

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
ESPECIALIZAÇÃO EM MANEJO DE CULTURAS ANUAIS

LUCIANO BIANCARDI

**COINOCULAÇÃO COM BACTÉRIAS E USO DE
MICRONUTRIENTES VIA SEMENTES NO DESEMPENHO DA SOJA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS – PR

2018

LUCIANO BIANCARDI

**COINOCULAÇÃO COM BACTÉRIAS E USO DE
MICRONUTRIENTES VIA SEMENTES NO DESEMPENHO DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Especialização em Manejo de Culturas Anuais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Manejo de Culturas Anuais.

Orientador: Prof. Dr. Carlos André Bahry

DOIS VIZINHOS - PR

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Especialização em Manejo de Culturas Anuais



TERMO DE APROVAÇÃO

COINOCULAÇÃO COM BACTÉRIAS E USO DE MICRONUTRIENTES VIA SEMESTES NO DESEMPENHO DA SOJA

LUCIANO BIANCARDI

Esta monografia foi apresentada às treze horas e trinta minutos do dia vinte e cinco de maio de dois mil e dezoito, como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em Manejo de Culturas Anuais” pelo I Curso de Especialização em Manejo de Culturas Anuais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O (a) candidato (a) foi arguido (a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho:

() Aprovado; () Aprovado com ressalvas; () Reprovado.

Banca examinadora:

Carlos André Bahry

Anelise Tessari Perboni

Jean Carlo Possenti

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do curso.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meu pai Dário Biancardi e minha mãe Lourdes Moura Biancardi os quais me guiarão na construção de meu caráter e valores, a minha esposa Andreza e meus filhos Geovani e Isabele que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido mais essa conquista, por me dar forças e saúde para cumprir mais esta jornada.

Ao professor e orientador Carlos André Bahry pelos ensinamentos e apoio para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

A todo o corpo docente pelos ensinamentos compartilhados.

A todos os colegas de classe pela troca de experiências, meu muito obrigado.

RESUMO

BIANCARDI, Luciano. **Coinoculação com bactérias e uso de micronutrientes via sementes no desempenho da soja**. 42 f. 2018. Trabalho de conclusão de curso – Programa de Especialização de Manejo de Culturas Anuais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos - PR, 2018.

A soja é uma das *commodities* mais produzidas no Brasil, sendo uma cultura altamente eficiente na utilização do nitrogênio, via associação simbiótica com bactérias dos gêneros *Bradyrhizobium*. Porém, vários fatores podem interferir no sistema de simbiose entre as plantas de soja e as bactérias, sendo o cobalto (Co) e o molibdênio (Mo) micronutrientes que devem ser avaliados. Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar a coinoculação de sementes de soja com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense* no tratamento de sementes, associadas à utilização de micronutrientes (Co e Mo), na nodulação e no desempenho agrônômico da soja. O estudo foi conduzido na área experimental da UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos - PR, durante a safra agrícola 2016/2017, em delineamento de blocos ao acaso com três repetições, sendo analisados três fatores: fator A (A1 – sem *B. japonicum*; A2 – com *B. japonicum*); fator B (B1 – sem CoMo; B2 – com CoMo); fator C (C1 – 0: *A. brasiliense*; C2 – 50%: *A. brasiliense*; C3 – 100%: *A. brasiliense*; C4 – 150%: *A. brasiliense*; C5 – 200%: *A. brasiliense*). A cultivar de soja utilizada foi a NS 4823 RR. Foi avaliado o número de nódulos e massa de nódulos em R1 e R5, altura de planta, inserção de primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade da soja. Os dados foram submetidos à análise de variância, e os fatores qualitativos comparados por Scott-Knott e os quantitativos por regressão, em havendo significância. Os micronutrientes, cobalto (Co) e molibdênio (Mo), aplicados no tratamento de semente resultam em menor quantidade de nódulos em R1, dependendo da quantidade de *Azospirillum* utilizado. A inoculação das sementes com *Azospirillum*, utilizando a quantidade técnica recomenda, proporciona maior quantidade de grãos por vagem e a massa de mil grãos aumenta linearmente com o aumento dos níveis de *Azospirillum*. Porém, se ela for coinoculada, seu ponto de máxima eficiência técnica é com utilização de 82,3% da dose recomendada. Já a produtividade é influenciada de forma quadrática pelas doses de *Azospirillum*, sendo observado maior produção com utilização de 98,15%. A utilização de *Bradyrhizobium* na semente de soja resulta em maior massa de mil grãos e produtividade, desde que a coinoculação com *Azospirillum* não seja realizada com os níveis recomendados.

Palavras-chave: Cobalto; molibdênio; *Bradyrhizobium japonicum*; *Azospirillum brasiliense*; *Glycine max*.

ABSTRACT

BIANCARDI, Luciano. **Coinoculation of seeds with bacteria and their effect on soybean crop performance.** 42 p. 2018. Trabalho de conclusão de curso – Programa de Especialização em Manejo de Culturas Anuais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos - PR, 2018.

Soybean is one of the most produced commodities in Brazil, being a highly efficient crop in the use of nitrogen, through a symbiotic association with *Bradyrhizobium* bacteria. However, several factors may interfere in the symbiosis system between soybean plants and bacteria, with cobalt (Co) and molybdenum (Mo) micronutrients being evaluated. In this context, the objective of the study was to evaluate the co-inoculation of soybean seeds with *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasiliense* in the treatment of seeds, associated with the use of micronutrients (Co and Mo), nodulation and soybean agronomic performance. The study was conducted in the experimental area of the UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos - PR, during the 2016/2017 agricultural harvest, in a randomized complete block design with three replicates, with three factors being analyzed: factor A (A1 - without *B. japonicum*; A2 - with *B. japonicum*); factor B (B1 - without CoMo; B2 - with CoMo); (C2 - 50%: *A. brasiliense*, C3 - 100%: *A. brasiliense*, C4 - 150%: *A. brasiliense*, C5 - 200%: *A. brasiliense*). The soybean cultivar used was NS 4823 RR. It was evaluated the number of nodules and mass of nodules in R1 and R5, plant height, first pod insertion, number of pods per plant, number of grains per plant, number of grains per pod, mass of one thousand grains and soybean yield. The data were submitted to analysis of variance, and the qualitative factors were compared by Scott-Knott and the quantitative ones by regression, with significance. Micronutrients, cobalt (Co) and molybdenum (Mo), applied in the treatment of seed result in less number of nodules in R1, depending on the amount of *Azospirillum* used. The inoculation of the seeds with *Azospirillum*, using the recommended technical quantity, provides more grain per pod and the mass of a thousand grains increases linearly with the increase of *Azospirillum* levels. However, if it is coinoculated, its point of maximum technical efficiency is 82.3% of the recommended dose. The productivity is influenced in a quadratic way by the doses of *Azospirillum*, being observed a greater production with use of 98.15%. The use of *Bradyrhizobium* in soybean seeds results in a greater mass of one thousand grains and productivity, provided that the co-inoculation with *Azospirillum* is not carried out with the recommended levels.

KeyWords: Cobalt; molybdenum; *Bradyrhizobium japonicum*; *Azospirillum brasiliense*; *Glycine max*;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados médios do número de nódulos por planta em R1 pela interação entre *Bradyrhizobium* (com e sem) e cobalto e molibdênio (com e sem) em função de diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum*. A1 – Sem *Bradyrhizobium* na semente. A2 – Com *Bradyrhizobium* na semente. B1 – Sem cobalto e molibdênio na semente. B2 – Com cobalto e molibdênio na semente. .29

Figura 2. Dados médios da massa por nódulo em R1 em função de diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum*.29

Figura 3. Dados médios da inserção de primeira vagem (IPV) em função de diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum*.32

Figura 4. Dados médios do número de grãos por vagem pela interação entre *Bradyrhizobium* (com e sem) e diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum*. SB – sem *Bradyrhizobium*. CB – com *Bradyrhizobium*.33

Figura 5. Dados médios da massa de mil grãos pela interação entre *Bradyrhizobium* (com e sem) e diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum*. SB – sem *Bradyrhizobium*. CB – com *Bradyrhizobium*.35

Figura 6. Dados médios da produtividade de grãos pela interação entre *Bradyrhizobium* (com e sem) e diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum*. SB – Sem *Bradyrhizobium*. CB – Com *Bradyrhizobium*.37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variância do número de nódulos em R1 (NN - R1), massa de nódulos em R1 (MN – R1), número de nódulos em R5 (NN – R5), massa de nódulos em R5 (MN – R5) e altura de planta (AP) em função da coinoculação de sementes de soja da cultivar NS 4823RR com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em associação com cobalto e molibdênio.....26

Tabela 2. Análise de variância da inserção de primeira vagem (IPV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PG) em função da coinoculação de sementes de soja da cultivar NS 4823RR com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em associação com cobalto e molibdênio.....27

Tabela 3. Dados médios do número de nódulos por planta em R1 pela interação entre *Bradyrhizobium* (sem e com) e cobalto e molibdênio (CoMo) (sem e com) para cada dose de inoculante contendo *Azospirillum*.27

Tabela 4. Dados médios do número de grãos por vagem pela interação entre *Bradyrhizobium* (sem e com) e doses de inoculante a base de *Azospirillum*.33

Tabela 5. Dados médios da massa de mil grãos pela interação entre *Bradyrhizobium* (com e sem) e doses de inoculante a base de *Azospirillum*.35

Tabela 6. Dados médios da produtividade de grãos pela interação entre *Bradyrhizobium* (com e sem) e doses de inoculante a base de *Azospirillum*.36

ABREVIATURAS

AP	Altura de planta
Co	Cobalto
FBN	Fixação biológica de nitrogênio
IPV	Inserção de primeira vagem
MMG	Massa de mil grãos
MN	Massa de nódulos
Mo	Molibdênio
N	Nitrogênio
NGP	Número de grãos por planta
NGV	Número de grãos por vagem
NN	Número de nódulos
NVP	Número de vagens por planta
PG	Produtividade de grãos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. OBJETIVO GERAL	14
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
3. REVISÃO BIBLIOGRAFIA	15
3.1. CULTIVO E PRODUTIVIDADE DA SOJA.....	15
3.2. FATORES QUE INFLUENCIAM NOS COMPONENTES DE RENDIMENTO DA SOJA.....	16
3.3. INOCULAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA.....	17
3.3.1. INOCULAÇÃO COM <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	17
3.3.2. INOCULAÇÃO COM <i>Azospirillum brasilense</i>	18
3.4. COINOCULAÇÃO	19
3.5 MICRONUTRIENTES NAS SEMENTES.....	19
3.5.1. COBALTO (Co)	20
3.5.2. MOLIBDÊNIO (Mo).....	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6. CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das oleaginosas mais importantes na economia brasileira, sendo uma *commodity* de grande importância. Segundo dados da Conab (2017), o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, com produção de 114.075,3 milhões de toneladas na safra 2016/2017, em uma área cultivada de mais de 33 milhões de hectares, obtendo produtividade de 3.364 kg ha⁻¹.

Além de servir de alimento, de forma direta ou indireta para os animais, a soja também exerce importante função na economia da indústria brasileira. Também, o cultivo da soja é o principal responsável pela movimentação do agronegócio brasileiro, devido aos grandes investimentos realizados pelos produtores rurais, movimentando o mercado de máquinas e implemento agrícolas e sementes e insumos, além de gerar um grande número de empregos.

A cultura da soja é muito eficiente quanto ao uso de nitrogênio (N), pois o N utilizado no seu desenvolvimento é obtido da atmosfera. Segundo Hungria et al. (2001), são necessários 240 kg de N para produzir 3.000 kg ha⁻¹ de soja. Para suprir esta demanda, a soja conta com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que se unem num processo simbiótico à planta, formando nas raízes estruturas especializadas chamadas de nódulos, onde ocorre o processo denominado de fixação biológica de nitrogênio (FBN).

Estas bactérias, via simbiose com as raízes, transformam o nitrogênio atmosférico em compostos que são assimiláveis à planta, suprimindo as necessidades de N da cultura e dispensando a utilização de fertilizantes nitrogenados industrializados (CASSINI; FRANCO, 2006).

Outro grupo importante de microrganismos que podem ser benéficos para as plantas são bactérias associativas do gênero *Azospirillum*. Estas bactérias são capazes de promover o crescimento da planta pela produção de hormônios de crescimento, indução de resistência às doenças e estresses ambientais, capacidade de solubilizar fosfato e, também, de realizar a fixação biológica do nitrogênio (BRACCINI et al., 2014).

Neste sentido, a associação destes dois microrganismos pode ser uma alternativa para melhorar a absorção e fixação de N pela cultura da soja. Ferlini (2006) destaca que a técnica designada de coinoculação, também denominada de inoculação mista, a qual consiste na utilização de combinações de diferentes microrganismos, pode apresentar efeito sinérgico, e superar os resultados produtivos obtidos com os mesmos, quando utilizados de forma isolada.

Sendo assim, tornam-se interessantes estudos que buscam avaliar formas de cultivo que proporcionam aumento de produtividade sem que tenham impacto negativo ao meio ambiente. A associação de *Azospirillum* + *Bradyrhizobium* pode apresentar este benefício, via otimização do processo de fixação de N na soja.

Porém, a fixação biológica de N pode ser afetada quando há ocorrência de deficiência de molibdênio (Mo), pois este micronutriente faz parte da enzima nitrogenase, que é responsável pelo processo de fixação (GOLO et al., 2009). Segundo Guerra et al. (2006) a função do Mo na planta está correlacionada diretamente com a formação das molibdo-enzimas, proteínas que são responsáveis pelo transporte de elétrons (cofatores) das reações de formação das enzimas nitrogenase, redutase do nitrito e oxidase do sulfato.

Da mesma forma que ocorre com o Mo, a deficiência do cobalto (Co) exerce influência sob a absorção de nitrogênio, uma vez que participa da estrutura da vitamina B12 que é necessária à síntese de leg-hemoglobina, determinando a atividade dos nódulos (GOLO et al., 2009). Na planta, o Co é responsável pela ativação enzimática das desidratases, mutases, fosforilases e transferases, sendo um elemento essencial para o processo da fixação do N₂ pelo *Rhizobium*, e quando a quantidade de Co for insuficiente, fica limitada a produção de vitamina B12 e a fixação de nitrogênio atmosférico (GERRA et al., 2006).

Solos que apresentam boa fertilidade possuem capacidade de fornecer estes micronutrientes para a cultura da soja. Porém Balík et al. (2006) destacam que quando se tem um cultivo sem rotação e/ou mal manejado, tem-se reduzidos teores dos nutrientes, matéria orgânica e conseqüentemente ocorre aumento da acidez, limitando o desenvolvimento das plantas.

Sendo assim, torna-se interessante avaliar além da coinoculação, os possíveis efeitos que estes microrganismos podem exercer sobre o processo de fixação biológica de N na cultura da soja, pois estes fatores apresentam capacidade de influenciar diretamente a produtividade da cultura.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a resposta da coinoculação de sementes de soja com associação das bactérias do gênero *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense* por meio do tratamento de sementes, associadas à utilização de micronutrientes (cobalto (Co) e molibdênio (Mo)), verificando seu efeito na nodulação e no desempenho agronômico da soja.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Avaliar a presença de nódulos e sua massa em distintos estádios de desenvolvimento da cultura da soja em função dos diferentes tratamentos.

Avaliar a produtividade da cultura por meio da coinoculação associada à utilização de micronutrientes.

Avaliar os principais componentes de rendimento da soja mediante os diferentes tratamentos.

Avaliar efeitos de diferentes doses de *Azospirillum brasiliense* no desempenho da soja.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFIA

3.1. CULTIVO E PRODUTIVIDADE DA SOJA

A soja é uma planta originária da China, a qual já era conhecida e utilizada a mais de três mil anos atrás (HYMOWITZ; SCHURLEFF, 2005). Apresenta ciclo anual com plantas eretas ramificadas, porém suas características morfológicas são variáveis pois são influenciadas pelas condições ambientais (BORÉM, 1999), época e densidade de semeadura (LUDWING et al. 2010) e nutrição mineral das plantas (FAQUIN, 2005).

Por ser uma planta de dia curto, inicialmente no Brasil a soja ficou restrita a região Sul do país, devido as suas características de fotoperíodo e as condições de temperatura, que regulavam a sua época de semeadura e o florescimento (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

Pelo fato da soja ser uma das melhores alternativas para a sucessão do trigo no verão, por volta da década de 40, no estado do Rio Grande do Sul. A cultura teve sua produção estimulada e impulsionada em escala comercial (MAGALHÃES, 1981). O seu cultivo continuou a expandir e, atualmente, é realizado em todas as regiões do Brasil. Segundo dados da Conab (2017), na safra 2016/2017, foi produzido no Brasil 114.075,3 milhões de toneladas de soja, em uma área de 33 milhões de hectares, obtendo produtividade média de 3.364 kg ha⁻¹.

Na safra 2016/2017 o Mato Grosso foi o estado brasileiro que produziu o maior montante de soja, 30.513,5 milhões de toneladas. Já o Paraná obteve a segunda maior produção, com 19.586,3 milhões de toneladas, em uma área de 5.249,6 milhões de hectares, tendo uma produtividade média de 3.741 kg ha⁻¹, e a área cultivada com soja cresceu 2%, saindo de 33.251,9 mil hectares na safra 2015/2016, para 33.914,9 mil na safra 2016/2017 (CONAB, 2017).

3.2. FATORES QUE INFLUENCIAM NOS COMPONENTES DE RENDIMENTO DA SOJA

A produtividade da soja no Brasil é variável entre as regiões produtoras, sendo constatado uma produtividade média nacional de 2.870 e 3.364 kg ha⁻¹ nas safras 2015/2016 e 2016/2017, respectivamente (CONAB, 2017).

Esta variação de produtividade entre as safras agrícolas e as regiões produtoras, está diretamente ligada as diferentes condições climáticas existentes no Brasil. A Embrapa (2003) relata que a demanda de água na cultura da soja pode variar de 450 a 800 mm, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo.

Já Rodrigues et al. (2001) destaca que, dentre diversos fatores que podem afetar o desenvolvimento e a produtividade da soja, estão a disponibilidade hídrica, a temperatura e o fotoperíodo, os quais são características importantes pois provocam alterações no ciclo da soja e conseqüentemente afetam a produtividade.

Por estas razões, deve-se ter cuidado com a escolha da cultivar de soja a ser implantada em cada região, levando sempre em consideração o fotoperíodo local e o grupo de maturação da soja.

Além dos fatores climáticos, a soja também tem sua produtividade dependente da quantidade de nutrientes disponíveis ao seu desenvolvimento. Um dos nutrientes que é muito requerido pela cultura é o nitrogênio (N). Segundo Zilli et al. (2006), são necessários cerca de 80 kg de nitrogênio para cada tonelada de grão de soja produzido.

Para suprir esta demanda, uma vez que nos solos os teores de N são baixos, a soja realiza associação simbiótica com bactérias que apresentam capacidade de fixação do N₂ atmosférico, obtendo assim o N necessário para o seu desenvolvimento (EMBRAPA, 2003) e, otimizando e viabilizando o seu cultivo.

3.3. INOCULAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA

A associação simbiótica realizada pela cultura da soja com bactérias que apresentam capacidade de fixação do N₂ atmosférico tornou-se de fundamental importância no cultivo desta oleaginosa. Sendo assim, é importante entender e estimular a simbiose das raízes da soja com estas bactérias via inoculação de sementes.

Os inoculantes disponíveis no mercado brasileiro para a utilização na cultura da soja, são encontrados na forma turfosa, ricos em matéria orgânica, ou líquido (HUNGRIA et al., 2001) ou em pó molhável, o qual contém bactérias liofilizadas em substrato sólido (CÂMARA, 1998).

Em um inoculante comercial, o mínimo que deve conter é $1,0 \times 10^9$ células por grama ou por mililitro de inoculante. Esta quantidade equivale ao mínimo de inoculante que deve ser misturado a um montante de 50 kg de sementes de soja para proporcionar, 1,2 milhões de células bacterianas viáveis por sementes de soja, no mínimo (QUEIROZ, 2005).

3.3.1. INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium japonicum*

As bactérias do gênero *Bradyrhizobium* são gram negativas, polares ou subpolares, com forma de bastonete as quais se movimentam por flagelos e caracterizam-se por apresentar crescimento lento (7 a 13 horas de tempo de geração) (WILLIEMS, 2006). Segundo Somasegaran, Hobben (1994), estas bactérias são capazes de induzir nodulação nas leguminosas.

O *Bradyrhizobium japonicum* encontra-se entre os inoculantes comercializados no Brasil para a utilização em soja, tendo destaque as estirpes SEMIA 5079, SEMIA 5080, SEMIA 587 e SEMIA 5019 (LEMOS et. al., 2007). Graças às bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, a cultura da soja se tornou muito eficiente quanto ao uso de nitrogênio, pois o N utilizado no seu desenvolvimento é obtido via atmosfera. Segundo Hungria et al. (2001) são necessários 240 kg de N

para produzir 3.000 kg ha⁻¹ de soja e, para suprir esta demanda, a soja conta com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que se unem num processo simbiótico à planta formando nas raízes estruturas especializadas chamadas de nódulos, onde ocorre o processo denominado de fixação biológica de nitrogênio (FBN). Estas bactérias, via simbiose com as raízes, transformam o nitrogênio atmosférico em compostos que são assimiláveis à planta, suprimindo as necessidades de N da cultura e dispensando a utilização de fertilizantes nitrogenados industrializados.

3.3.2. INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense*

O gênero *Azospirillum* está incluso no grupo das bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCP). Segundo Okon; Vanderleyden (1997), a inoculação de sementes de milho com *Azospirillum* modifica a morfologia do sistema radicular da planta, aumentando o diâmetro das raízes laterais e adventícias além de aumentar o número de radículas, resultando em maior exploração de solo e conseqüentemente, contribuindo para o aumento de produtividade da cultura. Neste sentido, se este efeito verificado na cultura do milho for obtido também na soja, acredita-se que se terá maior aporte de N via simbiose com as bactérias *Bradyrhizobium* e, conseqüentemente, maior rendimento desta cultura.

Produtos à base de *Azospirillum brasilense* também têm sido utilizados como inoculante, juntamente com *Bradyrhizobium*, e segundo Hungria et al. (2013), estudos já realizados apontaram para o aumento do rendimento dos componentes produtivos das culturas na utilização de *Azospirillum* em diversas espécies, porém, para a cultura da soja, seus benefícios estão sendo avaliados a pouco tempo no Brasil.

De acordo com Hungria et al. (2013), a utilização de *Azospirillum* pode resultar em uma série de benefícios para a planta como por exemplo a produção de fitormônios, responsáveis pelo crescimento, os quais atuam no desenvolvimento de raízes principalmente, podendo contribuir para o aumento dos componentes de rendimento da cultura.

3.4. COINOCULAÇÃO

De modo geral, a coinoculação busca potencializar o efeito de determinado produto/substância/bactéria com a utilização de outra. Por exemplo na soja, busca-se aumentar a nodulação com maior crescimento radicular, em resposta à interação positiva entre as bactérias simbióticas *Bradyrhizobium* e as bactérias do gênero *Azospirillum*.

Esta prática busca maior produção vegetal em virtude da associação dos microrganismos (*Azospirillum* + *Bradyrhizobium*). Em ensaios a campo com utilização de *A. brasilense* Burdmann; Hamaqui; Okon (2000), verificaram incrementos nos componentes de rendimento de leguminosas com a inoculação mista, os quais apresentaram valores superiores aos tratamentos compostos somente com a inoculação de *Bradyrhizobium*

Já Barbaró et al. (2009) destaca que, embora os tratamentos com coinoculação testados só apresentarem diferenças numéricas nos valores de produtividade, é relatado em seus estudos significância econômica para o tratamento envolvendo co-inoculação.

3.5 MICRONUTRIENTES NAS SEMENTES

A associação de *Azospirillum* + *Bradyrhizobium* pode apresentar benefícios via otimização do processo de fixação de N atmosférico na soja. Porém, a fixação biológica de N pode ser afetada quando há ocorrência de deficiência de molibdênio (Mo), pois este micronutriente faz parte da enzima nitrogenase, que é responsável pelo processo de fixação (GOLO et al., 2009).

Da mesma forma que ocorre com o Mo, a deficiência do cobalto (Co) exerce influência sob a absorção de nitrogênio, uma vez que participa da estrutura da vitamina B12 que é necessária à síntese de leg-hemoglobina, determinando a atividade dos nódulos (GOLO et al., 2009).

Solos que apresentam boa fertilidade possuem capacidade de fornecer estes micronutrientes para a cultura da soja. Porém Balík et al. (2006) destaca que, quando se tem um cultivo sem rotação e/ou mal manejado, tem-se reduzidos teores de nutrientes, matéria orgânica e, conseqüentemente, ocorre aumento da acidez, limitando o desenvolvimento das plantas, sendo importante fornece-los as plantas para obter sucesso no cultivo das lavouras.

3.5.1. COBALTO (Co)

Segundo Mengel; Kirkby (2001) o cobalto (Co) é um micronutriente necessário para a síntese da vitamina B12, que faz parte dos metabólitos para formação da leg-hemoglobina, e também essencial para regular sua concentração nos nódulos, impedindo a inativação da enzima nitrogenase.

Estudos realizados pela Embrapa (2004) destacam que devidos a fertilidade dos solos no estado da Paraná, são necessários de 2 a 3 g ha⁻¹ de cobalto via semente para a cultura da soja, sendo as principais fontes cloreto, sulfato e nitrato de cobalto. Também, estudos realizados à campo revelaram benefícios para à aplicação de cobalto via semente na cultura da soja, contribuindo com a fixação biológica de nitrogênio e, conseqüentemente, na produtividade da soja, desde que a planta esteja suprida também de molibdênio (CAMPO; HUNGRIA 2002).

3.5.2. MOLIBDÊNIO (Mo)

Segundo Marschner (1986) a fixação biológica de nitrogênio pode ser comprometida quando ocorre falta de molibdênio (Mo), pelo fato deste micronutriente fazer parte da enzima nitrogenase, a qual é responsável pela fixação. Já Sfredo et al. (1997) e Rosolem (1982) verificaram elevação da nodulação, sendo que as plantas apresentaram rápido crescimento e

conseqüentemente verificou-se aumento de produtividade de grãos com a utilização de inoculação de *Bradyrhizobium* associado a utilização de Mo.

Brandelero, Peixoto e Ralisch (2009) destacam em seus estudos que mais de 40% da produtividade da soja está relacionada com o processo de nodulação, demonstrando assim a importância deste fator para o rendimento de grãos na cultura da soja.

É sabido que a quantidade de Mo requerida pelas plantas de soja é pequena, sendo o tratamento de sementes é capaz de suprir toda necessidade da planta (GUPTA; LIPSETT 1981; UREN; REISENAUER, 1988). Neste contexto, a aplicação de Mo no tratamento de sementes é prática de ser realizada, eficiente e econômica e atende as necessidades da soja (PARDUCCI et al., 1989).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental da UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos - PR, localizada na região Sudoeste do Estado do Paraná, com latitude 25°42'S, longitude 53°08'W e altitude média de 561m. O clima da região é classificado como Cfa na escala de Köppen-Geiger, com verões quentes, temperaturas superiores a 22°C e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco (ALVARES et al., 2013).

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Os resultados da análise química do solo, realizada antes da instalação do estudo, na camada de 0-10cm, revelou: pH $\text{CaCl}_2 = 5,30$; $V = 66,55 \%$; $\text{MO} = 42,89 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 12,68 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H+Al}_3 = 4,28 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{2+} = 5,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{2+} = 2,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ $\text{K}^+ = 0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ $\text{P} = 7,39 \text{ mg dm}^{-3}$.

O estudo foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas foram compostas de cinco linhas de três metros de comprimento e 0,45 metros entre linhas. A área útil colhida foi de três linhas centrais e dois metros de comprimento, descartando-se 0,50 metros de cada borda.

O trifatorial compreendeu os seguintes fatores: fator A (A1 – sem *Bradyrhizobium japonicum*; A2 – com *Bradyrhizobium japonicum*); fator B (B1 – sem CoMo; B2 – com CoMo); fator C (C1 – 0: *Azospirillum brasilense*; C2 – 50%: *Azospirillum brasilense*; C3 – 100%: *Azospirillum brasilense*; C4 – 150%: *Azospirillum brasilense*; C5 – 200%: *Azospirillum brasilense*). Com as diferentes combinações de fatores, o experimento foi composto por 20 tratamentos, sendo:

- T1: sem *Bradyrhizobium* – 0% *Azospirillum* – sem CoMo;
- T2: com *Bradyrhizobium* – 0% *Azospirillum* – sem CoMo;
- T3: sem *Bradyrhizobium* – 50% *Azospirillum* – sem CoMo;
- T4: sem *Bradyrhizobium* – 100% *Azospirillum* – sem CoMo;
- T5: sem *Bradyrhizobium* – 150% *Azospirillum* – sem CoMo;
- T6: sem *Bradyrhizobium* – 200% *Azospirillum* – sem CoMo;
- T7: com *Bradyrhizobium* – 50% *Azospirillum* – sem CoMo;

- T8: com *Bradyrhizobium* – 100% *Azospirillum* – sem CoMo;
- T9: com *Bradyrhizobium* – 150% *Azospirillum* – sem CoMo;
- T10: com *Bradyrhizobium* – 200% *Azospirillum* – sem CoMo;
- T11: sem *Bradyrhizobium* – 0% *Azospirillum* – com CoMo;
- T12: com *Bradyrhizobium* – 0% *Azospirillum* – com CoMo;
- T13: sem *Bradyrhizobium* – 50% *Azospirillum* – com CoMo;
- T14: sem *Bradyrhizobium* – 100% *Azospirillum* – com CoMo;
- T15: sem *Bradyrhizobium* – 150% *Azospirillum* – com CoMo;
- T16: sem *Bradyrhizobium* – 200% *Azospirillum* – com CoMo;
- T17: com *Bradyrhizobium* – 50% *Azospirillum* – com CoMo;
- T18: com *Bradyrhizobium* – 100% *Azospirillum* – com CoMo;
- T19: com *Bradyrhizobium* – 150% *Azospirillum* – com CoMo;
- T20: com *Bradyrhizobium* – 200% *Azospirillum* – com CoMo;

Para o fator A (sem ou com de *B. japonicum*), as sementes que necessitavam ser inoculadas o foram com inoculante líquido SEMIA 5079 e SEMIA 5080, com garantia mínima de 5×10^9 Ufc ml⁻¹, imediatamente antes da semeadura.

Para os diferentes níveis de coinoculação com *A. brasilense* (fator C), foi empregado inoculante líquido para gramíneas, estirpes AbV5 e AbV6, com garantia mínima de $2,0 \times 10^8$ células viáveis por ml. Como 100% *A. brasilense*, considerou-se a recomendação de 100 ml do produto comercial para cada 50 kg de sementes, imediatamente antes da semeadura.

Os tratamentos que compreenderam a aplicação de Cobalto e Molibdênio (CoMo), nas garantias e especificações do produto em Cobalto (solúvel em água) 0,2% p.p e 2,58 g L⁻¹ em p.v, e Molibdênio (solúvel em água) 12,0% p.p e 154,8 g L⁻¹ em p.v, na dose recomendada do produto de 200 mL para cada 100 kg de sementes, imediatamente antes da semeadura.

Todas as sementes foram tratadas imediatamente antes da semeadura com o inseticida do grupo pirazol (Fipronil) e os fungicidas do grupo das estrubirulinas (Piraclostrobina) e do grupo dos benzimidazois (Metil Tiofanato), na dose recomendada de 2ml kg⁻¹.

Na elaboração do estudo foi utilizada a cultivar de soja NS 4823 RR, a qual foi semeada em 24 de outubro de 2016, com auxílio de uma semeadora/adubadora de araste hidráulica, acoplada a um trator, depositando-se 17 sementes m^{-1} .

A adubação de base constou de 440 $kg\ ha^{-1}$ de super fosfato simples (SSP) e uma aplicação em cobertura de cloreto de potássio (KCl), na dose de 133 $kg\ ha^{-1}$, quando as plantas apresentavam a segunda folha trifoliolada.

A área foi dessecada cinco dias antes da semeadura com dicloreto de paraquate (bipiridílio) e diurom (ureia) - Gramocil, na dose de 2 $L\ ha^{-1}$. Vinte dias após a semeadura aplicou-se glifosato, na dose de 3 $L\ ha^{-1}$, para controle de plantas daninhas emergidas e o inseticida lambda-cialotrina (piretróide) - Karatê zeon 50 sc para controle de Vaquinha-verde-amarela (*Diabrotica speciosa*).

Em R1 foi aplicado o fungicida sistêmico e de contato azoxistrobina (estrobilurina) e benzovindiflupir (pirazol carboxamida) - Elatus, na dose de 200 $g\ ha^{-1}$, seguida de mais duas aplicações espaçadas de 15 dias, juntamente com os inseticidas beta-ciflutrina (piretróide) e imidacloprido (neonicotinóide) - Connect + lambda-cialotrina (piretróide) - Karatê zeon 50 sc para o controle de percevejos.

Nos estádios de desenvolvimento R1 e R5 foram selecionadas três plantas de cada parcela para verificação do número de nódulos (NN – R1 e NN – R5), e verificação de sua massa (MN – R1 e MN – R5). As plantas foram coletadas e as raízes lavadas em água corrente. Foi contado o número de nódulos das raízes e, posteriormente, os mesmos foram selecionados, separados das raízes e acondicionados em sacos de papel. As amostras de nódulos foram levadas à estufa, com circulação forçada de ar, à 65 °C por 72 horas, para secagem. Após este período, as amostras foram pesadas em balança de precisão e verificou-se a massa dos nódulos (g).

No ponto de colheita, cinco plantas por parcelas foram coletadas para avaliação de altura de planta (AP) (cm), altura de inserção da primeira vagem (IPV) (cm), número de vagens por plantas (NVP), número de grãos por planta (NGP) e número de grãos por vagem (NGP).

As plantas presentes em cada parcela foram recolhidas, seus grãos debulhados com auxílio de um batedor de cereais acoplado a um trator e a amostra de grãos obtida pesada em balança de precisão (1 g). Posteriormente, uma amostra de grãos (60 g) de cada parcela foi levada ao Laboratório de

Sementes para verificação do teor de umidade. A massa da amostra de grãos obtida em cada parcela foi extrapolada para hectares, com umidade dos grãos padronizada em 13%, obtendo assim a produtividade de grãos (PG) (kg ha^{-1}).

A massa de mil grãos (MMG) (g) foi obtida pela contagem e pesagem de oito repetições de 100 grãos, transformando o resultado para massa de 1.000 grãos, com correção de umidade para 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Verificando interação ou significância dentro de cada fator, os fatores quantitativos foram submetidos à regressão e os fatores qualitativos a comparação de médias, utilizando-se o teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontra-se representado o resumo da análise de variância para as variáveis número de nódulos em R1 (NN - R1), massa de nódulos em R1 (MN – R1), número de nódulos em R5 (NN – R5), massa de nódulos em R5 (MN – R5) e altura de planta (AP) e na Tabela 2, é expresso a análise de variância para as variáveis inserção de primeira vagem (IPV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PG).

Tabela 1. Análise de variância do número de nódulos em R1 (NN - R1), massa de nódulos em R1 (MN – R1), número de nódulos em R5 (NN – R5), massa de nódulos em R5 (MN – R5) e altura de planta (AP) em função da coinoculação de sementes de soja da cultivar NS 4823RR com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em associação com cobalto e molibdênio.

FV	GL	Quadrado Médio				
		NN-R1	MN-R1 (g)	NN-R5	MN-R5 (g)	AP (cm)
Fator1(F1)	1	0,54 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	450,09 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	12,15 ^{ns}
Fator2(F2)	1	84,02*	0,00054 ^{ns}	118,53 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	14,02 ^{ns}
Fator3(F3)	4	18,96 ^{ns}	0,00041*	1220,15 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	2,57 ^{ns}
Int, F1x F2	1	17,42 ^{ns}	0,00017 ^{ns}	90,45 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	10,42 ^{ns}
Int, F1x F3	4	13,98 ^{ns}	0,00015 ^{ns}	475,62 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	26,57 ^{ns}
Int, F2x F3	4	37,06*	0,00028 ^{ns}	89,52 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	20,93 ^{ns}
Int, F1x2x3	4	37,79*	0,00003 ^{ns}	708,14 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	16,67 ^{ns}
Tratamento	19	28,06*	0,00022 ^{ns}	559,62 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	15,97 ^{ns}
Resíduo	40	13,39	0,00015	491,94	0,00000	8,97
CV (%)		22,28	14,71	29,31	17,54	3,58

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$). ^{ns} - não significativo ($p \geq 0,05$). F1 – com e sem *Bradyrhizobium*. F2 – com e sem cobalto e molibdênio (CoMo). Fator 3 – doses de inoculante a base de *Azospirillum*. FV: fator de variação. GL: graus de liberdade. Variável transformada por $x = \sqrt{x}$: MN-R1.

Em estudos realizados por Zuffo et al. (2015); Barbaró et al. (2009); Golo et al. (2009), percebeu-se interação ou diferenças quando um fator é analisado isoladamente, para algumas das variáveis estudadas (Tabela 1) (Tabela 2). Porém, não foi constatada nenhuma diferenciação para as variáveis número de nódulos em R5 (NN – R5), massa de nódulos em R5 (MN – R5) e altura de planta (AP)

(Tabela 1), e número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP) (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância da inserção de primeira vagem (IPV), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PG) em função da coinoculação de sementes de soja da cultivar NS 4823RR com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em associação com cobalto e molibdênio.

FV	GL	Quadrado Médio					
		IPV(cm)	NVP	NGP	NGV	MMG(g)	PG(kg ha ⁻¹)
Fator1(F1)	1	4,82 ^{ns}	69,34 ^{ns}	582,82 ^{ns}	0,058 ^{**}	120,0 ^{**}	1085992,5 ^{**}
Fator2(F2)	1	10,42 ^{ns}	0,25 ^{ns}	3,17 ^{ns}	0,014 ^{ns}	38,80 ^{**}	53444,87 ^{ns}
Fator3(F3)	4	13,89 [*]	69,36 ^{ns}	259,65 ^{ns}	0,006 ^{ns}	22,56 ^{**}	39205,62 ^{ns}
Int, F1xF2	1	0,02 ^{ns}	73,26 ^{ns}	744,83 ^{ns}	0,025 [*]	29,27 ^{**}	59658,80 ^{ns}
Int, F1xF3	4	2,61 ^{ns}	19,00 ^{ns}	421,37 ^{ns}	0,019 [*]	9,43 ^{**}	209061,72 [*]
Int, F2xF3	4	5,21 ^{ns}	70,80 ^{ns}	117,88 ^{ns}	0,061 ^{**}	33,05 ^{**}	129054,65 ^{ns}
Int,F1x2x3	4	7,56 ^{ns}	47,85 ^{ns}	382,83 ^{ns}	0,045 ^{**}	44,24 ^{**}	97856,34 ^{ns}
Tratamento	19	6,96 ^{ns}	51,10 ^{ns}	318,83 ^{ns}	0,033 ^{**}	32,90 ^{**}	163147,86 ^{**}
Resíduo	40	4,08	37,92	199,25	0,005	2,05	58711,97
CV (%)		17,35	12,97	13,37	3,28	0,79	4,43

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$). ^{ns} - não significativo ($p \geq 0,05$). F1 – sem e com *Bradyrhizobium*. F2 – sem e com cobalto e molibdênio (CoMo). Fator 3 – doses de inoculante a base de *Azospirillum*. FV: fator de variação. GL: graus de liberdade.

Observou-se que a variável número de nódulos em R1 (NN - R1) apresentou interação tripla entre os fatores analisados (Tabela 1), sendo aplicado o teste de médias para o *Bradyrhizobium* (sem (A1) e com (A2)) e cobalto e molibdênio (CoMo) (sem (B1) e com (B2)), em função da dose de inoculante com *Azospirillum*, sendo os resultados demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3. Dados médios do número de nódulos por planta em R1 pela interação entre *Bradyrhizobium* (sem e com) e cobalto e molibdênio (CoMo) (sem e com) para cada dose de inoculante contendo *Azospirillum*.

<i>Bradyrhizobium</i> x CoMo	Número de nódulos por planta em R1				
	<i>Azospirillum</i> (%)				
	0	50	100	150	200
A1B1	13,4 b	17,9 a	13,7 a	16,9 a	12,1 c
A1B2	20,3 a	18,2 a	14,4 a	13,2 a	25,0 a
A2B1	14,0 b	16,0 a	14,0 a	16,1 a	18,3 b
A2B2	18,1 a	13,3 a	17,6 a	17,8 a	18,1 b
CV (%)	22,28				

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. A1 – Sem *Bradyrhizobium* na semente. A2 – Com *Bradyrhizobium* na semente. B1 – sem cobalto e molibdênio na semente. B2 – Com de cobalto e molibdênio (CoMo) na semente.

A utilização de cobalto e molibdênio (CoMo) sem e com *Bradyrhizobium* na semente foi estatisticamente superior em relação à não utilização de CoMo, quando não é utilizado *Azospirillum* na inoculação da semente (Tabela 3). Este resultado demonstra que, quando a semente de soja não é inoculada com *Azospirillum*, a utilização de CoMo eleva a quantidade de nódulos por planta no estágio de desenvolvimento R1.

Já com a utilização da dose cheia de *Azospirillum*, de acordo com a recomendação do produto comercial (100%), ou com redução ou aumento de 50% da dose (50% e 150% de *Azospirillum*), não foi observado diferenças com ou sem a utilização de CoMo e *Bradyrhizobium* para o número de nódulos por planta em R1 (Tabela 3).

Porém, com a utilização da dose de 200% de *Azospirillum* percebeu-se que a combinação dos fatores sem *Bradyrhizobium* e CoMo (A1B2), resultou em maior número de nódulos em R1, diferindo dos demais tratamentos. Os tratamentos compostos com *Bradyrhizobium* na semente, sem (A2B1) e com (A2B2), não diferindo entre si; porém, os valores foram superiores ao tratamento sem *Bradyrhizobium* e sem CoMo (A1B1), no qual foi constatado média de 12,1 nódulos em R1 (Tabela 3).

Este resultado sugere que, quando é utilizado 200% da dose recomendada de *Azospirillum*, a coinoculação com *Bradyrhizobium* e/ou a adição de micronutrientes (CoMo) no tratamento de sementes, proporciona a soja maiores quantidades de nódulos em R1.

Observou-se que a combinação dos fatores sem *Bradyrhizobium* com CoMo apresentou interação para as doses de inoculação com *Azospirillum*, sendo melhor representado por regressão do tipo quadrática, com menor número de nódulos por planta em R1 com a utilização de 88,89% da dose de inoculante *Azospirillum* (Figura 1).

É observado na Tabela 1 que as doses de inoculante a base de *Azospirillum*, influenciaram a massa de nódulos em R1 de forma quadrática, com ponto de máxima eficiência técnica com a utilização de 100% de inoculante, apresentando 0,003 (g) de massa de nódulos em R1 (Figura 2). Este resultado demonstra que para obter a maior massa de nódulos em R1 na cultura da soja, deve-se seguir a recomendação técnica para a inoculação de sementes de soja com *Azospirillum*.

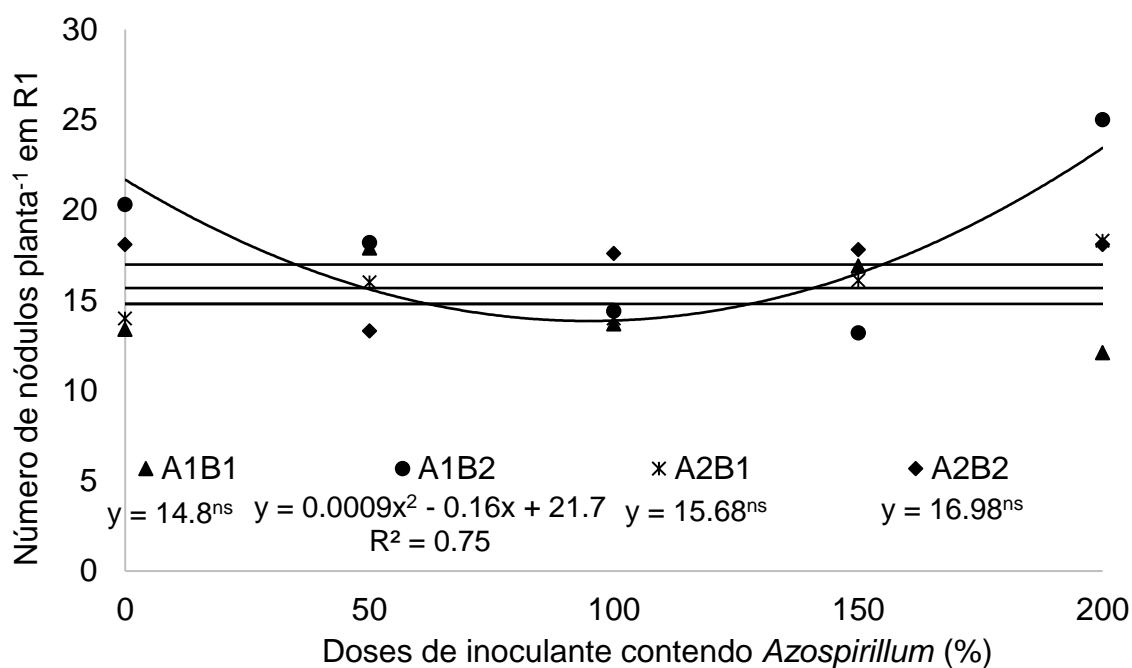


Figura 1. Dados médios do número de nódulos por planta em R1 pela interação entre *Bradyrhizobium* (com e sem) e cobalto e molibdênio (com e sem) em função de diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum*. A1 – Sem *Bradyrhizobium* na semente. A2 – Com *Bradyrhizobium* na semente. B1 – Sem cobalto e molibdênio na semente. B2 – com cobalto e molibdênio na semente.

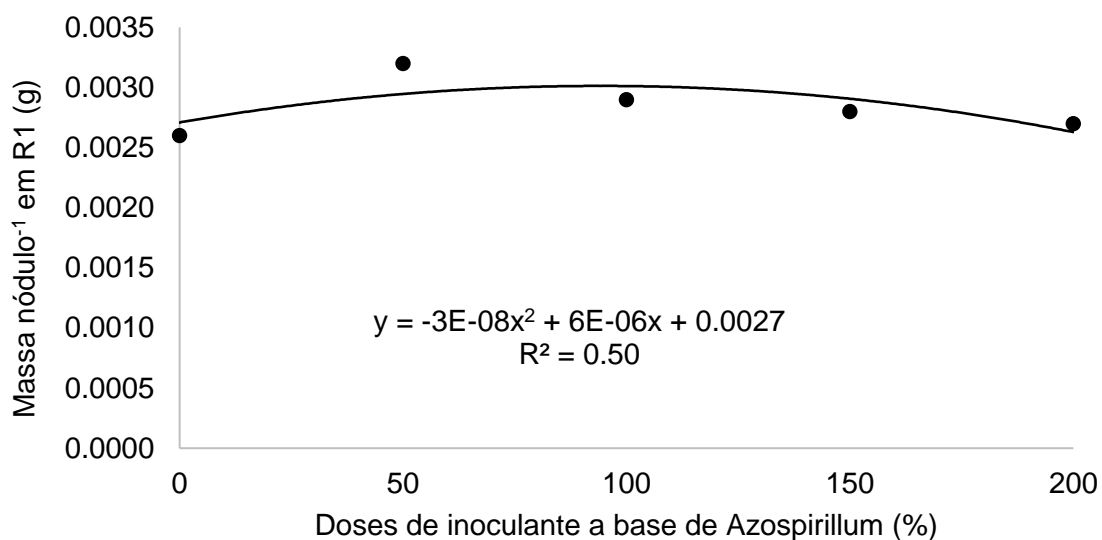


Figura 2. Dados médios da massa por nódulo em R1 em função de diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum*.

Com o desenvolvimento das plantas, não são constatadas diferenças entre os tratamentos para o número de nódulos e massa por nódulo em R5

(Tabela 1). Na média, cada planta apresentou 75,6 nódulos com massa por nódulo de 0,0051g em R5.

Estes resultados vêm ao encontro dos observados por Marcondes; Caires (2005), os quais avaliaram a nodulação das plantas em tratamentos com aplicação de 0 e 48 g ha⁻¹ de molibdênio e 0, 2, 4 e 8 g ha⁻¹ cobalto, via tratamento de sementes juntamente com inoculante *Bradyrhizobium japonicum* (200 g para 50 kg de semente) e também não constataram diferenças estatísticas.

Os pesquisadores atribuem a não diferenciação para o Mo ao pH (5,2) do solo da área experimental, sendo que no presente estudo, o pH encontra-se com valores semelhantes (5,3). Segundo Lantmann et al. (1989), a resposta da soja à adição de molibdênio está diretamente relacionada com o pH do solo, sendo as maiores respostas obtidas em solos com pH, entre 4,3 e 4,8. Sendo assim, conclui-se que o solo da área experimental encontrava-se com um pH superior ao desejável para maior absorção Mo, reduzindo os efeitos e respostas deste micronutriente sobre o número de nódulo e sua massa.

Quanto à utilização de *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculação utilizando *Azospirillum brasilense*, Zuffo et al. (2015) observaram que a inoculação da soja com *Bradyrhizobium japonicum* afeta a matéria seca da raiz, matéria seca dos nódulos e volume de raiz, sendo constatado melhor desempenho morfofisiológico e maior nodulação da soja. O uso de *Azospirillum brasilense* isoladamente ou em coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* não tem efeito (ZUFFO et al. 2015).

Em estudo de Barbaró et al. (2009), avaliando-se cinco diferentes combinações de tratamentos com inoculação e uso de nitrogênio (N), sendo: 1 - Sem N e sem inoculação com *Bradyrhizobium*; 2 - Com 200 kg ha⁻¹ de N parcelados metade na semeadura e metade em cobertura; 3 - Inoculação com *Bradyrhizobium* na semeadura; 4 - Coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense* turfoso na semeadura; e 5 - Coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense* líquido na semeadura, constatou-se diferença entre os tratamentos, com menores valores de número de nódulos e massa de nódulos no tratamento 2.

Este resultado obtido pelos pesquisadores demonstra que a utilização de N na soja reduz a nodulação e, ainda, que a utilização da técnica de coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense* não interfere no número e massa

de nódulos em relação ao tratamento que não foi utilizado microrganismos na semente, vindo ao encontro dos resultados obtidos neste estudo, quando a soja encontrava-se em R5.

A altura das plantas de soja também não foi influenciada pelos fatores analisados (Tabela 1), apresentando altura média de 83,72 cm. Estes resultados colaboram com Lantmann et al. (1989), em que a utilização de CoMo no tratamento de sementes, juntamente com *Bradyrhizobium japonicum*, não influenciou nesta variável.

Avaliando sementes de soja inoculadas e não inoculadas, juntamente com seis níveis de CoMo via foliar, Golo et al. (2009) também não obtiveram resposta em altura de planta.

Já Zuffo et al. (2015) observou que a inoculação das sementes de soja com *Bradyrhizobium japonicum*, afetou a altura da planta, porém, a utilização de *Azospirillum brasilense*, isoladamente ou em coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* não tem efeito sobre a variável, colaborando com o presente trabalho.

A altura de inserção da primeira vagem não apresentou interação entre os fatores analisados, porém isolando cada fator, percebeu-se que esta foi influenciada pelas doses de inoculação de *Azospirillum* (Tabela 2).

Observa-se na Figura 3 que a elevação das doses de *Azospirillum* aumenta a altura de inserção da primeira vagem até 13,01 cm, com utilização de 142,5% da dose de *Azospirillum*, sendo verificada redução da inserção da primeira vagem com níveis de inoculação com *Azospirillum* mais elevados.

Os resultados observados para a altura de inserção da vagem colaboram com Golo et al. (2009), os quais avaliaram o cultivo de soja com sementes inoculadas e não inoculadas e, também, não constataram diferença para a utilização desta técnica. Os pesquisadores avaliaram diferentes níveis de aplicação de CoMo via foliar, e não obtiveram diferenças para a inserção da primeira vagem.

Os resultados observados para as diferentes doses de coinoculação com *Azospirillum*, neste estudo, diferem dos observados por Finoto et al. (2017), os quais avaliaram combinações de tratamentos com inoculação e coinoculação de sementes de soja, e não observaram diferenças entre os tratamentos para a altura da primeira vagem.

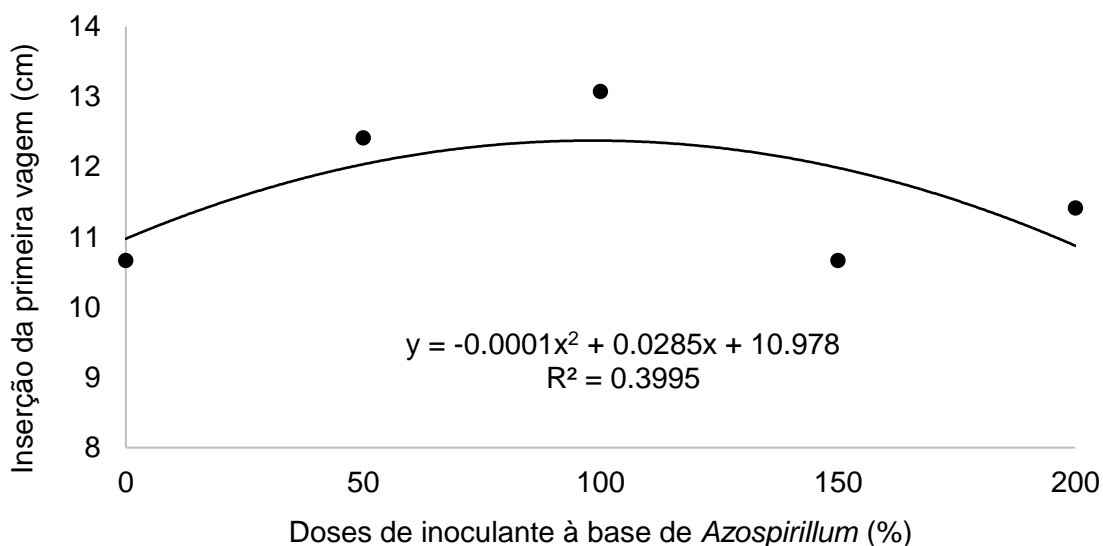


Figura 3. Dados médios da inserção de primeira vagem (IPV) em função de diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum*.

A Tabela 2 mostra não haver interação entre os fatores e diferenças estatísticas entre os tratamentos, isolando cada fator, analisados para o número de vagens por planta e número de grãos por planta, sendo constatado média de 47,76 vagens por planta e 105,6 grãos por planta.

Resultados encontrados para ambas as variáveis corroboram com Golo et al. (2009), que avaliaram sementes inoculadas e não inoculadas, combinadas com diferentes doses de CoMo. Corroboram também com Marcondes; Caires (2005), os quais estudaram diferentes concentrações de Co e Mo junto a inoculação utilizando 200 g de inoculante (*Bradyrhizobium japonicum*) por 50 kg de sementes, e não observaram diferença entre os tratamentos para o número de vagens por planta.

Já Silva et al. (2011), avaliando a inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* (3 e 6 mL kg⁻¹ de sementes), e formas de aplicação de Co e Mo (via semente; aplicação na semente + foliar; aplicação somente foliar e sem aplicação de Co e Mo), em dois anos agrícolas, concluíram não haver efeito da inoculação sobre a quantidade de vagens por planta e grãos por vagem. Porém os pesquisadores perceberam em um dos anos agrícolas que a aplicação de CoMo via semente apresentou melhor eficiência, com maior número de vagens por planta.

O número de grãos por vagem foi influenciado pelos fatores analisados, apresentando interação entreos mesmos (Tabela 2). Observa-se na Tabela 4 que

a utilização de 50 e 200% da dose de *Azospirillum*, com coinoculação de *Bradyrhizobium* apresentou número de grãos por vagem superior em relação aos tratamentos sem coinoculação de *Bradyrhizobium*. Porém, a não inoculação com *Azospirillum* (0%) e com a utilização de 100 e 150% da dose de inoculante a base de *Azospirillum*, a coinoculação com *Bradyrhizobium*, não surge efeito sobre o número de grãos por vagem (Tabela 4).

Tabela 4. Dados médios do número de grãos por vagem pela interação entre *Bradyrhizobium* (sem e com) e doses de inoculante a base de *Azospirillum*.

<i>Bradyrhizobium</i>	Número de grãos por vagem				
	<i>Azospirillum</i> (%)				
	0	50	100	150	200
Sem	2,20 a	2,17 b	2,25 a	2,25 a	2,15 b
Com	2,25 a	2,28 a	2,23 a	2,25 a	2,26 a
CV (%)	3,28				

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

A interação entre o *Bradyrhizobium* (com e sem) e diferentes doses de inoculante *Azospirillum*, para o número de grãos por vagem, encontra-se representado na Figura 4.

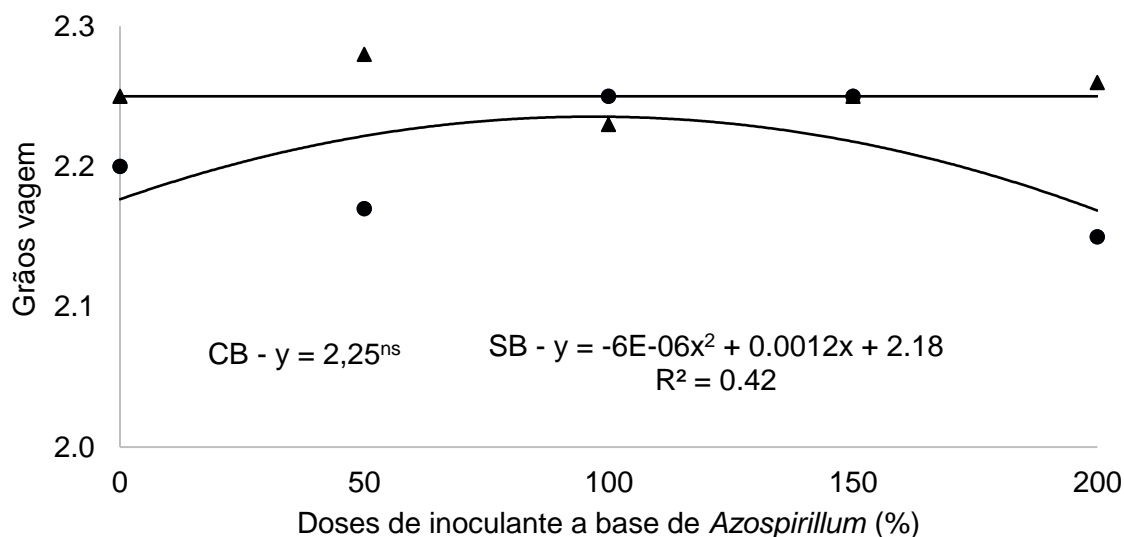


Figura 4. Dados médios do número de grãos por vagem pela interação entre *Bradyrhizobium* (com e sem) e diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum*. SB – sem *Bradyrhizobium*. CB – com *Bradyrhizobium*.

Com a utilização de *Bradyrhizobium* não foi constada diferença entre as doses de inoculante à base de *Azospirillum* (Figura 4). Porém, quando não é utilizado *Bradyrhizobium*, a inoculação com *Azospirillum* resulta em aumento do

número de grãos por vagem, com ponto máximo de 2,24 grãos por vagem quando é utilizado a dose recomendada (100%), sendo que este valor reduz, se acrescentado maiores doses de *Azospirillum*.

A inoculação de sementes com *Bradyrhizobium japonicum* (3 e 6 mL kg⁻¹ de sementes) apresentou efeito sobre o número de grãos por vagem (SILVA et al., 2011). Porém Finoto et al. (2017) concluíram em seus estudos que os tratamentos contendo 3 vezes, ou mais, a dose recomendada de inoculante (*Bradyrhizobium japonicum*) proporcionaram maiores produtividades de grãos, independente da coinoculação com *Azospirillum*.

Neste sentido, segundo os resultados encontrados por Finoto et al. (2017), e os observados neste estudo (Tabela 2), representado na Figura 4, pode-se observar que, quando as sementes de soja são inoculadas com *Bradyrhizobium*, não há necessidade de coinoculação com *Azospirillum*, independente da dose (0 à 200%). Porém se a semente não for inoculada, a utilização de dose correta de *Azospirillum* (100%) resulta em maior quantidade de grãos por vagem (2,24) (Figura 4).

Assim como o número de grãos por vagem, a massa de mil grãos da soja também foi influenciada pelos fatores estudados (Tabela 2). Percebe-se na Tabela 5 que a utilização da dose recomendada de *Azospirillum* (100%) resultou em massa de mil grãos semelhantes com a utilização ou não *Bradyrhizobium*. Porém, se esta dose de *Azospirillum* for elevada (150 e 200%) ou reduzida (0 e 50%), ocorre redução da massa de grãos nos tratamentos não inoculados com *Bradyrhizobium* (Tabela 5). Estes resultados diferem de Golo et al. (2009) e Silva et al. (2011), os quais não observaram diferenças para a massa de cem grãos de soja, entre os tratamentos inoculados e não inoculados com *Bradyrhizobium*, e inoculados com diferentes doses de *Bradyrhizobium* respectivamente.

Para as doses de inoculante à base de *Azospirillum* constatou-se diferença, sendo que, nos tratamentos sem *Bradyrhizobium* (SB) ocorreu aumento linear da massa de mil grãos com o aumento da dose de *Azospirillum* (Figura 5). Porém, com a utilização de *Bradyrhizobium* (CB) percebeu-se que o modelo quadrático se enquadra, sendo observado menor massa de grãos (182 g) com a utilização de 82,3% da dose de inoculante à base de *Azospirillum* (Figura 5).

Tabela 5. Dados médios da massa de mil grãos pela interação entre *Bradyrhizobium* (com e sem) e doses de inoculante a base de *Azospirillum*.

<i>Bradyrhizobium</i>	Massa de mil grãos (g)				
	<i>Azospirillum</i> (%)				
	0	50	100	150	200
Sem	178,4 b	179,7 b	180,5 a	178,2 b	181,0 b
Com	184,3 a	181,7 a	181,9 a	182,9 a	184,5 a
CV (%)	0,79				

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

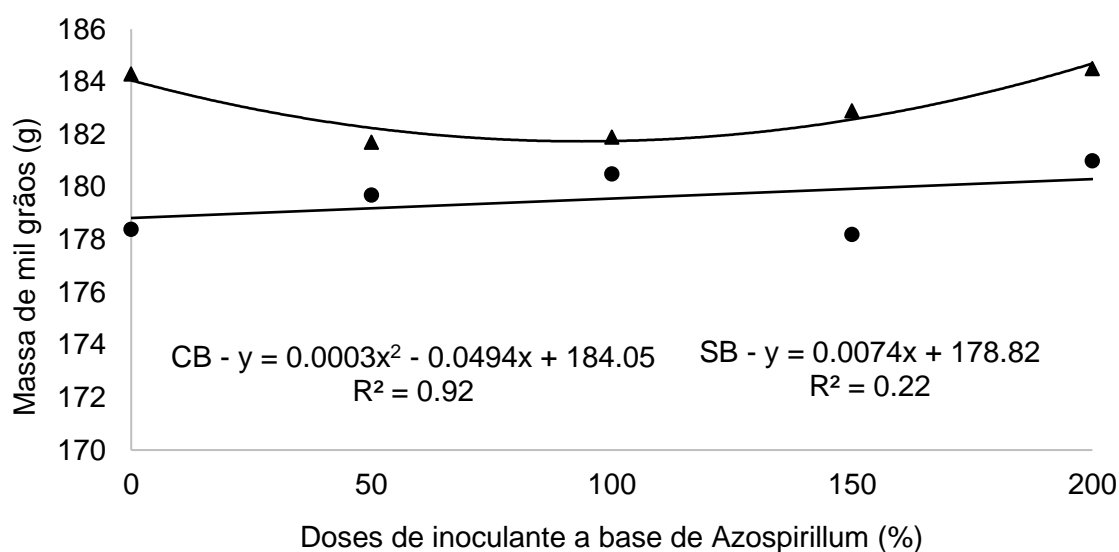


Figura 5. Dados médios da massa de mil grãos pela interação entre *Bradyrhizobium* (com e sem) e diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum*. SB – sem *Bradyrhizobium*. CB – com *Bradyrhizobium*.

Braccini et al. (2016) avaliando combinações de tratamentos com formas inoculação, coinoculação e utilização de nitrogênio no cultivo de soja, inferiram que, quando é efetuada a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* nas sementes, ou elas são coinoculadas com *Azospirillum brasilense*, junto ao sulco de semeadura, o peso de mil grãos é superior ao tratamento controle e ao tratamento utilizando fertilizante nitrogenado.

O menor peso de grãos observado com a utilização da dose recomendada de *Azospirillum*, quando a semente é inoculada com *Bradyrhizobium* (SB) (Figura 5), possivelmente está atrelado a maior quantidade de grãos observados neste tratamento (Figura 4). Também, foi possível observar que a massa de mil grãos foi superior nos tratamentos utilizando *Bradyrhizobium*, exceto no tratamento sem *Bradyrhizobium*, mas que contenha a utilização de

dose de 100% de *Azospirillum* (Tabela 5) (Figura 5), mostrando assim a importância da utilização da técnica de inoculação com *Bradyrhizobium*, ou com *Azospirillum brasilense*, desde que seja realizada com a dose recomenda tecnicamente.

A massa de grãos e número de grãos estão diretamente ligados a produtividade da cultura, e assim, como houve interação entre a inoculação ou não com *Bradyrhizobium* e as doses de *Azospirillum brasilense* (Tabela 2) para a massa de mil grãos (Tabela 5) e o número de grãos por vagem (Tabela 4), também foi constatada interação entre estes fatores para a produtividade de grãos da lavoura experimental (Tabela 2) (Tabela 6).

Tabela 6. Dados médios da produtividade de grãos pela interação entre *Bradyrhizobium* (com e sem) e doses de inoculante a base de *Azospirillum*.

		Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)				
<i>Bradyrhizobium</i>	<i>Azospirillum</i> (%)					
	0	50	100	150	200	
Sem	5001,2 b	5034,1 b	5378,2 a	4998,0 b	4997,1 b	
Com	5487,3 a	5433,4 a	5190,5 a	5308,0 a	5327,7 a	
CV (%)	4,65					

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 6 que a utilização da dose correta de *Azospirillum* (100%) resulta em produtividade de grãos semelhante à inoculação ou não com *Bradyrhizobium*. Porém para as demais concentrações de *Azospirillum* avaliadas (0, 50, 150 e 200%), a inoculação das sementes com *Bradyrhizobium*, apresentou índices produtivos superiores comparados a não inoculação (Tabela 6) (Figura 6).

A diferença entre a produtividade de grãos, entre os tratamentos com semente inoculada (CB) e não coinoculadas (SB) com *Bradyrhizobium*, fica evidente também na Figura 6, na qual é possível observar que a produtividade não é influenciada pelas doses de inoculante à base de *Azospirillum*, quando as sementes são inoculadas com *Bradyrhizobium* (CB).

Porém, se a semente não for inoculada com *Bradyrhizobium* (SB), percebe-se relação quadrática com as doses de inoculante à base de *Azospirillum*, sendo constatada maior produtividade (5.195 kg ha⁻¹) com a utilização de 98,15% da dose de inoculante à base de *Azospirillum* (Figura 6).

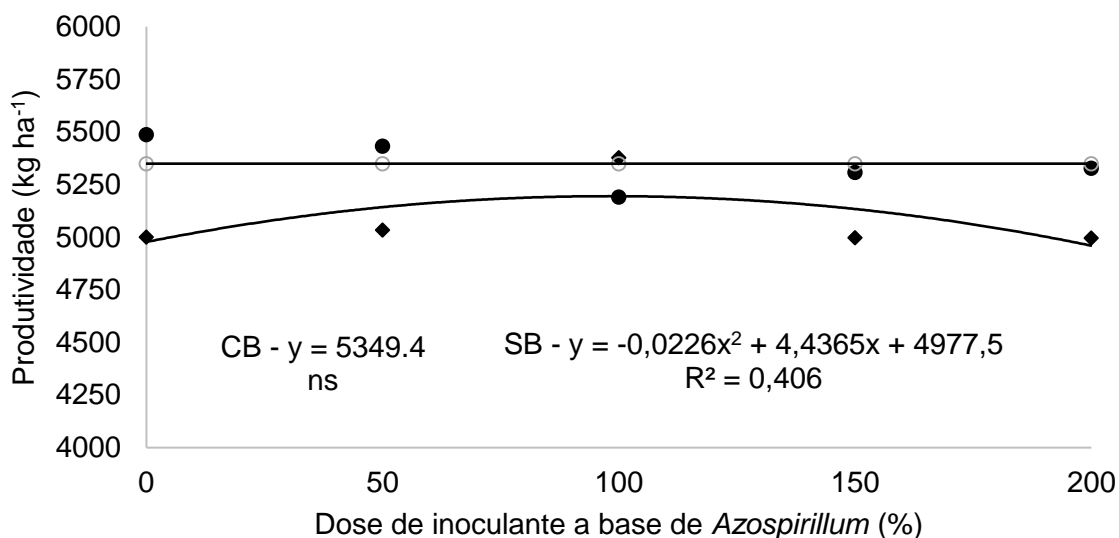


Figura 6. Dados médios da produtividade de grãos pela interação entre *Bradyrhizobium* (com e sem) e diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum*. SB – Sem *Bradyrhizobium*. CB – Com *Bradyrhizobium*.

Este resultado indica que a utilização de *Azospirillum* como inoculante de sementes em soja, deve ser utilizada pelo produtor, pois eleva o número de grãos por vagem (Figura 4) e, conseqüentemente, a produtividade (Figura 6) da lavoura, desde que seja utilizada a dose recomendada, sem inoculação com *Bradyrhizobium*. Porém, se a semente for inoculada com *Bradyrhizobium*, dispensa a utilização de coinoculação com *Azospirillum*, pois quando esta não é realizada, ou ainda, seja feita com a dose recomenda ou duas vezes esta dose (200%), não apresenta incremento de produtividade (Tabela 6) (Figura 6).

Resultados corroboram em partes com Braccini et al. (2016), os quais sugerem que, tanto a inoculação como a coinoculação na cultura da soja são expressivas, desde que observadas as indicações técnicas. Os pesquisadores afirmaram que é possível inferir com segurança que a utilização de 100 mL saca⁻¹ de *Bradyrhizobium japonicum* no tratamento de sementes, ou ainda, a aplicação de 300 mL saca⁻¹ do rizóbio, juntamente com *Azospirillum brasilense* (200 mL ha⁻¹), com pulverização dirigida no sulco de semeadura, potencializa a fixação biológica de nitrogênio das plantas da soja, estimulando o crescimento radicular e, conseqüentemente, ocorre maior rendimento de grãos (BRACCINI et al., 2016).

Resultados observados neste estudo, colaboram parcialmente também com as conclusões obtidas por Finoto et al. (2017) na avaliação do desenvolvimento e produção de soja coinoculada com *Azospirillum brasilense*, em

semeadura direta sobre palhiço de cana, concluindo que a utilização de três vezes ou mais a dose recomendada de inoculante (*Bradyrhizobium japonicum*), proporcionaram maior produtividade de grãos, independente da coinoculação.

Zuffo et al. (2015) avaliou o efeito de diferentes doses de *Bradyrhizobium japonicum*, com e sem utilização de *Azospirillum brasilense*, sobre diversos parâmetros no desenvolvimento e produtividade de soja, e verificaram que as concentrações de *Bradyrhizobium japonicum* não apresentaram diferença entre si; porém, a utilização de *Azospirillum brasilense* favoreceu o incremento de diversos parâmetros desejáveis na cultura da soja, justificando a sua utilização na coinoculação.

Silva et al. (2011) avaliaram a inoculação de sementes com *Bradyrhizobium japonicum* em duas quantidades, associado a forma de aplicação de Co e Mo, e não verificaram variações na produtividade de grãos para ambos os fatores. Este resultado observado pelos pesquisadores para os micronutrientes, colaboram com os obtidos neste estudo, não sendo verificado efeito sobre a produtividade de grãos com a utilização dos micronutrientes Co e Mo, na inoculação da semente (Tabela 2).

Outros trabalhos, porém, apontam efeitos negativos sobre a produtividade de grãos da soja com a adição de cobalto (Co) e molibdênio (Mo) de certos níveis elevados (GOLO et al., 2009; MARCONDES; CAIRES, 2005).

Já Golo et al. (2009) obteve diferença para a produtividade da soja com utilização de diferentes quantidades de CoMo, sendo a dose de 1,5 L ha⁻¹ p.c. a que apresentou os maiores valores. Porém, no estudo foi constatado que a aplicação de 2 L ha⁻¹ de CoMo em sementes inoculadas, promove melhoria na qualidade fisiológica das sementes, mas que, na ausência de inoculação, o aumento das doses de CoMo ocasiona diminuição na qualidade fisiológica das sementes.

Em pesquisa, Marcondes; Caires (2005) avaliaram diferentes doses de cobalto (Co) (0, 2, 4, e 8 g ha⁻¹) e molibdênio (Mo) (com e sem), associados à utilização de *Bradyrhizobium japonicum* (200 g de inoculante por 50 kg de sementes), verificaram redução linear de produtividade com o acréscimo de Co. O Co foi tóxico para a soja em doses acima de 3,4 g ha⁻¹, e ocasionou redução superior a 5% no rendimento de grãos. Os pesquisadores perceberam, também,

que a utilização de 8 g ha^{-1} de Co causou sintomas de toxicidade visíveis nas plantas de soja.

Ainda segundo os mesmos autores, a aplicação de molibdênio (Mo) na semente de soja não influenciou na nodulação da planta, no rendimento de grãos, e em outras variáveis avaliadas, quando o pH do solo era de 5,2 (CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$), valor semelhante ao observado neste estudo (5,3).

Como observado e relatado no decorrer do trabalho, existem muitas variações de resultados encontradas na literatura para cada fator avaliado, tanto para inoculação e doses de coinoculação, como também para os micronutrientes. Estas diferenças entre os resultados encontrados na literatura, possivelmente estão atreladas ao tipo de solo e sua fertilidade, os quais são peculiares para cada região.

6. CONCLUSÕES

A utilização de *Bradyrhizobium* nas sementes de soja resulta em maior massa de mil grãos e produtividade na cultura.

Apesar do uso de CoMo ter influenciado positivamente o número de nódulos em R1, e o *Azospirillum brasilense* o número de grãos por vagens e massa de mil grãos, seus usos não interferiu na produtividade da soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BALÍK, J.; PAVLÍKOVÁ, D.; TLUSTOS, P.; SÝKORA, K.; CERNÝ, J. The fluctuation of molybdenum content in oilseed rape plants after the application of nitrogen and sulphur fertilizers. **Plant Soil Environment**, Praha, v. 52, n. 7, p. 301-307, 2006.

BÁRBARO, I. M.; CENTURION, M. A. P. da C.; GAVIOLI, E. A.; SARTI, D. G. P.; BÁRBARO JÚNIOR, L. S.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B. Análise de cultivares de soja e resposta à inoculação e aplicação de cobalto e molibdênio. **Revista Ceres**, v. 56, n. 3, p. 342-349, 2009.

BORÉM, A. Escape gênico. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento** (Encarte Especial), p. 101-107, 1999.

BRACCINI, A. L., MARIUCCI, G. E. G., SUZUKAWA, A. K., DA SILVA LIMA, L. H., PICCININ, G. G. Co-inoculação e modos de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 1, p. 27-35. 2016

BRANDELERO, E. M., PEREIRA PEIXOTO, C., RALISCH, R. Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, 2009.

BURDMANN, S.; HAMAOU, B.; OKON, Y. Improvement of legume crop yields by co-inoculation with *Azospirillum* and *Rhizobium*. **The Otto Warburg Center for Agricultural Biotechnology**. Israel: The Hebrew University of Jerusalem, 2000.

CÂMARA, G.M.S. Inoculação das sementes de soja. In: Câmara, GMS. **Soja: tecnologia de produção**. Piracicaba: [s.n.], 1998. p. 278-293.

CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Importância dos micronutrientes na fixação biológica do N₂. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 98, p. 6-9, 2002.

CASSINI, S. T. A.; FRANCO, M. C. **Fixação biológica de nitrogênio: microbiologia, fatores ambientais e genéticos**. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, J.; BORÉM, A. (Ed.). Feijão. Viçosa: UFV, 2006. p. 143-170.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra de Brasileira de grãos. Decimo segundo levantamento. Safra 2016/2017. V.4, N 12, setembro 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_10_14_36_boletim_graos_setembro_2017.pdf> Acesso em: 07/12/2017.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região central do Brasil**. 2003/2004. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 226p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMBRAPA – **Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)**. Disponível em: <<http://agrosustentavel.com.br/downloads/fbn.pdf>>. Acesso em: 17 dezembro de 2015.

FAQUIN, Valdemar. **Nutrição mineral de plantas**. 2005.

FERLINI, H. A. Co-Inoculación en Soja (*Glycine max*) con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense*. **Articulos Técnicos – Agricultura**. 2006. Disponível em: <http://www.engormix.com/co_inoculacion_soja_glycine_s_articulos_800_AGR.htm>. Acesso em: 01 dezembro 2017.

FINOTO, E. L., JÚNIOR, P. S. C., BÁRBARO-TORNELI, I. M., MARTINS, M. H., SOARES, M. B. B., MARTINS, A. L. Desenvolvimento e produção de soja co-inoculada com azospirillum brasilense em semeadura direta sobre palhico de cana crua. **Nucleus**, p. 9-14, 2017.

GOLO, A.L.; KAPPES, C.; CARVALHO, M.A.C. (2009) Qualidade das sementes de soja com aplicação de diferentes doses de molibdênio e cobalto. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Oscar_Yamashita/publication/228510162_Qualidade_das_sementes_de_soja_com_a_aplicacao_de_diferentes_doses_de_molibdenio_e_cobalto/links/004635370b7fa3f4ce000000.pdf> Acessado em: 29 de novembro de 2017

GUERRA, C.A.; MARCHETTI, M.E.; ROBAINA, A.D.; SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; NOVELINO, J.O. (2006) Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobalto. Disponível em: <<http://ojs.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1678/1043>> Acessado em: 29 de novembro de 2017

GUPTA, U. C. & LIPSETT, J. Molybdenum in soil, plants and animals. **Adv. Agron.**, 34:73-115, 1981.

HYMOWITZ, T.; SHURTLEFF, W. R. Debunking Soybean Myths and Legends in the Historical and Popular Literature. **Crop Science**, Vol. 45, March- April 2005.
HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48p.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, p. 791-801, 2013.

LANTMANN, A. F. **Nutrição e produtividade da soja com molibdênio e cobalto**. Brasília: Embrapa, 2002. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2002/artigo.2004-12-07.2621259858/>>. Acesso em: 11 fev. 2016.

LEMOS, E.G.M. et al. **XIII Reunião da Rede de Laboratórios para Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbianos de Interesse Agrícola (RELARE)**. 2007.

LUDWIG, M.P., COSTA DUTRA, L.M., LUCCA FILHO, O.A., ZABOT, L., UHRY, D., LISBOA, J.I., JAUER, A. Características morfológicas de cultivares de soja convencionais e Roundup Ready™ em função da época e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, 2010.

MAGALHÃES, C.M. Introdução e evolução da soa no Brasil: no Estado do Rio Grande do Sul. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Eds) **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. P. 18-20.

MARCONDES, J.A.P.; CAIRES, E.F. Aplicação de molibdênio e cobalto na semente para cultivo da soja. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 687-694, 2005.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Academic Press, 647p. 1986.

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

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A.L. 2005. **Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Departamento de Plantas de Lavouras, Faculdade de Agronomia, 31 p.

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants, **Applied and Environmental Microbiology**, New York, v. 63, n. 7, p. 366-370, 1997.

PARDUCCI, S.; SANTOS, O. S. & CAMARGO, R. P. **Micronutrientes Biocrop**. Campinas, Microquímica, 1989. 101p.

PENARIOL, A.; SOJA: **Cultivares no lugar certo**. Pelotas: Monsanto, 2000. (Circular técnica, 90).

QUEIROZ, M.A. Fiscalização e registro de inoculantes para a agricultura no Brasil. In: Taller Iberoamericano Sobre Normativa Y Control De Calidad De Inoculantes Para La Agricultura, 1., 2005, Salvador. **Programa y resúmenes**. Salvador: FIOCRUZ: CYTED: BIOGRAG, 2005. p. 16

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLLI, P. F.; LUZ, J. S. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: v.36, n.6, p.431-437, 2001.

ROSELEM, C. A. **Nutrição mineral e adubação da soja**. 2. Ed. Botucatu, UNESP, 1982. p.22-23. (boletim técnico, 6)

Silva, A. F., Schoninger, E. L., Monteiro, S., Caione, G., de Carvalho, M. A. C., Dalchiavon, F. C., & Noetzold, R. Inoculação com bradyrhizobium e formas de aplicação de cobalto e molibdênio na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 12, p. 98-104, 2011.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; NEPOMUCENO, AL L. & OLIVEIRA, M. C. N. Eficácia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, sobre produtividade e teores de proteína da soja. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 21:41-45, 1997.

SOMASEGARAN, P.; HOBLEN, H.J. **Handbook for rhizobia**. New York: Springer-Verlag, 1994. 450p.

UREN, N. C.; REISENAUER, H. M., 1988. The role of root exudates in nutrient acquisition. *Adv. Plant Nutr.* 71, p. 469-477.

WILLEMS, A. The taxonomy of rhizobia: na overview. **Plant and Soil**, v. 287, n.1, p.3-14, 2006.

ZILLI, J. É; MARSON, L.C.; CAMPO, R.J.; GIANLUPPI, V.; HUNGRIA, M.. **Avaliação da fixação biológica de nitrogênio na soja em áreas de primeiro cultivo no cerrado de Roraima**. Roraima: EMBRAPA-RORAIMA, 2006. 19 p. (EMBRAPA, Comunicado Técnico, 20).

ZUFFO, A. M.; REZENDE, P. M.; BRUZI, A. T.; OLIVEIRA, N. T.; SOARES, I. O.; NETO, G. F. G.; CARDILLO, B. E. S.; SILVA, L. O. Co-inoculation of Bradyrhizobium japonicum and Azospirillum brasilense in the soybean crop. **Revista de Ciências Agrárias**, p. 87-93. v. 38. 2015.