




Paniéli Garcia SILVEIRA\*\*

 <https://orcid.org/0000-0002-0598-4227>


Eduarda Aguiar Roberto da SILVA\*\*\*

 <https://orcid.org/0000-0001-5480-9444>

Allan Hisashi NAKAO\*\*\*\*

 <https://orcid.org/0000-0002-2465-1663>

Jaqueline Bonfim de CARVALHO\*\*\*\*\*

 <https://orcid.org/0000-0003-0627-1971>

Recebido em: 27 de outubro de 2020

Aprovado em: 19 de maio de 2021

## EFEITO DE DOSES DE COBALTO E MOLIBDÊNIO APLICADAS NO SULCO DE PLANTIO DA SOJA INOCULADA COM *BRADYRHIZOBIUM*\*

### THE EFFECTS OF COBALT AND MOLYBDENUM DOSAGE FOR IN-FURROW INOCULATION OF SOYBEAN PLANTATIONS WITH *BRADYRHIZOBIUM*

#### RESUMO

A soja (*Glycinemax*) é uma cultura com expressividade no cenário mundial e nacional. Destaque para os micronutrientes, cobalto (Co) e molibdênio (Mo), que são requeridos em pequenas quantidades pela planta, importantes para fixação biológica de nitrogênio (FBN). O objetivo foi avaliar o efeito de doses de Co e Mo aplicados no sulco de plantio da soja inoculada com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. O experimento foi desenvolvido no Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão (NEPE), no município de Santa Fé do Sul/SP, em um delineamento de blocos casualizados com 5 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos avaliados foram 5 doses (0 mLha<sup>-1</sup>; 125 mLha<sup>-1</sup>; 250 mLha<sup>-1</sup>; 375 mLha<sup>-1</sup> e 500 mLha<sup>-1</sup>) de um produto contendo Mo [10%] e Co [1%] aplicados no sulco de plantio da soja, inoculada com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, com dose fixa da bactéria (200 ml ha<sup>-1</sup>). As características agrônomicas avaliadas foram: altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, número de semente por planta, peso de 100 sementes e produtividade. Houve diferença significativa nas variáveis analisadas, com ajustes negativos para análise de regressão. À medida que foram aumentadas as doses de Co e Mo, houve uma diminuição das médias das variáveis respostas. Como conclusão da presente pesquisa, as doses de Co e Mo utilizadas tiveram um efeito tóxico para as bactérias, pois com o tratamento 0 mLha<sup>-1</sup> dos micronutrientes as plantas tiveram as maiores médias em relação às características agrônomicas analisadas.

**Palavras-chave:** Fixação biológica de nitrogênio. *Glycinemax*. Micronutrientes.

#### ABSTRACT

The soybean (*Glycine max*) is a recognized cultivation for the national and global market. With the special emphasis on cobalt (Co) and molybdenum (Mo), which are demanded in small quantities for plants, it is important for biological nitrogen fixation (BNF). The purpose of this study was to evaluate the effect of Co and Mo for in-furrow inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* bacteria. This experiment was conducted at Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão (NEPE), in the municipality of Santa fé do Sul-SP, with a randomized block design with 5 treatments and 6 repetitions. The treatment evaluated were 5 doses of (0 mLha<sup>-1</sup>; 125 mLha<sup>-1</sup>; 250 mLha<sup>-1</sup>; 375 mLha<sup>-1</sup>, and 500 mLha<sup>-1</sup>) of a product containing Mo [10%] and Co [1%] in-furrow applied at a soybean planting, inoculated with *Bradyrhizobium* bacteria type, with a fixed bacteria dosage of (200 ml ha<sup>-1</sup>). The agronomic characteristics evaluated were: first pod insertion height, seed number per pod, seed number per plant, the weight of 100 seeds, and productivity. There was a significant difference in the variables analyzed with negative adjustment for regression analysis. As Co and Mo dosage was increased, there was a decrease in variable response average. In conclusion of the present study, the Co and Mo dosage had a toxic effect on bacteria; therefore the 0 mLha<sup>-1</sup> treatments for plants had higher averages with regard to agronomic characteristics analyzed.

**Keywords:** Nitrogen biological fixation. *Glycine max*. Micronutrients.

\* Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP - Pibic/Unifunec

\*\* Graduanda em Engenharia Agrônoma pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul – SP, UNIFUNEC, panieligarcia@hotmail.com

\*\*\* Graduanda em Engenharia Agrônoma pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul – SP, UNIFUNEC, eduardaguaiar.roberto@gmail.com

\*\*\*\* Doutor em Sistema de Produção. Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul – SP, UNIFUNEC, allanhisashinakao@gmail.com

\*\*\*\*\* Doutora em Agronomia. Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul – SP, UNIFUNEC, jaquecarvalho.agro@gmail.com



## 1 INTRODUÇÃO

A fixação biológica de N – FBN é estimulada por bactérias e tem proporcionado a redução dos custos de produção para o cultivo da soja, com decorrente aumento da competitividade dessa *commodity* no mercado internacional. Isso tem sido admissível, pois, além de suprir a adubação nitrogenada mineral, a FBN viabiliza o aporte de N suficiente para que se alcance alta produtividade de grãos (HUNGRIA *et al.*, 2005).

Assim, a efetividade desse processo, principalmente em regiões tropicais, é modificada por vários fatores edafoclimáticos e práticas de manejo, como o tratamento de sementes com fungicidas antes da inoculação (HUNGRIA; CAMPOS; MENDES, 2007; CAMPO; ARAÚJO, HUNGRIA, 2009; ZILLI *et al.*, 2009).

Apesar de essa tecnologia ser praticada na maioria das lavouras de soja do país, o procedimento de inoculação das sementes no momento da semeadura é, usualmente, descrito como uma ação que reduz a eficácia da semeadura, em razão do tempo gasto para sua operação. Pereira *et al.* (2016) citam que os produtores acabam por não realizar esta prática, por ser demorada e exigir equipamentos que às vezes não estão disponíveis aos produtores além de uma maior mão de obra. Novas formas de inoculação, aplicadas ao sulco de semeadura com o uso de inoculantes líquidos e a utilização de semeadoras próprias ou adaptadas, além da inoculação das sementes com maior antecedência da semeadura têm se estabelecido como uma das técnicas que tende a difundir-se com produtores de soja.

Em relação aos nutrientes minerais, esses são divididos em dois grupos, em relação as suas concentrações na planta, de acordo com a quantidade que estão sendo requeridos para o crescimento e reprodução com funções específicas e essenciais no metabolismo. Os grupos se constituem nos micronutrientes e nos macronutrientes. Os micronutrientes são expressos em % ou g kg<sup>-1</sup> (MARSCHNER, 1995).

O molibdênio (Mo) é um micronutriente que realiza papel indispensável na nutrição das plantas e faz parte da molécula da nitrogenase, que catalisa a diminuição do N<sub>2</sub> atmosférico a NH<sub>3</sub>. As quantidades de molibdênio exigidas pelas plantas são pequenas e sua aplicação via semente compõe uma das formas mais práticas e eficazes de adubação. Segundo Campo, Araújo e Hungria (2009), a eficiência do processo de fixação biológica pode ser limitada por deficiências de micronutrientes, especialmente de molibdênio (Mo). A cultura da soja, geralmente, responde positivamente à fertilização com Mo em solos de baixa fertilidade e em solos férteis empobrecidos de Mo devido ao cultivo em longo prazo no Brasil. O Mo pode ser

adicionado por meio do tratamento de sementes, no entanto, observou-se toxicidade de fontes do micronutriente para cepas de *Bradyrhizobium* aplicadas à semente como inoculante, acarretando em morte do microrganismo bacteriano e reduções na nodulação, N<sub>2</sub> fixação e rendimento de grãos.

O cobalto (Co) também está envolvido na absorção de nitrogênio por via simbiótica, visto que faz parte da estrutura das vitaminas B<sub>12</sub>, fundamentais à síntese de leghemoglobina, que aponta a ação dos nódulos (SOMASEGARAM; HOBEN, 1994; MENGEL; KIRKBY, 2001). Diversos autores ressaltam a dedicação especial que deve ser conferida ao cobalto e ao molibdênio, que contribuem de modo direto no processo de FBN (TAIZ; ZEIGER, 2004; BROCH; RANNO, 2005).

A aplicação de Mo e Co nas sementes pode, em função de pH, da salinidade e da ação bactericida para o *Bradyrhizobium* de alguns produtos, limitar a sobrevivência da bactéria. Esses fatores vêm sendo estudados por diversos autores, como diferentes fontes de aplicação (sementes e sulco) e sua relação com os micronutrientes Co e Mo (PEREIRA *et al.*, 2016; TEIXEIRA FILHO *et al.*, 2017).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de doses de cobalto e molibdênio aplicadas no sulco de plantio da soja inoculada com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* com as espécies *japonicum* e *elkanii*, em especial, na cidade de Santa Fé do Sul, região do Noroeste Paulista, que possui características edafoclimáticas distintas das regiões tradicionais de cultivo da cultura da soja.

## 2 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão (NEPE) do Centro Universitário de Santa Fé do Sul (Unifunec), no município de Santa Fé do Sul, São Paulo. As coordenadas geográficas do local do experimento são: 20°11'18" de latitude Sul e 50°55'10" de longitude oeste a, aproximadamente, 415 m de altitude. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação Koppen, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e estação seca no inverno, com temperatura média anual de 1.232 mm e umidade relativa média de 64.8% (HERNANDEZ; LEMOS; BUZETTI, 1995).

O solo que foi utilizado neste experimento foi retirado de uma camada de 0 a 0,20 m e caracterizado como Argisolo Vermelho-Amarelo eutrófico (OLIVEIRA *et al.*, 1999) caracterizado, quimicamente, segundo Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química inicial do solo utilizado no experimento. Santa Fé do Sul/SP, 2019.

Profundidade	P resina	M.O.	PH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	m
cm	Mg dm <sup>-3</sup>	G dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	-----mmolc dm <sup>-3</sup> -----							%	%
0-20	7	16	5,1	1,2	13	5	28	0	19,2	47,2	40,68	0

Fonte: Análise química realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo UNESP/FEIS.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com 6 repetições, avaliando um produto comercial que possui o Mo [10%] e Co [1%] em sua constituição. Foram avaliados ao todo 5 tratamentos, sendo eles as seguintes doses: (0; 125 mLha<sup>-1</sup>; 250 mLha<sup>-1</sup>; 375 mLha<sup>-1</sup>; 500 mLha<sup>-1</sup>).

A bactéria que foi inoculada na cultura é do gênero *Bradyrhizobium* com as espécies *japonicum* e *elkanii*. A bactéria foi distribuída no sulco de semeadura, com o dosador de líquido via sulco na dosagem de 200 ml ha<sup>-1</sup>, feita a inoculação com uma dose fixa para todos os tratamentos.

Cada parcela experimental (unidade experimental) era constituída por seis linhas de soja, tendo cada linha 7 metros de comprimento, com espaçamento de 0,50 m, perfazendo uma área da parcela de 3,6 x 7 m, com total de 25,2 m<sup>2</sup>.

A cultura da soja foi semeada no dia 02 de dezembro de 2019 e a cultivar utilizada foi a TMG<sup>®</sup> 2165 IPRO, sendo excelente opção para plantio antecipado, rusticidade com tolerância a estresse hídrico. O tipo de crescimento da cultivar é indeterminado, moderadamente resistente ao acamamento e exigência em fertilidade de média a alta.

A adubação que foi realizada no momento do plantio (N-P-K) foi com a dose de 250 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 8-28-16.

Em relação aos tratos culturais realizados, para o controle de plantas daninhas, foi utilizado o herbicida glyphosate (792,5 g kg<sup>-1</sup>) com a dosagem de 1,7 kg do p.cha<sup>-1</sup> e, para controle de doenças fúngicas, foi utilizada uma aplicação de mancozebe (800 g kg<sup>-1</sup>) com a dosagem de 2,5 kg do p.cha<sup>-1</sup> a partir do estágio fenológico V9. Como inseticida, foi utilizado Beta-ciflutrina + Imidacloprido – (12,5 g L<sup>-1</sup> + 100 g L<sup>-1</sup>) com a dosagem de 1000 ml do p.cha<sup>-1</sup> para controle de percevejos, mosca branca e lagartas e foram realizadas duas aplicações, sendo a primeira no dia 27 de janeiro de 2020 e a segunda no dia 18 de fevereiro de 2020.

As características agrônômicas da soja para cada tratamento avaliado, quando esses apresentaram ponto de colheita, foram: peso de 100 sementes, produtividade de grãos, altura de

inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, quantidade de sementes por vagem. Para melhor descrição, segue como foram realizadas as avaliações:

Peso de 100 sementes: essa análise foi realizada pela contagem de 100 sementes, referentes à produção obtida em cada parcela, seguida de pesagem em balança de precisão, com a média de 5 repetições por parcela.

Produtividade de grãos: as plantas, na área útil de cada parcela, foram coletadas, sendo desprezadas as bordaduras as quais, após secagem ao sol, foram trilhadas e, posteriormente, tiveram os grãos pesados. Após pesagem, foi determinado o grau de umidade dos grãos e os dados obtidos foram transformados em  $\text{kg ha}^{-1}$  (13% de umidade em base úmida).

Altura de inserção da primeira vagem: foram medidas 10 plantas por parcela útil, levando em consideração a distância entre o colo da planta e a inserção da primeira vagem.

Número de vagens por planta: foram destacadas e contadas todas as vagens das plantas que apresentaram grãos, dividindo-se pelo número de plantas amostradas.

Número de sementes por planta e por vagem: foi determinado abrindo-se todas as vagens de 10 plantas, contando-se o número de grãos, calculando o número de grãos por planta e grãos por vagem na razão entre número de grãos total por planta pelo número de vagens por planta.

Todas essas características foram aferidas na fase fenológica de R8 a R9, que é quando se tem a maturidade completa da planta (ponto de colheita). Foram necessários de 5 a 10 dias de clima seco após R8 para que a soja atingisse <15% de umidade.

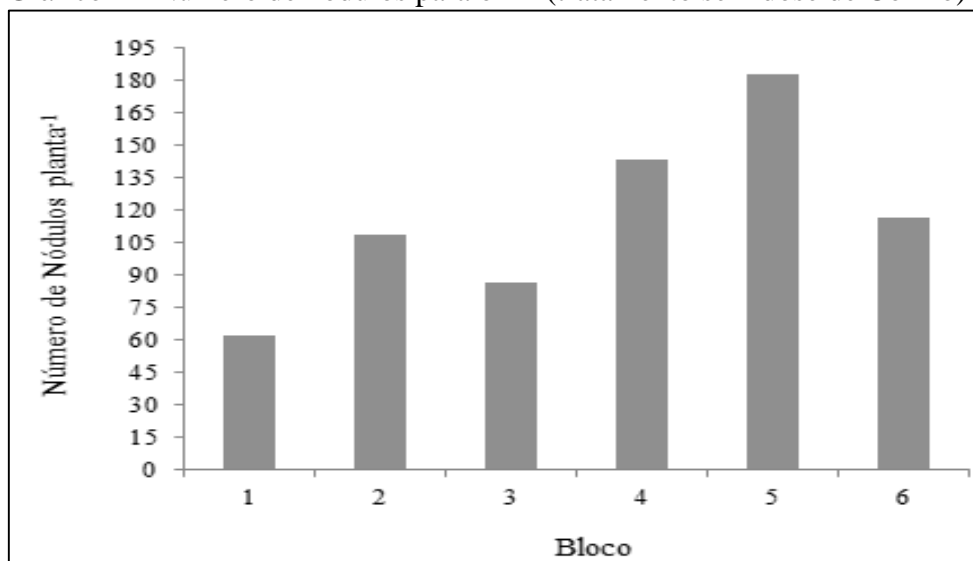
Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ). As médias dos atributos avaliados, por efeito dos tratamentos (doses de Co Mo), procederam pela comparação da análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SISVAR<sup>®</sup> (FERREIRA, 2014).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fase reprodutiva da planta, foi observada a quantidade de nódulos por planta, entretanto, notou-se que a nodulação ocorreu apenas no tratamento sem a dose de Co Mo (tratamento testemunha – T1), como mostra o Gráfico 1, variando o número de nódulos planta<sup>-1</sup> de 60 a 180 dentro dos blocos. Albino e Campo (2001) citam que, ao efetuar aplicação de Mo nas sementes, o contato com o inoculante ocasiona a redução do número de células de *Bradyrhizobium*, a nodulação e, conseqüentemente, a fixação biológica de nitrogênio. Por mais

que a aplicação no presente trabalho tenha sido no sulco de plantio, pode ter havido contato com a semente do Co Mo, o que deve ter proporcionado que não houvesse nodulação, já que, na ausência de Co Mo, observou-se a presença de nódulos na planta, o que não ocorreu nos demais tratamentos.

Gráfico 1 - Número de nódulos para o T1 (tratamento sem dose de Co Mo)



Fonte: Dos próprios autores.

Em relação às variáveis analisadas após a colheita da planta, foram apresentadas na Tabela 2, com as médias e estatísticas analisadas. Os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 tiveram diferenças significativas pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade, havendo ajustes quadráticos para a maioria das variáveis analisadas, por análise de regressão, exceto para o número de grãos por vagem, que teve um ajuste linear, com análise de regressão.

Ambas variáveis tiveram suas maiores médias quando não havia nenhuma dose de Co Mo nas parcelas avaliadas, que corresponde ao tratamento T1 (tratamento testemunha - 0mLha<sup>-1</sup>).

Tabela 2 - Média das variáveis analisadas. ALT\_I\_P\_V (altura de inserção da primeira vagem); NUM\_V\_P (número de vagens planta<sup>-1</sup>); NUM\_S\_V (número de sementes vagem<sup>-1</sup>); NUM\_S\_P (número de sementes planta<sup>-1</sup>), PESO 100 (peso de 100 sementes, em gramas) e PRODUTIVIDADE (sacas hectare<sup>-1</sup>), Santa Fé do Sul/SP, 2020

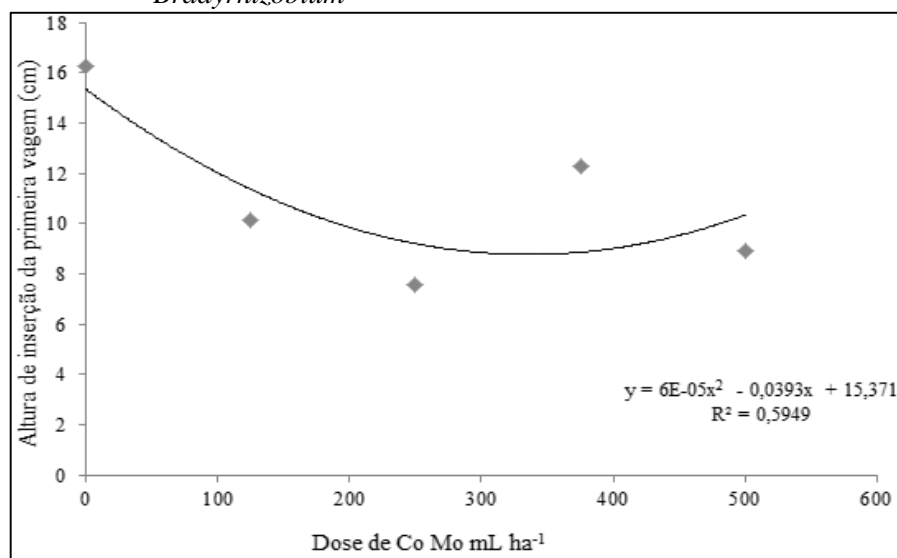
Ano agrícola 2019/2020						
Tratamentos	ALT_I_P_V (cm)	NUM_V_P	NUM_S_V	NUM_S_P	PESO 100 (g)	PRODUTIVIDADE (sc/ha)
T1	16,25	111,97	1,87	200,63	17,4	97,04
T2	10,17	53,17	1,87	82,75	15,7	42,15
T3	7,55	55,29	1,71	69,41	13,15	38,52
T4	12,28	73,72	1,25	89,16	14,7	36,36
T5	8,92	71,37	1,52	89,51	16,8	48,61
Média	11,03	73,11	1,64	106,29	15,55	52,54
Teste F (Pr>Fc)	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,01**	0,01**
CV (%)	13,23	19,2	15,54	12,01	13,37	31,35

Fonte: Dos próprios autores.

\*\* significativo a 1% probabilidade por meio do teste F.

As análises de regressão para o efeito das doses de Co Mo em mLha<sup>-1</sup> para a altura de inserção da primeira vagem são apresentadas na figura abaixo (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Efeito das doses de Co Mo em mLha<sup>-1</sup> sobre a altura de inserção da primeira vagem (cm) inoculada com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*

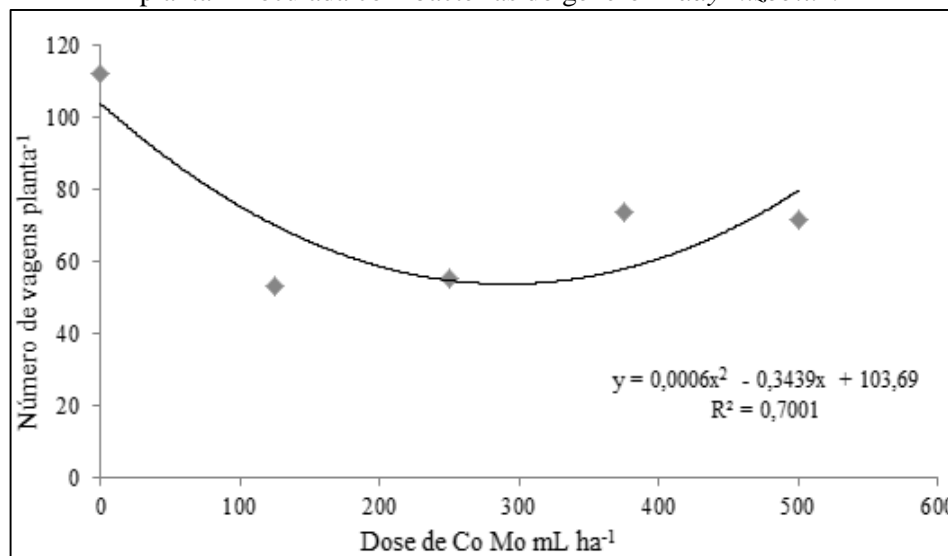


Fonte: Dos próprios autores.

A regressão linear com ajuste negativo mostrou ponto mínimo na dose de 327,50 mLha<sup>-1</sup> de Co Mo, o que gera a altura de inserção da primeira vagem de 8,93 cm. Resultados positivos com o uso de Mo foram encontrados por Steiner *et al.* (2018) que estudaram a eficiência da coinoculação de *Bradyrhizobiumjaponicum* e *Azospirillum* brasilense e a aplicação de molibdênio (Mo) para plantas de amendoim em condições de casa de vegetação. A coinoculação de *Bradyrhizobiumjaponicum* e *Azospirillum* brasilense não possibilitou aumento na nodulação e no crescimento das plantas de amendoim. A utilização de Mo via sementes, independentemente da coinoculação, incrementou o número e matéria seca de nódulos e o número de folhas das plantas de amendoim.

As figuras abaixo ilustram o efeito dos tratamentos testados em relação ao número de vagem por planta<sup>-1</sup> (Gráfico 3) e número de sementes por vagem<sup>-1</sup> (Gráfico 4).

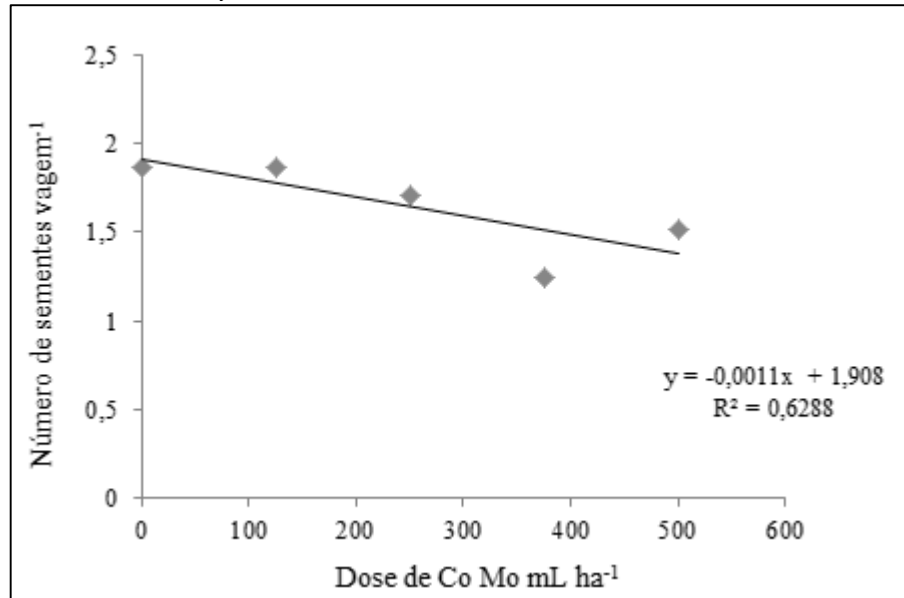
**Gráfico 3** - Efeito das doses de Co Mo em mLha<sup>-1</sup> sobre número de vagens por planta<sup>-1</sup> inoculada com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*



Fonte: Dos próprios autores.

Em relação ao efeito de Co Mo para o número de vagens planta<sup>-1</sup>, a dose que proporcionou o menor resultado foi o ponto mínimo de 286,58 mLha<sup>-1</sup> de Co Mo, com 54,42 vagens planta<sup>-1</sup>. Silva *et al.*, (2011) avaliando a resposta da cultura da soja à doses de inoculante e formas de aplicação de Co e Mo (via semente, foliar e aplicação semente+foliar) em duas safras agrícolas, não encontram respostas para número de vagens planta<sup>-1</sup>, número de grãos vagem<sup>-1</sup>, massa de 100 grãos em função da aplicação de doses de inoculante e formas de aplicação de Co e Mo.

Gráfico 4 - Efeito das doses de Co e Mo em mLha<sup>-1</sup> sobre o número de sementes por vagem<sup>-1</sup> inoculada com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*

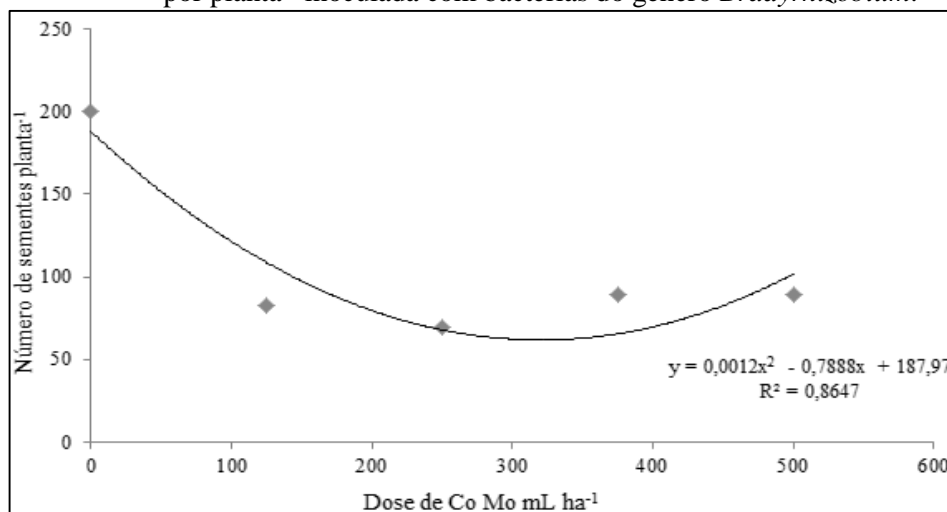


Fonte: Dos próprios autores.

De acordo com gráfico que se refere ao ajuste linear, não existe um ponto máximo ou mínimo sobre o número de sementes por vagem<sup>-1</sup>. Com base nos estudos de Marcondes e Caires (2005), o rendimento das sementes por vagens não foi influenciado de forma significativa para a variável analisada, pela aplicação de doses de inoculantes como cobalto e molibdênio.

O Gráfico 5 ilustra o número de sementes por planta<sup>-1</sup> e o Gráfico 6, o peso de 100 sementes sobre os tratamentos testados.

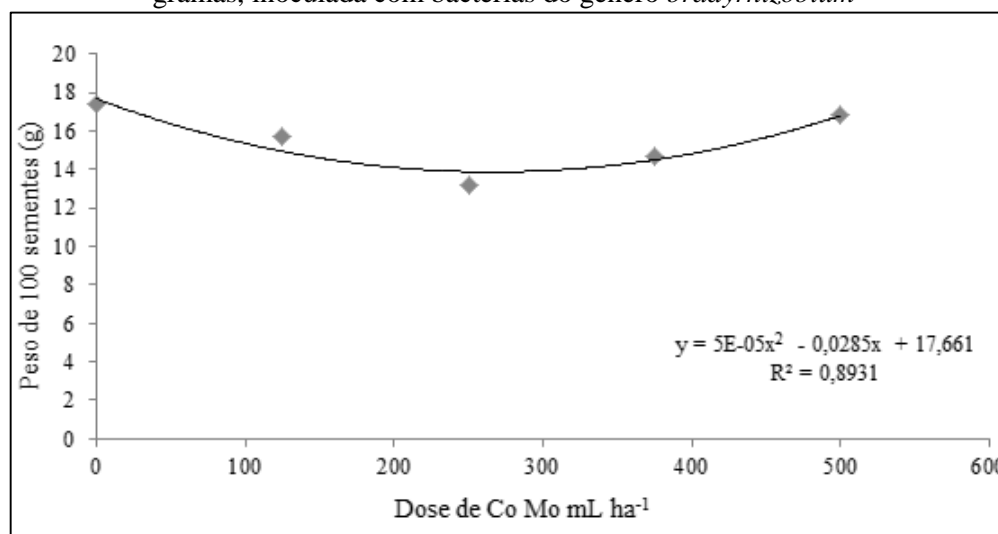
Gráfico 5 - Efeito das doses de Co Mo em mLha<sup>-1</sup> sobre o número de sementes por planta<sup>-1</sup> inoculada com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*.



Fonte: Dos próprios autores.

No que se refere (Gráfico 4) em número de sementes por planta<sup>-1</sup>, o ponto mínimo do ajuste quadrático foi na dose de 328,66 mLha<sup>-1</sup> de Co Mo, refletindo em 58,34 sementes por planta<sup>-1</sup>. De acordo com os dados obtidos, não foi observado um aumento no número de sementes ao usar doses de cobalto e molibdênio (MARCONDES; CAIRES 2005).

Gráfico 6 - Efeito das doses de Co e Mo em mLha<sup>-1</sup> sobre o peso de 100 sementes, em gramas, inoculada com bactérias do gênero *bradyrhizobium*

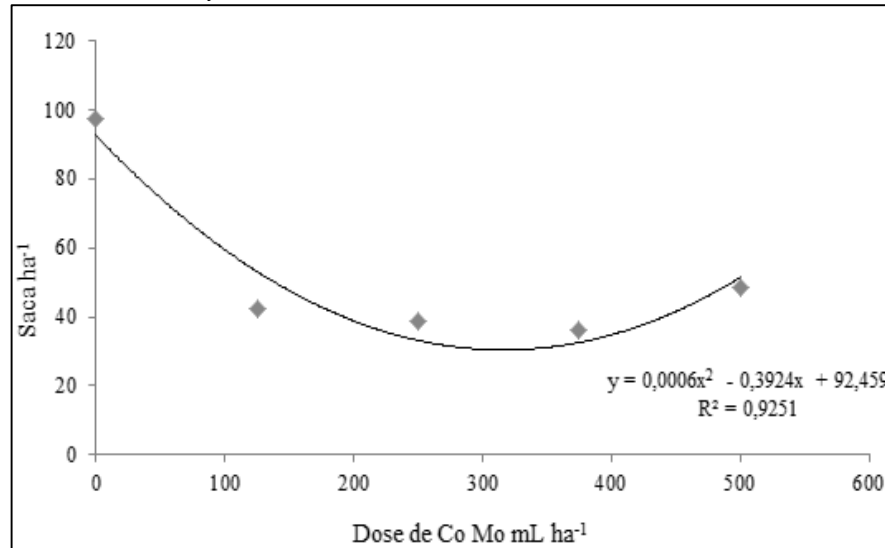


Fonte: Dos próprios autores.

Para o peso de 100 sementes (g), o ponto mínimo do ajuste quadrático foi na dose de 285 mLha<sup>-1</sup>, refletindo em 13,60 g. Baseada nas informações de Marcondes e Caires (2005), a massa de 100 sementes reduziu conforme as doses de cobalto efetuadas. Como a aplicação dos micronutrientes não apresentou efeito positivo, ocorreu a redução da produtividade das sementes.

O Gráfico 7 apresenta a produtividade da soja em sacas ha<sup>-1</sup> em função dos tratamentos testados.

Gráfico 7 - Efeito das doses de Co Mo em mLha<sup>-1</sup> sobre a produtividade da soja, em sacas ha<sup>-1</sup> inoculada com bactérias do gênero *bradyrhizobium*



Fonte: Dos próprios autores.

Para a produtividade da soja, o ajuste da regressão linear à dose que proporcionou a menor quantidade de sacas ha<sup>-1</sup> foi de 327 mLha<sup>-1</sup>, resultando em 28,31 sacas ha<sup>-1</sup>.

No geral, em todos os gráficos acima, observa-se, portanto, que o não uso de Co e Mo (Dose 0) fez com que obtivéssemos médias superiores em relação às variáveis testadas. Barbaro *et al.* (2009) estudaram o efeito de cultivares de soja em resposta à inoculação e aplicação de Co e Mo via pulverização foliar. Quando submetidos à prática de inoculação das sementes e adubação foliar com Co e Mo, os autores observaram apenas alguns cultivares que produziram mais nódulos quando comparados as suas respectivas testemunhas que não foram tratadas, com diferenças de até 3,6 vezes no número de nódulos por planta. Segundo Caldwell e Vest (1968), existem diferenças significativas entre a aceitação por *Bradyrhizobium* e cultivares de soja, os quais possuem especificidade da bactéria em relação à planta, em nível de cultivar (SCATOLA, 2019).

Vale lembrar que a inoculação no sulco de plantio, como foi realizada no presente trabalho, é uma forma alternativa, quando comparada à inoculação tradicional, realizada na semente. Segundo Hungria *et al.* (2001) e Zilli *et al.* (2009), a inoculação no sulco de semeadura tem vantagens na redução dos efeitos tóxicos do tratamento químico das sementes, seja com fungicidas ou como a aplicação de micronutrientes sobre as células bacterianas. Entretanto, para o procedimento, deve ser adotada uma dose de, no mínimo, seis vezes a dose indicada para as

sementes. Logo, indica-se para futuros trabalhos testar maiores doses do que a utilizada no presente trabalho.

#### 4 CONCLUSÃO

Portanto, observou-se que as doses de Co e Mo utilizadas tiveram um efeito tóxico para as bactérias *Bradyrhizobium*, pois, no tratamento que recebeu 0 mLha<sup>-1</sup> dos micronutrientes, as plantas tiveram as maiores médias em relação aos outros tratamentos que receberam doses de cobalto e molibdênio.

#### REFERÊNCIAS

- ALBINO, U. B.; CAMPO, R. J. Efeito de fontes e doses de molibdênio na sobrevivência do *Bradyrhizobium* e na fixação biológica de nitrogênio em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.527-534, 2001.
- BARBARO, I. M. *et al.* Análise de cultivares de soja em resposta à inoculação e aplicação de cobalto e molibdênio. **Ceres**, Viçosa v. 56, n.3, p.342-349, 2009.
- BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Efeito da aplicação de molibdênio e cobalto na produtividade da soja. **XXVII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**, Cornélio Procopio. Resumos, EMBRAPA SOJA, Londrina, p. 455-456, 2005.
- CALDWELL, B. E.; VEST, G. Nodulation interaction between soybean genotypes and serogroups of *Rhizobium japonicum*. **Crop Science**, v.8, p.680-682, 1968.
- CAMPO, R. J.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Molybdenum-enriched soybean seeds enhance N accumulation, seed yield, and seed protein content in Brazil. **Field Crops Research**, Londrina, v. 110, n. 3, p. 219-224, 2009.
- CAMPO, R. J.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Nitrogen fixation with the soybean crop in Brazil: Compatibility between seed treatment with fungicides and bradyrhizobial inoculants. **Symbiosis**, Brasília, v. 48, p. 154-163, 2009.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, 2014.
- HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS Filho, M. A. F.; BUZETTI, S. Software HIDRISA e o Balanço Hídrico de Ilha Solteira. UNESP/FEIS/Área de Hidráulica e Irrigação, **Série Irrigação**, Ilha Solteira, n. 1, p. 45, 1995.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. de C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa, 2001. (Embrapa Soja-Circular - Embrapa Cerrado, n.13). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18515/1/circTec35.pdf>.

HUNGRIA, M. *et al.* The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: **Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology, and the environment**. Springer, Dordrecht, Holanda, p. 25-42, 2005.

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

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.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Nitrogen. In: **Principles of plant nutrition**. 5<sup>th</sup>. Dordrecht, Alemanha: Springer, 2001.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2<sup>th</sup>. New York: Academic Press, Alemanha, p.889, 1995.

OLIVEIRA, J. B. *et al.* Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas: IAC; Rio de Janeiro: EMBRAPA – SOLOS, **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: Legenda Expandida**, São Paulo, p. 64, 1999.

PEREIRA, C. S. *et al.* Diferentes vias, formas e doses de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* na cultura da soja. **Global science and technology**, Cuiabá, v. 09, n. 01, p. 56-57, 2016.

SCATOLA, J. L. P. **Formas de aplicação de inoculante Bradyrhizobium na cultura da soja**. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICAA) – UFMT, Sinop, 2019.

SILVA, A. F. *et al.* Inoculação com bradyrhizobium e formas de aplicação de cobalto e molibdênio na cultura da soja. **Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 12, p. 98-104, 2011.

SOMASEGARAN, P.; HOBEN, H. J. Handbook for Rhizobia: Methods in Legume-Rhizobium Technology. **Springer-Verlag**, Nova York, p. 450, 1994.

STEINER, F. *et al.* Molibdênio e coinoculação de sementes de amendoim com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em solo do Cerrado. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.7, n.4, p.128-137, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. 3 ed. Sunderland, MA, **Sinauer Associates**. Porto Alegre, p. 792, 2004.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. *et al.* Inoculation with *Bradyrhizobium* sp. and *Azospirillum brasilense* Associated with Application of Cobalt and Molybdenum on Nutrition and Soybean Yield. **Soybean: The Basis of Yield, Biomass and Productivity**, Croácia, p. 63 -73, 2017.

ZILLI, J. E. *et al.* Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 917-923, 2009.