

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

LAURA BRITTO GARCIA DE OLIVEIRA

**FORMAS DE COINOCULAÇÃO COM BACTÉRIAS PROMOTORAS
DE CRESCIMENTO: NA NODULAÇÃO, NUTRIÇÃO E DESEMPENHO
AGRONÔMICO DA SOJA NO CERRADO**

Ilha Solteira
2019

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-SISTEMAS
DE PRODUÇÃO

LAURA BRITTO GARCIA DE OLIVEIRA

**FORMAS DE COINOCULAÇÃO COM BACTÉRIAS PROMOTORAS
DE CRESCIMENTO: NA NODULAÇÃO, NUTRIÇÃO E DESEMPENHO
AGRONÔMICO DA SOJA NO CERRADO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Agronomia.

Nome do orientador
**Prof. Dr. Marcelo Carvalho Minhoto
Teixeira Filho**

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Oliveira, Laura Britto Garcia de.
O482f Formas de coinoculação com bactérias promotoras de crescimento: na nodulação, nutrição e desempenho agrônômico da soja no cerrado / Laura Britto Garcia de Oliveira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2019
86 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2019

Orientador: Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho
Inclui bibliografia

1. *Glycine max* L. 2. Diagnose foliar. 3. Fixação biológica de nitrogênio. 4. Produtividade de grãos.


Raiane da Silva Santos

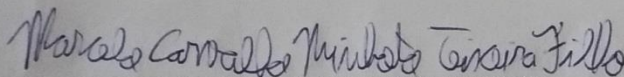
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: FORMAS E TIPOS DE COINOCULAÇÃO NA NUTRIÇÃO E DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA NO CERRADO

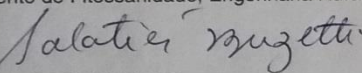
AUTORA: LAURA BRITTO GARCIA DE OLIVEIRA

ORIENTADOR(A): *orientador não cadastrado*

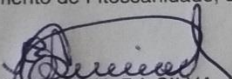
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, área: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. MARCELO CARVALHO MINHOTO TEIXEIRA FILHO
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. SALATIER BUZETTI
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Dr. EDSON CABRAL DA SILVA
Ciências Agrárias / Instituto Federal Goiano - Câmpus de Rio Verde

Ilha Solteira, 22 de fevereiro de 2019

AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar forças para concluir essa etapa.

Para que o presente trabalho pudesse ser realizado e concluído foi imprescindível a presença de determinadas pessoas durante a escrita do mesmo tanto quanto durante toda a sua execução, gostaria então de agradecer:

À minha família, pelo apoio durante minha jornada.

Ao Prof. Dr. Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho por ter sido o orientador e mediador desse passo importante em minha carreira;

À todos os amigos e colegas do grupo Nutrição de Plantas da FEIS/UNESP pela colaboração durante o experimento. Principalmente ao meu amigo de experimento e irmão William Nishimoto, por passar comigo todos os perrengues que um experimento tem, e por ter me apoiado sempre, me escutando e consolando quando foi necessário;

Aos funcionários da instituição da FEPE e do laboratório de Nutrição de plantas gostaria de agradecer ao meu amigo e parceiro Marcelo Rinaldi pela ajuda e dedicação com o trabalho e companhia;

Agradeço as minhas amigas Mariana Gaioto, Jéssica Pigatto, Débora Marchini, Rafaelly Lima e Lígia Videira por mesmo de longe estarem me apoiando psicologicamente a todos os momentos;

Também aos meus amigos Rafael Nascimento, Gillian Crespo, Josiane Alexandrino, André Cunha, Mariana Guilhermitti, Paula Pelozato e Eduarda Viana, por fazerem a minha estadia em Ilha Solteira nesses anos terem sido suportáveis e divertidas. Por estarem lá sempre e por simplesmente serem quem são;

Quero agradecer pela amizade construída com suor, risos e muitas dores musculares que o tempo de mestrado me deu com a Sthefany Thays, e dizer a mesma que eu acredito no potencial que ela tem de conquistar seus sonhos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

A utilização de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs) pode promover aumento na eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN), com benefícios no desenvolvimento e produtividade de grãos de soja. Diante o exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da coinoculação entre rizóbios e seis BPCPs (*Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefacens*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. subtilis* e *Pseudomonas fluorescens*), inoculadas via semente ou em jato dirigido na base da planta no estágio V3, sobre a nodulação, nutrição, acúmulo de nutrientes e produtividade de grãos de soja no Cerrado. Os experimentos foram conduzidos em sistema plantio direto na Fazenda Experimental da Faculdade Unesp, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, Brasil. num Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa, em cultivo irrigado. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, dispostos em esquema fatorial 6x2+3, sendo coinoculação de rizóbios com seis BPCPs (*Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefacens*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. subtilis* e *Pseudomonas fluorescens*), inoculadas na semente ou em jato dirigido na base da planta no estágio V3 da soja; além da testemunha sem inoculação e N, inoculação de sementes apenas com rizóbios (*Bradyrhizobium japonicum*), e tratamento com adubação nitrogenada (ureia). A coinoculação da soja com as bactérias promotoras de crescimentos via semente ou em estágio V3 proporciona maior número de nódulos por planta em relação à inoculação convencional com *B. japonicum*. Isto pode aumentar os teores de N, B e Cu foliar, principalmente quando a coinoculação for via semente. Os acúmulos de P, K e S nos grãos podem aumentar em relação a inoculação convencional com a coinoculação com BPCPs, porém quando realizada no estágio V3. Na palhada, tanto via semente como em estágio V3, também podem ocorrer maiores acúmulos de N, P, K, Cu e Zn em relação a inoculação com *B. japonicum*. A coinoculação com BPCPs proporcionou semelhantes resultados biométricos, dos componentes produtivos, de matéria seca de parte aérea e de produtividade de grãos quando comparado a inoculação convencional da soja, independentemente da forma de coinoculação. As formas de coinoculação em função das condições climáticas interferem de forma diferenciada no efeito das BPCPs sobre a nutrição, acúmulo de nutrientes nos grãos e palhada, e produtividade da soja no Cerrado. Dentre as bactérias, a coinoculação com *Bacillus licheniformis* via jato dirigido em estágio V3 se destacou com as maiores produtividades de grãos.

Palavras-chave: *Glycine max* L. Diagnose foliar. Fixação biológica de nitrogênio. Produtividade de grãos.

ABSTRACT

The use of plant growth promoting communities may increase the biological nitrogen efficiency, with benefits in the development and productivity of soybean grains. Given the above, the objective of this study was to evaluate the effects of co-inoculation between rhizobia and six species of growth promoting bacteria (*Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefacens*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. subtilis* e *Pseudomonas fluorescens*), inoculated via seeds or directed jet at the base of the plant in V3 stage, on nodulation, nutrition, nutrient accumulation and yield of soybean grains at Cerrado. The experiments were conducted under no-tillage system at the Experimental Farm belonging to Unesp-Ilha Solteira, located in Selvíria-MS, Brazil, in irrigated cultivation. The experimental design adopted was randomized blocks, with four replicates, arranged in 6x2+4 factorial outline, being co-inoculation of rhizobia with six species of growth promoting bacteria (*Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefacens*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. subtilis* e *Pseudomonas fluorescens*) inoculated in the seed or directed jet at the base of the plant in V3 stage in soybean, beyond the control without inoculation and nitrogen, seed inoculation only with rhizobia (*Bradyrhizobium japonicum*), and treatment with nitrogen fertilization (urea). The co-inoculation of soybean with growth promoting bacteria via seed or in the V3 stage provides greater numbers of nodules per plant relative to conventional inoculation with *B. japonicum*. This may increase the N, B and Cu contents of the leaf, especially when the co-inoculation is via seed. The accumulations of P, K and S in the grains may increase over conventional inoculation with co-inoculation with species of growth promoting bacteria, however when performed in the V3 stage. In the straw, both via seed and in stage V3, larger accumulations of N, P, K, Cu and Zn may also occur with respect to inoculation with *B. japonicum*. Co-inoculation with species of growth promoting bacteria gave similar biometric results, of the productive components, of dry matter of aerial part and of grain yield when compared to conventional soybean inoculation, regardless of the form of co-inoculation. The forms of co-inoculation as a function of climatic conditions differ in the effect of species of growth promoting bacteria on nutrition, accumulation of nutrients in grains and straw, and soybean yield at Cerrado. Among the bacteria, the co-inoculation with *Bacillus licheniformis* via directed jet in V3 stage stood out with the highest grain yields.

Key words: *Glycine max* L. Leaf nutrient diagnosis. Biological nitrogen fixation. Grain yield.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Precipitação pluvial e temperaturas máxima, média e mínima registradas durante os experimentos, no período de novembro de 2016 a março de 2018, em Selvíria-MS.....	25
Figura 2	- Inoculantes líquidos utilizados.....	26
Figura 3	- Delimitação de parcelas.....	27
Figura 4	- Semeadura da soja de primeiro ano.....	28
Figura 5	- Separação e lavagem dos nódulos.....	29
Figura 6	- Trilhagem mecânica.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Análises biométricas e nódulos em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS.	34
Tabela 2	- Análises biométricas e de nódulos de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria – MS.	35
Tabela 3	- Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação para número de nódulos por planta nas safras 2016/2017 e 2017/2018. Selvíria - MS.	36
Tabela 4	- Matéria seca de palhada, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de soja em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS.	39
Tabela 5	- Matéria seca de palhada, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria – MS.	40
Tabela 6	- Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação para matéria seca na safra 2016/2017 e produtividade de grãos de soja nas safras 2016/2017 e 2017/2018. Selvíria - MS.	41
Tabela 7	- Teores foliares de macronutrientes na soja em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS.	44
Tabela 8	- Teores foliares de macronutrientes na soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria – MS.	45

Tabela 9	- Desdobramentos da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o teor foliar de nitrogênio na soja, safras 2016/2017 e 2017/2018. Selvíria - MS.	46
Tabela 10	- Desdobramentos da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para os teores foliar de magnésio e enxofre na soja, safra 2016/2017. Selvíria - MS.	47
Tabela 11	- Teores foliares de micronutrientes na soja em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS.	49
Tabela 12	- Teores foliares de micronutrientes na soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria – MS.	50
Tabela 13	- Desdobramentos da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o teor foliar de ferro e cobre na safra 2016/2017 e de teor de manganês na safra 2017/2018. Selvíria - MS.	51
Tabela 14	- Acúmulo de macronutrientes em (kg ha ⁻¹ de grãos produzidos) em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS.	53
Tabela 15	- Acúmulo de macronutrientes em (kg ha ⁻¹ de grãos produzidos) de soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria - MS.	54
Tabela 16	- Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de fósforo(kg ha ⁻¹ de grãos produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018.Selvíria - MS.	55
Tabela 17	- Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de potássio (kg ha ⁻¹ de grãos produzidos) na safra 2016/17 e safra 2017/2018. Selvíria -	56

MS.

- Tabela 18** - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de cálcio (kg ha^{-1} de grãos produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS. 57
- Tabela 19** - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de magnésio (kg ha^{-1} de grãos produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS. 58
- Tabela 20** - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja o acúmulo de enxofre (kg ha^{-1} de grãos produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS. 59
- Tabela 21** - Acúmulo de micronutrientes em g ha^{-1} nos grãos produzidos de soja em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS. 61
- Tabela 22** - Acúmulo de micronutrientes em g ha^{-1} de grãos produzidos de soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria - MS. 62
- Tabela 23** - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de boro e cobre (g ha^{-1} de grãos produzidos) na safra 2016/17. Selvíria - MS. 63
- Tabela 24** - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de ferro (g ha^{-1} de grãos produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS. 64
- Tabela 25** - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de zinco (g ha^{-1} de grãos produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS. 65
- Tabela 26** - Acúmulo de macronutrientes em (kg ha^{-1}) na palhada de soja em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de

coinoculação. Selvíria - MS.

- Tabela 27** - Acúmulo de macronutrientes em (kg ha^{-1}) na palhada de soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria - MS. 68
- Tabela 28** - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo (kg ha^{-1} de palhada produzidos) de nitrogênio e de potássio na safra 2016/17, e de potássio na safra 2017/2018. Selvíria - MS. 69
- Tabela 29** - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo (kg ha^{-1} de palhada produzidos) de cálcio nas safras 2016/2017 e 2017/2018, e de enxofre na safra 2016/17. Selvíria - MS. 70
- Tabela 30** - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de magnésio (kg ha^{-1} de palhada produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS. 71
- Tabela 31** - Acúmulo de micronutrientes em (g ha^{-1}) na palhada de soja em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS. 74
- Tabela 32** - Acúmulo de micronutrientes em (g ha^{-1}) na palhada de soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria - MS. 75
- Tabela 33** - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo (g ha^{-1} de palhada produzidos) de cobre nas safras 2016/2017 e 2017/2018, e de boro na safra 2016/17. Selvíria - MS. 76
- Tabela 34** - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo (g ha^{-1} de palhada produzidos) de ferro nas safras 2016/2017 e 2017/2018, e de

manganês na safra 2016/17. Selvíria - MS.

Tabela 35 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de zinco (g ha^{-1} de palhada produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	IMPORTÂNCIA DA SOJA NO BRASIL.....	15
2.2	IMPORTÂNCIA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO E DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS NA AGRICULTURA	17
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1	LOCAL E HISTÓRICO DE MANEJO.....	24
3.2	DELINEMANETO ESTATÍSTICO E TRATAMENTOS.....	25
3.3	EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO E ANÁLISES REALIZADAS	27
3.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	ANÁLISES BIOMÉTRICAS.....	31
4.2	ESTADO NUTRICIONAL DA PLANTA NO FLORESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES	42
5	CONCLUSÕES.....	79
	REFERÊNCIAS	80

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ocupou uma área de 120,958 milhões de hectares no Mundo, com uma produção de 336,699 milhões de toneladas na safra 2017/2018 (EMBRAPA, 2018). No Brasil a área ocupada na safra 2017/2018 foi de 35,100 milhões de hectares, com uma produtividade média de grãos de 3.333 kg ha⁻¹ (CONAB, 2016).

A soja tem grande importância na alimentação não apenas animal, e também humana. Além disso, é considerada a oleaginosa com maior retorno financeiro para seus produtores (VALARINI; KUWAHARA, 2007).

O processo de inoculação com rizóbios por meio da fixação biológica de N₂ traz benefícios econômicos como a redução nos custos de produção e a redução ou não aplicação de fertilizantes nitrogenados, levando a melhoria nas qualidades ambientais - com menor aporte de nitratos para as águas superficiais e subterrâneas - e à sustentabilidade dos agroecossistemas (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Contudo para a obtenção de elevadas produtividades de grãos de soja, e em função da demanda em nitrogênio (N) da cultura, a fixação biológica de N₂

deve funcionar com a máxima eficiência (MORETTI *et al.*, 2018, GALINDO *et al.*, 2018).

Nesse contexto, a utilização de novas tecnologias buscando aumento na FBN, com reflexo no desenvolvimento e produtividade de grãos, tornam-se essenciais para uma agricultura competitiva e de baixa emissão de carbono. Desta forma, práticas que minimizam e/ou otimizam o uso de insumos devem ser utilizadas em sistemas agrícolas (GALINDO *et al.*, 2016).

Considerando as limitações da FBN na cultura da soja e os benefícios verificados em diversas culturas com a inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs), especialmente em função do efeito fitohormonal atuando diretamente na promoção de crescimento vegetal, desenvolvimento do sistema radicular, e conseqüentemente maior absorção de água e nutrientes (HUNGRIA *et al.*, 2013; GALINDO *et al.*, 2018), controle biológico de plantas, produção de antibióticos naturais e efeito protetor contra fitopatógenos secundários do solo (SANTOYO *et al.*, 2012; MAZZUCHELLI *et al.*, 2014; SIVASAKTHI *et al.*, 2014), além do potencial de aumento da FBN e na eficiência do uso do N

(PANKIEWICZ *et al.*, 2015; GALINDO *et al.*, 2016), deduz-se que a coinoculação com *Bradyrhizobium* e BPCPs como exemplo *Azospirillum brasilense*, *Bacillus spp.* e *Pseudomonas spp.* podem favorecer o desenvolvimento da cultura, e consequentemente a produção de grãos.

As BPCV fazem parte do grupo de microrganismos benéficos às plantas devido à capacidade de colonizar a superfície das raízes, rizosfera, filosfera e tecidos internos das plantas (DAVISON, 1988; KLOEPPER *et al.*, 1989). As bactérias denominadas de BPCV como o *Azospirillum brasilense* pode atuar na planta através da simbiose juntamente com o rizóbios, promovendo aumento no crescimento vegetal, na produtividade de grãos, no nitrogênio total biologicamente fixado, além de melhorias no aproveitamento do nitrogênio influências na partição de matéria seca entre as raízes e parte aérea (BÁRBARO *et al.*, 2009). Galindo *et al.* (2017 e 2018) obtiveram aumentos na produtividade de grãos de soja no cerrado com a coinoculação via semente de *Azospirillum brasilense*.

Nesse contexto, e frente à carência de informações acerca da coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefacens*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. subtilis* e *Pseudomonas fluorescens* em condições de Cerrado brasileiras, no desenvolvimento e produtividade da soja. Também é necessário se definir a melhor forma de coinoculação com BPCPs na cultura da soja.

O estudo teve como hipótese que a coinoculação com BPCPs, principalmente via semente de soja, pode favorecer o desenvolvimento inicial, aumentando a nodulação, o acúmulo de N em parte aérea e nutrição da planta, e consequentemente, melhorar o desenvolvimento e enchimento de grãos com reflexo positivo na produtividade da cultura da soja.

Diante o exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da coinoculação entre rizóbios e seis BPCPs (*Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefacens*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. subtilis* e *Pseudomonas fluorescens*), inoculadas via semente ou em jato dirigido na base da planta no estágio V3, sobre a nodulação, nutrição, acúmulo de nutrientes e produtividade de grãos de soja no Cerrado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DA SOJA NO BRASIL

No final da década de 60, dois fatores internos fizeram o Brasil começar a enxergar a soja como um produto comercial, fato que mais tarde influenciaria no cenário mundial de produção do grão. Na época, o trigo era a principal cultura do Sul do Brasil e a soja surgia como uma opção de verão, em sucessão ao trigo. O Brasil também iniciava um esforço para produção de suínos e aves, gerando demanda por farelo de soja. Em 1966, a produção comercial de soja já era uma necessidade estratégica, sendo produzidas cerca de 500 mil toneladas no País (EMBRAPA, 2004).

As exportações brasileiras de soja em grão estão concentradas para a China. No ano de 2011, do total exportado pelo Brasil, 67% foram destinados ao país asiático. O comércio para este país aumentou 119% no período de 2007 a 2011 (SEAB,2012).

Os maiores estados produtores, são Mato Grosso com uma produtividade de 3.350 kg ha⁻¹, Paraná que apresentou uma produtividade de 3.503 kg ha⁻¹ e o Rio Grande do Sul com uma produtividade de 2.981 kg ha⁻¹. Além desses estados, Goiás, Mato Grosso do Sul, Bahia, Minas Gerais e Maranhão apresentam relevância significativa no atual cenário produtivo da oleaginosa pelo aumento da produtividade e área plantada observadas nas últimas safras. Os bons resultados obtidos estão relacionados aos investimentos feitos em todas as etapas do cultivo, desde o preparo do solo até a colheita do grão (CONAB, 2016).

A importância do crescimento da cultura da soja no Brasil foi responsável em grande parte e impulsionada pelo domínio das tecnologias de produção no Cerrado, pela abundância de crédito para a compra de máquinas e equipamentos, e também pelo crédito privado para o custeio da produção (BRASIL, 2007). Isto resultou em um mercado de emprego formal, por mais que não compreenda o mercado de trabalho total da economia, demonstrando a nítida relação com a evolução da atividade econômica e da influência das relações trabalhistas sobre a geração de empregos. Os dados dos empregos formais para o mercado da soja brasileira mostram a importância do setor na geração de renda para as diversas regiões do Brasil, indicando também a participação e a dinâmica regional no complexo da soja.

Os resultados obtidos pelos dados dos empregos formais são indicadores econômicos e sociais que mostram como as regiões brasileiras produtoras da soja estão relacionadas ao crescimento de cadeias produtivas, gerando emprego e renda e recolhendo os impostos que podem ser utilizados para o investimento em infraestrutura.

Nos levantamentos atuais realizados pela CONAB, o consumo de soja interno na safra de 2017/2018 atingiu o valor de 59.000 milhões de toneladas. Tendo um total de exportação, entre grãos, farelo e óleo, de 83,6 milhões de toneladas, totalizando 31,7 bilhões de dólares (CONAB, 2018). Isto demonstra o desenvolvimento cada vez mais expressivo do grão não apenas na cultura brasileira, mas também mundial.

Os dados ainda demonstram que com o crescimento da produção de soja um novo recorde foi alcançado, de 118,9 milhões de toneladas, 4,2% superior à safra passada. Isso se deve ao expressivo aumento da área semeada, saindo de 33,9 para 35,1 milhões de hectares, o maior entre todas as culturas avaliadas. A estimativa de 35,2% de hectares semeados na atual safra é 3,7% superior ao cultivado na safra 16/17 e 69,9% maior do que a safra 06/07, o que demonstra que nas últimas 12 safras o Brasil teve um incremento de 14,5 milhões de hectares novos de soja, tornando a cultura, como a protagonista no aumento da área semeada no país.

O processo de FBN consiste na incorporação de N_2 no estado gasoso para a forma de amônio ao metabolismo primário do nutriente, colaborando para produção de proteínas nas plantas (REIS *et al.*, 2010).

Para que se tenha então uma adequada taxa de fixação do N_2 , passou-se a utilizar a inoculação de microrganismos (rizóbios), ou seja, a adição de estirpes selecionadas de bactérias fixadoras de nitrogênio (*Bradyrhizobium elkanii* e *Bradyrhizobium japonicum*) na planta, que irão se desenvolver na raiz e fixar o N_2 do ar, transformando-o em uma forma mineral para a absorção da planta. Inoculação é a denominação dada para a associação de bactérias com leguminosas, essa associação tem como característica a interação da bactéria com o sistema radicular da planta hospedeira por meio dos nódulos radiculares, essas estruturas formadas são altamente especializadas. Essa interação é dita como uma interação mutualística, onde a bactéria se beneficia do suprimento de fotoassimilados ou

carbono orgânico fornecido pela planta hospedeira, enquanto a planta recebe o nitrogênio fixado pelo rizóbio na forma amoniacal, assimilando-o em compostos nitrogenados que podem ser translocados para as suas diferentes partes (CASSINI; FRANCO, 2013).

Desta forma, o processo de inoculação traz benefícios econômicos como a redução nos custos de produção e a redução ou não aplicação de fertilizantes nitrogenados, levando a melhoria nas qualidades ambientais - com menor aporte de nitratos para as águas superficiais e subterrâneas - e à sustentabilidade dos agroecossistemas (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Pode-se dizer então que a partir do momento que essa tecnologia passou a ser utilizada a vida do produtor de soja, ou até mesmo outras culturas passaram a ter menor custo e com expectativa de melhores resultados de desenvolvimento vegetativo e produtividade.

2.2 IMPORTÂNCIA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO E DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS NA AGRICULTURA

O crescimento da população mundial, que deve atingir oito bilhões de pessoas em 2030, demanda maior oferta de alimentos, que vem sendo atendida tanto pelo cultivo em áreas novas, frequentemente marginais e impróprias para a agricultura, como pelo aprimoramento da agricultura, incluindo o maior uso de insumos, a melhor exploração de recursos genéticos e o desenvolvimento de novas tecnologias. A necessidade de desenvolvimento e utilização de tecnologias que garantam a segurança alimentar, mas preservem o meio ambiente é evidenciada pela urgência em manter os recursos naturais, pois, somente nas últimas cinco décadas, estima-se que cerca de 2 dos 8,7 bilhões de hectares de terras agricultáveis, pastagens permanentes e florestas do mundo tenham sido degradadas (EMBRAPA, 2007).

O N, por ser um constituinte dos ácidos nucléicos, de proteínas, hormônios e clorofilas. Moléculas que são fundamentais para todos os processos biológicos e funções fisiológicas das plantas. No caso da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], particularmente pelo teor elevado de proteínas nos grãos, a demanda em N é extremamente elevada (HUNGRIA *et al.*, 2007; ROCKENBACH; CAMPOS, 2010). Os fertilizantes nitrogenados representam a forma assimilada com maior rapidez pelas plantas, mas a um custo elevado.

Deve-se considerar, também, que os fertilizantes nitrogenados estão altamente relacionados à poluição ambiental, pois a lixiviação do N e o escoamento desse nutriente pela superfície do solo resultam em acúmulo de formas nitrogenadas, particularmente nitrato, nas águas dos rios, lagos e lençóis subterrâneos, podendo atingir níveis tóxicos aos peixes e ao homem. (EMBRAPA, 2007).

A forma que o nitrogênio chega até as plantas é representada pela fixação biológica do N₂, processo realizado por alguns microrganismos que habitam o solo. Segundo Costa (1996), a relação de simbiose planta-rizóbio ocorre de forma que o nitrogênio do ar (N₂) penetra nas paredes do nódulo, onde é transformado em amônia pela enzima. A planta então fornece carboidratos que se juntam com a amônia originando-se os aminoácidos precursores de proteínas.

A associação simbiótica chamada popularmente como rizóbio se dá graças as plantas da família Leguminosae com bactérias pertencentes a diversos gêneros [*Allorhizobium* (= *Rhizobium*), *Azorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Sinorhizobium* (= *Ensifer*), *Rhizobium* e outros gêneros recentemente descritos como simbiontes, como *Burkholderia*, *Methylobacterium*, *Devosia*, *Ochrobactrum*, *Phyllobacterium*, *Ralstonia* (*Cupriavidus*)].

A simbiose pode ser facilmente identificada, pois estruturas especializadas para o processo biológico, chamadas nódulos são formadas nas raízes das leguminosas (EMBRAPA, 2007).

No caso da soja, o processo de fbn ocorre pelo estabelecimento de uma relação simbiótica, principalmente com bactérias que, pela taxonomia atual, estão classificadas no gênero *Bradyrhizobium* e nas espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*. Além disso, existe grande variabilidade dentro de cada uma dessas duas espécies e bactérias com diferentes propriedades morfológicas, fisiológicas e genéticas passam a ser classificadas como estirpes (ou cepas) distintas, o que, em termos comparativos, equivaleria a variedades/cultivares de plantas, ou raças de animais, ou raças de patógenos. A formação de um simples nódulo resulta de um processo altamente complexo, envolvendo múltiplas etapas (EMBRAPA, 2007).

A simbiose resulta de um processo de evolução de milhões de anos, entre a planta hospedeira e a bactéria; desse modo, como a soja não ocorre naturalmente

no Brasil, também não existem rizóbios nativos capazes de nodulá-la de modo eficaz. Os solos brasileiros são, em sua grande maioria, muito pobres em N e, na ausência dos rizóbios compatíveis, as plantas não conseguem se desenvolver (EMBRAPA, 2007).

Por isso, pesquisadores passaram a investir na reinoculação da soja desde a safra de 1992/1993, esses ensaios foram conduzidos em solos com população estabelecida de rizóbios, nos estados de Roraima, do Maranhão, do Mato Grosso, do Mato Grosso do Sul, de Goiás, de Tocantins, do Paraná, do Rio Grande do Sul e no Distrito Federal, visando verificar quais seriam os benefícios dessa reinoculação para a cultura (EMBRAPA, 2007).

Conforme já mencionado, com a germinação da soja, moléculas são liberadas pelas sementes e raízes, atraindo as bactérias para a rizosfera, estimulando a sua multiplicação e resultando na formação dos nódulos. Como somente os segmentos radiculares novos são suscetíveis à formação de nódulos, e por um intervalo de tempo curto, muitas vezes as bactérias conseguem entrar em contato com as raízes somente quando essas já apresentam algum crescimento e não haverá nódulos nos segmentos radiculares já formados. Ao contrário, nas sementes inoculadas, carregando dezenas de milhares de bactérias, a formação de nódulos ocorre prontamente, havendo abundância de nódulos na coroa da raiz principal. Esses nódulos são muito importantes para o estabelecimento do processo de fixação biológica e para que a planta não sofra deficiência inicial de N (EMBRAPA, 2007).

Para garantir uma produtividade elevada com redução do consumo de fertilizantes nitrogenados, tem se tornado uma alternativa a inoculação com bactérias diazotróficas, que possuem a capacidade de fixação de N atmosférico no solo, deixando-o disponível às plantas (HUNGRIA, 2011).

A FBN contribui globalmente com 180×10^6 toneladas métricas por ano, sendo que as associações simbióticas produzem 80% do restante provenientes de bactérias de vida livre ou sistemas associativos, essa capacidade de reduzir e derivar quantidades de nitrogênio a partir do reservatório atmosférico e enriquecer o solo é restrito às bactérias (SIVASAKTHI; USHARANI; SARANRAJ, 2014).

De acordo com Bárbaro *et al.* (2009), a literatura reporta que bactérias denominadas de BPCV como o *A. brasilense* pode atuar na planta através da simbiose juntamente com o rizóbios, promovendo aumento no crescimento vegetal,

na produtividade de grãos, no nitrogênio total biologicamente fixado, além de melhorias no aproveitamento do nitrogênio. As causas para esse benefício são diversas como, uma antecipação na FBN dos nódulos, incremento na massa seca dos nódulos, promoção na ocorrência de nodulação heteróloga por meio do aumento da formação de pêlos radiculares e raízes secundárias, com aumento nos sítios de infecção, inibição de fitopatógenos e produção de fitohormônios e influências na partição de matéria seca entre as raízes e parte aérea (BÁRBARO *et al.*, 2009).

O *Azospirillum* é um gênero de bactéria de vida livre encontrado em quase todos os lugares da Terra (HUERGO *et al.*, 2008). Muitos estudos têm mostrado que esse microrganismo pode promover o crescimento e o aumento da produtividade em diversas culturas, muitos das quais possuem grande importância agrônômica ou ecológica (BASHAN; HOLGUIN, 1997; BASHAN *et al.*, 2004). A bactéria do gênero *Azospirillum* possui os seguintes benefícios como inoculante: a) a bactéria é endofítica, ou seja, penetra nas raízes das plantas; b) apresenta antagonismo a agentes patogênicos; c) produz fitormônios; e d) ocorre em todos os tipos de solo e clima (ANDRADE *et al.*, 2016).

Provavelmente pelo maior crescimento radicular e melhor nutrição das plantas, também há vários relatos de maior tolerância a agentes patogênicos de plantas (CORREA *et al.*, 2008), e resulta em uma planta mais resistente às adversidades e mais produtivas. Em trabalho publicado por Hungria (2015), a coinoculação com o *Azospirillum brasilense* em soja aumentou a produção de forma significativa (em 15,3%) quando comparado apenas a inoculação tradicional com *Bradyrhizobium japonicum*.

O *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense* são capazes de reduzir o acúmulo de Cádmio em plantas cultivadas em solo contaminado com esse mineral; também resultam no aumento do nível de ácido abscísico em plantas de *Arabidopsis Col-0* de tipo selvagem, conseqüentemente, o crescimento vegetal foi melhorado e a bioatividade dessas bactérias tendem a aliviar o estresse oxidativo induzido por Cd nas plantas, ou seja, *B. subtilis* e *A. brasilense* podem reduzir os níveis de Cd em plantas através de um mecanismo mediado por ABA dependente de IRT1 (transportador regulado por ferro I) (XU *et al.*, 2018).

Scortichini (2016) observou que estirpes de *Bacillus subtilis* não germinavam com o mesmo potencial que sementes de amendoim e de soja. O autor então

concluiu que a mesma bactéria pode causar efeitos positivos para determinadas plantas e negativos para outras.

O *Bacillus subtilis* estirpe Q3 tem características de promoção de crescimento múltiplas, incluindo capacidade para crescer a níveis mais elevados de estresse alcalino e pH, além da capacidade de solubilização de fósforo, sendo assim, essa linhagem pode colonizar eficientemente as raízes do algodão sob solos afetados pelo sal e ajudar as plantas na nutrição do fósforo (AHMAD, 2018).

Os *Bacillus licheniformis* e *Bacillus pumilus* apresentam uma saída mais econômica e eficiente para a proteção da semente de soja, pois ao usá-los havia uma menor necessidade do uso de produtos químicos para o controle de pragas. Além disso, também foi provado por Gomes *et al.* (2003) e por Silveira *et al.* (2001) que em hortaliças o aumento de matéria seca e úmida foi maior quando inoculado com *Bacillus* spp. (MACHADO, 2000)

O *Bacillus licheniformis* é uma bactéria presente no solo, com potencial para utilização na agricultura. Jeong *et al.* (2017), utilizando essa bactéria da estirpe MH48 e seu metabólito, ácido benzóico, observam atividade antifúngica contra *Rhizoctonia solani* e *Colletotrichum gloeosporioides*, pois seus metabólitos secundários, como as enzimas líticas e os biosurfactantes produzidas inibem o crescimento de outros microorganismos em baixa concentração.

Khan *et al.* (2016) constataram que a *B. licheniformis* da estirpe ML-1 possui grande potencial como biodegradador, podendo ser empregado na agricultura por meio da biorremediação de sum solo contaminado com malathion.

Já o *Bacillus pumilus* promove excelente crescimento de plantas, possui alta segurança e não apresenta poluição ao plantio; no entanto, os estudos com essa espécie são recentes e seus efeitos sobre o solo e as culturas agrícolas, necessitam de mais pesquisa (DISI; KLOEPPER; FADAMIRO, 2018).

Em cultivo com couve-flor a aplicação da estirpe YSPMK11 de *B. pumilus* apresentou maior produtividade, pois reduziu o percentual de incidência da doença de podridão do colmo causado por *Sclerotinia sclerotiorum*, assim essa BPCP se mostrou eficaz no biocontrole dessa doença (KAUSHAL; KUMAR; KAUSHAL, 2017).

Determinada linhagem de *B. pumilus* aumentou o crescimento de plantas de tomate induzidas ao estresse por excesso de boro, isto se deve às atividades de enzimas antioxidantes induzidas, particularmente SOD e CAT, o aumento dessas

enzimas e conteúdo de prolina ocorreram com o aumento dos níveis de B e a inoculação realizada, além disso, houve redução do acúmulo de B nos brotos e também foi observado o aumento à solubilidade de nutrientes como K⁺ e síntese de antioxidantes (SIRAJUDDIN *et al.*, 2016).

Também conhecida como bactéria promotora do crescimento de plantas é a espécie *Bacillus amyloliquefaciens*, atualmente tem se tornado importante no biocontrole de diversas doenças em plantas devido à produção de diversas enzimas e metabólitos que são benéficos para os vegetais.

Em um ensaio *in vitro* com plântulas de tomate inoculados com *B. amyloliquefaciens*, foi observada a promoção de crescimento de plantas, produção de sideróforos e AIA, e também solubilização de fosfato e fixação de nitrogênio; plantas inoculadas mostraram aumento de 36,27 e 27,20% nos comprimentos de raízes e brotos, respectivamente, além do aumento da massa fresca da raiz e da parte aérea, isso se deve ao aumento do desenvolvimento da raiz e a melhora na absorção de minerais e água (ABDALLAH; FRIKHA-GARGOURI; TOUNSI, 2018).

O *B. amyloliquefaciens* reduz os sintomas de ocorrência de sarna comum (*Streptomyces scabies*) em batata, por meio de mecanismos potenciais através da secreção de surfactina, iturina A ou fengicina (LIN *et al.*, 2018).

Vale destacar ainda que os gêneros *Pseudomonas*, *Bacillus* e *Rhizobium* são considerados os mais eficientes solubilizadores de fosfatos inorgânicos (RODRIGUEZ; FRAGA, 1999). Adicionalmente, nos últimos anos tem surgido a dúvida se existe a necessidade de se realizar uma inoculação complementar com rizóbios (*Bradyrhizobium elkanii* e *Bradyrhizobium japonicum*) na cultura da soja, para aumentar a eficiência da FBN, principalmente após a aplicação de herbicidas em pós-emergência como glifosato.

A promoção de crescimento e proteção contra patógenos em plantas são características encontradas naturalmente em bactérias do gênero *Pseudomonas* e *Bacillus*. Estas bactérias não formam uma simbiose semelhante ao que ocorre no *Rhizobium* com algumas plantas, contudo estas bactérias são capazes de penetrar nos tecidos vegetais e estabelecer-se como endófitos (RYAN *et al.*, 2008; MARQUEZ-SANTACRUZ *et al.*, 2010).

No interior da planta, bactérias do gênero *Pseudomonas* e *Bacillus* também desempenham um importante papel como promotoras de crescimento de plantas e

inibem o crescimento de agentes patogênicos através de vários mecanismos (COMPANT *et al.*, 2005; RYAN *et al.*, 2008). As características acima explicam o desenvolvimento de novos produtos comerciais de biocontrole.

As bactérias do gênero *Pseudomonas* conferem resistência a doenças nas plantas, principalmente em cana-de-açúcar e tomateiro, ainda podem sintetizar sideróforos em condições de limitação do ferro, sendo um fator que induz expressão gênica em genes envolvidos na síntese de sideróforos (SANTOYO; OROZCO-MOSQUEDA; GOVINDAPPA, 2012).

As *Pseudomonas* são consideradas o grupo mais promissor de rizobactérias no crescimento de plantas envolvendo o controle biológico das doenças em vegetais, além disso, ainda são capazes de produzir metabolitos secundários como antibióticos, fitohormônios, compostos voláteis, e sideróforos; sendo assim, a habilidade dessas bactérias em promover o crescimento de plantas, está relacionado principalmente pelo fato desses organismos produzirem o AIA e outros compostos importantes (SIVASAKTHI; USHARANI; SARANRAJ, 2014).

Em cultivo de colza (*Brassica napus*), a inoculação com *Pseudomonas fluorescens* promoveu o aumento da biomassa vegetal e altura de plantas, em comparação ao tratamento não inoculado, além disso observou-se maior quantidade de sementes e óleo produzido, resultando assim em maior rentabilidade ao agricultor (LALLY *et al.*, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E HISTÓRICO DE MANEJO

Os experimentos foram desenvolvidos com soja em dois anos agrícolas, sendo primeiro ano de safra (2016/2017) e uma safra de segundo ano (2017/2018), ambos os cultivos foram após a cultura do trigo irrigado, na mesma área experimental, pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, localizada em Selvíria – MS, com altitude de 335 m. As coordenadas geográficas aproximadas são de 51° 22' Oeste de Greenwich e 20° 22' Sul e 335 metros de altitude.

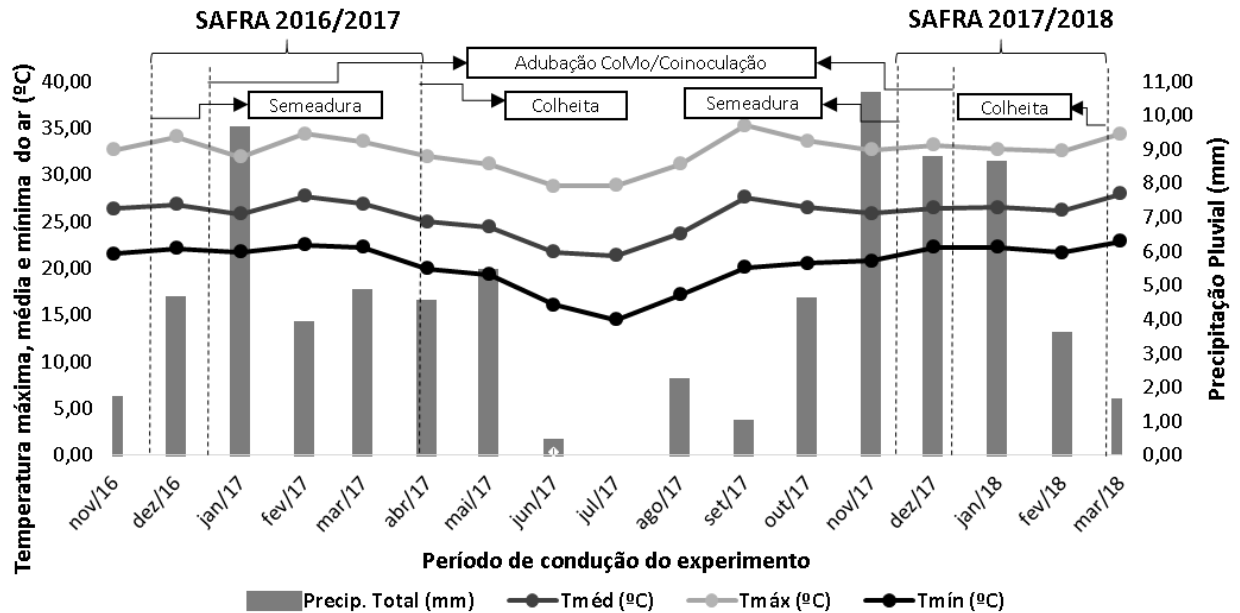
O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa, de acordo com a classificação de Embrapa (2013), o qual foi cultivado por culturas anuais há mais de 28 anos, sendo os últimos 12 anos em sistema plantio direto.

Os atributos químicos do solo na camada de 0-0,20 m determinados antes da instalação do experimento, segundo metodologia proposta por Raij *et al.* (2001) apresentaram os seguintes resultados: 20 mg dm⁻³ de P (resina); 3 mg dm⁻³ de S-SO₄; 24 g dm⁻³ de MO.; 5,3 de pH (CaCl₂); K, Ca, Mg, H+Al = 5,3; 33,0; 20,0 e 28,0 mmolc dm⁻³, respectivamente; Cu, Fe, Mn, Zn (DTPA) = 3,9; 21,0; 63,5 e 1,6 mg dm⁻³, respectivamente; 0,19 mg dm⁻³ de B (água quente) e 68% de saturação por bases.

A condução do experimento ocorreu em sistema plantio direto. Com base na análise de solo e na recomendação de adubação da cultura da soja (AMBROSANO *et al.*, 1997), foi realizada em ambas as safras, a adubação em sulco com 283 kg ha⁻¹ da fórmula 00-20-20, para todos os tratamentos, equivalente a 56,6 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O.

A temperatura média anual é de 23,5° C, a precipitação pluvial média anual é de 1370 mm e a umidade relativa do ar média anual entre 70 e 80%. O tipo climático na região é Aw, segundo Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. As condições climáticas no decorrer dos experimentos constam na Figura 1.

Figura 1 - Precipitação pluvial e temperaturas máxima, média e mínima registradas durante os experimentos, no período de novembro de 2016 a março de 2018, em Selvíria-MS



Fonte: UNESP, Canal clima tempo (2018)

3.2 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO E TRATAMENTOS

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, dispostos em esquema fatorial 6x2+3, sendo seis coinoculações de rizóbios com espécies de bactérias promotoras de crescimento de plantas (*Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas fluorescens*), aplicadas via sementes ou em jato dirigido na base da planta (com a planta em estágio V3); além da testemunha 1 sem inoculação e N; testemunha 2 sem inoculação e com adubação nitrogenada (200 kg ha⁻¹ de N (ureia), com metades iguais aplicada na semeadura e outra no florescimento da cultura) apenas; e 3 inoculação convencional de sementes apenas com rizóbios (*Bradyrhizobium japonicum*).

Nenhum tratamento inoculado recebeu adubação nitrogenada e a inoculação de sementes com rizóbios (*B. japonicum*, estirpe SEMIA 5079, com garantia de 5 x 10⁹ células viáveis por g) foi sempre com o TN turfa, na dose de 80 g para 50 kg de semente. Na inoculação de sementes foram aplicados 200 mL de solução açucarada 10% + inoculante líquido com a bactéria (de acordo com a dose da bactéria

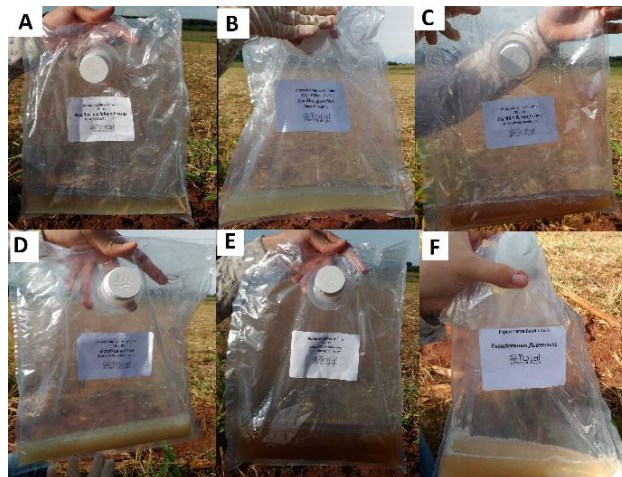
específica do tratamento por kg de semente), homogeneizada, a mistura foi aplicada sobre a semente e adicionando na sequência o inoculante turfoso (TN turfa) em pó (1,6 g kg⁻¹ semente).

Os inoculantes com BPCPs foram todos líquidos e aplicados conforme os tratamentos isolados, sendo: 100 mL do inoculante com *Pseudomonas fluorescens* para 50 kg de semente; e 50 mL para 50 kg de semente dos inoculantes com *Bacillus amyloliquefacens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus subtilis*. Para coinoculação com *Azospirillum brasilense* foram aplicados 100 mL do inoculante (estirpes Ab-V5 e Ab-V6 (garantia de 2x10⁸ unidades formadoras de colônia (UFC) por mL) para 50 kg de sementes.

Com relação as coinoculações com BPCPs em jato dirigido na base da planta no estádio V3 da soja, foram aplicadas as doses de 300 mL ha⁻¹ dos inoculantes com calda de 150 L ha⁻¹, para os tratamentos isolados com *P. fluorescens*; *B. amyloliquefacens*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. subtilis* e *A. brasilense*.

Vale ressaltar que as estirpes e UFC ainda não foram divulgadas, pois estes inoculantes estão em fase de teste para registro no Ministério da Agricultura.

Figura 2–Inoculantes líquidos utilizados.



- a) *Bacillus amyloliquefaciens*, b) *Bacillus pumilus*, c) *Bacillus licheniformis*, d) *Bacillus subtilis*, e) *Azospirillum brasilense*, e) *Pseudomonas fluorescens*.

Fonte: Neris (2016).

3.3 EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO E ANÁLISES REALIZADAS

A população de rizóbios existente no solo antes da semeadura da soja, obtida por meio análise microbiológica realizada na EMBRAPA Pelotas foi de $8,1 \times 10^5$ UFC g^{-1} de solo.

Todas as sementes foram tratadas com os ingredientes ativos Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato-metílico, na dose de 2 mL por kg de semente. Após a secagem do mesmo, posteriormente foi efetuada a inoculação à sombra, as sementes inoculadas ou coinoculadas e depois transportadas em caixas de isopor até o momento de serem semeadas.

As parcelas do experimento foram de 6 m de comprimento (Figura 3), com 6 linhas espaçadas de 0,45 m, sendo a área útil da parcela as 4 linhas centrais, excluindo-se 1 m das extremidades.

Figura 3 – Delimitação de parcelas.



Fonte: Acervo pessoal da autora.

A semeadura do cultivar de soja BMX Potência RR foi realizada mecanicamente com disco duplo, semeando-se 18 sementes por metro, nos dias 19/11/2016 e 13/11/2017 (Figura 4). A área experimental foi irrigada por aspersão, por meio de pivô central, com uma lâmina de água de aproximadamente 14 mm, quando necessário. A emergência das plântulas ocorreu 5 dias após a semeadura. Quando as plantas estavam no estágio vegetativo V2, foi realizada, em ambos cultivos a adubação foliar em área foliar com cobalto e molibdênio, na dose 150 mL

ha⁻¹ do CoMo (15% de Mo e 1,5% de Co) e com volume de calda para aplicação de 300 L ha⁻¹.

Figura 4 – Semeadura da soja de primeiro ano



Fonte: Acervo pessoal da autora.

O controle de plantas daninhas foi efetuado com a aplicação do herbicida Glyphosate (1,56 kg ha⁻¹), em pós-emergência, no estágio V2. Também foram efetuadas duas aplicações para o controle de pragas e preventiva a doenças, principalmente a ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*), na primeira aplicação foi usado o fungicida Epoxiconazol (0,6 L ha⁻¹) juntamente com os inseticidas – acaricida Clorpirifós (0,8 L ha⁻¹), inseticida Imidacloprido (0,8 L ha⁻¹) e Metomil (0,8 L ha⁻¹). E na segunda aplicação foi utilizado o fungicida e Azoxistrobina (0,3 L ha⁻¹) com os inseticidas Tiametoxam (0,2 L ha⁻¹), Metomil (0,6 L ha⁻¹) e Clorotraniliprole (0,05 L ha⁻¹).

Após 130 dias da emergência das plântulas (01/04/2017), quando as plantas estavam em R6 foi realizada a colheita da primeira safra da soja e a segunda safra de soja no dia 24/03/2018 (após 131 dias da emergência de plântulas).

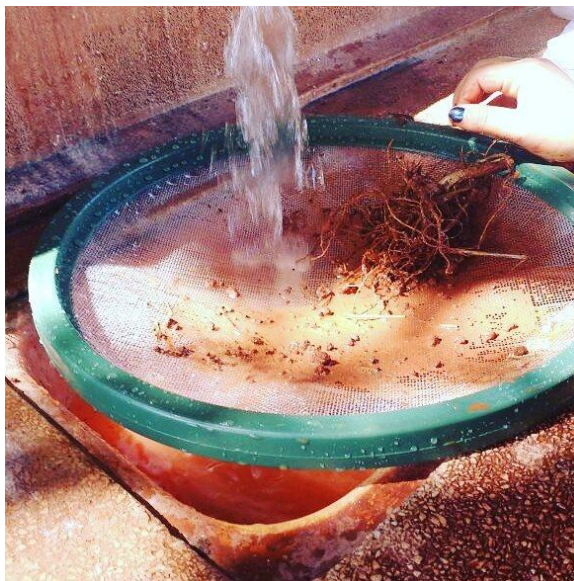
As avaliações realizadas nos dois cultivos de soja foram as seguintes:

a) Teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn foliar, a partir da coleta do terceiro trifólio superior de 30 plantas, no florescimento das plantas de soja,

segundo a metodologia descrita em Ambrosano *et al.* (1997). A determinação dos nutrientes foi realizada conforme descrito por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997);

b) Número e massa seca de nódulos por planta. Para isso, foram coletadas cinco plantas representativas por parcela aos 35 dias após a emergência da soja, separou-se o sistema radicular da parte aérea, e o mesmo foi lavado em peneira para a obtenção dos nódulos (Figura 5), antes de ser seco em estufa até a obtenção de massa constante;

Figura 5- Separação e lavagem dos nódulos



Fonte: Acervo pessoal da autora.

c) Na fase de maturação fisiológica da planta foram avaliadas em 10 plantas por parcela, altura de planta e altura de inserção da primeira vagem;

d) Na ocasião da colheita da soja, foram amostradas cinco plantas representativas por parcela, para determinação da matéria seca palhada e posteriormente, análise da concentração de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Com base nesta matéria seca da palhada e de grãos extrapolada por hectare e a concentração destes nutrientes, calculou-se o acúmulo dos nutrientes nos grãos e palhada;

e) Na ocasião da colheita, foram coletadas 10 plantas de soja para contagem do: número de grãos por vagem, número de grãos por planta e obtenção da massa de 100 grãos, determinada em balança de precisão 0,01g, a 13% (base úmida).

f) Produtividade de grãos, determinada pela coleta das plantas contidas nas 4 linhas úteis de cada parcela. Após a trilha mecânica (Figura 6), os grãos foram quantificados e os dados transformados em kg ha^{-1} a 13% (base úmida).

Figura 6 - Trilhagem mecânica



Fonte: Acervo pessoal da autora.

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste F ($P < 0,05$) e teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, para comparação de médias dos tratamentos aplicados via semente ou via jato dirigido com os três tratamentos adicionais, e se utilizou o teste de Tukey a 5% para comparação do fatorial (Formas de inoculação x bactérias). Para isso, foi utilizado o programa de análise estatística SISVAR (FERREIRA, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISES BIOMÉTRICAS

Entre as diversas análises as mais importantes para determinação dos componentes de produção e biométricas na cultura da soja: número de nódulos, massa de nódulos, alturas de plantas, massa seca, massa de 100 grãos, inserção de primeira vagem, números de vagens e de grãos por planta.

A altura de plantas é uma das análises possíveis de se perceber quando foi aplicado as BPCP, na safra de 2016/2017 na aplicação via jato dirigido na base da planta em estágio V3, apenas 3 tratamentos apresentaram valores elevados: com N e sem inoculação, com *Bradyrhizobium* e com *Bacillus amyloliquefaciens* (Tabela 1).

A altura de inserção de primeira vagem tem importância para colheita da cultura, na safra de 2016/2017 os tratamentos com N e sem inoculação, *Bacillus subtilis* e a *Pseudomonas* foram os que apresentaram maiores valores (Tabela 1).

As avaliações de grãos por planta e número de vagens por planta não houve significância (Tabela 1).

A importância da fixação do nitrogênio pelas leguminosas passou a ser cada dia mais nítida. Com isso a ocupação dos nódulos por estirpes de rizóbio introduzidas no solo, via inoculantes, tornou-se um desafio para os rizobiologistas, que vêm desenvolvendo diversos trabalhos, em diferentes áreas da pesquisa, para solucioná-lo. Além das pesquisas conduzidas estritamente com o rizóbio para aumentar sua competitividade intrínseca, outros estudos avaliam o efeito da interação entre o rizóbio e outros microrganismos. Nesse contexto, Li e Alexander (1988) conseguiram incrementar a colonização e a nodulação de soja, através da coinoculação de *B. japonicum* com bactérias do gênero *Bacillus*.

Costa *et al.* (2014) concluiu em seu experimento que era possível afirmar que estirpes dos gêneros *Azospirillum*, *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Enterobacter*, *Herbaspirillum*, *Paenibacillus* e *Rhizobium* aumentaram a produção de matéria seca da parte aérea e da raiz de plantas de soja quando inoculadas individualmente e sem a presença de N mineral. Desta forma, a maior produção de soja em relação a parte aérea e raízes, assim como nodulação pode ser explicada devido a simbiose das bactérias com as plantas.

Nos tratamentos percebe-se grande variação significativa na nodulação entre os tratamentos em ambas as safras, o que demonstra que as diferentes

coinoculações, e aplicação de nitrogênio ou não influencia de forma visível a aparição de nódulos nas plantas de soja.

Na Tabela 1, o tratamentos com maior nodulação na primeira safra (2016/2017) foi o *Bacillus licheniformes*, e que na segunda safra (2017/2018) foram o *Bacillus pumillus*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Pseudomonas* quando coinoculados via sementes e que quando foram aplicado via jato dirigido na base da planta em estágio V3 apenas na primeira safra (2016/2017) os tratamentos sem inoculação e sem nitrogênio; com nitrogênio e sem inoculação; e com inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* foram inferiores aos coinoculados e na segunda safra (2017/2018) o tratamento com maior significância foi o *Bacillus amyloliquefaciens*.

Massa de nódulos está diretamente ligada não apenas a quantidade de nodulação, mas também ao tamanho que o nódulo atingiu, na safra de 2016/2017 o experimento obteve seu maior valor em relação a massa de nodulação quando aplicado via semente com o tratamento de *Bacillus licheniformis* (Tabela 1). O tratamento que apresentou a menor massa de nódulo foi o tratamento sem inoculação e com N (Tabela 1), isso é explicado por Döbereiner e Arruda (1967) que verificaram que altas doses de N aplicadas em diferentes cultivares de soja reduziram o peso dos nódulos.

Já na aplicação via jato dirigido na base da planta em estágio V3 na safra 2016/2017, os dois tratamentos que mais se destacaram foi o *Bacillus licheniformis* e o *Bacillus amyloliquefaciens* (Tabela 1).

Na safra de 2016/2017, a altura de planta obteve tratamentos com valores mais altos nas aplicações via semente, assim como o número de grãos por plantas e massa de nódulos que obtiveram seus maiores valores de tratamento na aplicação via semente, contudo foi na safra de 2017/2018 (Tabela 2).

A altura de inserção de primeira vagem na safra 2016/2017 e na safra 2017/2018 obtiveram seus maiores valores de tratamento com a aplicação via jato dirigido na base da planta em estágio V3 (Tabela 2).

Na tabela 3 o número de nódulos em 2016/2017 foi maior, na aplicação via semente, entre bactérias no tratamento com coinoculação de *Bacillus licheniformis*, se destacou nas duas formas de aplicação, via semente se apresentou com valores maiores.

Na safra 2017/2018, o tratamento coinoculado com *Bacillus pumilus* via jato dirigido na base da planta em estágio V3 apresentou valores inferiores aos demais tratamentos coinoculados, e quando comparado ao tratamento aplicado com *Bacillus pumilus* via semente também apresentou valores inferiores (Tabela 3).

Tabela 1. Análises biométricas e nódulos em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS.

Tratamento / Safra	AP (cm)		AIV (cm)		NDV		NGP		NDN		MDN (g)	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Coinoculação via semente												
Sem N e sem inoculação	96,06b	94,21a	13,56a	17,70a	68,00a	56,11a	156,40a	108,86a	14,08c	19,93b	0,22d	0,25a
Com N e sem inoculação	106,72a	96,60a	16,12a	15,13a	55,60a	62,86a	127,88a	124,46a	9,52c	17,27b	0,11e	0,27a
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	100,37a	94,71a	12,48a	18,50a	64,20a	60,00a	147,87a	135,68a	15,68c	22,27b	0,35c	0,13a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	103,24a	93,26a	14,85a	18,03a	68,00a	70,78a	156,40a	138,42a	25,84b	21,20b	0,48b	0,36a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	102,60a	91,53a	11,60a	16,46a	56,60a	62,24a	130,18a	132,75a	25,4b	35,33a	0,32c	0,26a
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	105,17a	93,80a	13,58a	19,46a	69,60a	71,26a	159,85a	152,89a	44,96a	27,47b	0,80a	0,26a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	100,58a	97,60a	10,61a	16,53a	80,20a	66,06a	184,46a	118,27a	19,6c	30,33a	0,25d	0,13a
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	88,66b	100,13a	11,25a	13,26a	60,20a	58,13a	138,38a	116,14a	14,36c	35,33a	0,28d	0,25a
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	104,76a	94,54a	13,82a	16,38a	50,00a	66,40a	115,00a	131,51a	37,8b	25,53b	0,34c	0,22a
Erro padrão	2,91	2,87	1,23	2,25	7,07	6,20	16,26	10,15	14,47	3,41	0,04	0,06
Média geral	100,91	95,15	13,10	16,83	63,60	63,76	146,27	128,78	21,91	26,40	0,35	0,24
CV (%)	6,46	5,24	21,13	23,21	24,86	16,86	24,86	13,65	29,52	22,41	22,78	48,72
Coinoculação via jato dirigido no estádio V3												
Sem N e sem inoculação	96,06b	94,21a	13,56b	17,70b	68,00a	56,11a	156,40a	108,86a	14,08b	19,93d	0,22d	0,25a
Com N e sem inoculação	106,72a	96,60a	16,12a	15,13b	55,60a	62,86a	127,88a	124,46a	9,52b	17,27d	0,11d	0,27a
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	100,37a	94,71a	12,48b	18,50b	64,20a	60,00a	147,87a	135,68a	15,68b	22,27d	0,35c	0,13a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	95,32b	97,13a	16,36a	15,26b	66,20a	67,73a	182,97a	130,33a	30,2a	27,40c	0,38c	0,31a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	96,37b	99,26a	12,65b	18,40b	79,60a	41,53a	182,97a	74,90b	29,68a	30,80c	0,51b	0,22a
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	97,57b	88,33a	16,25a	26,31a	67,20a	62,80a	173,27a	115,90a	33,92a	28,20c	0,67a	0,24a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	101,55a	93,00a	15,97a	19,11b	75,20a	61,33a	173,27a	123,78a	31,4a	41,13a	0,71a	0,30a
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	95,12b	88,66a	13,61b	24,33a	68,20a	59,80a	182,97a	131,98a	24,12a	34,40b	0,25d	0,24a
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	97,76b	96,00a	12,73b	17,34b	60,80a	61,86a	139,46a	112,33a	25,32a	28,07c	0,43c	0,27a
Erro padrão	2,35	2,40	0,85	1,84	7,76	5,94	17,86	8,95	12,93	2,22	0,06	0,04
Média geral	98,54	94,21	14,41	19,16	67,22	59,33	154,67	117,58	23,77	27,71	0,40	0,25
CV (%)	5,35	4,42	13,24	16,67	25,82	17,36	25,83	13,19	24,32	13,91	29,79	34,63

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. AP = altura de planta, AIV= altura de inserção de primeira vagem, NDV= número de vagens por planta, NGP= número de grãos por planta, NDN= número de nódulos por planta, MDN= massa de nódulos por planta.

Fonte: Própria autora

Tabela 2 - Análises biométricas e de nódulos de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria – MS.

Tratamento / Safra	AP (cm)		AIV (cm)		NDV		NGP		NDN		MDN (g)	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Bactéria (B)												
coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	99,28a	95,20a	15,60a	16,65a	67,10a	69,25a	154,38a	134,38a	28b	24,30b	0,42a	0,34a
coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	99,48a	93,73a	12,12b	17,43a	68,10a	51,89a	156,57a	103,85b	27,54b	34,53ab	0,61a	0,24a
coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	101,37a	91,06a	14,91a	22,89a	68,40a	67,03a	157,26a	135,03a	39,44a	27,83ab	0,65a	0,25a
coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	101,07a	95,30a	13,29b	17,82a	77,70a	63,70a	178,86a	121,03ab	25,50b	35,73a	0,61a	0,22a
coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	91,89b	94,40a	12,43b	18,80a	64,20a	58,97a	147,77a	124,06ab	19,24b	33,53ab	0,37a	0,24a
coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	101,26a	95,27a	13,28b	17,05a	55,40a	64,13a	127,22a	121,92ab	26,56b	26,80ab	0,37a	0,24a
DMS (5%)	3,14	10,20	1,35	7,69	9,11	20,87	20,97	29,38	48,05	10,73	0,20	0,17
Forma de coinoculação (F)												
Semente	100,83a	95,14a	12,62b	16,69b	64,10a	65,81a	147,37a	130,57a	26,32a	26,32a	0,55a	0,25a
Jato dirigido	97,28b	93,14a	14,60a	20,19a	69,53a	59,18a	159,98a	116,57b	29,10a	29,10a	0,49a	0,26b
DMS (5%)	7,69	3,92	3,31	2,95	22,33	8,02	0,06	11,29	18,75	18,75	0,11	0,06
Teste F												
Bactéria	3,61*	0,50ns	2,80*	1,73ns	1,69ns	1,74ns	1,71ns	2,90*	8,30**	3,78*	2,94*	1,05ns
Forma de coinoculação	5,19*	1,08ns	8,66*	6,03*	1,44ns	2,94ns	1,46ns	6,98*	2,23ns	1,48ns	0,97ns	0,27ns
B x F	2,40ns	1,82ns	1,66ns	1,89ns	0,92ns	0,64ns	0,90ns	3,57*	3,40*	1,56ns	1,40ns	0,99ns
Média geral	99,06	94,16	13,60	18,44	66,81	60,49	153,68	123,38	138,58	30,46	0,52	0,25
CV (%)	6,10	6,06	19,11	23,19	26,23	18,56	26,23	13,34	26,01	19,59	38,10	44,57

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. **, * e ^{NS}: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativas, respectivamente. AP = altura de planta, AIV= altura de inserção de primeira vagem, NDV= número de vagens por planta, NGP= número de grãos por planta, NDN= número de nódulos por planta. MDN= massa de nódulos por planta.

Fonte: Própria autora

Tabela 3 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação para número de nódulos por planta nas safras 2016/2017 e 2017/2018. Selvíria - MS.

Bactéria / Forma de coinoculação	Número de nódulos por planta na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	25,84bA	30,20aA	45,93
<i>Bacillus pumilus</i>	25,40bA	29,68aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	44,96aA	33,92aB	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	19,6bB	31,40aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	14,36bB	24,12aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	27,80bA	25,32aA	
DMS (5%)		67,91	
Bactéria / Forma de coinoculação	Número de grãos por planta 2017/2018		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	138,42aA	130,33aA	41,55
<i>Bacillus pumilus</i>	132,87aA	74,83bB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	146,22aA	123,84aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	118,27aA	123,78aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	116,14aA	131,98aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	131,51aA	112,33abA	
DMS (5%)		27,65	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Em um experimento realizado por Costa *et al.* (2014), estes constataram que quando coinoculado com o gênero *Bacillus* a massa seca de plantas de soja é superior do que ao tratamento sem nitrogênio e apenas com adubação mineral com nitrogênio.

No presente trabalho a matéria seca da palhada, na safra de 2016/2017 apresentou – se com a coinoculação do *Bacillus licheniformes* superior aos demais tratamentos, para a inoculação via semente. Em relação a coinoculação via jato dirigido na base da planta no estágio V3 não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 4).

Para a avaliação de massa de 100 grãos houve diferença apenas na safra de 2016/2017, na aplicação via jato dirigido na base da planta em estágio V3 nos tratamentos com coinoculação de *Bacillus amyloliquefaciens* (Tabela 4).

A produtividade de grãos variou, contudo não foi mínimo dentro do experimento, o que mais se destacou dentro dos resultados foi o fato que em ambos os resultados do experimento foi maior que a média nacional e mundial (Tabela 4).

A massa de 100 grãos e a produtividade de grãos na safra de 2017/2018 obtiveram seus maiores valores na aplicação via semente. Na safra de 2016/2017, a produtividade se sobressaiu na aplicação via jato dirigido na base da planta em estágio V3 (Tabela 5).

Em 2016/2017 a forma de aplicação via jato dirigido na base da planta em estágio V3 foi a melhor forma de aplicação para todos os tratamentos em relação a produtividade de grãos de soja (Tabela 6).

No ano de 2018 foram cultivados 35 milhões de ha em quase todos os estados brasileiros, produzindo em média 3.300 kg ha^{-1} de grãos, praticamente sem aplicação de N-fertilizante (CONAB, 2018). Portanto, de forma geral nas duas safras, principalmente nos tratamentos com coinoculação, as produtividade médias de soja obtidas ficaram acima de 1 t ha^{-1} da média nacional.

O uso combinado de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* tem propiciado bons resultados na nodulação, acúmulo de N, crescimento e produtividade da soja (BENINTENDE *et al.*, 2010). Hungria *et al.* (2013) concluíram que a co-inoculação com *Azospirillum brasilense* na soja (*B. japonicum* + *A. brasilense*) e no feijão-comum (*R. tropici* + *A. brasilense*) aumentou a produtividade de grãos na soja em 14,1 e 6,4% e no feijão em 19,6 e 14,7%, em relação à ausência de inoculação (controle) e a inoculação tradicional apenas com a bactéria simbiótica, respectivamente. Galindo *et al.* (2017b) verificaram aumento no número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de soja com a co-inoculação com *A. brasilense*, sendo constatados incrementos na produtividade de grãos em 11,2% e de 14,4% na lucratividade com a cultura. Em estudos com co-inoculação de *B. japonicum* com *A. brasilense* associada à utilização de Co e Mo nas sementes, Galindo *et al.* (2018a) observaram aumento na produtividade de grãos comparativamente à inoculação convencional (*B. japonicum*) em 18,1%, com aumento em 20,4% na lucratividade do cultivo. Souza e Ferreira (2017) constataram aumento em 5 e 26% na produtividade do feijão-comum com a co-inoculação com *A. brasilense* comparativamente à aplicação de fertilizantes e a inoculação convencional com *R. tropici*, respectivamente.

Vale destacar novamente que são escassas as informações acerca da coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Bacillus amyloliquefacens*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *B. subtilis* e *Pseudomonas fluorescens* no desenvolvimento e produtividade da soja, principalmente em condições de Cerrado brasileiro, o que evidencia a importância da presente pesquisa.

Tabela 4 - Matéria seca de palhada, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de soja em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS.

Tratamento / Safra	Matéria seca (kg ha ⁻¹)		Massa de 100 grãos (g)		Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Coinoculação via semente						
Sem N e sem inoculação	4193c	4815b	16,82a	20,11a	4220,60b	3654,23b
Com N e sem inoculação	5178c	6217a	16,07a	19,79a	5342,00a	4090,41b
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	4372c	5061b	16,00a	20,00a	5526,80a	4878,11a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	5707b	5030b	16,56a	20,62a	4693,40b	4849,65a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	4983c	4369b	16,76a	20,29a	4803,00b	4585,28a
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	7049a	7097a	16,51a	21,25a	4711,80b	4471,86a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	4746c	4587b	17,04a	21,76a	5654,40a	4715,65a
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	4308c	5029b	15,99a	21,39a	5124,80a	4954,31a
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	4418c	4777b	15,75a	20,23a	4708,60a	4718,96a
Erro padrão	359,81	544,69	0,62	0,58	248,54	150,05
Média geral	4994	5220	16,39	20,60	4976,15	4546,49
CV (%)	12,48	18,07	8,58	5,63	11,17	6,60
Coinoculação via jato dirigido no estádio V3						
Sem N e sem inoculação	4193a	4815a	16,82b	20,11a	4220,60b	3654,23c
Com N e sem inoculação	5178a	6217a	16,07b	19,79a	5342,00a	4090,41b
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	4372a	5061a	16,00b	20,00a	5526,88a	4878,11a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	5409a	4876a	15,40b	20,87a	4673,00b	4877,03a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	4935a	4223a	15,31b	19,17a	5700,00a	4217,93b
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	5352a	4956a	16,14b	20,49a	5609,40a	5019,20a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	6161a	5544a	18,81a	20,69a	5602,60a	4336,43b
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	4952a	5400a	14,56b	19,45a	5175,40a	3864,70c
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	5037a	5001a	15,69b	19,89a	5364,60a	4678,95a
Erro padrão	392,08	935,78	0,62	0,55	237,82	154,51
Média geral	5067	5121	16,09	20,05	5246,04	4401,89
CV (%)	13,41	31,65	8,73	5,53	10,14	7,02

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 5 - Matéria seca de palhada, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria – MS.

Tratamento / Safra	Matéria seca (kg ha ⁻¹)		Massa de 100 grãos (g)		Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Bactéria (B)						
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	5310ab	4415a	15,98b	20,74a	4683,20a	4863,34a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	5196ab	4296a	16,04b	19,73a	5251,50a	4401,60a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	5548ab	6027a	16,32b	20,87a	5160,60a	4745,53a
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	5733a	5065a	17,93a	21,22a	5628,50a	4526,04a
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	4527b	5026a	15,27b	20,42a	5150,10a	4409,51a
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	5194ab	4519a	15,72b	20,06a	5036,60a	4698,95a
DMS (5%)	1160	2578	0,84	1,75	298,33	462,49
Forma de coinoculação (F)						
Semente	5334a	4782a	16,44a	20,92a	4949,33b	4715,95a
Jato dirigido	5175a	5000a	15,98a	20,09b	5354,17a	4499,04b
DMS (5%)	445,91	990,72	2,06	0,68	730,76	179,63
Teste F						
Bactéria	2,47*	1,20ns	3,17*	1,80ns	2,86*	3,09*
Forma de coinoculação	0,54ns	0,20ns	1,16ns	6,12*	7,47**	6,03*
B x F	6,71**	1,10ns	1,44ns	0,82ns	1,61ns	6,35**
Média geral	5255	4891	16,21	20,51	5151,75	4607,50
CV (%)	12,28	29,30	9,99	5,66	11,13	6,64

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. **, * e ^{NS}: significativas em p <0,01, 0,01 <p <0,05, e não significativas, respectivamente.

Fonte: Própria autora

Tabela 6 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação para matéria seca na safra 2016/2017 e produtividade de grãos de soja nas safras 2016/2017 e 2017/2018. Selvíria - MS

Bactéria / Forma de coinoculação	Matéria seca (kg ha ⁻¹) na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	4952bA	5707abA	
<i>Bacillus pumilus</i>	5409abA	4983abA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	4935bA	6161aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	7049aA	4418bB	1092,26
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	4308bA	4746abA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	5352bA	5036abA	
DMS (5%)		1641,14	
Bactéria / Forma de coinoculação	Produtividade (kg ha ⁻¹) na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	4693aA	4673aA	
<i>Bacillus pumilus</i>	4803aB	5700aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	4711aB	5609aA	730,76
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	5654aA	5602aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	5124aA	5175aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	4708aA	5364aA	
DMS (5%)		298,33	
Bactéria / Forma de coinoculação	Produtividade (kg ha ⁻¹) na safra 2017/2018		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	4849aA	4877abA	
<i>Bacillus pumilus</i>	4585aA	4217cdA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	4471aB	5019aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	4715aA	4336bcdA	440,00
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	4954aA	3864dB	
<i>Azospirillum brasilense</i>	4718aA	4678abB	
DMS (5%)		654,06	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.
Fonte: Própria autora

4.2 ESTADO NUTRICIONAL DA PLANTA NO FLORESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES

A análise de variância mostrou efeito significativo para os teores de nitrogênio se encontram dentro da faixa adequada (Tabela 7), segundo Ambrosano *et al.* (1997), que varia de 40-54 g kg⁻¹ de N de MS, os tratamentos que apresentaram menores teores de N na folha diagnose da soja na primeira safra, via semente foram o sem adubação com N mineral e sem inoculação; o tratamento com *Bradyrhizobium japonicum*, e o tratamento com *coinoculação com Bacillus subtilis*. Na mesma safra (2016/2017), porém na forma de aplicação via jato dirigido na base da planta em v3, o que se destacou com os maiores teores de N foliar foram os tratamentos: *Bacillus subtilis* e o tratamento com N mineral. Não apenas nesta safra, mas também na safra de 2017/2018, o *Bacillus subtilis* foi um dos tratamentos que se destacaram com maiores teores de N na folha diagnose, na forma de aplicação de jato dirigido na base da planta em estágio V3 (Tabela 7). Este resultado indica que o *Bacillus subtilis* por promover maior crescimento de raízes, contribuí com a maior absorção de N ou mesmo aumenta a eficiência da FBN.

O teor de P se encontra dentro dos valores adequados de acordo com Ambrosano *et al* (1997), que variam de 2,5-5,0 g kg⁻¹ de P (Tabela 7). Os maiores teores de P na primeira safra foram observados nos tratamentos com as bactérias *Bradyrhizobium japonicum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Azospirillum brasilense*, na forma de inoculação via jato dirigido na base da planta em V3. Na segunda safra as bactérias que obtiveram os maiores teores de fósforo foram os *Bacillus pumillus*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Azospirillum brasilense* (Tabela 7).

Os teores de K variam entre 17-25 g kg⁻¹ de K, em ambas as safras se notou diferença para os teores deste nutriente apenas na aplicação via semente para os tratamentos com *Bacillus amyloliquefaciens*, *Azospirillum brasilense*, *Bradyrhizobium japonicum* e na primeira safra ainda teve o *Bacillus subtilis* (Tabela 7).

Os teores de Ca e Mg foram influenciados quando a aplicação foi via semente, ambos foram superiores nos tratamentos com *Bradyrhizobium japonicum* e com N mineral resposta ao tratamento que ocorreu nos dois anos de safra. O cálcio também teve valores mais altos com o *Bacillus subtilis*, enquanto o magnésio com *Pseudomonas fluorescens* e *Bacillus pumillus* (Tabelas 7 e 10). Os teores foliares de

Ca e Mg estavam adequados segundo Ambrosano *et al* (1997), ou seja, ficaram entre 4,0-20 g kg⁻¹ de Ca e 3,0-10 g kg⁻¹ de Mg.

Na primeira safra de soja, o único valor que se encontra adequado de S, conforme mencionado por Ambrosano *et. al* (1997), que varia de 2,1-4,0 g de S kg⁻¹, é o do tratamento com coinoculação via semente de *Pseudomonas fluorescens*. Porém, na segunda safra os teores de S foram maiores e considerados dentro da faixa adequada (Tabela 7).

De acordo com Malavolta (1989), o solo mais fértil e mais bem adubado é aquele com plantas com maiores chances de produção, refletindo assim em maior quantidade de folhas e teor foliar, ou seja, uma planta mais bem nutrida possui um conjunto de potencial produtivo e bactérias mais eficientes para a sua produção final. E a melhor análise para medir isso é o teor foliar de nutrientes nas folhas diagnose nas plantas.

Para os teores de macronutrientes foliar dentre as bactérias, o *Azospirillum brasilense* se destacou com os maiores teores foliares de K e de P, sendo este último apenas na primeira safra de soja (Tabela 8).

Com relação à forma de coinoculação, no segundo ano de safra praticamente não houve diferença entre via semente ou em jato dirigido no estágio V3, porém, na primeira safra, o maior teor de K foliar foi observado em jato dirigido, enquanto os maiores teores de Ca e S foram constatados com a coinoculação via semente (Tabela 8).

Houve interação significativa entre bactérias e formas de coinoculação da soja para os teores foliar de nitrogênio, magnésio e enxofre (Tabelas 9 e 10). Para o *Bacillus subtilis*, verificou-se que os maiores teores de N foram obtidos com a coinoculação via jato dirigido em ambas as safras. Contudo na primeira safra, constatou-se via semente que as coinoculação com *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformis* e *Azospirillum brasilense* proporcionaram maiores teores de N foliar (Tabela 9).

Na tabela 10, destaca-se que os maiores teores de Mg e S foram obtidos para a coinoculação com *Bacillus subtilis* via jato dirigido. Já o *Bacillus pumilus* e *Pseudomonas fluorescens* via semente.

Tabela 7 - Teores foliares de macronutrientes na soja em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS

Tratamento / Safra	Teores foliar dos macronutrientes (g kg ⁻¹)											
	N		P		K		Ca		Mg		S	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Coinoculação via semente												
Sem N e sem inoculação	40,28b	44,01a	3,48a	3,67a	18,16b	14,25b	6,39a	5,65d	3,22b	3,22b	1,10b	2,30d
Com N e sem inoculação	50,47a	44,50a	3,66a	4,22a	20,52a	14,25b	7,76a	7,78a	4,28a	4,28a	1,42b	3,26b
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	43,30b	49,73a	4,40a	3,99a	21,54a	15,39a	7,34a	7,71a	4,11a	4,11a	1,32b	3,72a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	43,68b	38,52a	3,18a	4,12a	17,52b	14,00b	7,26a	8,05a	3,14b	3,14b	1,28b	3,47b
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	53,13a	45,64a	4,06a	4,32a	19,19b	13,50b	7,29a	6,14c	3,87a	3,87a	1,65b	2,78c
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	51,12a	45,64a	3,98a	4,10a	19,07b	13,14b	6,42a	6,43c	3,03b	3,03b	1,42b	3,01c
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	48,23a	45,54a	4,17a	3,89a	21,34a	12,78a	7,67a	6,73c	3,39b	3,39b	1,30b	3,24b
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	48,81a	42,65a	3,48a	4,38a	17,47b	13,98b	7,29a	5,72d	3,94a	3,94a	2,17a	2,93c
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	51,00a	47,32a	3,81a	4,51a	23,34a	16,43a	7,74a	7,00b	3,52b	3,51b	1,27b	3,40b
Erro padrão	1,94	1,50	0,30	0,14	0,94	0,56	0,41	0,16	0,22	0,22	0,10	0,09
Média geral	47,89	44,83	3,80	4,13	19,79	14,19	7,24	6,80	3,61	3,78	1,44	3,12
CV (%)	7,02	5,82	13,85	5,89	8,35	6,91	9,92	4,01	10,41	0,00	12,16	5,00
Coinoculação via jato dirigido no estágio V3												
Sem N e sem inoculação	40,28b	44,01d	3,48b	3,68b	18,16a	14,25a	6,39b	5,65b	3,22b	2,80b	1,10b	2,29c
Com N e sem inoculação	50,47a	44,51d	3,66b	4,23b	20,52a	14,25a	7,76a	7,78a	4,28a	4,41a	1,42a	3,25a
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	44,30b	49,74a	4,40a	3,99b	21,54a	15,39a	7,34a	7,71a	4,11a	4,11a	1,33a	3,72a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	49,88a	50,23a	4,46a	4,38a	18,53a	12,58a	7,07a	6,96a	3,85a	3,91a	1,63a	3,60a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	41,56b	47,67b	3,46b	3,68b	20,90a	15,01a	5,97b	6,26b	3,08b	3,69a	1,05b	2,97b
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	42,37b	48,95a	3,81b	4,03b	21,95a	13,79a	7,27a	6,61b	3,31b	3,80a	1,07b	3,29a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	46,92a	46,26c	4,02a	4,69a	21,67a	15,66a	7,02a	7,02a	3,57b	3,85a	1,17b	3,02b
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	45,00b	43,12d	2,98b	4,14b	18,50a	14,50a	6,08b	6,78b	3,24b	3,55a	1,28a	2,90b
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	45,48b	46,73c	3,89a	4,91a	26,53a	15,20a	7,44a	7,32a	3,54b	4,33a	1,33a	3,51a
Erro padrão	1,86	0,39	0,20	0,17	1,35	0,58	0,39	0,28	0,20	0,19	0,10	0,20
Média geral	45,14	46,80	3,80	4,19	20,92	14,51	6,92	6,90	3,58	3,83	1,26	3,17
CV (%)	7,15	1,46	8,98	7,15	11,15	6,92	9,93	6,99	9,82	8,67	13,15	11,04

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 8 - Teores foliares de macronutrientes na soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria – MS

Tratamento / Safra	Teores foliar dos macronutrientes (g kg ⁻¹)											
	N		P		K		Ca		Mg		S	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Bactéria (B)												
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	46,78a	44,37ab	3,82a	4,25b	18,02b	13,29b	7,16a	7,51a	3,49a	3,96a	1,45ab	3,54a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	47,34a	46,65ab	3,76a	4,00b	20,04b	14,26ab	6,63a	6,20c	3,47a	3,81a	1,35b	2,87b
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	46,75a	47,27a	3,90a	4,07b	20,51b	13,47b	6,84a	6,52bc	3,17a	3,84a	1,25b	3,15ab
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	47,57a	45,90ab	4,09a	4,29b	21,50ab	14,22ab	7,34a	6,87abc	3,48a	3,84a	1,23b	3,13ab
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	46,91a	42,89b	3,23a	4,26b	17,98b	14,24ab	6,68a	6,25c	3,59a	3,54a	1,72a	2,91b
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	48,24a	47,02a	3,85a	4,71a	24,93a	15,81a	7,59a	7,16ab	3,53a	3,94a	1,35b	3,45a
DMS (5%)	5,34	4,04	1,11	0,40	3,73	1,67	1,06	0,83	0,63	0,54a	0,34	0,42
Forma de coinoculação (F)												
Semente	49,33a	44,21b	3,78a	4,22a	19,65b	13,97a	7,28a	6,67a	3,48a	3,78a	1,51a	3,14a
Jato dirigido	45,20b	47,16a	3,77a	4,30a	21,34a	14,46a	6,81b	6,83a	3,43a	3,86a	1,25b	3,21a
DMS (5%)	2,05	1,55	0,42	0,05	1,43	0,64	0,40	0,32	0,25	0,21	0,13	0,16
Teste F												
Bactéria	0,23ns	3,52*	1,32ns	7,51**	9,28**	6,00**	2,54ns	7,64**	1,03ns	1,52ns	5,71**	8,14**
Forma de inoculação	17,39**	15,48**	0,00ns	1,21ns	5,97*	2,44ns	5,68*	0,92ns	0,19ns	0,53ns	16,98**	0,85ns
B x F	6,59**	6,03**	1,81ns	7,86**	1,92ns	4,63**	2,72*	3,37*	4,20**	2,17ns	8,47**	6,34**
Média geral	47,27	45,69	3,77	4,26	20,50	14,21	7,04	6,75	3,46	3,82	1,39	3,17
CV (%)	6,28	4,92	16,35	5,23	10,13	6,55	8,40	6,85	10,13	7,81	13,66	7,37

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. **, * e ^{NS}: significativas em p <0,01, 0,01 < p <0,05, e não significativos, respectivamente.

Fonte: Própria autora

Tabela 9 - Desdobramentos da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o teor foliar de nitrogênio na soja, safras 2016/2017 e 2017/2018. Selvíria - MS

Bactéria / Forma de coinoculação	Teor de N (g kg ⁻¹) na folha diagnose na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	43,68bB	49,88aA	
<i>Bacillus pumilus</i>	53,13aA	41,55bB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	51,12abA	42,37abB	4,71
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	48,23abA	46,92abA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	48,81abA	45,00abA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	51,00abA	45,48abB	
DMS (5%)		7,55	
Bactéria / Forma de coinoculação	Teor de N (g kg ⁻¹) na folha diagnose na safra 2017/2018		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	38,52bB	50,23aA	
<i>Bacillus pumilus</i>	45,64aA	47,67abA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	45,60aA	48,95aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	45,55aA	46,26abA	3,80
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	42,66abA	43,12bA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	47,32aA	46,73abA	
DMS (5%)		5,71	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.
Fonte: Própria autora

Tabela 10 - Desdobramentos da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para os teores foliar de magnésio e enxofre na soja, safra 2016/2017. Selvíria - MS.

Bactéria / Forma de coinoculação	Teor de Mg (g kg ⁻¹) na folha diagnose na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	3,14abB	3,85aA	4,71
<i>Bacillus pumilus</i>	3,87abA	3,08aB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	3,03bA	3,31aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	3,39abA	3,57aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	3,94aA	3,24aB	
<i>Azospirillum brasilense</i>	3,52abA	3,54aA	
DMS (5%)		0,89	
Bactéria / Forma de coinoculação	Teor de S (g kg ⁻¹) na folha diagnose na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	1,28bB	1,27bA	0,32
<i>Bacillus pumilus</i>	1,65bA	1,63aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	1,42bA	1,05bB	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	1,30bA	1,07bB	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2,17aA	1,17abA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	1,28bA	1,28abA	
DMS (5%)		0,48	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Os tratamentos via semente com os maiores teores de B foram sem nitrogênio mineral e sem inoculação, *Azospirillum brasilense* e *Bacillus licheliformis*, na safra de 2016/2017 e na safra 2017/2018, o que mais se destacou foi o tratamento com *Azospirillum brasilense* (Tabela 11). Para a forma de inoculação via jato dirigido na base da planta em estágio V3 o tratamento com maior destaque foi o *Bacillus pumillus* (Tabela 11). Também ficou claro ao se analisar que na segunda safra o valor via jato dirigido na base da planta em estágio V3 do tratamento com *Bacillus pumillus* ultrapassa o valor recomendado por Ambrosano *et al.* (1997), que varia de 21 – 55 g kg⁻¹ de B, porém as plantas não apresentaram fitotoxicidade durante a execução do experimento (Tabela 11).

O cobre teve seus maiores teores na safra de 2016/2017 na aplicação via semente com o *Bacillus pumillus* e a *Pseudomonas* (Tabela 11).

A *Pseudomonas* também foi o tratamento com valor mais elevado de teor na folha diagnose dessa safra em relação ao cobre na inoculação via jato dirigido na base da planta em estágio V3. Na safra de 2017/2018, via semente o tratamento que mais se destacou foi o *Bacillus pumillus* e via jato dirigido na base da planta em estágio V3 foram os tratamentos *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus pumillus*, *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum*, os teores de cobre estão acima do recomendado por Ambrosano *et al.* (1997), que varia de 10 – 30 g kg⁻¹ de Cu (Tabela 11).

Para o Ferro, os maiores teores nos dois anos do mesmo modo, foram com a aplicação de N mineral. Os teores ficaram dentro da faixa adequada de recomendada por Ambrosano *et al.* (1997), que varia de 20 – 350 g kg⁻¹ de Fe (Tabela 11). Com relação ao Manganês e o Zinco, o tratamento convencional com o *Bradyrhizobium japonicum* se destacou em ambas as formas de inoculação (Tabela 12). Porém, os teores de Mn ficaram um pouco acima do limite recomendado como adequado por Ambrosano *et al.* (1997), que varia de 20-100 g kg⁻¹ de Mn (Tabela 11).

Tabela 11 - Teores foliares de micronutrientes na soja em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS.

Tratamento / Safra	Teores foliar dos micronutrientes (mg kg ⁻¹)									
	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Coinoculação via semente										
Sem N e sem inoculação	33,92a	52,27c	3,33d	9,00f	98,00c	85,00d	89,00a	70,00d	17,67c	30,00e
Com N e sem inoculação	30,80b	41,23d	9,33c	21,00d	153,00a	122,67a	83,67a	92,67b	40,67b	34,00d
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	29,69b	42,97d	13,00b	26,00c	101,67c	104,00b	75,00b	110,50a	48,00a	40,50a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	29,35b	55,27b	16,33a	22,50d	118,33b	88,50c	88,00a	69,50d	51,00a	30,50e
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	28,90b	54,39b	16,00a	52,50a	121,67b	93,00c	83,67a	72,50d	52,33a	33,50d
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	33,91a	54,75b	12,67b	34,42b	87,00c	92,67c	72,00b	74,42d	49,00a	34,75c
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	29,63b	55,10b	12,00b	16,33e	84,00c	92,33c	74,33b	76,33d	52,33a	36,00b
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	30,75b	49,49c	18,33a	37,00b	116,67b	82,67d	93,67a	86,00c	40,00b	33,00e
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	33,03a	62,72a	11,00b	19,50d	89,00c	79,50c	74,67b	76,00d	44,33b	34,00d
Erro padrão	1,11	1,41	1,24	1,36	5,34	2,33	5,11	2,33	3,26	0,29
Média geral	31,11	51,91	12,44	26,97	108,07	93,37	81,55	80,88	43,92	34,03
CV (%)	6,21	4,71	17,26	8,91	8,56	4,31	10,87	5,00	12,88	1,47
Coinoculação via jato dirigido no estágio V3										
Sem N e sem inoculação	33,92a	51,27c	3,33d	9,00b	96,00b	85,00d	89,00a	70,00d	16,33b	30,00c
Com N e sem inoculação	30,80a	41,23d	9,33c	21,00b	153,00a	122,67a	83,67a	92,67b	40,67a	34,00b
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	29,69a	42,97d	13,00b	26,00a	101,67b	104,00b	75,00a	110,50a	48,00a	40,50a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	30,67a	51,45c	13,33b	15,50b	92,00b	93,00c	88,67a	93,50b	32,33a	35,00b
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	31,10a	63,60a	9,00c	25,00a	83,00c	96,00b	77,33a	71,00d	33,00a	33,50b
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	29,97a	57,53b	12,67b	20,25b	80,67c	94,50c	79,33a	82,25c	47,00a	34,25b
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	31,13a	51,48b	10,00c	31,00a	85,00c	89,00d	73,33a	71,33d	41,33a	31,00c
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	33,81a	50,73c	18,33a	14,50b	111,67b	84,00d	79,00a	74,50d	36,67a	32,50b
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	32,98a	55,71b	12,67b	37,00a	68,33c	93,00b	78,33a	92,00b	37,33a	38,00a
Erro padrão	1,47	1,26	0,76	3,93	5,98	2,40	4,07	1,49	3,66	0,92
Média geral	31,57	51,77	11,30	22,13	96,81	95,68	80,40	84,19	36,96	34,30
CV (%)	8,06	4,24	11,74	30,75	10,71	4,35	8,77	3,08	17,18	4,69

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 12 - Teores foliares de micronutrientes na soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria – MS.

Tratamento / Safra	Teores foliar dos micronutrientes (mg kg ⁻¹)									
	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Bactéria (B)										
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	30,01a	53,36bc	14,83ab	19,00b	106,83a	90,75ab	88,33a	81,50ab	41,67a	32,75b
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	30,00a	58,99a	12,50bc	38,75a	103,33a	94,50a	80,50a	71,75c	42,67a	33,50ab
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	31,94a	56,14ab	12,67bc	27,33ab	83,83b	93,58a	75,67a	78,33abc	48,00a	34,50ab
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	30,38a	53,29bc	11,00c	23,67b	84,50b	90,67ab	73,83a	73,83bc	46,83a	33,50ab
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	32,28a	50,11c	18,33a	25,75ab	114,17a	83,33b	86,33a	80,25abc	38,33a	32,75b
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	33,00a	59,21a	11,83bc	28,25ab	78,67b	86,25ab	76,50a	84,00a	40,83a	36,00a
DMS (5%)	4,47	4,36	3,50	13,60	18,05	9,25	16,08	8,80	10,50	3,00
Forma de coinoculação (F)										
Semente	30,93a	55,29a	14,38a	30,37a	103,67a	88,11a	81,05a	75,79b	42,72a	42,72a
Jato dirigido	31,61a	55,08a	12,67b	23,87b	86,78b	91,58a	79,33a	80,76a	37,39a	37,39a
DMS (5%)	1,72	1,64	1,34	5,23	6,93	3,55	6,18	6,76	9,42	9,42
Teste F										
Bactéria	1,64ns	13,73**	11,32**	4,54**	12,85**	4,19ns	2,68*	5,47**	2,39ns	3,32*
Forma de inoculação	0,67ns	0,06ns	7,02*	6,65*	25,49**	4,09ns	0,33ns	19,28**	27,59**	0,56*
B x F	1,50ns	9,11**	3,70*	9,34**	3,92*	1,76ns	1,14ns	11,31**	2,46ns	6,54**
Média geral	31,27	55,18	13,52	27,12	95,22	89,84	80,19	78,28	43,05	33,83
CV (%)	7,96	4,30	14,41	27,88	10,54	5,73	11,15	6,25	13,56	4,93

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. **, * e ^{NS}: significativas em p <0,01, 0,01 <p <0,05, e não significativas, respectivamente.

Fonte: Própria autora

Tabela 13 - Desdobramentos da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o teor foliar de ferro e cobre na safra 2016/2017 e de teor de manganês na safra 2017/2018. Selvíria - MS

Bactéria / Forma de coinoculação	Teor foliar de Fe (mg kg ⁻¹) na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	121,67aA	92,00abB	16,99
<i>Bacillus pumilus</i>	123,67aA	83,00bB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	87,00bA	80,67bA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	84,00bA	85,00bA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	116,67aA	111,67aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	89,00bA	68,33bB	
DMS (5%)	25,52		
Bactéria / Forma de coinoculação	Teor foliar de Cu (mg kg ⁻¹) na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	16,33abA	13,33bA	19,17
<i>Bacillus pumilus</i>	16,00abA	9,00bB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	12,67bcA	12,67bA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	12,00bcA	10,00bA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	18,33aA	18,33aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	11,00cA	12,67bA	
DMS (5%)	4,95		
Bactéria / Forma de coinoculação	Teor foliar de Mn (mg kg ⁻¹) na safra 2017/2018		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	69,50bB	93,50aA	8,29
<i>Bacillus pumilus</i>	72,50bA	71,00bA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	74,41abA	82,25abA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	76,33abA	71,33bA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	86,00aA	74,50bB	
<i>Azospirillum brasilense</i>	76,00abB	92,00aA	
DMS (5%)	12,54		

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.
Fonte: Própria autora

O acúmulo de macronutrientes nos grãos teve efeito significativo na interação entre forma de inoculação e bactéria (Tabela 15), apenas para fósforo na safra 2017/2018 e para o enxofre na safra 2016/2016.

Na Tabela 14, a aplicação via semente apresentou maiores valores nos tratamentos com inoculação com *Bradhyrobium* e todos os outros seis tratamentos com a coinoculação de bactérias na safra 2017/2018. A aplicação via jato dirigido na base da planta em estágio V3 apresentou na safra de 2016/2017 os melhores tratamentos o sem inoculação e com aplicação de N; o com inoculação de *Bradhrhizobium* e com exceção do *Bacillus subtilis*, todas as outras cinco bactérias coinoculadas apresentaram valores elevados na safra de 2017/2018 (Tabela 14).

O acúmulo de fósforo nos grãos não apresentou diferença significativa na safra 2016/2017 em relação os tratamentos aplicados via semente (Tabela 14), apresentando apenas valores inferiores nos tratamentos sem N e sem aplicação de bactérias e no tratamento com N e sem aplicação de bactéria. Nos acúmulos de potássio e cálcio, não houve diferença significativa na (Tabela 14), apenas que o potássio teve dois tratamentos (*Azospirillum* e *Bacillus licheliformis*) ligeiramente maiores na aplicação via jato dirigido em estágio V3 na segunda safra.

Contudo, na segunda safra (2017/2018) demonstrou uma significância na forma de inoculação com bactéria. Na tabela 15 verificou-se que o *Bacillus subtilis* acumulou altos teores de fósforo quando aplicado via jato dirigido na base da planta em V3, porém não tem o mesmo potencial na aplicação via semente.

Já no desdobramento (Tabela 17) o acúmulo de K nos grãos apresenta o *Bacillus subtilis* como sendo a bactéria com o menor desempenho entre bactérias quando aplicado via semente e o pior desempenho quando comparado com esta mesma bactéria aplicada via jato dirigido na base da planta em estágio V3.

No desdobramento para o acúmulo de enxofre nos grãos, o *Bacillus subtilis* demonstra que dentre as bactérias propiciou o menor acúmulo, e que quando comparado a esta mesma bactéria aplicada via jato dirigido na base da planta em estágio V3, a aplicação via semente proporciona menores quantidades acumladas de S (Tabela 20).

Tabela 14 - Acúmulo de macronutrientes em (kg ha⁻¹ de grãos produzidos) em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS

Tratamento / Safra	Acúmulo dos macronutrientes (kg ha ⁻¹) nos grãos											
	N		P		K		Ca		Mg		S	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Coinoculação via semente												
Sem N e sem inoculação	235,77a	245,68b	25,83a	26,00b	89,37b	64,40b	28,90a	13,43a	11,23a	11,87a	12,37a	17,64c
Com N e sem inoculação	334,37a	258,40b	29,53a	27,01b	123,20a	68,51b	34,70a	14,56a	15,50a	12,55a	15,90a	24,76b
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	331,23a	306,97a	32,10a	32,63a	112,97a	89,91a	32,33a	17,24a	15,33a	15,01a	14,53a	28,90a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	300,90a	316,03a	33,00a	32,96a	104,60b	84,52a	30,97a	15,94a	13,90a	14,40a	16,50a	26,27b
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	281,90a	312,63a	30,47a	31,02a	100,87b	83,96a	28,93a	16,53a	13,43a	13,88a	12,97a	26,55b
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	265,03a	288,84a	29,87a	30,37a	98,17b	93,85a	29,73a	15,58a	13,83a	13,72a	14,80a	27,67b
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	301,67a	305,77a	37,70a	30,87a	124,17a	86,00a	39,23a	12,68a	16,27a	13,47a	17,47a	26,91b
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	286,57a	317,02a	31,73a	31,02a	108,20b	82,79a	29,87a	17,24a	13,73a	13,28a	14,60a	29,95a
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	253,20a	319,42a	28,83a	33,03a	95,63b	97,04a	29,87a	14,89a	12,07a	15,14a	14,13a	29,79a
Erro padrão	19,26	10,35	1,69	1,04	5,76	4,45	2,21	1,20	0,92	0,89	1,26	0,93
Média geral	287,84	296,75	31,00	30,60	106,35	83,44	31,61	15,34	13,92	13,70	14,80	26,49
CV (%)	11,59	6,04	9,49	5,90	9,38	9,25	12,12	13,59	11,46	11,33	14,79	6,12
Coinoculação via jato dirigido no estágio V3												
Sem N e sem inoculação	235,77b	245,68b	25,83b	26,00b	89,37a	64,40c	28,90b	13,43a	11,23a	11,87a	12,37d	17,64c
Com N e sem inoculação	334,37a	258,54b	29,53b	27,01b	123,20a	68,51c	34,70b	14,56a	15,50a	12,55a	15,90d	24,76b
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	331,23a	306,97a	32,10b	32,63a	112,97a	89,91b	32,33b	17,24a	15,33a	15,01a	14,53c	28,90b
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	274,87b	321,41a	31,90b	32,32a	106,06a	93,37b	30,33b	17,56a	13,83a	13,61a	11,57d	26,72b
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	356,97a	281,61b	38,76a	29,29b	127,67a	83,77b	39,60a	14,80a	16,63a	13,67a	16,87b	24,29b
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	315,63a	334,71a	34,50a	36,18a	118,27a	104,76a	36,83a	17,24a	15,56a	14,77a	14,93c	31,24a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	353,00a	280,99b	36,30a	28,44b	116,60a	87,24b	37,83a	15,07a	15,50a	12,10a	19,60a	26,07b
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	338,13a	256,54a	37,80a	25,63b	120,10a	70,93c	42,60a	14,29a	16,17a	10,49a	17,07b	23,73b
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	342,83a	292,84a	35,80a	35,19a	114,10a	106,83a	38,60a	15,72a	15,53a	13,83a	16,07b	31,61a
Erro padrão	17,75	13,83	2,25	1,54	7,25	4,75	2,07	1,55	1,08	1,06	0,86	1,62
Média geral	320,31	286,57	33,61	30,30	114,25	85,52	35,71	15,54	15,03	13,04	15,43	26,10
CV (%)	9,60	8,36	11,60	8,84	10,99	9,63	10,04	17,38	12,49	14,17	9,72	10,75

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 15 - Acúmulo de macronutrientes em (kg ha⁻¹ de grãos produzidos) de soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria - MS

Tratamento / Safra	Acúmulo dos macronutrientes (kg ha ⁻¹) nos grãos											
	N		P		K		Ca		Mg		S	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Bactéria (B)												
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	287,88a	277,66a	32,45a	29,29b	105,33a	77,72c	30,50b	15,11a	13,86a	12,45a	14,03b	25,00b
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	319,43a	319,80a	34,61a	31,86ab	114,26a	88,66bc	34,26ab	17,05a	15,03a	13,74a	14,91ab	26,63b
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	290,33a	307,37a	32,18a	28,87b	108,21a	85,50bc	33,28ab	14,93a	14,70a	12,63a	14,86ab	25,18b
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	327,33a	299,18a	37,00a	31,75ab	120,38a	95,44ab	38,53a	15,23a	15,88a	14,43a	18,53a	28,73ab
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	312,35a	310,94a	34,77a	30,94b	114,15a	84,39bc	35,11ab	14,96a	14,95a	13,37a	15,83ab	28,43ab
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	298,01a	289,27a	32,31a	35,69a	104,87a	105,79a	34,23ab	16,48a	13,80a	14,30a	15,10ab	31,42a
DMS (5%)	65,46	56,40	6,70	3,96	20,97	12,98	7,64	3,79	3,32	2,51	3,92	4,37
Forma de coinoculação (F)												
Semente	281,54b	295,58a	31,93b	30,82a	105,27b	88,24a	31,43b	16,12a	13,87b	13,17a	15,07a	27,26a
Jato dirigido	330,23a	305,83a	35,84a	31,98a	117,13a	90,93a	37,21a	15,14a	15,53a	13,80a	16,01a	27,86a
DMS (5%)	25,15	21,67	2,57	1,52	8,06	4,99	2,93	1,45	1,27	0,96	1,50	1,68
Teste F												
Bactéria	1,19ns	1,43ns	1,59ns	7,35**	1,64ns	11,10**	2,26ns	1,10ns	1,08ns	2,11ns	3,11*	6,12**
Forma de coinoculação	16,11**	0,96ns	9,90**	2,50ns	9,31**	1,24ns	16,64**	1,93ns	7,31**	1,84ns	1,66ns	0,54ns
B x F	1,80ns	0,38ns	1,88ns	3,37*	1,81ns	1,53ns	2,54ns	1,46ns	1,32ns	2,60ns	14,59*	1,08ns
Média geral	305,89	300,70	33,88	31,40	111,20	89,59	34,32	15,63	14,70	13,49	15,54	27,56
CV (%)	11,90	10,43	11,00	7,02	10,49	8,06	12,38	13,50	12,57	10,36	14,04	8,82

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. **, * e ^{NS}: significativas em p <0,01, 0,01 < p <0,05, e não significativos, respectivamente.

Fonte: Própria autora

Tabela 16 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de fósforo (kg ha⁻¹ de grãos produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS.

Bactéria / Forma de Coinoculação	Acúmulo de P nos grãos na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	33,00aA	31,90aA	6,31
<i>Bacillus pumilus</i>	30,47 aB	38,76aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	29,87aA	34,50aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	37,70aA	36,30aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	31,73aA	37,80aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	28,83aB	35,80aA	
DMS (5%)	9,48		
Bactéria / Forma de Coinoculação	Acúmulo de P nos grãos na safra 2017/2018		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	25,63cB	32,96abA	3,73
<i>Bacillus pumilus</i>	32,32abA	31,40abA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	29,29bcA	28,44bA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	30,47bcA	33,03abA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	31,02abcA	30,87abA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	36,18aA	35,19aA	
DMS (5%)	5,61		

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 17 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de potássio (kg ha⁻¹ de grãos produzidos) na safra 2016/17 e safra 2017/2018. Selvíria - MS

Acúmulo de K nos grãos na safra 2016/2017			
Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	104,60aA	106,06aA	19,74
<i>Bacillus pumilus</i>	100,87aB	127,67aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	98,17aB	118,27aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	124,17aA	116,60aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	108,20aA	120,10aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	95,63aB	114,10aA	
DMS (5%)		29,66	
Acúmulo de K nos grãos na safra 2017/2018			
Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	70,93cB	84,52bA	12,22
<i>Bacillus pumilus</i>	93,37abA	83,96bA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	83,77bcA	87,24bA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	93,85abA	97,04abA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	83,79bcA	86,00bA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	104,76aA	106,83aA	
DMS (5%)		18,36	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 18 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de cálcio (kg ha⁻¹ de grãos produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS

Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de Ca nos grãos na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	30,97aB	30,03aA	
<i>Bacillus pumilus</i>	28,93aA	39,60aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	29,73aB	36,83aA	7,19
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	39,23aA	37,83aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	29,87aB	40,37aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	29,87aA	38,60aA	
DMS (5%)		10,80	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 19 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de magnésio (kg ha⁻¹ de grãos produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS

Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de Mg nos grãos na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	13,90aA	13,83aA	3,12
<i>Bacillus pumilus</i>	13,43aB	16,63aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	13,83aA	15,56aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	16,27aA	15,50aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	13,73aA	16,17aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	12,07aB	15,53aA	
DMS (5%)		4,70	
Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de Mg nos grãos na safra 2017/2018		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	10,49bB	14,40aA	2,36
<i>Bacillus pumilus</i>	13,61abB	13,88aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	13,16abA	12,10aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	13,72abA	15,14aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	13,28abA	13,47aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	14,77aA	13,83aA	
DMS (5%)		3,55	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 20 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja o acúmulo de enxofre (kg ha⁻¹ de grãos produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS

Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de S nos grãos na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	16,50aB	11,57bA	3,69
<i>Bacillus pumilus</i>	12,97aB	16,87abA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	14,80aA	14,93abA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	17,47aA	19,60aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	14,60aA	17,07abA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	14,13aA	16,07abA	
DMS (5%)		5,55	
Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de S nos grãos na safra 2017/2018		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	23,73cB	26,27aA	4,11
<i>Bacillus pumilus</i>	26,72abcB	26,55aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	24,29bcA	26,07aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	27,67abcA	29,79aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	29,95abA	26,91aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	31,24aA	31,61aA	
DMS (5%)		6,18	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Em relação ao acúmulo de Boro nos grãos não houve diferença entre os tratamentos isoladamente (Tabela 21), contudo no desdobramento (Tabela 23) a bactéria *Bacillus pumillus* propiciou menor desempenho quando comparada com as demais bactérias na forma de aplicação via semente. A aplicação via semente foi menos interessante para o acúmulo de B nas sementes quando comparada a aplicação via jato dirigido na base da planta em estágio V3.

O acúmulo de cobre nos grãos apresentou diferença significativa apenas na segunda safra (2017/2018) na forma de inoculação via semente, com destaque positivo para o *Bradrihobium japonicum*. Nas outras na outra forma de inoculação e safra não houve diferença (Tabela 21).

Tanto os acúmulos de ferro como de mangânes nos grãos não apresentaram diferenças significativas (Tabela 21), porém na Tabela 22, percebe-se que as formas de inoculação mais eficientes para ambos micronutrientes na primeira safra foi via jato dirigido na base da planta em estágio V3, isso também foi observado para o acúmulo de ferro na segunda safra.

O acúmulo de zinco nos grãos apresentou em aplicação via semente na primeira safra diferença significativa, maior acúmulo no tratamento via semente de *Bacillus amyloliquefaciens* e menor acúmulo no tratamento sem N e sem inoculação de bactérias. Ainda na primeira safra, a inoculação via jato dirigido na base da planta em estágio V3, verificou-se menor acúmulo de Zn no tratamento sem N e sem inoculação com bactéria, não diferindo dos tratamentos com inoculação e com N mineral (Tabela 21).

No desdobramento da Tabela 25, na safra 2016/2017 o *Bacillus amyloliquefaciens* foi a bactéria coinoculada com os maiores acúmulos e Zn entre bactérias e a melhor forma de inoculação em ambas as formas de inoculação, ou seja, via semente e via jato dirigido.

Tabela 21 - Acúmulo de micronutrientes em g ha⁻¹ nos grãos produzidos de soja em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS

Tratamento / Safra	Acúmulo dos micronutrientes (g ha ⁻¹) nos grãos									
	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
	Coinoculação via semente									
Sem N e sem inoculação	155,77a	117,43b	218,27b	69,59c	380,80b	238,51a	158,07a	196,42a	370,63c	136,52b
Com N e sem inoculação	211,67a	124,34b	405,60a	98,62b	523,10a	279,94a	174,33a	224,69a	671,00b	151,92b
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	169,83a	152,40a	387,97a	132,58a	468,97b	368,00a	147,53a	271,23a	645,87b	189,08a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	174,40a	146,62a	344,17a	74,47c	406,97b	347,99a	156,00a	244,53a	578,23b	181,42a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	97,43a	121,52b	358,07a	74,19c	440,03b	288,28a	131,43a	252,33a	607,53b	171,84a
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	155,77a	93,90b	358,13a	70,14c	427,67b	259,71a	132,93a	236,82a	606,70b	151,92b
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	157,53a	109,72b	441,20a	62,42c	559,73a	262,60a	141,37a	249,98a	774,30a	143,32b
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	130,37a	152,17a	388,70a	96,35b	442,87b	294,66a	154,73a	235,24a	610,27b	190,04a
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	171,93a	116,04a	343,23a	62,12c	442,77b	608,10a	122,33a	277,42a	573,33b	160,69b
Erro padrão	16,35	10,76	22,96	7,97	27,42	84,92	15,35	15,77	34,21	8,81
Média geral	158,30	126,01	360,59	82,28	454,77	327,53	146,52	243,18	604,20	164,08
CV (%)	17,89	14,79	11,03	16,78	10,45	44,91	18,15	11,23	9,81	9,30
	Coinoculação via jato dirigido no estádio V3									
Sem N e sem inoculação	155,77a	117,43a	218,27b	69,59a	380,80a	238,51b	158,07a	196,42a	370,63b	136,52b
Com N e sem inoculação	211,67a	124,34a	405,60a	98,62a	523,10a	279,94b	174,33a	224,69a	671,00a	151,92b
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	169,83a	152,40a	387,97a	132,58a	468,97a	368,00a	147,53a	271,23a	645,87a	189,08a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	135,43a	116,53a	346,20a	90,27a	434,97a	323,01a	142,10a	276,54a	588,60a	172,41a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	158,67a	108,96a	466,60a	70,79a	553,63a	259,00b	190,60a	254,21a	828,20a	151,93b
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	193,73a	117,64a	421,03a	67,66a	500,07a	316,53a	153,07a	278,33a	723,07a	174,46a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	207,43a	109,39a	437,13a	55,75a	600,90a	321,23a	194,33a	241,19a	761,37a	151,44a
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	182,07a	139,33a	404,27a	68,70a	576,00a	260,06b	191,43a	207,14a	698,40a	142,69a
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	201,03a	148,92a	414,37a	70,79a	525,10a	343,01a	160,33a	269,07a	720,80a	172,40a
Erro padrão	17,97	15,62	23,31	8,98	38,79	22,84	14,82	21,35	37,71	9,18
Média geral	179,51	126,10	389,04	81,54	507,05	301,09	167,98	246,53	667,54	160,32
CV (%)	17,35	21,46	10,38	19,08	13,25	13,14	15,29	15,00	9,78	9,93

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 22 - Acúmulo de micronutrientes em g ha⁻¹ de grãos produzidos de soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria - MS.

Tratamento / Safra	Acúmulo dos micronutrientes (g ha ⁻¹) nos grãos									
	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Bactéria (B)										
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	151,98ab	142,97a	345,18a	71,58a	420,96b	304,02a	149,05a	225,84a	583,41c	162,05a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	120,68b	119,02a	412,33ab	82,23a	496,83ab	305,92a	161,01a	264,43a	717,86ab	172,12a
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	174,75a	109,17a	389,58ab	67,82a	463,86b	290,12a	143,00a	247,70a	664,88abc	151,69a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	184,53a	104,97a	439,17a	66,13a	580,31a	333,44a	167,85a	257,12a	767,83a	156,31a
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	163,11ab	130,94a	396,48ab	79,39a	509,43ab	278,63a	173,08a	242,61a	654,33abc	166,68a
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	186,48a	133,28a	378,00ab	69,22a	478,40ab	329,77a	141,33a	273,70a	647,07bc	173,43a
DMS (5%)	53,76	50,03	82,07	30,24	114,49	91,17	52,20	62,61	117,70	30,64
Forma de coinoculação (F)										
Semente	146,13b	121,42a	372,25b	78,83a	451,49b	285,58b	139,80b	248,04a	625,06b	163,52a
Jato dirigido	181,05a	125,37a	414,93a	66,62b	531,77a	328,38a	171,97a	255,75a	720,07a	163,52a
DMS (5%)	20,66	19,22	31,53	11,62	43,99	35,03	20,06	24,06	45,22	11,77
Teste F										
Bactéria	4,11**	1,70ns	2,89*	0,91ns	4,19**	1,08ns	1,26ns	1,42ns	5,64**	1,44ns
Forma de coinoculação	12,28**	0,18ns	7,87*	4,74*	14,32**	6,41*	11,06**	0,441ns	18,98**	0,005ns
B x F	3,07*	1,26ns	1,46ns	1,28ns	0,62ns	2,96*	1,24ns	0,928ns	2,65ns	3,89*
Média geral	163,59	123,39	393,59	72,73	491,63	306,98	155,88	251,90	672,57	163,71
CV (%)	18,27	22,54	11,59	23,12	12,94	16,51	18,62	13,82	9,73	10,40

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. **, * e ^{NS}: significativas em p <0,01, 0,01 <p <0,05, e não significativas, respectivamente.

Fonte: Própria autora

Tabela 23 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de boro (g ha⁻¹ de grãos produzidos) na safra 2016/17. Selvíria - MS.

Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de B nos grãos na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	174,40aA	129,57bA	50,60
<i>Bacillus pumilus</i>	82,70bB	158,67abA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	155,77abA	193,73abA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	161,63aA	207,43aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	130,36abA	195,87abA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	171,93aB	201,03aA	
DMS (5%)		76,03	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 24 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de ferro (g ha⁻¹ de grãos produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS.

Acúmulo de Fe nos grãos na safra 2016/2017			
Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	406,97aA	434,97bA	107,76
<i>Bacillus pumilus</i>	440,03aB	553,63abA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	427,67aA	500,07abA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	559,73aA	600,90aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	442,87aB	576,00abA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	431,70aA	525,10abA	
DMS (5%)		161,91	
Acúmulo de Fe nos grãos na safra 2017/2018			
Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	207,14aA	244,53aA	58,93
<i>Bacillus pumilus</i>	276,54aB	252,33aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	254,21aA	241,19aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	236,82aB	277,42aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	235,24aA	249,98aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	278,33aA	269,07aA	
DMS (5%)		88,55	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 25 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de zinco (g ha^{-1} de grãos produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS.

Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de Zn nos grãos na safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	578,23bA	588,60bA	49,13
<i>Bacillus pumilus</i>	607,53bB	828,20aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	606,70bB	723,07abA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	774,30aA	761,37aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	610,27abA	698,40abA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	573,33bB	720,80abA	
DMS (5%)		166,45	
Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de Zn nos grãos na safra 2017/2018		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	142,69bB	181,42aA	28,84
<i>Bacillus pumilus</i>	172,41abB	171,84aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	151,93abA	151,44aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	151,93abB	160,69aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	190,04aA	143,32aB	
<i>Azospirillum brasilense</i>	174,46abA	172,40aA	
DMS (5%)		43,33	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Os maiores acúmulos de nitrogênio na palhada da soja via semente foram nos tratamentos coinoculados com *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus licheliformis*. Na mesma safra, não houve diferença significativa para a forma de inoculação via jato dirigido na base da planta em estágio V3 (Tabela 26).

Com relação aos acúmulos de fósforo e potássio na palhada da soja na safra de 2017/2018, não se constatou diferença entre os tratamentos (Tabela 26).

O acúmulo de fósforo na palhada via semente em 2016/2017 foi superior nos tratamentos com *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheliformis* e *Azospirillum brasilense*. Enquanto o acúmulo de potássio na palhada obteve seus maiores acúmulos nos tratamentos via jato dirigido na base da planta em estágio V3, com os *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus licheliformes*, *Bacillus Subtillis* e *Azospirillum brasilense* (Tabela 26).

O cálcio apresentou seu maior acúmulo na palhada de soja via semente no tratamento com *Bacillus licheniformis* em ambas as safras, em para o magnésio notou-se maior acúmulo na palhada com o *Bacillus licheniformis* e o tratamento com nitrogênio mineral via semente apenas na primeira safra. Diferente das duas bases trocáveis supracitadas, o maior acúmulo de enxofre foi constatado com a inoculação de *Pseudomonas fluorescens* na segunda safra de soja (Tabela 26).

Observa-se na Tabela 27, na forma de inoculação via semente altas quantidades acumuladas de macronutrientes na palhada da soja, ou que de certa forma explica menores acúmulos destes nutrientes nos grãos na safra de 2017/2018.

Tabela 26 - Acúmulo de macronutrientes em (kg ha⁻¹) na palhada de soja em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS.

Tratamento / Safra	Acúmulo dos macronutrientes (kg ha ⁻¹) na palhada											
	N		P		K		Ca		Mg		S	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Coinoculação via semente												
Sem N e sem inoculação	26,33b	61,99a	8,06b	11,02a	89,03c	110,29a	59,57b	36,24b	16,71b	27,32a	4,17a	7,29a
Com N e sem inoculação	31,68b	63,57a	4,02c	12,39a	95,04c	118,99a	79,12b	39,27b	29,53a	29,74a	3,59a	8,60a
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	30,99b	51,03a	3,92c	11,42a	83,66c	97,68a	58,59b	34,06b	17,90b	26,93a	2,80a	6,64a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	43,77a	54,52a	9,59a	12,23a	123,62b	121,45a	69,06b	34,18b	20,94b	26,66a	4,58a	6,45a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	41,57a	62,40a	8,34b	10,77a	109,57c	96,80a	70,52b	30,18b	22,55b	23,12a	3,80a	4,88a
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	52,29a	71,93a	13,79a	17,16a	157,58a	167,25a	103,37a	57,39a	32,48a	35,65a	5,22a	8,53a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	37,47b	53,85a	7,68b	11,19a	104,67c	108,59a	61,15b	26,52b	17,32b	20,72a	4,99a	5,48a
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	32,37b	61,33a	7,75b	11,22a	94,60c	113,50a	53,48b	30,88b	16,03b	23,96a	3,45a	6,94a
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	30,57b	48,27a	11,28a	12,04a	81,33c	108,70a	61,73b	29,75b	17,77b	23,70a	3,72a	5,99a
Erro padrão	4,33	9,96	1,07	2,28	9,00	14,28	7,06	5,66	2,24	3,58	0,49	1,10
Média geral	36,34	58,77	8,27	12,16	104,34	115,91	68,51	35,39	21,25	26,42	4,03	6,75
CV (%)	20,67	29,36	22,59	32,44	14,94	21,33	17,84	27,72	18,31	23,48	21,32	28,30
Coinoculação via jato dirigido no estádio V3												
Sem N e sem inoculação	26,33b	61,99a	8,06a	11,02a	89,03b	110,29a	59,57a	36,24a	16,71b	27,32a	4,17b	7,29a
Com N e sem inoculação	31,68b	63,57a	4,02b	12,39a	95,04b	118,99a	79,12a	39,27a	29,53a	29,74a	3,59b	8,60a
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	30,99b	51,03a	4,18b	11,42a	83,66b	97,68a	58,59a	34,06a	19,51b	26,93a	2,80b	6,64a
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	44,70a	72,47a	7,73a	12,00a	111,81a	105,27a	67,47a	38,44a	26,91a	28,20a	4,15b	5,87a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	46,06a	59,35a	9,95a	13,74a	87,37b	95,44a	66,28a	28,21a	19,44b	23,64a	4,19b	6,29a
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	41,76a	50,19a	8,30a	11,38a	106,54a	108,41a	74,08a	32,92a	27,37a	25,72a	3,43b	6,07a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	43,15a	75,86a	9,47a	16,16a	125,62a	117,09a	81,03a	41,17a	32,06a	29,13a	3,98b	7,05a
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	40,12a	70,17a	13,03a	14,72a	87,50b	119,94a	59,34a	45,09a	14,23b	30,29a	8,38a	8,48a
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	58,92a	50,59a	10,76a	12,45a	109,48a	104,12a	80,30a	33,15a	24,23a	27,49a	5,30b	6,85a
Erro padrão	4,71	10,36	1,13	2,11	9,11	12,37	6,53	5,33	2,83	3,94	0,47	1,21
Média geral	40,41	61,69	8,39	12,81	99,57	108,58	69,53	36,50	23,33	27,60	4,44	7,01
CV (%)	20,19	29,10	23,38	28,54	15,86	19,74	16,28	25,30	21,02	24,72	18,46	29,93

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 27 - Acúmulo de macronutrientes em (kg ha⁻¹) na palhada de soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria - MS.

Tratamento / Safra	Acúmulo dos macronutrientes (kg ha ⁻¹) na palhada											
	N		P		K		Ca		Mg		S	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Bactéria (B)												
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	43,66a	67,33ab	10,10ab	12,49a	123,49a	106,63a	79,94ab	39,71ab	25,35a	27,63ab	4,20ab	6,69a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	36,56ab	82,49a	9,55ab	14,29a	100,49abc	126,92a	66,62bc	43,20a	18,94b	32,42a	4,68ab	6,57a
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	42,98a	68,61ab	13,71a	15,14a	1013,95ab	107,49a	86,77a	34,53ab	24,93a	26,55ab	5,20a	6,76a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	37,70ab	47,87b	12,26ab	11,82a	100,21abc	109,73a	76,28ab	33,97ab	21,85ab	23,83b	4,58ab	5,81a
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	34,92ab	58,84ab	7,58b	11,46a	97,49bc	113,31a	56,65c	29,26b	16,93b	22,81b	3,69b	6,34a
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	32,68b	49,41b	10,14ab	11,77a	87,02c	104,53a	66,04bc	32,20ab	18,98b	26,04ab	3,98ab	6,34a
DMS (5%)	10,16	28,65	4,98	5,22	25,78	24,50	17,48	11,16	5,66	7,84	1,36	2,68
Forma de coinoculação (F)												
Semente	38,57a	66,08a	10,06a	13,58a	103,64a	118,19a	70,84a	38,69a	20,87a	28,32a	4,34a	6,99a
Jato dirigido	37,60a	58,77a	11,05a	12,08a	103,91a	104,68b	73,26a	32,27b	21,45a	24,78b	4,43a	5,85b
DMS (5%)	3,90	11,00	1,91	2,00	9,90	9,41	6,71	4,28	2,17	3,01	0,52	1,03
Teste F												
Bactéria	3,64*	4,06**	3,61*	1,65ns	4,88**	2,15ns	7,61**	4,05**	7,22**	3,61*	3,05*	0,32ns
Forma de coinoculação	0,26ns	1,89ns	1,14ns	2,39ns	0,003ns	8,85**	0,55ns	9,64**	0,30ns	5,93*	0,13ns	5,29*
B x F	3,26*	1,21ns	1,04ns	1,70ns	3,72*	3,70*	3,31*	4,45**	2,53ns	3,82*	2,76*	2,11ns
Média geral	38,08	62,43	10,56	12,83	103,77	111,43	72,05	35,48	21,16	26,55	4,39	6,42
CV (%)	14,83	25,51	26,23	22,65	13,81	12,22	13,49	17,48	14,88	16,42	17,23	23,26

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. **, * e ^{NS}: significativas em p <0,01, 0,01 < p <0,05, e não significativos, respectivamente.

Fonte: Própria autora

Tabela 28 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo (kg ha⁻¹ de palhada produzidos) de nitrogênio e de potássio na safra 2016/17, e de potássio na safra 2017/2018. Selvíria - MS.

Acúmulo de N na palhada da safra 2016/2017

Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	39,70aA	47,62aA	
<i>Bacillus pumilus</i>	34,00aA	39,12abB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	37,24aA	48,73aA	9,56
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	42,40aA	33,01bA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	37,47aA	32,37bA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	34,79aA	30,57bA	
DMS (5%)		14,37	

Acúmulo de K na palhada da safra 2016/2017

Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	121,30aA	125,68aA	
<i>Bacillus pumilus</i>	90,71aA	110,27abB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	98,42aA	129,49aA	24,26
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	113,29aB	87,12bA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	107,05aA	87,93bA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	92,71aA	81,33bA	
DMS (5%)		36,46	

Acúmulo de K na palhada da safra 2017/2018

Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	118,99abA	94,27aB	
<i>Bacillus pumilus</i>	153,22aA	100,62aB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	107,73bA	107,26aA	24,26
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	110,76bA	108,69aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	113,50bA	113,12aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	104,94bA	104,12aA	
DMS (5%)		34,65	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 29 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo (kg ha⁻¹ de palhada produzidos) de cálcio nas safras 2016/2017 e 2017/2018, e de enxofre na safra 2016/17. Selvíria - MS.

Acúmulo de Ca na palhada da safra 2016/2017			
Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	79,44abA	80,44abA	
<i>Bacillus pumilus</i>	68,97abA	64,27bcB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	74,94abA	98,61aA	6,45
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	86,04aB	66,51bcA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	59,82bA	53,48cA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	70,35abA	61,73bcA	
DMS (5%)		24,73	
Acúmulo de Ca na palhada da safra 2017/2018			
Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	44,83abA	34,60aA	
<i>Bacillus pumilus</i>	55,39aA	31,01aB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	31,60bA	37,47aA	10,50
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	38,19bA	29,75aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	30,88bA	27,64aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	31,26bA	33,15aA	
DMS (5%)		15,78	
Acúmulo de S na palhada da safra 2016/2017			
Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	4,04aA	4,36abA	
<i>Bacillus pumilus</i>	4,16aA	5,20abB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	4,48aA	5,92aA	1,28
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	5,20aB	3,96bA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	3,94aA	3,45bA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	4,25aA	3,72bA	
DMS (5%)		1,92	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 30. Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de magnésio (kg ha^{-1} de palhada produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS.

Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de Mg na palhada da safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	24,79aA	25,91abA	5,33
<i>Bacillus pumilus</i>	19,70aA	18,19bcB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	21,63aA	28,23aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	24,57aB	19,13bcA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	17,83aA	16,03cA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	20,20aA	17,77cA	
DMS (5%)		8,01	
Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de Mg na palhada da safra 2017/2018		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	29,94abA	25,33aA	7,38
<i>Bacillus pumilus</i>	40,82aA	24,02aB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	26,64bA	26,47aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	23,95bA	23,70aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	23,96bA	21,66aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	24,59bA	27,49aA	
DMS (5%)		11,09	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.
Fonte: Própria autora

Para o acúmulo de micronutrientes na palhada de soja na ocasião da colheita, verificou-se que o boro na palhada obteve maiores valores na segunda safra quando houve a coinoculação via semente de *Bacillus licheniformis* (Tabela 31).

Quanto a aplicação na forma de jato dirigido na base da planta em estágio V3 constatou-se maior acúmulo de B na palhada na safra de 2016/2017, onde os tratamentos com os maiores acúmulos foram: *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Azospirillum brasilense* (Tabela 31).

Houve diferença para o acúmulo de cobre na safra de 2016/2017, com destaque positivo para as coinoculações via semente com *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* e para mesma safra a aplicação via jato dirigido na base da planta em estágio V3, observou-se maior acúmulo de Cu na palhada nos tratamentos com *Azospirillum brasilense* e *Bacillus amyloliquefaciens* (Tabela 31).

Em 2016/2017, na aplicação via semente, a bactéria *Bacillus licheniformis* proporcionou os maiores acúmulos de cobre na palhada e para a aplicação via jato dirigido na base da planta em estágio V3 não houve nenhuma diferença significativa. Porém, na safra 2017/2018, não houve diferença entre os tratamentos aplicados via semente, e os maiores acúmulos de Cu foram constatados com o *Bacillus pumillus* na forma de aplicação de jato dirigido na base da planta em estágio V3 (Tabela 31).

Para o acúmulo de Manganês na palhada da primeira safra (2016/2017), os maiores acúmulos foram verificados no tratamento com *Bacillus licheniformis* aplicado via semente (Tabela 31).

Os maiores acúmulos de zinco na palhada da soja em primeira safra foram observados com a aplicação via semente nos tratamentos com coinoculação de *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus licheniformis*. Enquanto que, na aplicação via jato dirigido na base da planta em estágio V3, o tratamento que propiciou o maior acúmulo de Zn foi com *Azospirillum brasilense* (Tabela 31).

Na segunda safra os tratamentos via semente que obtiveram maiores acúmulos de zinco na palhada foram aqueles com *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus licheniformis* e em jato dirigido na base da planta em estágio V3 foram *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus licheniformis* e *Azospirillum brasilense* (Tabela 31).

Os maiores acúmulos de boro na palhada na safra de 2017/2018, foi obtido na aplicação dos tratamentos via semente (Tabela 32).

O tratamento *Bacillus licheniformes* na safra 2016/2017 com aplicação via semente, foi o que apresentou maiores acúmulos na palhada de Cu, o que pode explicar a menor quantidade do nutriente acumulado nos grãos. Em relação a inoculação via jato dirigido na base da planta em estágio V3, o tratamento com *Bacillus amyloliquefaciens* propiciou maiores quantidades acumuladas de Cu (Tabela 33).

Os maiores acúmulos de Fe na palhada foram obtidos com a coinoculação de *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Azospirillum brasilense* via semente na primeira safra. Na segunda safra, para as duas formas de coinoculação, os melhores tratamentos foram com o *Bacillus licheniformis* (Tabela 34).

No desdobramento do acúmulo de manganês na palhada de soja, a aplicação via semente teve o tratamento com *Bacillus licheniformis* com os maiores acúmulos de Mn, porém quanto a forma de aplicação dessa bactéria, se destacou a aplicação via jato dirigido na base da planta em estágio V3 para maioria das bactérias (Tabela 34).

Analisando o desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de zinco na palhada (Tabela 35), constatou-se via semente maior acúmulo deste micronutriente com o *Bacillus licheniformis* na primeira safra e com *Azospirillum brasilense* na segunda safra. Quanto a inoculação via jato dirigido em V3, em ambos os cultivos, além do *Bacillus licheniformis* e do *Azospirillum brasilense*, o *Bacillus amyloliquefaciens* também proporcionou os maiores acúmulos de Zn na palhada da soja.

Tabela 31. Acúmulo de micronutrientes em (g ha⁻¹) na palhada de soja em função da coinoculação ou não com bactérias promotoras de crescimento de plantas e de acordo com a forma de coinoculação. Selvíria - MS.

Tratamento / Safra	Acúmulo dos micronutrientes (g ha ⁻¹) na palhada									
	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	17/18
Coinoculação via semente										
Sem N e sem inoculação	127,60a	154,84b	288,88b	1354a	495,45b	852,92b	104,12c	295,02a	418,40b	485,26b
Com N e sem inoculação	173,47a	149,36b	347,97b	1020a	593,35b	1157a	134,04c	307,93a	504,87b	409,67b
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	140,26a	145,55b	293,63b	892,18b	561,38b	1114a	69,21d	260,01a	413,27b	286,94b
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	204,87a	144,79b	423,23a	1195a	948,53a	375,86c	195,53a	191,24a	561,47b	454,08b
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	185,38a	121,78b	369,47b	501,83b	584,87b	808,59b	95,75c	222,08a	492,00b	355,36b
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	250,14a	261,82a	505,37a	1260a	899,95a	1264a	194,26a	350,73a	690,58a	957,32a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	164,06a	129,55b	459,37a	822,10b	988,82a	470,81c	70,20d	220,66a	787,95a	781,58a
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	158,84a	150,19b	300,32b	776,08b	763,44a	305,10c	146,21b	221,80a	423,80b	419,13b
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	208,49a	124,16b	437,41a	1193a	803,55a	360,29c	121,25c	249,60a	753,48a	598,55b
Erro Padrão	22,08	19,29	32,02	151,11	68,42	119,82	12,06	46,66	43,15	74,31
Média geral	179,23	153,56	380,62	1002	737,70	745,58	125,62	257,67	560,65	527,54
CV (%)	21,34	21,75	14,57	26,13	16,07	27,83	16,63	31,37	13,33	24,40
Coinoculação via jato dirigido no estágio V3										
Sem N e sem inoculação	120,93b	154,83a	288,88b	1354a	495,45a	852,92b	104,12a	295,02a	418,40b	409,67b
Com N e sem inoculação	173,47b	149,35a	347,97b	1020a	593,35a	1158a	134,04a	307,93a	504,86b	485,26b
Inoculação <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	140,26b	145,55a	293,63b	892,18a	577,47a	1114a	88,51a	260,00a	413,27b	286,93b
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	231,98a	131,05a	364,47b	1464a	792,72a	429,48b	124,18a	322,78a	520,82b	594,30b
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	162,92b	111,69a	356,59b	571,27a	650,00a	437,64b	140,35a	271,86a	482,34b	500,26b
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	205,75a	144,82a	378,70b	1493a	703,33a	1255a	112,03a	272,10a	508,70b	828,28a
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	238,83a	150,54a	441,93a	1155a	723,33a	716,07b	132,81a	276,34a	585,42b	902,40a
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	143,96b	160,13a	336,18b	946,80a	561,33a	561,35b	155,05a	332,68a	493,67b	479,60b
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	217,36a	145,40a	479,50a	921,92a	839,41a	759,15b	172,58a	258,43a	832,31a	652,16a
Erro padrão	20,86	15,44	33,95	183,44	71,57	126,79	22,03	65,96	46,65	91,55
Média geral	181,72	143,71	365,31	1091	659,60	809,33	129,30	288,57	528,86	570,98
CV (%)	19,88	18,61	16,10	29,12	18,79	27,14	29,52	39,59	15,28	27,77

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 32. Acúmulo de micronutrientes em (g ha^{-1}) na palhada de soja de acordo com a espécie de bactéria promotora de crescimento de planta e forma de coinoculação. Selvíria - MS.

Tratamento / Safra	Acúmulo dos micronutrientes (g ha^{-1}) na palhada									
	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17	16/17	17/18	16/17	17/18	16/17
Bactéria (B)										
Coinoculação <i>Bacillus subtilis</i>	203,09bc	137,97a	405,64cd	1125a	688,46c	467,96c	127,42bc	299,10a	546,98c	497,33a
Coinoculação <i>Bacillus pumilus</i>	201,99bc	159,76a	485,26bc	1177a	1002ab	806,38ab	104,05c	347,52a	834,44b	594,40ab
Coinoculação <i>Bacillus licheniformis</i>	290,92a	131,67a	613,63a	996,19a	1120a	569,79bc	169,68a	276,81a	1058a	693,50ab
Coinoculação <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	256,11ab	149,58a	539,85ab	1013a	983,45ab	632,46bc	148,92ab	244,68a	930,92ab	616,62ab
Coinoculação <i>Pseudomonas fluorescens</i>	167,22c	142,68a	337,06d	816,42a	818,22bc	396,71c	157,96ab	225,83a	455,00c	617,12ab
Coinoculação <i>Azospirillum brasilense</i>	223,16bc	142,63a	468,08bc	1177a	859,35bc	988a	129,64bc	258,18a	806,22b	769,21a
DMS (5%)	56,78	42,28	121,02	392,18	212,79	304,31	31,89	140,59	160,67	230,51
Forma de coinoculação (F)										
Semente	217,42a	156,93a	467,86a	1077a	912,19a	703,90a	128,45b	301,40a	763,44a	631,60a
Jato dirigido	230,08a	131,17b	481,97a	1025a	911,63a	583,90b	150,77a	249,31a	780,57a	631,12a
DMS (5%)	21,82	16,24	46,50	150,70	81,76	116,93	12,25	54,02	61,74	88,57
Teste F										
Bactéria	11,62**	1,02ns	12,57**	2,44ns	10,11**	10,19**	10,84**	1,85ns	39,64**	3,11*
Forma de coinoculação	1,44	10,80**	0,39ns	0,50ns	0,00ns	4,49**	14,26**	3,99ns	0,33ns	0,00ns
B x F	4,64**	2,60ns	3,78*	17,10**	5,00**	5,51**	6,36**	2,05ns	5,87**	9,16**
Média geral	223,75	144,05	474,92	1051	911,91	643,70	139,61	275,35	772,00	631,36
CV (%)	14,11	16,32	14,16	20,74	12,97	26,28	12,70	28,38	11,57	20,29

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. **, * e ^{NS}: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativas, respectivamente.

Fonte: Própria autora

Tabela 33. Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo (g ha⁻¹ de palhada produzidos) de cobre nas safras 2016/2017 e 2017/2018, e de boro na safra 2016/17. Selvíria - MS.

Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de Cu na palhada da safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estádio	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	420,53bcA	390,76bA	113,90
<i>Bacillus pumilus</i>	481,77bB	488,76bA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	697,75aA	529,51abA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	469,42bcA	610,28aB	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	300,32cA	373,81bA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	437,41bcA	498,75abA	
DMS (5%)		171,15	
Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de Cu na palhada da safra 2017/2018		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	1317aA	934,33bcB	369,14
<i>Bacillus pumilus</i>	523,30bB	1831aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	1339aA	653,08cB	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	1193aA	834,19cA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	856,77abA	776,07cA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	921,92abB	1433abA	
DMS (5%)		554,63	
Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de B na palhada da safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	213,19bB	192,99bA	53,45
<i>Bacillus pumilus</i>	171,62bB	232,37abA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	330,82aA	251,03abA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	221,57bA	290,65aB	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	158,84bA	175,61bA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	208,49bA	237,84abA	
DMS (5%)		80,30	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 34 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo (g ha⁻¹ de palhada produzidos) de ferro nas safras 2016/2017 e 2017/2018, e de manganês na safra 2016/17. Selvíria - MS.

Acúmulo de Fe na palhada da safra 2016/2017			
Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	668,67abA	708,25bA	
<i>Bacillus pumilus</i>	1114,00abA	890,23abB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	1270,00aA	969,94abB	200,28
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	853,68bcB	1113,00aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	763,44cA	873,00abA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	803,55cA	915,16abA	
DMS (5%)		300,93	
Acúmulo de Fe na palhada da safra 2017/2018			
Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	379,58bA	556,35bcA	
<i>Bacillus pumilus</i>	873,87aA	738,88bA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	642,21abA	497,37bcA	286,46
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	360,29bB	904,63abA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	488,33abA	305,09cA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	759,15abB	1218,00aA	
DMS (5%)		430,36	
Acúmulo de Mn na palhada da safra 2016/2017			
Bactéria / Forma de coinoculação	Semente	Jato dirigido no estádio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	107,55bcB	147,29aA	
<i>Bacillus pumilus</i>	73,53cB	134,57aA	
<i>Bacillus licheniformis</i>	192,37aB	146,99aA	30,02
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	129,80bB	147,29aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	146,21bA	169,05aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	121,25bA	138,03aA	
DMS (5%)		10,23	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

Tabela 35 - Desdobramento da interação bactérias e formas de coinoculação da soja para o acúmulo de zinco (g ha⁻¹ de palhada produzidos) nas safras 2016/17 e 2017/2018. Selvíria - MS.

Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de Zn na palhada da safra 2016/2017		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	562,65cdA	531,31bA	151,23
<i>Bacillus pumilus</i>	826,64bA	842,24aB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	1203aA	913,56aB	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	810,69bB	1051,00aA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	423,80dA	486,21bA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	753,48bcA	858,97aA	
DMS (5%)		227,23	
Bactéria / Forma de coinoculação	Acúmulo de Zn na palhada da safra 2017/2018		
	Semente	Jato dirigido no estágio V3	DMS (5%)
<i>Bacillus subtilis</i>	471,79cA	522,87abA	216,97
<i>Bacillus pumilus</i>	822,93abA	365,87bB	
<i>Bacillus licheniformis</i>	554,82bcB	832,18aA	
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	634,70bcA	598,54abA	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	419,13cB	815,10aA	
<i>Azospirillum brasilense</i>	886,27aA	652,16abB	
DMS (5%)		326,00	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria autora

5 CONCLUSÕES

A coinoculação da soja com as bactérias promotoras de crescimentos via semente ou em estágio V3 proporcionou maior número de nódulos por planta em relação à inoculação convencional com *B. japonicum*. Isto pode aumentar os teores de N, B e Cu foliar, principalmente quando a coinoculação for via semente.

Os acúmulos de P, K e S nos grãos podem aumentar em relação a inoculação convencional com a coinoculação com BPCPs, porém quando realizada no estágio V3. Na palhada, tanto via semente como em estágio V3, também podem ocorrer maiores acúmulos de N, P, K, Cu e Zn em relação a inoculação com *B. japonicum*.

A coinoculação com BPCPs propiciou semelhantes resultados biométricos, dos componentes produtivos, de matéria seca de parte aérea e de produtividade de grãos quando comparado a inoculação convencional da soja, independentemente da forma de coinoculação.

A forma de coinoculação em função das condições climáticas interferiu de forma diferenciada no efeito das BPCPs sobre a nutrição, acúmulo de nutrientes nos grãos e palhada, e produtividade da soja no Cerrado.

Dentre as bactérias, a coinoculação com *Bacillus licheniformis* via jato dirigido em estágio V3 se destacou com as maiores produtividades de grãos, sendo assim promissora.

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, D. B.; FRIKHA-GARGOURI, O.; TOUNSI, S. Rhizospheric competence, plant growth promotion and biocontrol efficacy of *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* strain 32a. **Biological Control**, Maryland Heights, v. 124, p. 61-67, 2018.
- AHMAD, M., AHMAD, I., HILGER, T. H., NADEEM, S. M., AKHTAR, M. F., JAMIL, M., HUSSAIN, A.; ZAHIR, Z. A. Preliminary study on phosphate solubilizing *Bacillus subtilis* strain Q3 and *Paenibacillus* sp. strain Q6 for improving cotton growth under alkaline conditions. **Peer Journal**, London, v. 6, p. e5122, 2018.
- ALVES, B. J. R.; SANTOS, J. C. F. DOS; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Métodos de determinação do nitrogênio em solo e planta. In: HUNGRIA, M.E.; ARAÚJO, R.S. (ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1994. p. 449-470.
- AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1997. p.189-203. (Boletim Técnico, 100).
- ANDRADE, A.; CONDÉ, A.; COSTA, R.; POMELA, A.; SOARES, A.; MARTINS, F.; LIMA, W.; OLIVEIRA, C. Produtividade de milho em função da redução do nitrogênio e da utilização de *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 15, n. 2, p. 229-239, 2016.
- ARAÚJO, F. F.; HENNING, A.; HÚNGRIA, 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, F. F.; HÚNGRIA, M. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum* / *B. elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, p. 1633-1643, 1999.
- ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE FERTILIZANTES – IFA. *Site*. Disponível em: <https://www.fertilizer.org/>. Acesso em: 24 jan. 2019.
- BÁRBARO, I. A.; MACHADO, P. C.; BÁRBARO JUNIOR, L. S.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; DA SILVA, J. A. A.; Produtividade da soja em resposta à inoculação padrão e coinoculação. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2009.
- BASHAN, Y.; MORENO, M., TROYO, E. Growth promotion of the seawatwer-irrigated oil seed halophyte *Salicornia bigelovii* inoculated with mangrove rhizosphere bacteria and halotolerant *Azospirillum* spp. **Biology and Fertility of Soils**, Heidelberg, v. 32, p. 265-272, 2004.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. *Azospirillum*–plant relationships: environmental and physiological advances (1990–1996). **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 43, p. 103–21, 1997.

BENINTENDE, S.; UHRICH, W.; HERRERA, M.; GANGGE, F.; STERREN, M.; BENINTENDE, M. Comparación entre coinoculación com *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**, Cordoba, v. 23, p. 71-77, 2010.

CASSINI, S. T. A.; FRANCO, M. C. Fixação biológica de nitrogênio: microbiologia, fatores ambientais e genéticos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (ed). **Feijão**. Viçosa, MG: editra da UFV, 2013. p. 143-170.

COMPANT, S.; DUFFY, B.; NOWAK, J.; CLEMENT, C.; BARKA, E. A. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: Principles, mechanisms of action, and future prospects. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 71, p. 4951-4959, 2005.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Evolução dos Custos de Produção de Soja no Brasil**. Brasília, DF, v. 2, p. 1-24, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 24 set. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, junho/2017**. Brasília, DF: CONAB, 2017. 85 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos - 4^a levantamento. **Monitoramento Agrícola**, Brasília, DF, v. 5, n.4, p. 1 132, 2018.

CONN, K. L.; NOWAK, J.; LAZAROVITS, G. A gnotobiotic bioassay for studying interactions between potatoes and plant growth-promoting rhizobacteria. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 43, p. 801-808, 1997.

CORREA, O. S.; ROMERO, A. M.; SORIA, M. A.; DE ESTRADA, M. *Azospirillum brasilense*-plant genotype interactions modify tomato responseto bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (ed.) ***Azospirillum* sp.: cellphysiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Argentina: Asociación Argentina de Microbiologia, 2008. p. 87-95.

COSTA, J. A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: [s. n.], 1996. 233 p.

COSTA, E. M.; NÓBREGA, R. S. A.; DE CARVALHO, F.; TROCHMANN, A.; FERREIRA, L. V. M.; MOREIRA, F. M. S. Promoção do crescimento vegetal ediversidade genética de bactérias isoladas de nódulos de feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 9, p. 1275-1284, 2013.

COSTA, E. M.; CARVALHO, F.; ESTEVES, J. A.; NOGUEIRA, R.S.A; MOREIRA, F.R.S. Resposta da soja a inoculação e coinoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal e *Bradyrhizobium*. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 1678-1678, 2014.

DAVISON, J. Plant beneficial bacteria. **Bio/Technology**, Hyderabad, v. 6, p. 282-286, 1988.

DYBVIK, K. 'DNA Rearrangements and Phenotypic Switching in Prokaryotes', **Molecular Microbiology**, Chichester, v. 10, 465-471, 1993.

DISI, J.O.; KLOPPER, J.W.; FADAMIRO, H.Y. Seed treatment of maize with *Bacillus pumilus* strain INR-7 affects host location and feeding by Western corn rootworm, *Diabrotica virgifera*. **Journal of Pest Science**, Heidelberg, v. 91, n. 2, p. 515-522, 2018.

DÖBEREINER, J; ARRUDA, N. B. Interrelações entre variedades e nutrição na nodulação e simbiose da soja (*Glycine max* (L.) Merril). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, p. 475-487, 1967.

DUFFY, B.K.; DÉFAGO, G. Environmental factors modulating antibiotic and siderophore biosynthesis by *Pseudomonas fluorescens* biocontrol strains. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 65, p. 2429-2438, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**: região central do Brasil 2001. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 46 p. (Sistemas de Produção, 13)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004**: a soja no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Soja, 2004. Disponível em: www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm. Acesso em: 01 jan 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. SOJA, 2018. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vmz02wx5eo0sawqe3vtdl7vi.html>. Acesso em: 04 dez. 2018.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA. 1999.

GALINDO F. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; SANTINI, J. M. K.; ALVES, C. J.; NOGUEIRA, L. M.; LUDKIEWICZ, M. G. Z.; ANDREOTTI, M.; BELLOTTE, J. L. M. Corn Yield and Foliar Diagnosis Affected by Nitrogen Fertilization and Inoculation with *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 40, e0150364, p.1-18, 2016 . Doi: 10.1590/18069657rbcS20150364

GALINDO, F. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; SANTINI, J. M. K.; LUDKIEWICZ, M. G. Z.; BAGGIO, G. Modes of application of cobalt, molybdenum and *Azospirillum brasilense* on soybean yield and profitability. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, p. 180-185, 2017.

GALINDO, F. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; LUDKIEWICZ, M. G. Z.; ROSA, POLIANA, A. L.; TRITAPEPE, C. A. Technical and economic viability of co-inoculation with *Azospirillum brasilense* in soybean cultivars in the Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, p. 51-56, 2018.

GOMES, A.M.A.; MARIANO, R.L.R.; SILVEIRA, E.B.; MESQUITA, J.C.P. Isolamento, seleção de bactérias e efeito de *Bacillus* spp. na produção de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, p. 699-703. 2003.

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

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 325, p. 36, 2011.

INSTITUTO MATOGROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA - IMEA. *Site*. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/28032017194637.pdf>. Acesso em: 20 jan 2019.

IDRIS, E. E.; IGLESIAS, D. J.; TALON, M.; BORRIS, R. Tryptophan-dependent Production of Indole-3-acetic Acid (IAA) Affects Level of Plant Growth Promotion by *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42'. **Molecular Plant Microbe Interactions**, St. Paul, v. 20, p. 619-626, 2007.

JEONG, M. H.; LEE, Y. S.; CHO, J. Y.; AHN, Y. S.; MOON, J. H.; HYUN, H. N.; CHA, G. S.; KIM, K. Y. Isolation and characterization of metabolites from *Bacillus licheniformis* MH48 with antifungal activity against plant pathogens. **Microbial pathogenesis**, London, v. 110, p. 645-653, 2017.

KHAN, S.; ZAFFAR, H.; IRSHAD, U.; AHMAD, R.; KHAN, A. R.; SHAH, M. M.; BILAL, M.; IQBAL, M.; NAQVI, T. Biodegradation of malathion by *Bacillus licheniformis* strain ML-1. **Archives of Biological Sciences**, Belgrade, v. 68, n. 1, p. 51-59, 2016.

KLOEPPER, J. W.; LIFSHITZ, R.; ZABLOTOWICZ, R.M. Free-Living Bacterial inocula for enhancing crop productivity. **Trends in Biotechnology**, Kidlington, v. 7, p. 39-43, 1989.

KAUSHAL, M.; KUMAR, A.; KAUSHAL, R. *Bacillus pumilus* strain YSPMK11 as plant growth promoter and biocontrol agent against *Sclerotinia sclerotiorum*. **Biotech**, Klampenborg, v. 7, n. 2, p. 90, 2017.

LALLY, R. D.; GALBALLY, P.; MOREIRA, A. S.; SPINK, J.; RYAN, D.; GERMAINE, K. J.; DOWLING, D. N. Application of endophytic *Pseudomonas fluorescens* and a bacterial consortium to Brassica napus can increase plant height and biomass under greenhouse and field conditions. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 8, p. 2193, 2017.

LAZAROVITZ, G.; NOWAK, J. Rhizobacterium for improvement of plant growth and establishment. **Hortscience**, Alexandria, v. 32 p. 188-192, 1997.

LI, D.; ALEXANDER, M. Co-inoculation with antibioticproducing bacteria to increase colonization and nodulation by rhizobia. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.108, p.211-219, 1988.

LIN, C.; TSAI, C. H.; CHEN, P. Y.; WU, C. Y.; CHANG, Y. L.; YANG, Y. L.; CHEN, Y. L. Biological control of potato common scab by *Bacillus amyloliquefaciens* Ba01. **PloS one**, San Francisco, v. 13, n. 4, p. e0196520, 2018.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; Oliveira, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Potafos: Piracicaba, 1997. 319 p.

MARQUEZ-SANTACRUZ, H. A.; HERNANDEZ-LEON, R.; OROZCOMOSQUEDA, M. C.; VELAZQUEZ-SEPULVEDA, I.; SANTOYO, G. Diversity of bacterial endophytes in roots of mexican husk tomato plants (*Physalis ixocarpa*) and their detection in the rhizosphere. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirao Preto, v. 9, p. 2372- 2380, 2010.

MAZZUCHELLI, R. C. L; SOSSAI, B. F.; ARAUJO, F. F. **Inoculação de *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense* na cultura do milho**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Unoeste, Presidente Prudente, 2014.

OLIVEIRA, A. M. R. *et al.* Caracterização da região espaçadora 16-23S rDNA para diferenciação de estirpes de rizóbios utilizadas na produção de inoculantes comerciais no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1423-1429, 2012.

RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

RATZ, R. J. **Uso de bactérias do gênero *Bacillus* como promotoras de crescimento para a cultura do milho e da soja**. 2014. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Centro Universitário Toledo, Toledo, 2014.

REIS, V. M.; SCHWAB, S.; ROUWS, L. F. M.; TEIXEIRA, K. R. S. Diazotróficos associativos e de vida livre: avanços e aplicações biotecnológicas. In: FIGUEIREDO, M. V. B.; BURITY, H. A.; OLIVEIRA, J. P.; SANTOS, C. E. R. S.; STAMFORD, N. P. **Biotecnologia aplicada à agricultura: textos de apoio a protocolos experimentais**. Instituto Agrônomo de Pernambuco, Recife, p. 415-437, 2010.

ROCKENBACH, A. P.; CAMPOS, B. C. **Influência de diferentes doses de nitrogênio sobre nodulação e produtividade de grãos de soja**. Cruz Alta: UNICRUZ, 2010. 4p.

RODRIGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology Advances**, New York, v. 17, p. 319-339, 1999.

RYAN, R. P.; GERMAINE, K.; FRANKS, A.; RYAN, D.J.; DOWLING, D. N. Bacterial endophytes: Recent developments and applications. **FEMS Microbiology Letters**, v. 278, p. 1-9, 2008.

SILVA, A. C.; LIMA, E. P. C.; BATISTA, H.R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. In: ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, 5., 2011, [S. l.]. **Anais [...]** [S. l.: s. n.], 2011. p. 1-21. Disponível em: http://www.apec.unesc.net/V_EEC/sesoes_tematicas/Economia%20rural%20e%20agricultura%20familiar/A%20IMPORT%C3%82NCIA%20DA%20SOJA%20PARA%20O%20AGRONEG%C3%93CIO%20BRASILEIRO.pdf. Acesso em: 23 fev. 2017.

SANTOYO, G.; OROZCO-MOSQUEDA, M. DEL C.; M. GOVINDAPPA, M. Mechanisms of biocontrol and plant growth-promoting activity in soil bacterial species of *Bacillus* and *Pseudomonas*: a review. **Biocontrol Science and Technology**, Abingdon, v. 22, n. 8, p. 855-872, 2012.

SCORTICHINI, M. Field efficacy of a zinc-copper-hydracid of citric acid biocomplex compound to reduce oozing from winter cankers caused by *Pseudomonas syringae* pv. actinidiae to *Actinidia* spp. **Journal of Plant Pathology**, Pisa, p. 651-655, 2016.

SIRAJUDDIN; KHAN, A.; ALI, L.; CHAUDHARY, H. J.; MUNIS, M. F. H.; BANO, A.; MASOOD, S. *Bacillus pumilus* alleviates boron toxicity in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) due to enhanced antioxidant enzymatic activity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 200, p. 178-185, 2016.

SIVASAKTHI, S.; USHARANI, G.; SARANRAJ, P. Biocontrol potentiality of plant growth promoting bacteria (PGPR) - *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*: A review. **African Journal of Agricultural Research**, Victoria Island, v. 16, n. 9, p. 1265-1277, 2014.

SOUZA, J.E.B.; FERREIRA, E.P.B. Improving sustainability of common bean production systems by co-inoculating rhizobia and azospirilla. **Agric. Ecosys. Environ.**, Amsterdam, v. 237, p. 250-257, 2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Faculdade de Engenharia. Área de hidráulica e irrigação. **Canal Clima**: dados em tempo real estação Ilha Solteira. Ilha Solteira, 2018.

VALARINI, J. P.; KUWAHANA, M. Y. O mercado da soja: evolução da commodity frente aos mercados internacional e doméstico. **Jovens Pesquisadores**, v. 4, n. 1, p. 1- 20, 2007. Disponível em: <http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/CCSA/Publicacoes/Jovens_Pesquisadores/06/4.6.10.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2017.

XU, Q.; PAN, W.; ZHANG, R.; LU, Q.; XUE, W.; WU, C.; SONG, B.; DU, S. Inoculation with *Bacillus subtilis* and *Azospirillum brasilense* produces abscisic acid that reduces irt1-mediated cadmium uptake of roots. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 66, n. 20, p. 5229-5236, 2018.