



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO/RS
CURSO DE AGRONOMIA**

HYAGO DALAVIA PEIXOTO

**CO-INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliensis*
EM DIFERENTES CULTIVARES DE SOJA**

CERRO LARGO

2018

HYAGO DALAVIA PEIXOTO

**CO-INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliensis*
EM DIFERENTES CULTIVARES DE SOJA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de
grau de Bacharel em Agronomia da Universidade
Federal da Fronteira Sul – *Campus* Cerro Largo

Orientador: Prof°. Dr°. Renan Costa Beber Vieira

CERRO LARGO

2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Peixoto, Hyago Dalavia
CO-INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum* e
Azospirillum brasiliensis EM DIFERENTES CULTIVARES DE
SOJA / Hyago Dalavia Peixoto. -- 2018.
24 f.

Orientador: Dr. Renan Costa Beber Vieira.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2018.

1. CO-INOCULAÇÃO EM DIFERENTES CULTIVARES DE SOJA. I.
Vieira, Renan Costa Beber, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

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

HYAGO DALAVIA PEIXOTO

**CO-INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum
brasilense* EM DIFERENTES CULTIVARES DE SOJA**

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

Orientador: Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira

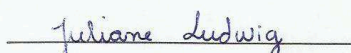
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

20/11/2018

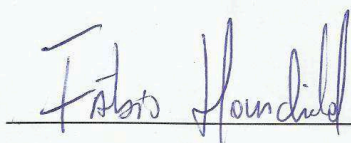
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira



Prof. Dr. Juliane Ludwig



Eng. Agronomo Fabio Hauschild

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente as pessoas que possibilitaram tudo isso, desde sempre com um apoio incondicional, sendo elas meu pai Jerry e minha mãe Gicela.

Sigo os agradecimentos com minha a namorada Daniele, gostaria de agradecer a você por todo o apoio, das mais diversas formas, ao longo desses cinco anos de curso, obrigado pelo amor, carinho, incentivo e compreensão.

Ao meu professor orientador Dr. Renan Costa Beber Vieira, por todo apoio. Tanto no TCC, quanto nos dois projetos em que me orientou, foram três anos de muito aprendizado e amizade, sempre com muita paciência e efetividade. Espero sempre poder retribuí-lo.

Aos meus colegas de curso e companheiros de laboratório, Éverson, Romano, Rodrigo, Leandro, Francis, Mateus, Gustavo e Christian que colaboraram no trabalho.

Há todos os professores envolvidos nas disciplinas durante graduação, meu muito obrigado pela atenção e conhecimentos ensinados.

O meu muito obrigado a todos, que de uma ou outra forma contribuíram nesta etapa da minha vida.

RESUMO

Recentemente as pesquisas vem verificando efeitos benéficos na co-inoculação de plantas de soja com bactérias diazotróficas associativas do gênero *Azospirillum* e com bactérias simbióticas associativas do gênero *Bradyrhizobium*. Entretanto diversos resultados são contraditórios, e percebe-se que muitos desses alteram as cultivares utilizadas, desconsiderando que esse pode ser um fator que interfira no resultado. Sendo assim o objetivo deste trabalho foi verificar se a eficiência da co-inoculação é alterada entre diferentes cultivares de soja. O experimento foi realizado em uma propriedade rural, localizada no município de São Luiz Gonzaga-RS, e implantado em uma lavoura agrícola comercial, sob sistema de plantio direto instalado a quinze anos, tendo histórico de inoculação com *Bradyrhizobium*. O experimento foi conduzido com esquema de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com três repetições. Os tratamentos consistiram de cinco cultivares de soja (BMX Garra; Monsoy 6410; Nidera 6909; BMX Ponta; TMG 7063), formando as parcelas e duas condições de co-inoculação (com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, e sem *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*), formando as subparcelas. A semeadura foi realizada no dia 20 de novembro de 2017. Foi avaliada a altura de plantas em estágio V5 e R3, a contagem do número de vagens de dois e três grãos e posterior análise da massa seca total da parte aérea. A colheita do experimento foi realizada no dia 14 de Abril de 2018. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, por meio de análise da variância, com auxílio do programa Sisvar, comparando-se as médias pelo teste de Tukey em nível de probabilidade de 5%. A co-inoculação mostrou eficiência para a cultivar Monsoy 6410, incrementando a produtividade desta em 914 kg ha⁻¹, em relação a mesma cultivar sem co-inoculação.

Palavras-chave: Inoculação mista; fixação biológica de nitrogênio; promotores de crescimento; leguminosa; *Glycine max*.

ABSTRACT

Recently the researches have verified beneficial effects in the co-inoculation of soybean plants with associative diazotrophic bacteria of the genus *Azospirillum* and with associative symbiotic bacteria of the genus *Bradyrhizobium*. However, several results are contradictory, and it is noticed that many of these alter the cultivars used, disregarding that this may be a factor that interferes with the result. Therefore, the objective of this work was to verify if the efficiency of co-inoculation is altered between different soybean cultivars. The experiment was carried out in a rural property, located in the municipality of São Luiz Gonzaga-RS, and implanted in a commercial agricultural field, under no-tillage system installed at fifteen years, having a history of inoculation with *Bradyrhizobium*. The experiment was conducted with a randomized block design with subdivided plots, with three replicates. The treatments consisted of five soybean cultivars (BMX Garra, Monsoy 6410, Nidera 6909, BMX Ponta, TMG 7063), forming the plots and two conditions of co-inoculation (with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum*, and without *Bradyrhizobium* and *Azospirillum*). subplots. Sowing was performed on November 20, 2017. The height of plants in stage V5 and R3 was evaluated, counting the number of pods of two and three grains and subsequent analysis of the total dry mass of the shoot. The experiment was performed on April 14, 2018. The data were statistically analyzed by means of analysis of variance, with the help of the sisvar program, comparing the means by the Tukey test at a probability level of 5%. Co-inoculation showed efficiency for the Monsoy 6410 cultivar, increasing its productivity by 914 kg ha⁻¹, in relation to the same cultivar without co-inoculation.

Keywords: Mixed inoculation; biological nitrogen fixation; growth promoters; legume; Glycine max.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVO GERAL.....	9
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
4 JUSTIFICATIVA.....	13
5 METODOLOGIA	13
6 RESULTADOS & DISCUSSÃO	15
7 CONCLUSÕES	20
8 REFERÊNCIAS.....	20

1 INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura de grande importância mundial devido à ampla aplicabilidade de seus produtos e seu valor econômico no mercado nacional e internacional. É uma cultura consolidada no Brasil, que está entre os maiores produtores mundiais.

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção de soja da safra 2017/18 foi fechada com a maior safra da história do Brasil, com 119.281,4 mil toneladas de soja, superando a safra do ano passado (2016/17), que alcançou 114.075,3 mil toneladas da cultura,

Ainda de acordo com a CONAB a safra de soja do Rio Grande do Sul teve um recuo de produtividade em 2018, passando de 3360 kg ha⁻¹ em 2016/17 para 3013 kg ha⁻¹ na safra 2017/18.

O aumento da produtividade da soja é um constante objetivo da pesquisa científica, otimizando o uso de recursos na agricultura. Neste contexto, destacam-se as bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Bradyrhizobium*, que possibilitam aumentar a produção, com um custo reduzido. Segundo Bizarro (2008), a fixação biológica do nitrogênio na soja permite que esta cultura seja autossuficiente em relação a este elemento, dispensando assim o custo desse na manutenção da cultura, para isso é recomendado que a inoculação seja anual, para garantir a formação de nódulos com estirpes altamente eficientes na fixação do nitrogênio atmosférico.

Aliado ao uso do *Bradyrhizobium*, outro gênero de bactérias benéficas vem se destacando nas pesquisas, as diazotróficas indutoras de crescimento radicular, do gênero *Azospirillum*. esclarecerA co-inoculação destas bactérias em associação com a tradicional *Bradyrhizobium* tem proporcionado incrementos de produção de até 8 % (Hungria et al., 2013; 2015). Entretanto, o incremento no rendimento de culturas com a prática de co-inoculação é divergente na literatura, sendo observado diversos estudos que não evidenciam efeito positivo desta técnica na produtividade de leguminosas (Torneli et al., 2015; Veronezi et al., 2012; Bárbaro et al., 2009; Sabundjian 2015).

Uma das variáveis que pode estar associada à esta divergência de resultados à co-inoculação em soja é a cultivar utilizada. Atualmente existem poucos estudos na literatura brasileira que abarquem o uso de *Azospirillum* em co-inoculação na soja considerando diferentes cultivares com este fim. Contudo, sabe-se que em culturas como a cana-de-açúcar os genótipos respondem diferentemente às bactérias dizotróficas (Schultz et al. 2012), o que pode responder parcialmente às flutuações de respostas da soja à co-inoculação. Bárbaro et al. (2015) observou que duas cultivares de soja responderam diferentemente à co-inoculação, ocorrendo em apenas uma cultivar o aumento de número de vagens, grãos, peso de mil grãos e produtividade. Assim, ressalta a importância para que mais pesquisas sejam desenvolvidas, a fim de testar cultivares e criar bases para um programa de melhoramento genético de soja, visando gerar plantas mais responsivas a associação com bactérias.

Conforme Caprio (2017), estudos relacionados com a interação entre genótipos e inoculação demonstram que há resposta diferenciada dos genótipos quando são inoculados com bactérias diazotróficas.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho de diferentes cultivares de soja frente à co-inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

2.1 Objetivos Específicos

Identificar se há interação entre diferentes cultivares de soja e a co-inoculação.

Identificar cultivares de soja responsivas à co-inoculação em área com histórico de inoculação com *Bradyrhizobium*.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A soja (*Glycine max* [L.] Merrill) é considerada uma das plantas mais antigas do mundo. Segundo a literatura chinesa, possivelmente, tenha sido cultivada na China e Manchúria aos 2.500 a.C. No Brasil, essa leguminosa foi introduzida no século passado, no estado da Bahia (Pavanelli et al., 2009).

Pouco mais tarde, em meados dos anos 70, em razão da grande quebra de safra da Rússia e a incapacidade dos Estados Unidos suprirem a demanda mundial, segundo Missão (2008), o Brasil teve forte incentivo para aumentar a produção, nessa época conseguiu superar até a China, que era a segunda maior produtora mundial de soja com 8.500.000 toneladas, ficando logo atrás dos Estados Unidos, o maior produtor mundial até os dias de hoje.

Missão (2008), trás outro fator interessante, quando comenta que o mercado nacional da soja ainda tem muitos caminhos a serem percorridos, pois ainda existem áreas mal manejadas e que possuem um alto potencial de utilização de espaço físico e no que tange aos aspectos botânicos sabe-se que houve um grande estudo sobre esta planta, tanto que surgem novos organismos geneticamente modificados a cada ano, além dos estudos biológicos que estão avançando significativamente no setor, com destaque as bactérias fixadoras de Nitrogênio atmosférico, do gênero *Bradyrhizobium*. Segundo Barbaro-Tornelli et al.(2018), estudos ligados a área de biotecnologia, são os que no momento, norteiam as buscas por maiores produtividades da soja.

No Brasil, a fixação biológica de Nitrogênio (FBN) possui um grande potencial, uma vez que a utilização de inoculantes com *Bradyrhizobium* possibilita uma economia anual aproximada de US\$ 3 bilhões em fertilizantes nitrogenados (Fagan et al., 2007).

Algumas estirpes de *Bradyrhizobium* podem ocorrer de forma natural em nossos solos, porém, como a soja foi trazida de outro continente, é pouco provável que se tenha disponíveis nos solos da região, estirpes que sejam compatíveis com a cultura, requerendo assim a inoculação. (Bárbaro et al, 2009).

A ocupação dos nódulos por estirpes de rizóbios 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 com os demais microrganismos (Hungria et al., 1999).

De acordo com Denardin (2006), no momento em que se espera uma maximização dos processos de inoculação, um conjunto de medidas devem ser tomadas, tais como um manejo ideal do solo, rotando culturas e aumentando a

matéria orgânica, além desses fatores, deve-se escolher marcas de inoculantes devidamente registradas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

Recentemente outro grupo de bactérias tem sido introduzido em conjunto ao *Bradyrhizobium*, as bactérias diazotróficas associativas do gênero *Azospirillum*, amplamente reconhecidas como promotoras de crescimento em culturas gramíneas como o milho, trigo, arroz e cana-de-açúcar (Carvalho et al., 2014; Moura et al., 2013).

A promoção de crescimento através da inoculação com tal gênero tem sido relacionada à diversos processos, como a FBN, ao aumento da atividade da nitrato-reductase, a solubilização de fosfato e a maior produção de hormônios de crescimento (auxinas, giberelinas, citocianinas e etileno), resultando em maior número de radículas e diâmetro de raízes laterais e adventícias (Cavallet et al., 2000).

De acordo com Embrapa Soja (2014), o Brasil é uma das maiores referências mundiais, no que se refere à eficiência do uso de técnicas de inoculação de bactérias benéficas em plantas, em especial a soja e ao feijão. O destaque da publicação, se dá sobre uma nova forma de inoculação que vem tomando frente nas pesquisas referentes à soja, a co-inoculação, técnica que usa a tradicional inoculação de *Bradyrhizobium*, aliado ao uso de *Azospirillum*, usando esse segundo como promotor de crescimento radicular, permitindo ampliar o centro de atuação do *Bradyrhizobium*.

Segundo Ferlini (2006) a inoculação de *Azospirillum* em leguminosas é recente e tem sido realizada em concomitância com a inoculação dos tradicionais rizóbios na cultura soja nos últimos dez anos, conferindo na técnica chamada de co-inoculação.

Hungria et al. (2013) realizou quatro ensaios para aumentar a confiabilidade dos resultados e verificou que a re-inoculação anual da soja com *Bradyrhizobium* resultou em incremento médio no rendimento de grãos de 222 kg ha⁻¹ (3,7 sacas), ou 8,4 %, enquanto que o tratamento com co-inoculação resultou em um incremento médio de 427 kg ha⁻¹ (7,1 sacas), ou 16,1 %. Foi, portanto, um ganho adicional de 205 kg/ha (3,4 sacas), ou 7,1 %, pela co-inoculação em comparação com o tratamento somente inoculado com *Bradyrhizobium* na semente, diferença essa

estatisticamente significativa nos quatro locais de testes e na análise conjunta dos quatro locais.

Diversos trabalhos visam estudar relações entre métodos de inoculações e inoculantes, nestes as mais diversas cultivares são utilizadas, tal como Zuffo et al. (2015), que usou a cultivar BRS ESTRELA, e não observou ganhos significativos de produtividade, e Bárbaro et al. (2011), que testou a co-inoculação com a cultivar MG BR 46 CONQUISTA e observou ganhos significativos de produtividade.

Segundo Bárbaro et al. (2009) na última década, os programas de melhoramento vêm avançando muito e aumentando o portfólio de cultivares de soja. Porém, aspectos relacionados à inoculação raramente são avaliados nesses programas, que têm priorizado características relacionadas com a produção e a resistência a doenças.

Conforme relato de Bohrer et al. (1998) diversas cultivares lançadas na época, apresentaram um decréscimo quanto a eficiência da simbiose com *Bradyrhizobium*, chegando a perdas de 30 % no teor de nitrogênio da planta, sendo grande parte dessas cultivares, progenitoras das cultivares atuais, mostrando que o melhoramento ainda no século passado veio involuntariamente a selecionar cultivares com menor resposta a inoculação, e isso pode estar impactando nos testes atuais.

Bárbaro et al., (2009), avaliou a resposta de 15 cultivares de soja a inoculação com *Bradyrhizobium*, onde o número de nódulos apresentou variação em seis das quinze cultivares analisadas, sendo em cinco um efeito positivo quando inoculadas com *Bradyrhizobium*, e em uma o efeito negativo, ou seja, a cultivar reduziu seu número de nódulos quando inoculada. Em outro item foi avaliado a massa seca dos nódulos, entre as quinze cultivares, doze apresentaram resposta positiva a inoculação. Ainda no que se refere as massa, o autor avaliou a massa de raiz, e percebeu que em sete, das quinze cultivares ouve variação positiva quando inoculadas.

Já Rampim et al. (2012) fez o teste com *Azospirillum* em trigo, avaliando três cultivares e reafirmou a teoria da resposta depender da cultivar, onde uma cultivar de trigo inoculada emitiu maior numero de raízes, fato que não se repetiu nas demais cultivares testadas.

4 JUSTIFICATIVA

A pesquisa de brasileira vem abrangendo de forma satisfatória as bactérias fixadoras de Nitrogênio do gênero *Bradyrhizobium* e as bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum*, demonstrando bons resultados, porém a pesquisa ainda é inexpressiva quando se trata da cultivar de soja utilizada nos experimentos, sendo que esse pode ser um fator decisivo para a significância dos tratamentos.

Segundo Hungria et al. (2013) Pela instrução normativa número 13 do Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA), ensaios de eficiência agrônômica para novos inoculantes e tecnologias de inoculação devem apresentar respostas positivas em pelo menos dois locais com condições edafoclimáticas distintas, por duas safras, desconsiderando assim a cultivar utilizada

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), entende-se por cultivar a variedade de qualquer gênero ou espécie vegetal superior que seja claramente distinguível de outras cultivares conhecidas, que seja homogênea e estável quanto aos descritores através de gerações sucessivas e seja de espécie passível de uso pelo complexo agroflorestal, descrita em publicação especializada disponível e acessível ao público, bem como a linhagem componente de híbridos.

Em diversas pesquisas com co-inoculação, percebeu-se que a cultivar era um fator considerado não determinante para o resultado, porém percebeu-se que nessas mesmas pesquisas os resultados eram distintos, quanto ao sucesso do benefício.

Assim resolveu-se pesquisar essa relação, escolhendo cinco cultivares de soja, as quais estão entre as mais cultivadas na região onde foi instalado o experimento, na safra de 2017/18, e que são oriundas de quatro diferentes empresas de melhoramento vegetal de Soja.

5 METODOLOGIA

O experimento foi realizado a campo na safra de 2017/2018, em uma área agrícola comercial de um produtor rural em São Luiz Gonzaga-RS (28° 26' 06" S e 54° 53' 17" O), 230 m de altitude e clima Cfa segundo Köppen-Geiger). O solo da área é o Latossolo Vermelho e vem sendo manejado em sistema plantio há

aproximadamente 15 anos, com o uso de rotação de culturas com soja, milho, trigo, aveia e nabo forrageiro.

Os tratamentos foram organizados em parcelas subdivididas no delineamento experimental de blocos ao acaso com três blocos. As parcelas principais (4,5 x 30 m) foram compostas por diferentes cultivares de soja e as subparcelas pelos tratamentos de inoculação (2,25 X 30 m). Desta forma, cada parcela contou com 10 linhas de semeadura com espaçamento de 45 cm, subdivididas em cinco linhas com co-inoculação e cinco sem co-inoculação.

As cultivares utilizadas foram Brasmax Garra, Monsoy 6410, Nidera 6909, Brasmax Ponta e TMG 7063, todas com resistência genética à lagarta, tal como a área de bordadura do entorno do experimento e com grupo de maturação próximo a 6.4, para padronizar a época de colheita e evitar períodos diferentes para intempéries climáticas.

As subparcelas foram constituídas pela ausência ou presença da co-inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense* junto às sementes no momento da semeadura, sendo utilizado em conjunto *Bradyrhizobium japonicum* na dose de 2 g kg⁻¹ de semente via inoculante turfoso, correspondendo à 4,2 x 10⁶ UFC semente⁻¹ e *Azospirillum brasiliense* 4 mL kg⁻¹ de semente via inoculante líquido, correspondendo à 1,3 x 10⁵ UFC semente⁻¹. Desta forma, no momento da semeadura da soja, 5 linhas da semeadora (metade direita da semeadora) receberam sementes co-inoculadas e as outras 5 linhas (metade esquerda da semeadora) receberam sementes não inoculadas, sempre com o sentido de semeadura de leste para oeste.

A semeadura foi realizada no dia 18 de novembro de 2017. A adubação de P e K foi realizada a partir da interpretação da análise de solo coletada na área do experimento em outubro de 2017. O controle fitossanitário de pragas e doenças foi realizado conforme as indicações técnicas para a cultura da soja.

Para a amostragem sempre foi utilizado as três linhas centrais de cada sub-parcela, rejeitando as duas linhas laterais, para evitar influências da co-inoculação. A altura de plantas foi avaliada nos estádios V5 e R3, mensurando em 10 plantas por subparcela, a distância entre a inserção do caule no solo e a gema apical. No final do enchimento de grãos, a população de plantas foi avaliada em duas amostras de 2 metros lineares por subparcela. Após, realizou-se a coleta de duas amostras de 1

metro linear para avaliação do número de vagens, grãos por vagem e matéria seca da parte aérea (MSPA). O número de vagens e grãos por vagens foi obtido pela contagem manual de vagens e número de vagens com 2 e com 3 grãos, em todas as plantas das amostras. A MSPA foi avaliada através da secagem das plantas até peso constante e posterior pesagem do material, junto as instalações da Universidade Federal da Fronteira Sul – Cerro Largo.

A avaliação da produtividade ocorreu no dia 14 de abril de 2018, onde foi realizada a coleta de duas amostras por subparcela, com 1 metro linear cada, totalizando uma área de plantas de 1,8 m², quando as plantas já se encontravam em seu ponto de colheita recomendado. Essas amostras foram colocadas em bolsas identificadas e passaram por um processo de debulha mecânica, através do amassamento ocasionado pelas rodas de um trator sob as bolsas, após isso as amostras foram individualmente tiradas das bolsas, separando os grãos e realizando uma debulha manual nas vagens restantes. Os grãos foram realocados em novas bolsas, para posterior pesagem e determinação da umidade. Todas as amostras tiveram umidade igual a 12,5%, realizando-se a correção do peso para 13,0%.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, por meio de análise da variância, com auxílio do programa Sisvar, comparando-se as médias pelo teste de Tukey em nível de probabilidade de 5%.

6 RESULTADOS & DISCUSSÃO

A co-inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* não apresentou interação com as cultivares de soja utilizadas, tanto na altura de plantas quanto na massa seca de parte aérea, independente da cultivar ou do estágio avaliado, sem apresentado os resultados médios de com e sem co-inoculação (Tabela 1). Zuffo et al. (2015) também não encontrou diferenças para esses parâmetros com o uso de co-inoculação através da cultivar BRS Favorita.

Pensando no acréscimo de altura, a co-inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* foi ineficiente, porém entre as cultivares, no estágio R3 se teve diferença de alturas, sendo a Nidera 6909 a mais baixa, porém considera-se natural a variação de altura entre diferentes cultivares de soja, sem que isso se torne um componente de produtividade, sendo que se deve visar plantas nem tão baixas, nem tão altas, mas compactas e ramificadas, pois estas, conseguem aportar uma maior

carga de legumes e transloucar maiores taxas de seiva (Arrabal et al. 2003; Souza et al 2013; Stulp et al 2009).

Tabela 1 – Altura de plantas de soja em estágios V5 e R3 e massa seca da parte aérea em cinco diferentes cultivares. Os resultados representam a média dos tratamentos com e sem co-inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

Cultivar	Altura em V5	Altura em R3	Massa Seca
	cm	cm	kg ha ⁻¹
BMX Garra	12 ^{ns*}	97 a	3541 ^{ns}
Monsoy 6410	10	96 a	3839
Nidera 6909	10	84 b	3823
BMX Ponta	11	93 ab	3902
TMG 7063	11	97 a	4547

* Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo.

Em relação ao rendimento de grãos observou-se interação entre as cultivares de soja utilizadas e co-inoculação, confirmando a hipótese deste estudo. A única cultivar que apresentou incremento positivo na produtividade foi a Monsoy 6410. Na ausência de co-inoculação também foi a que mostrou a menor produtividade, mostrando ser responsiva à prática de co-inoculação (Tabela 2 e Figura 1).

O incremento expressivo de produtividade de grãos na cultivar Monsoy 6410 com o uso da co-inoculação que passou da menor média (3520 kg ha⁻¹), para uma das melhores médias (4432 kg ha⁻¹), representando assim um aumento de 912 kg de soja em sua produtividade.

Andrade et al. (2018), também observou incremento de produtividade com a co-inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, usando a cultivar Monsoy 6410.

A análise do componente de produtividade número de grãos (Tabela 3) corrobora no entendimento da maior produtividade da cultivar Monsoy 6410 em função da co-inoculação. Além disso, percebe-se que esta cultivar foi responsiva a co-inoculação tanto para as vagens com três grãos (Tabela 4), quanto para as de dois grãos (Tabela 5), acrescentando assim seu número total de grãos e possivelmente produtividade.

Quando observado o número de grãos com a cultivar BMX Ponta (Tabela 3), observou-se que a mesma foi significativamente prejudicada quando co-inoculada, e que por pouco isso não refletiu na produtividade (Tabela 2 e Figura 1).

Segundo resultados de Vieira et al. (2018) a cultivar BMX Ponta, obteve incremento positivo apenas em caso de reinoculação com *Bradyrhizobium*, sendo a co-inoculação ineficiente sob dose recomendada de *Azospirillum* e prejudicial no caso de aumento da dose do mesmo.

As demais cultivares não apresentaram acréscimo em suas produtividades independente da ausência ou presença das bactérias (Tabela 2 e Figura 1). Por outro lado, Bárbaro et al. (2018) testou outras cultivares, entre elas a Monsoy 6410 e a TMG 7063 e observou aumento de produtividade em ambas, com associação da co-inoculação, indicando assim que outro fator possa estar envolvido nessa segunda, causando a divergência de resultados.

É válido salientar que no decorrer do ciclo da cultura, não se teve períodos longos de déficit hídrico, sendo de acordo com Hungria (2013) o responsável por ocasionar mudanças na eficiência da co-inoculação, pois observou que nessa situação teve-se um acréscimo de 520 kg ha⁻¹ de soja, em relação a testemunha, já na área onde não se teve déficit hídrico o ganho foi reduzido a 296 kg.ha⁻¹.

Tabela 2 – Produtividade de grãos em cinco cultivares de soja submetidas à co-inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, comparando o efeito entre as cultivares, com a presença ou a ausência de co-inoculação de forma isolada.

	BMX Garra	Monsoy 6410	Nidera 6909	BMX Ponta	TMG 7063
	kg.ha ⁻¹				
Com Co-inoculação	4637Aa*	4432Aab	4805Aa	4712Aa	3818Ab
Sem Co-inoculação	4283Ab	3520Bc	5084Aa	5103Aa	3743Abc

* Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro.

Figura 1- Dados de produtividade de grãos entre as cinco cultivares de soja e à co-inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* Comparando o efeito da co-inoculação em cada cultivar isoladamente.

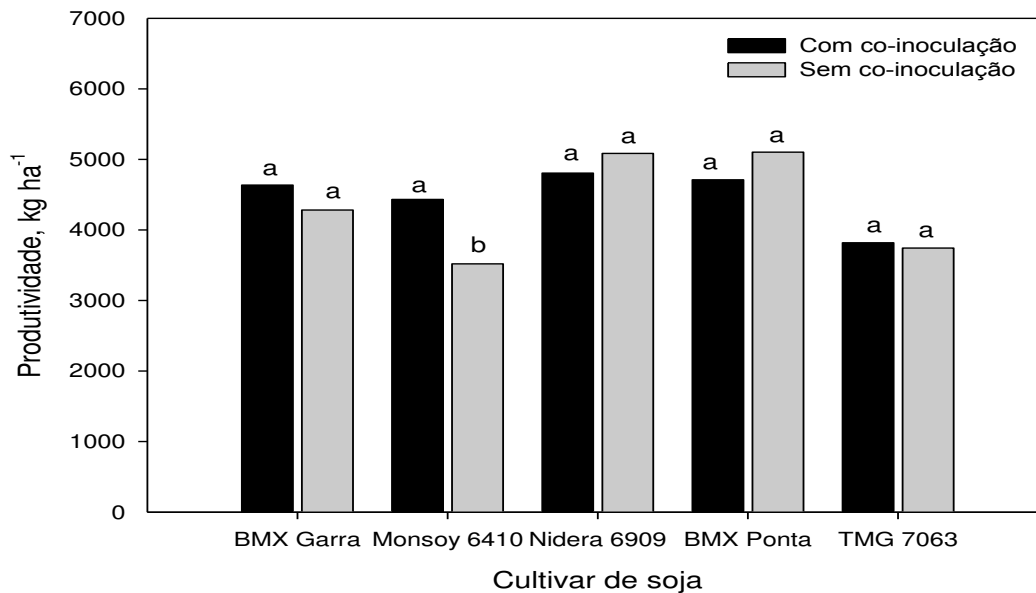


Tabela 3 – Número de grãos por metro linear em cinco cultivares de soja submetidas à co-inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

	BMX Garra	Monsoy 6410	Nidera 6909	BMX Ponta	TMG 7063
	vagens.m ⁻¹				
Com Co-inoculação	1207BCa*	1514Aa	1171Ca	1364ABb	1052Ca
Sem Co-inoculação	1108BCa	1203BCb	1236Ba	1486Aa	1034Ca

* Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro.

Na avaliação das vagens com dois e três grãos a cultivar BMX Garra apresenta um aumento no número de vagens de três grãos com a co-inoculação (Tabela 4), porém ouve-se um decréscimo no número de vagens de dois grãos (Tabela 5), sem que isso afeta-se o número de grãos e a produtividade, (Tabelas 2 e 3 e Figura 1) indicando que vagens de dois grãos passaram para três, mas que novas vagens não surgiram.

Já Carpentieri-Pípolo (2005) observou que até mesmo em plantas com maior número de vagens de apenas dois grãos, conseguiu-se aumentar a produtividade, já que teve-se um maior número de vagens, e conseqüente maior rendimento, resultado esse divergente, uma vez que as vagens de dois grãos, mesmo que em maioria, não foram suficientes para aumentar a produtividade, como é o caso do TMG 7063 (Tabela 2 e 5), tendo possivelmente outros fatores envolvidos, como o peso de grão.

As cultivares Nidera 6909 e BMX Ponta, tiveram um bom desempenho geral sendo as mais produtivas (Tabela 2), chegando a 5084 kg ha⁻¹ e 5103kg ha⁻¹, respectivamente, porém não demonstraram resultado quanto a co-inoculação, apenas algumas características das cultivares, como o maior número de vagens de dois grãos para a Nidera 6909 (Tabela 5) e o maior número de vagens de três grãos para a BMX Ponta (Tabela 4).

Entre as co-inoculadas, a cultivar TMG 7063, foi a que apresentou a menor produtividade (Tabela 2), 3818 kg ha⁻¹, isso se justifica pelo baixo número de vagens com três grãos (Tabela 4).

Tabela 4 – Número de vagens com três grãos por metro linear em cinco cultivares de soja submetidas à co-inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

	BMX Garra	Monsoy 6410	Nidera 6909	BMX Ponta	TMG 7063
	vagens.m ⁻¹				
Com Co-inoculação	304Ba*	407Aa	281Ba	371Aa	225Ca
Sem Co-inoculação	249Cdb	337Bb	300BCa	399Aa	337Da

*Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro.

Tabela 5 – Número de vagens com dois grãos por metro linear em cinco cultivares de soja submetidas á co-inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

	BMX Garra	Monsoy 6410	Nidera 6909	BMX Ponta	TMG 7063
	vagens.m ⁻¹				
Com Co-inoculação	147BCb*	146BCa	164Aba	125Ca	189Aa
Sem Co-inoculação	181Aa	96Cb	168Aba	144Ba	161ABb

* Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro.

7 CONCLUSÕES

Há interação entre as cultivares de soja e a co-inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliensis*.

A cultivar Monsoy 6410 respondeu positivamente à co-inoculação.

As cultivares Brasmax Garra, Nidera 6909, Brasmax Ponta e TMG 7063 não alteraram a produtividade com a co-inoculação.

8 REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. M.; et al. Desempenho agrônômico da soja em função da associação de bactérias nodulares com aplicação de nitrogênio foliar, 2018. Acesso em 05/11/2018.

ARRABAL, C. A. et al. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 2, p. 187-193, 2003. Acesso em 05/11/2018.

BÁRBARO, I. M.; et al. Análise de cultivares de soja em resposta à inoculação e aplicação de cobalto e molibdênio. Revista Ceres, v. 56, n. 3, 2009. Acesso em 29/04/2018.

BÁRBARO, I. M.; et al. Produtividade da soja em resposta à inoculação padrão e co-inoculação. Colloquium Agrariae. Vol. 5. No. 1. 2011. Acesso em 13/06/2018.

BÁRBARO, I. M.; et al. Desempenho de cultivares de soja em resposta a co-inoculação nas sementes. *Ciência & Tecnologia Fatec-JB*, v. 7, n. esp., 2015. Acesso em 06/04/2018.

BÁRBARO-TORNELI, I. M.; et al. Avaliação de cultivares de soja no estado de São Paulo em resposta à aplicação de inoculantes no sulco de semeadura. *Nucleus*, p. 55-62, 2018. Acesso em 13/11/2018.

BIZARRO, M. J. Simbiose e variabilidade de estirpes de *Bradyrhizobium* associadas à cultura da soja em diferentes manejos de solo. 2008. 107 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Acesso em 21/04/2018.

BOHRER, T. R.; et al. Avaliação de cultivares de soja quanto à fixação biológica do nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, n. 6, p. 937-952, 1998. Acesso em 13/11/2018.

CAPRIO, C. H. Interação de variedades de milho sob inoculação com *Azospirillum brasilense* em diferentes épocas de semeadura. 2017. Acesso em 26/04/2018.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; et al. Correlações fenotípicas entre caracteres quantitativos em soja. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 26, n. 1, 2005. Acesso em 07/11/2018.

CARVALHO, T. L. G.; et al. Nitrogen signalling in plant interactions with associative and endophytic diazotrophic bacteria. *Journal of Experimental Botany*, v. 65, p. 5631-5642., 2014. Acesso em 26/04/2018.

CAVALLET, L. E.; et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.4, p.129-132, 2000. Acesso em 13/04/2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. 2018. Acesso em 26/10/2018.

DENARDIN, N. D. Aplicação de inoculantes define sucesso da nodulação. *Visão Agrícola*, Piracicaba, USP/ESALQ, v. 5, p. 35-37, 2006. Acesso em 10/04/2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA - Tecnologia de co-inoculação combina alto rendimento com sustentabilidade na produção de soja e do feijoeiro. 2014. Acesso em 30/04/2018.

FAGAN, E. B. Fisiologia da fixação biológica de nitrogênio em soja – revisão. Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, 14:89-106. 2007. Acesso em 22/04/2018.

FERLINI, H. A. Co-Inoculación en Soja con Bradyrhizobium japonicum y Azospirillum brasilense. Artículos Técnicos – Agricultura. 2006. Acesso em 13/04/2018.

HUNGRIA, M.; et al. Fixação biológica do nitrogênio em leguminosas de grãos. Soil fertility, soil biology and plant nutrition interrelationships. Lavras, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1999. Acesso em 26/04/2018.

HUNGRIA, M.; et al. Reinoculação e adubação nitrogenada na cultura da soja. Embrapa Soja-Capítulo em livro científico, 2005. Acesso em 13/11/2018.

HUNGRIA, M.; et al. Tecnologia de coinoculação da soja com Bradyrhizobium e Azospirillum: incrementos no rendimento com sustentabilidade e baixo custo. (Resumos da XXXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil - Londrina, PR, agosto de 2013). Acesso em 21/04/2018.

HUNGRIA, M.; et al. Soybean seed co-inoculation with Bradyrhizobium spp. and Azospirillum brasilense: A new biotechnological tool to improve yield and sustainability. American Journal of Plant Sciences, v. 6, p. 811-817, 2015. Acesso em 26/04/2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA – Registro nacional de cultivares. 2017. Acesso em 30/04/2018.

MELLO FILHO, O. L.; et al. Grain yield and seed quality of soybean selected for high protein content. Pesq. Agropec. Bras., v. 39, n. 5, p. 445-450. 2004. Acesso em 26/04/2018.

MISSÃO, M. R. Soja, origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. Maringá Management, v. 3, n. 1, 2008. Acesso em 22/04/2018.

MOURA, R. S.; et al. Inoculação de sementes, doses de nitrogênio e uso da irrigação em arroz de terras altas. 2013. Acesso em 26/04/2018.

PAVANELLI, L. E.; et al. Fixação biológica de nitrogênio em soja em solos cultivados com pastagens e culturas anuais no oeste paulista. Bioscience Journal, 25: 21-29, 2009. Acesso em 22/04/2018.

PEREIRA, J. C.; et al. Influência da antibiose exercida por actinomicetos às estirpes de *Bradyrhizobium* spp., na nodulação da soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 34, n. 1, p. 99-108, 1999. Acesso em 14/11/2018.

PORTAL AGROLINK. Dados da Soja safra 2015 em São Luiz Gonzaga, RS, 2018. Acesso em 17/06/2018.

RAMPIM, L.; et al. Qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de trigo submetidas à inoculação e diferentes tratamentos. Journal of Seed Science, v. 34, n. 4, 2012. Acesso em 06/04/2018.

SOUZA, C. A.; et al. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. Bioscience Journal, v. 29, n. 3, 2013. Acesso em 09/11/2018

STÜLP, M.; et al. Desempenho agrônomico de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. Ciência e Agrotecnologia, v. 33, n. 5, 2009. Acesso em 09/11/2018

VIEIRA, R. CB.; et al. Inoculação e co-inoculação na cultura da soja. Agrisus, 2018. Acesso em 14/11/2018.

ZUFFO, A. M.; et al. Coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja. Revista de Ciências Agrárias 38.1, 2015. Acesso em 13/06/2018.