoculation of the seed with two doses of Sybiose Nod Soybean (*Bradyrhizobium japonicum*) + spraying with two doses of *Bacillus amyloliquefaciens* in the V5 stage;); H - inoculation of the seed with two doses of Sybiose Nod Soybean (*Bradyrhizobium japonicum*) + spraying of 500 mL ha⁻¹ with Stimulate® in the V5 stage; The number of leaves (NF - n - 1), leaf dry mass (MSF - g - 1), number of nodules (NN - n - 1), dry mass of nodules), dry mass of the branches (MSR - g - 1) and root dry mass (MSRa - g - 1). At the R8 stage, the final height of the plants (AP-no. Plant-1) was evaluated. At the time of harvest, weight of 1000 grains (PMG - g - 1) and grain yield in kg ha⁻¹ (PG - kg ha⁻¹) were determined. For the factors (NF-n-1), (AP-m plant-1), (PMG-g-1) and (MSRa-g-1) there was no significant difference of the controls. As for (NN - n - 1), treatments D, E, F, G and H were higher than the controls, in (MSN - g - 1) treatments D, E, G and H differed from each other, (MS - g - 1) and (MSR - g - 1) treatment G was higher than the others, in relation to (PG - g - 1) treatments B, C and E showed higher grain yield.

Key words: Glycine max. BPCV. Nodulation.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a soja tem sido cultivada em várias regiões do Brasil, desde regiões frias, com altitude superior à 1.200 m, até regiões quentes, com baixas altitudes e latitudes, porém a sua capacidade de produção varia conforme a região (BALBINOT JUNIOR et al., 2017). A área e a produção deverão crescer consideravelmente, para conseguir atender a demanda por carnes e biodiesel. Salientando que no Brasil, existem mais de 100 milhões de hectares de terras aptas para a produção dessa oleaginosa, apenas no ecossistema do Cerrado. (EMBRAPA, 2008).

Conforme os dados da Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB, o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo. Na safra 2018/19 a área de plantio do país atingiu cerca de 35.818,8 milhões de hectares, alcançando uma produtividade média de 53 sacos ha⁻¹, totalizando assim uma produção de 113.459,1 milhões toneladas de soja. (CONAB, 2019).

A eficiência na produtividade na cultura da soja no presente momento gira em torno do uso intensivo de insumos industrializados, como fertilizantes e defensivos. Esses insumos elevam o custo da produção além de causar problemas ao meio-ambiente e a saúde humana. (RATZ, 2014). Para reduzir o custo com insumos e impactos ambientais, o uso de bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV) tem sido uma alternativa relevante para aumentar a produtividade, tornando o produto mais competitivo. (COELHO et al., 2007).

Conforme Oliveira, Urquiaga e Baldani (2003), a promoção de crescimento vegetal pode conceder a planta moléculas sintetizadas pela bactéria, aumentar a absorção e disponibilizar elementos nutricionais. As BPCV atuam de forma direta e indireta na planta. Sua atuação direta é baseada praticamente na capacidade de fixar nitrogênio e solubilizar fósforo. Os mecanismos indiretos abrangem aqueles em que o efeito de promoção do crescimento vegetal, como disponibilização de nutrientes via degradação de compostos orgânicos, ativação do sistema de defesa vegetal, produção de agentes quelantes, produção de moléculas análogas a fitormônios, entre outros. (ROMANGNOLI & ANDREOTE, 2016).

Diversas linhagens de *Bacillus* apresentam melhorias na saúde e produtividade das plantas (CHOUDHARY & JOHRI, 2009). A bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* (BAA) é colonizadora de raízes (BPCV). Sua promoção de crescimento vegetal está

diretamente ligada a produção de substâncias de biocontrole gerando a resistência sistêmica induzida, e a produção de hormônios que favorecem o crescimento da planta (FAN et al., 2012).

A bactéria *Bacillus amyloliquefaciens* vem apresentando resultados como promotora de crescimento em diversas culturas como: pepino (SILVEIRA et al., 2004), alface (MATSUMURA et al., 2016) e tomate (ZECCHIN, 2016). É importante ressaltar que o microrganismo também tem sido utilizado em diversos países de forma comercial, na área de biofertilizante e agente de biocontrole (CHOWDHURY, et al., 2015). O produto QuickRoots® utilizado na cultura da soja nos EUA (MONSANTO, 2018); RhizoVital®, produzido e comercializado na Alemanha e Amylo-X produzido e comercializado na Itália (BETTIOL et al., 2012).

Segundo Mariano (2004), elas podem ser utilizadas em tratamento de sementes, e mudas micropropagadas, incorporadas ao substrato de plantio, tratamento de estacas, tubérculos e raízes, pulverizações na parte aérea incluindo folhagem e frutos, e em pós-colheita. As bactérias promotoras de crescimento são uma alternativa para a redução no uso de insumos químicos. Buscando concretizar uma agricultura racional que utiliza recursos naturais e preserva o meio ambiente. (OLIVEIRA, URQUIAGA & BALDANI, 2003).

Desta forma, o objetivou-se avaliar o crescimento, nodulação e produtividade na soja em função da co-inoculação de *Bradyrhizobium* e *Bacillus amyloliquefaciens* com relação a diferentes doses e épocas de aplicação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Instalações dos experimentos e avaliações

Os experimentos foram desenvolvidos no ano agrícola 2017/18, em dois locais: o primeiro na Fazenda São Luiz II, situada no município de Santa Rita do Novo destino/GO, com as coordenadas 14° 52' 04.84"S e 49° 03' 18.23"; e o Segundo local na Fazenda Vera Cruz Agropecuária Ltda., situada no município de Goianésia/GO, com as coordenadas 15° 17' 09.65" S e 49° 02' 49.46" O. O plantio ocorreu nos dias 23 de novembro de 2017 e 19 de dezembro de 2017, e a colheita 6 de abril de 2018 e 20 de abril de 2018, para o primeiro e o segundo local, respectivamente.

Análises prévias do solo

As amostras de solo foram coletadas previamente à instalação do experimento para análise química (Tabela 1) e física (Tabela 2) do solo:

Tabela 1. Atributos químicos do solo referente às áreas dos dois experimentos, realizadas na safra 2017/2018.

Local	pH	Ca	Mg	Al	H +Al	M.O.
	H ₂ O	-----mmol _c dm ⁻³ -----				g kg ⁻¹
2017 Fazenda São Luiz II	6,0	3,0	0,9	0	1,50	15,00
2017 Fazenda Vera Cruz	5,6	4,6	2,0	0	2,63	28,21

Ano	Local	P (Melich)	K	Cu	Zn	Fe	Mn
		-----mg dm ⁻³ -----					
2017	Fazenda São Luiz II	10,1	146	1,1	1,4	24	0,8
2017	Fazenda Vera Cruz	38,4	163	3,8	2,3	13	8,5

Fonte: Unisolo Laboratório Análise Química

Tabela 2. Atributos físicos do solo referente às áreas dos dois experimentos, realizados na safra 2017/2018.

Ano	Local	Argila	Silte	Areia	Classificação
		-----g kg ⁻¹ -----			
2017	Fazenda São Luiz II	450	75	425	Argilosa
2017	Fazenda Vera Cruz	635	270	95	Franco argilosa

Fonte: Unisolo Laboratório Análise Química

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 8 tratamentos e 4 repetições, integrado pelos tratamentos expostos na tabela 3.

Tabela 3. Tratamentos utilizados nas áreas dos dois experimentos, realizados na safra 2017/2018.

Tratamentos	Descrição dos Tratamentos
A	Tratamento controle (sem inoculação e sem adubação nitrogenada)
B	Testemunha nitrogenada (300 kg ha ⁻¹ de N)
C	Inoculação da semente com duas doses de Simbiose Nod Soja (<i>Bradyrhizobium japonicum</i>)
D	Inoculação da semente com duas doses de Simbiose Nod Soja (<i>Bradyrhizobium japonicum</i>) + pulverização com uma dose de (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>) no estágio V ₃ ;
E	Inoculação da semente com duas doses de Simbiose Nod Soja (<i>Bradyrhizobium japonicum</i>) + pulverização com uma dose de (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>) no estágio fenológico V ₅
F	Inoculação da semente com duas doses de Simbiose Nod Soja (<i>Bradyrhizobium japonicum</i>) + pulverização com duas doses de <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> no estágio fenológico V ₃
G	Inoculação da semente com duas doses de Simbiose Nod Soja (<i>Bradyrhizobium japonicum</i>) + pulverização com duas doses de <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> no estágio V ₅ ;
H	Inoculação da semente com duas doses de Simbiose Nod Soja (<i>Bradyrhizobium japonicum</i>) + pulverização de 500 mL ha ⁻¹ com Stimulate®

Fonte: O autor

Nos tratamentos C à H, foi realizado adubação no plantio equivalente a 20 kg ha⁻¹ de N. As parcelas contiveram 8 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas por 0,50 m, totalizando 20 m² por parcelas.

Utilizou-se a cultivar Brasmax Bônus IPRO – 8579 RSF, industrialmente tratada, esta cultivar possui crescimento indeterminado, excelente desenvolvimento inicial, com alto teto produtivo, ampla adaptação regional e resistência moderada ao acamamento, flor roxa, grupo de maturação 7.9, seu ciclo médio é 116 dias para a região norte de Goiás (BRASMAX, 2019). Os tratos culturais quanto à fertilidade,

controle de pragas e doenças foram realizados de forma calendarizada conforme o planejamento das propriedades.

A instalação dos experimentos foi realizada segundo as normas estabelecidas no protocolo oficial para avaliação da viabilidade e eficiência agrônômica de cepas, inoculantes e tecnologias relacionadas ao processo de fixação biológica do nitrogênio em leguminosas, constante do anexo à Instrução Normativa SDA/MAPA nº13/2011 do MAPA.

Para a inoculação de *B. japonicum* foram utilizadas as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 – $7,2 \times 10^9$ células viáveis mL^{-1} de SimbioseNod Soja, a bactéria *bacillus amyloliquefaciens* foi utilizada na concentração de $6,0 \times 10^9$ células viáveis por mL^{-1} , produtos comerciais registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária.

No estágio V₃, foram realizadas aplicações de *B. amyloliquefaciens* na dose de 250 mL ha^{-1} e 500 mL ha^{-1} , sendo adicionado 0,5% (v/v) de óleo mineral em 150 L ha^{-1} de calda. No estágio V₅ foram realizadas as aplicações de *B. amyloliquefaciens* nas mesmas dosagens do estágio V₃ e pulverização com 500 mL ha^{-1} de Stimulate.

No Florescimento pleno (estádio R₂), foram coletadas três plantas da 3ª linha de cada parcela juntamente com o volume de solo ocupado pelo sistema radicular. Neste estágio foram avaliados: o número de folhas (NF – n^{-1}); massa seca das folhas (MSF – g^{-1}); nódulos foram retirados das raízes e contados (NN – n^{-1}); massa seca dos nódulos (MSN – g^{-1}) e as raízes foram separadas e lavadas para avaliar a massa seca da raiz (MSR – g^{-1}). Para a determinação de massa seca as amostras foram colocadas em saco de papel “Kraft” e levadas à estufa com ventilação forçada a 65°C , por 72 horas, em seguida foram pesadas em balança de precisão.

No estágio R₈, foi avaliada à altura final das plantas (AP-m planta^{-1}), com o auxílio de uma régua medindo-se da base ao ápice da planta. No momento da colheita (estádio R₉) foram coletadas em 1 metro da quarta e quinta linha de cada parcela. A debulha da soja foi realizada manualmente. Para a determinação dos componentes de rendimento: peso de 1.000 grãos (PMG – g^{-1}); foi estipulado pela pesagem de 500 sementes em balança de precisão e multiplicado por 2 e produção de grãos em kg ha^{-1} (PG – kg ha^{-1}).

A análise estatísticas foi realizada de acordo com com o delineamento de blocos ao acaso disposto em estrutura fatorial 2×8 (2 locais \times 8 tratamentos). As médias significativas foram avaliadas pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade, utilizando o programa ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 4, tratando-se da variável local, a média do número de folhas (NF – n planta⁻¹) da Fazenda São Luiz II foi de 101,13 folhas planta⁻¹ ou 30,56 % superior à Fazenda Vera Cruz que obteve 70,22 folhas planta⁻¹. Esta diferença significativa entre os locais pode ser justificada por algum fator ligado ao local como data do plantio pois o mesmo foi realizado tardio na Fazenda Vera Cruz, dia 19 de dezembro. Segundo Brasmax (2019) a data ideal para o plantio da cultivar Brasmax Bônus IPRO – 8579 RSF na região norte de Goiás é de 15 de outubro à 30 de novembro. Os tratamentos não se diferiram estatisticamente entre si.

Segundo a Tabela 4 referindo a fonte de variação local a altura de plantas (AP- n° planta⁻¹) ocorreu diferença estatística da Fazenda Vera Cruz, com 0,89 m ou 4,49% superior à Fazenda São Luiz II onde atingiu a média de 0,85 m planta⁻¹. A fonte de variação nos tratamentos não ocorreram diferença significativa.

Em conformidade com a Tabela 4 se tratando da variável local, houve diferença significativa no número de nódulos (NN-n° planta⁻¹), a Fazenda São Luiz II apresentou 61,56 nódulos planta⁻¹ ou 26,8% superior à Fazenda Vera Cruz que totalizou a média de 45,05 nódulos planta⁻¹. Os tratamentos D (1.*BacillusV*₃), E (1.*BacillusV*₅), F (2.*BacillusV*₃), G (2.*BacillusV*₅) e H (StimulateV₅) obtiveram diferença significativa superior aos demais tratamentos avaliados. Segundo Hungria, Campos & Mendes (2001) uma soja inoculada de forma satisfatória deve apresentar no campo de 15 a 30 nódulos planta⁻¹.

A massa seca de nódulos (MSN-g planta⁻¹) exposta na Tabela 4, apresentou diferença significativa entre os locais, onde a Fazenda São Luiz II apresentou 1,17 g planta⁻¹ ou 68,9% superior à Fazenda Vera Cruz com 0,36 gramas de nódulos planta⁻¹. Os tratamentos D (1.*BacillusV*₃), E (1.*BacillusV*₅), G (2.*BacillusV*₅) e H (StimulateV₅) não diferiram entre si porém foram superiores aos demais tratamentos avaliados. Resultado similar ao trabalho de Araujo & Hungria (1999) que estudaram nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *bradyrhizobium japonicum* / *bradyrhizobium elkanii* e concluíram que o uso de *Bacillus* foi suficiente para causar incrementos na nodulação e massa dos nódulos.

Tabela 4. Avaliação do número de folhas (NF-nº planta⁻¹), altura de planta (AP-nº planta⁻¹), número de nódulos (NN-nº planta⁻¹) e massa seca de nódulos (MSN-g planta⁻¹) da soja dentro de cada local e em função dos tratamentos realizados experimentos de campo conduzidos nas fazendas Vera Cruz e São Luiz II no ano agrícola de 2017/2018.

Variáveis	NF	AP	NN	MSN
Local (L)				
Fazenda Vera Cruz	70,22 b	0,89 a	45,05 b	0,36 b
Fazenda São Luiz II	101,13 a	0,85 b	61,56 a	1,17 a
Tratamentos (T)				
Trat.A Controle	80,12 a	0,86 a	43,39 b	0,74 b
Trat.B Nitrogenio	84,13 a	0,88 a	38,16 b	0,58 b
Trat.C 2.B	87,58 a	0,90 a	48,96 b	0,58 b
Trat.D1. <i>BacillusV</i> ₃	86,74 a	0,87 a	61,70 a	1,02 a
Trat.E 1. <i>BacillusV</i> ₅	84,83 a	0,87 a	59,41 a	0,89 a
Trat.F 2. <i>BacillusV</i> ₃	85,35 a	0,84 a	53,29 a	0,66 b
Trat.G 2. <i>BacillusV</i> ₅	90,99 a	0,89 a	59,79 a	0,81 a
Trat.H StimulateV ₅	85,67 a	0,88 a	61,75 a	0,86 a
CV%	8,60	7,19	19,34	38,04

As medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si através do teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Na tabela 5 quanto a massa seca das folhas (MSF – g⁻¹) na fonte de variação o local a média da fazenda São Luiz II foi 17,82 g planta⁻¹ ou 19,9 % superior a fazenda Vera Cruz Agropecuária Ltda. que totalizou a média de 14,26 g planta⁻¹. O tratamento G (2*BacillusV*₅) obteve média de 18,83 g planta⁻¹, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Resultado similar aos trabalhos de Matsumura et al (2016) e Guimarães et al (2013) que constataram que a bactéria *B.amyloliquefaciens* apresenta resultados positivos sobre o crescimento das plantas de alface.

A massa seca dos ramos (MSR – g⁻¹), presente na tabela 5, demonstrou diferença estatística entre os locais onde a fazenda São Luiz II apresentou média de 22,03 g planta⁻¹ ou 11,2% superior a fazenda Vera cruz Agropecuária Ltda. que apresentou 19,56 g planta⁻¹. O tratamento G (2.*BacillusV*₅) apresentou uma média de 24,62 g planta⁻¹ sendo superior aos demais tratamentos avaliados.

Em concordancia com a tabela 5 o peso de 1.000 grãos (PMG – g⁻¹), tratando-

se da variável local a fazenda Vera Cruz Agropecuária Ltda. obteve média 201,50 g⁻¹ ou 7,9 % superior que a fazenda São Luiz II com média de 185,50 g⁻¹. Os tratamentos não se diferiram da testemunha, obtendo resultado semelhante à Ferreira (2018) que avaliou diferentes doses de *Bacillus amyloliquefaciens* em milho e não encontrou diferença expressiva entre os tratamentos quanto ao peso de grãos.

O peso da massa seca da raiz (MSRa – g⁻¹) presente na tabela 5, demonstrou diferença estatística entre os locais onde a fazenda São Luiz II alcançou uma média de 6,21 g planta⁻¹ ou 20,4% superior a fazenda Vera Cruz com 4,94 g planta⁻¹. Os tratamentos avaliados não se diferiram estatisticamente do tratamento controle. Resultados contrastantes encontrados por Buso (2017), que avaliou contribuição de micro-organismos promotores do crescimento vegetal coinoculados na cultura da soja, e verificou que os micro-organismos *A. brasilense*; *T. virens* e *B. amyloliquefaciens* coinoculados com *B. japonicum* em sementes de soja são capazes de aumentar a taxa de crescimento relativo entre V2 e R1, a razão de área foliar e razão de massa de raízes na fase vegetativa, e a taxa de crescimento absoluto entre V7 e R5.

Tabela 5. Avaliação de massa seca das folhas (MSF – g⁻¹), massa seca da ramos (MSR – g⁻¹), peso de 1000 grãos (PMG – g⁻¹) e o peso da massa seca da raiz (MSRa – g⁻¹) da soja dentro de cada local e em função dos tratamentos realizados experimentos de campo conduzidos nas fazendas Vera Cruz Agropecuária Ltda. e São Luiz II no ano agrícola de 2017/2018.

Variáveis	MSF	MSR	PMG	MSRa
Local (L)				
Fazenda Vera Cruz	14,26 b	19,56 b	201,50 a	4,94 b
Fazenda São Luiz II	17,82 a	22,03 a	185,50 b	6,21 a
Tratamentos (T)				
Trat.A Controle	14,82 b	19,16 b	199,86 a	5,69 a
Trat.B Nitrogenio	15,93 b	21,65 b	191,89 a	5,22 a
Trat.C 2.B	14,73 b	18,71 b	190,90 a	5,32 a
Trat.D 1. <i>Bacillus</i> V ₃	16,62 b	20,22 b	193,29 a	5,39 a
Trat.E 1. <i>Bacillus</i> V ₅	15,32 b	19,89 b	196,53 a	5,47 a
Trat.F 2. <i>Bacillus</i> V ₃	15,91 b	21,18 b	194,34 a	5,85 a
Trat.G 2. <i>Bacillus</i> V ₅	18,83 a	24,62 a	187,30 a	5,98 a
Trat.H StimulateV ₅	16, 14 b	20,92 b	193,88 a	5,70 a
CV%	13,15	12,9	3,55	15,85

As medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si através do teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

A produtividade (PG – kg ha⁻¹) exposta na tabela 6 a fazenda Vera Cruz Agropecuária Ltda. atingiu média de 5.178,43 kg ha⁻¹ ou 13,56 % superior que a fazenda São Luiz II com média de 4.476,76 kg ha⁻¹. Os tratamentos: B (Nitrogênio), C (2.B) e E (1.*BacillusV*₅) apontaram superioridade estatística aos demais. O tratamento C foi 20,03 % superior ao tratamento controle. Gaspareto (2018), avaliou formas de inoculação com bactérias promotoras de crescimento no desempenho do milho. Verificando que os tratamentos aplicados em jato dirigido, *B. amyloliquefaciens* apresentaram produtividades superiores de grãos de milho safrinha em comparação aos outros tratamentos, portanto ele concluiu que as bactérias promotoras de crescimento de plantas, mesmo inoculadas via jato dirigido em estágio V₃, podem reduzir em 25% a dose de N aplicada em cobertura no milho safrinha.

Tabela 6. Avaliação de produtividade (PG – kg ha⁻¹) da soja dentro de cada local e em função dos tratamentos realizados experimentos de campo conduzidos nas fazendas Vera Cruz e São Luiz II no ano agrícola de 2017/2018.

Variáveis	PG
Local (L)	
Fazenda Vera Cruz	5.178,43 a
Fazenda São Luiz II	4.476,76 b
Tratamentos (T)	
Trat.A Controle	4.404,20 b
Trat.B Nitrogenio	5.106,17 a
Trat.C 2.B	5.531,45 a
Trat.D 1. <i>BacillusV</i> ₃	4.566,36 b
Trat.E 1. <i>BacillusV</i> ₅	5.142,98 a
Trat.F 2. <i>BacillusV</i> ₃	4.488,66 b
Trat.G 2. <i>BacillusV</i> ₅	4.810,79 b
Trat.H StimulateV ₅	4.570,15 b
CV%	10,98

As medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si através do teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Em diversas variáveis fenológicas analisadas, os tratamentos com bactérias promotoras de crescimento não se diferiram do tratamento controle (média do número de folhas e altura de planta, peso de mil grãos e peso de massa seca de raiz). Este fato pode ser procedente da uniformização das precipitações a partir de novembro de 2017 em Goiás fazendo com que fossem fornecidas condições favoráveis para o

desenvolvimento da lavoura de soja (CONAB, 2018). Buso (2017) avaliou contribuição de micro-organismos promotores do crescimento Vegetal coinoculados na cultura da soja em duas safras, 14/15 e 15/16, no ano agrícola 14/15 onde a precipitação média foi menor, no tratamento com *B. amyloliquefaciens* os números de massa seca de raiz, nódulos por planta e altura de plantas foram superiores estatisticamente ao do ano com maior precipitação.

4. CONCLUSÃO

As doses e épocas da co-inoculação de *Bradyrhizobium* e *Bacillus amyloliquefaciens* não influenciaram em relação ao número de folhas, altura de plantas, peso de mil grãos e peso de massa seca de raiz da soja nas condições testadas.

A nodulação da soja foi influenciada por todas as doses e épocas da co-inoculação de *Bacillus*.

A aplicação de 2 doses de *Bacillus* no estágio V₅ interferiu positivamente na massa seca das folhas e ramos.

O tratamento de inoculação padrão e o tratamento com 1 dose de *Bacillus* no estágio V₅ apresentaram maior produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M.; Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum* / *Bradyrhizobium elkanii*. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.9, p.1633-1643, set. 1999

BALBINOT JUNIOR, A.A.; HIRAKURI, H.M.; FRANCHINI, J.C.; DEBRIASI, H.; RIBEIRO, R.H. **Análise da área, produção e produtividade da soja no Brasil em duas décadas (1997-2016)**, Londrina: Embrapa Soja, 2017. 21 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Soja.

BRASMAX 2019. **Cultivar**. Disponível em:

<<http://brasmxgenetic.wpengine.com/cultivar-regiao-cerrado/>>. Acesso: Abril 2019.

BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B.; PINTO, Z.V.; PAULA JUNIOR, T.J.; CORRÊA, E.B.; MOURA, A.B.; LUCON, C.M.M.; COSTA, J.C.B.; BEZERRA, J.L. **Produtos Comerciais à Base de Agentes de Biocontrole de Doenças de Plantas**, Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 155 p.

BUSO, P.H.M. Contribuição de micro-organismos promotores do crescimento vegetal coinoculados na cultura da soja. 2017. 94f. **Tese** (doutorado) Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. - Curitiba: 2017.

CHOUDHARY, D.K.; JOHRI, B.N. Interactions of *Bacillus* spp. and plants – With special reference to induced systemic resistance (ISR). **Microbiological Research**. Bhopal, India. v. 164, p.493-513, 2009.

CHOWDHURY, S.P.; HARTMANN, A.; GAO, X.W.; BORRIS, R. **Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42: a review**. *Front. Microbiol.* n. 28, Jul. 2015.

COELHO, L.F.; FREITAS, S.S.; MELO, A.M.T.; AMBRÓSIO, G.M.B.; Interação de bactérias fluorescentes do gênero *Pseudomonas* e *Bacillus* spp. Com a rizosfera de diferentes plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.3, p.1413-1420, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, v.6 -safra 2018/19, n.6 - sexto levantamento, Brasília, p. 1-145, março 2019.

EMBRAPA EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil**. - Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008, 280p.

FAN, B.; CARVALHAIS, L.C.; BECKER, A.; FEDOSEYENKO, D.; VON WIREN, N.; BORRIS, R. Transcriptomic profiling of *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 in response to maize root exudates. **BMC Microbiology**, Londres, v.12, p.116, abr./jun. 2012.

FERREIRA, D.S.A. Inoculação do *Bacillus amyloliquefaciens* na promoção de crescimento e produtividade no milho. 2018. 35f. **TCC** (graduação em Agronomia)-

Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop. 2018.

GASPARETO, R.N. Formas de inoculação com bactérias promotoras de crescimento na nutrição e desempenho agrônomo de milho no cerrado. 2018. 82f. **Dissertação** (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira. 2018.

GUIMARAES, AM.; PAZ, I.C.P.; SANTIN, R.C.M.; PAULI, G.; SILVA, M.E.; SOUZA, R.V.; MATSUMURA, A.T.S.; SILVA, E.R. Utilização da rizobactéria *Bacillus amyloliquefaciens* na promoção de crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.), em cultivo agroecológico. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Vol 8, No. 2, Nov 2013

HUNGRIA, M., CAMPO, R. J.; MENDES, I. D. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Embrapa Soja; Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2001.

MARIANO, R.L.R.; SILVEIRA, E.B.; ASSIS, S.M.P.; GOMES, A.M.A.; NACIMENTO, A.R.P.; DONATO, V.M.T.S. **Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, 2004, Recife-PE. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma Recife, vol. 1, p.89-111.

MATSUMURA, A.T.S.; PAZ, I.C.P.; GUIMARÃES, A.M.; SILVA, M.E.; OTT, A.P.; DUARTE, V. Efeito de três formulações de *Bacillus amyloliquefaciens* ICBB200 sobre o crescimento de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.) em cinco condições edafoclimáticas. **Sci. Agrar. Parana**. v. 15, p. 146-152, 2016.

MONSANTO. **Quickroots**. Estados Unidos. Disponível em: < <http://www.acceleronsas.com/products/Pages/QuickRoots-Forage.aspx> >. Acesso em: 14 out. 2018.

OLIVEIRA, A.L.M.; URQUIAGA, S.; BALDANI, J.I.; **Processos e mecanismos envolvidos na influência de microrganismos sobre o crescimento vegetal**. - RJ. Seropédica. Embrapa Agrobiologia. 2003, 40p.

RATZ, R.J. Uso de bactérias do gênero bacillus como promotoras de crescimento para a cultura do milho e da soja. 2014. 71 f. **Pós-graduação**-Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2014.

ROMANGOLI, E.M.; ANDREOTE, F.D.; **Rizosfera**. In: CARDOSO, E.J.; ANDREOTE, F.D. (eds.). Microbiologia. Piracicaba: ESALQ, 221p. 2016.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A.V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African. Journal. Research**, v. 11, n.39, p. 3733-3740, 2016.

SILVEIRA, E.B.; GOMES, A.M.A.; MARIANO, R.L.R.; SILVA NETO, E.B. Bacterização de sementes e desenvolvimento de mudas de pepino. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.217-221, abril-junho 2004.

ZECCHIN, V.T.S. Uso da bactéria promotora do crescimento vegetal, *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* FZB42, no tomateiro em cultivo orgânico. 2016. 95 f. **Tese** (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.