

Efeito do tratamento de semente sobre a inoculação em soja

Rafael Rogeski^{1*}; Norma Schlickmann Lazaretti¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}rafa.rogeski@gmail.com

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de semente sobre a inoculação da soja (*Glycine max*). O ensaio foi conduzido no ano de 2020 a campo em uma propriedade rural, localizado na Penha distrito do município de Corbélia - PR. O delineamento utilizado foi em blocos casualizado (DBC), composto por cinco tratamentos e cinco blocos, totalizando 25 unidades experimentais, sendo T1 - testemunha, T2 - somente inoculação, T3 - inoculação + Carbendazim + Tiram, T4 - inoculação + Fludixionil + Metalaxyl-M, T5 - inoculação + Difenconazol. Realizou as seguintes avaliações, número de nódulos por planta, massa seca dos nódulos e massa seca da parte aérea. Foi observado que os fungicidas utilizados no tratamento de sementes ocasionaram redução no número de nódulos e massa seca dos nódulos, sendo o Carbendazim + Tiram os ingredientes ativos mais fitotóxico para as variáveis analisadas, e o T4 (inoculação + Fludixionil + Metalaxyl-M) foi o que apresentou maior compatibilidade com a nodulação e a massa seca de nódulos.

Palavras-chave: Fixação de nitrogênio; Nodulação; *Glycine max*.

Effect of seed treatment on soybean inoculation

Abstract: The objective of the work was to evaluate the effect of seed treatment on soybean (*Glycine max*) inoculation. The trial was conducted in the year 2020 in the field on a rural property, located in the Penha district of the municipality of Corbélia - PR. The design used was randomized blocks (DBC), composed of five treatments and five blocks, totaling 25 experimental units, T1 - control, T2 - inoculation only, T3 - inoculation + Carbendazim + Tiram, T4 - inoculation + Fludixionil + Metalaxyl-M, T5 - inoculation + Difenconazole. It carried out the following evaluations, number of nodules per plant, dry mass of the nodules and dry mass of the aerial part. It was observed that the fungicides used in the treatment of seeds caused a reduction in the number of nodules and dry mass of nodules, being Carbendazim + Tiram the most suitable active ingredients for the analyzed variables, and T4 (inoculation + Fludixionil + Metalaxyl-M) was the most compatible with nodulation and nodule dry mass.

Keywords: Nitrogen fixation; Nodulation; *Glycine max*.

Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma das culturas mais cultivadas hoje no país, podendo ser implantada do sul ao norte do Brasil, graças ao emprego de tecnologias e melhoramento genético, e ao manejo adequado do solo que se vem trabalhando ao longo destes últimos anos, garantindo altas produtividades.

Na safra brasileira de 2019/2020, a soja foi cultivada em 35,1 milhões de hectares e sua produção atingiu 122,1 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

No entanto para se ter uma boa produtividade são necessários 80 kg de N para cada 1.000 kg de grão produzido, e 240 kg N para uma produtividade média de 3000 kg ha⁻¹, devido a eficiência dos fertilizantes nitrogenados serem baixas e não ultrapassarem os 50 %, este valor se torna ainda maior, no qual seria necessário utilizar 480 kg N, se fosse necessário utilizar todo este nitrogênio o cultivo da soja seria totalmente inviabilizado (HUNGRIA, CAMPO e MENDES, 2007).

Praticamente toda a necessidade de nitrogênio da soja é suprida pelas bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, conhecidas como bactérias fixadoras de nitrogênio - FBN, estas bactérias têm a capacidade de estabelecer uma simbiose com a soja e ao entrar em contato com o sistema radicular formam nódulos (EMBRAPA, 2008).

Para garantir a fixação de nitrogênio, utiliza-se a inoculação das sementes, que é um processo no qual são adicionadas as bactérias fixadoras de nitrogênio na semente, através de um produto conhecido como inoculante, este contém uma mistura de bactérias (rizóbios), que irão fornecer o nitrogênio para as plantas, a FBN é uma das práticas mais exploradas hoje no Brasil (XAVIER *et al.*, 2017).

A eficiência da inoculação está ligada a qualidade do inoculante e a quantidade utilizada, que deve ser no mínimo de 600.000 células sementes⁻¹, além disso, se faz necessário garantir uma distribuição uniforme do inoculante e evitar altas temperaturas, são fatores imprescindíveis para obter o sucesso na inoculação, vale ressaltar que todo inoculante deve ser aprovado sua eficiência pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA (EMBRAPA, 2008).

Outra técnica utilizada para se ter o sucesso na produção da soja é o uso de tratamento de sementes, através de fungicidas de contato ou sistêmico, protegendo a semente contra fungos do solo ou transmissão de patógenos transmitidos pela semente, assegurando assim a população ideal de plantas na lavoura (HENNING, 2005).

O tratamento de sementes é amplamente utilizado, devido à alta incidência de danos ocasionados por patógenos nas lavouras cultivadas, se tornou uma pratica indispensável, mas devido a esta alta incidência de patógenos também ocorreu uma mistura maior de princípios ativos em sua formulação, tem se observado que esta combinação de fungicidas afeta diretamente na mortalidade das bactérias FBN e na sua capacidade de nodulação (HUNGRIA, 2001).

Zilli, Campo e Hungria (2009) em seus estudos observaram que os princípios ativos Carbendazim + Thiram, empregado no tratamento de sementes, impactou diretamente na redução de mais de 50 % do número de nódulos nas plantas inoculadas com *B. japonicum*.

Em testes realizados em laboratório, o uso de fungicidas de contato e sistêmico e diferentes ingredientes ativos resultaram na morte de 20% das bactérias ao serem deixados em contato com a inoculação por 2 horas, e 60% em 24 horas (CAMPO; ARAUJO; HUNGRIA, 2009).

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento de semente sobre a inoculação da soja.

Material e Métodos

O experimento foi realizado a campo em uma propriedade rural, localizada na Penha distrito do município de Corbélia- PR nos meses de abril a maio de 2020, nas coordenadas 24° 41' 06.13''S e 53°16'51.20''O em uma altitude de 560 metros.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizado (DBC), sendo composto por cinco tratamentos e cinco blocos, compondo no total 25 unidades experimentais, sendo distribuídos da seguinte maneira, T1 - testemunha (sem tratamento de semente e inoculação), T2 - somente inoculação, T3 - inoculação + Carbendazim + Tiram, T4 - inoculação + Fludixionil + Metalaxyl-M, T5 - inoculação + Difenconazol.

A cultivar utilizada foi a BMX Potencia RR. O inoculante do tipo liquido contendo bactérias do gênero *Bradyrhizobium japonicum* (CEPA 5019) e *Bradyrhizobium elkanii* (CEPA 5079), a semeadura foi realizada no mês de abril a maio de 2020 e conduzida em sacos plásticos de capacidade de 10 L, com solo de lavoura na qual estava sendo cultivado milho e trigo. De acordo com a Embrapa (2018) o solo é classificado como latossolo vermelho.

As sementes foram tratadas com os fungicidas no dia do plantio, utilizou-se 300 g de semente em cada tratamento, o tratamento foi feito em sacos plásticos, cada qual com seu respectivo tratamento e utilizando a dose de fungicida recomendada pelo fabricante. Em sequência depois de 25 minutos realizou a inoculação também em sacos plásticos, utilizando o mesmo inoculante líquido para todos os tratamentos e a dose recomendada pelo fabricante.

Em seguida da inoculação foi plantado cinco sementes por vaso, após dez dias se fez o desbaste deixando somente duas plantas por vaso. As plantas foram colhidas no estádio V4, aproximadamente 35 dias após o plantio, separou a parte aérea da raiz, e posteriormente a parte aérea da planta foi embalada em sacos de papel, e as raízes lavadas em água corrente com cuidado para não perder nódulos a serem avaliados.

Realizou-se as seguintes avaliações, número de nódulos por planta, massa seca dos nódulos e massa seca da parte aérea. No momento da colheita após a lavagem das raízes, foram coletados manualmente os nódulos e feito a contagem dos mesmos, o solo presente em cada vaso foi peneirado, sendo assim coletados nódulos que se desprenderam das raízes no momento do arranque da planta, dessa maneira verificando o número de nódulos de acordo com os respectivos tratamentos.

A parte área das plantas foram cortadas e separadas do sistema radicular no dia da colheita, de acordo com cada tratamento em sacos de papel, em seguida levou as mesmas para a secagem em estufa de circulação de ar forçada, na qual permaneceram por 72 h na temperatura de 65 °C.

Ao concluir este processo de secagem, todas as plantas foram pesadas em balança de precisão, na qual obteve-se o resultado em gramas de massa seca da parte área por cada tratamento. Repetiu o mesmo procedimento para obtenção da massa seca dos nódulos.

As médias dos tratamentos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e caso significativas comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico SISVAR 5.7 (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos verifica-se na Tabela 1, que o número de nódulos foi afetado de acordo com o tratamento de semente utilizado. Dentre os

tratamentos o T3 (inoculação + Carbendazim + Tiram) foi o que teve a menor nodulação, e o T2 (inoculação) foi o que apresentou o maior número de nódulos.

Os tratamentos de sementes com fungicidas apresentaram redução no número de nódulos indicando que reduzem o efeito da inoculação, a combinação dos ingredientes ativos Carbendazim + Tiram foram os mais tóxicos.

Pode-se observar resultados semelhantes em outros estudos nos quais utilizaram tanto Carbendazim + Tiram, juntos ou de forma isolada. Pereira *et al.* (2010) observaram um menor número de nódulos por planta quando as sementes foram tratadas com fungicidas Carbendazim + Thiram e Thiabendazole + Thiram, quando comparado com as sementes não tratadas a redução na nodulação chegou a 51,6 %.

Tabela 1- Efeito do tratamento de sementes sob a nodulação, massa seca dos nódulos e da parte aérea das plantas, Cafelândia-PR, 2020.

Tratamentos	Número de nódulos	Massa seca dos nódulos (g)	Massa seca da parte aérea (g)
1	39,1 ab	0,1650 b	5,44 ab
2	40,1 a	0,1887 a	5,02 bc
3	36,0 c	0,1526 b	5,47 a
4	37,7 abc	0,1579 b	5,41 ab
5	36,7 bc	0,1493 b	4,91 c
CV (%)	3,66	7,27	4,33
DMS	2,63	0,0223	0,43

*Médias seguidas de letras diferentes nas colunas não diferem entre si a 5 % pelo teste de Tukey. C.V.: Coeficiente de Variação. D. M. S.: Diferença Mínima Significativa. Tratamentos: T1 - testemunha (sem tratamento de semente e inoculação), T2 - somente inoculação, T3 - inoculação + Carbendazim + Tiram, T4 - inoculação + Fludioxionil + Metalaxyl-M, T5 - inoculação + Difenconazol.

Os tratamentos T1 (testemunha), T2 (inoculação) e T4 (inoculação + Fludioxionil + Metalaxyl-M) foram semelhantes estatisticamente, o T1 (testemunha) mesmo sem o uso de inoculante apresentou um bom número de nódulos, o qual pode ter sido suprido pela população de bactérias já estabelecidas no solo decorrente de inoculações de cultivos anteriores. O T4 (inoculação + Fludioxionil + Metalaxyl-M) apesar de conter fungicida associado a inoculação foi a combinação menos tóxica as bactérias presentes no inoculante e o T5 (inoculação + Difenconazol) apresentou resultados semelhantes ao T3 (inoculação + Carbendazim + Tiram).

De acordo com Neto *et al.* (2013) o número de nódulos sofre uma redução significativa quando utilizado o fungicida Fludioxionil e o Carbendazim associados a inoculação da semente, porém em tratamentos que não foram realizados a inoculação e

somente o uso de fungicidas não apresentaram diferença no número de nódulos, possivelmente devido aos fungicidas não prejudicarem a população de rizóbios já estabelecidas no solo.

Ao observarmos a massa seca dos nódulos o T2 (inoculação), apresentou resultado superior aos demais tratamentos, sendo que o T1(testemunha), T3 (inoculação + Carbendazim + Tiram), T4 (inoculação + Fludixionil + Metalaxyl-M) e T5 (inoculação + Difenconazol) foram todos semelhantes estatisticamente. Pode-se relacionar o resultado superior do T2 (inoculação) na massa seca devido estes valores serem dependentes do número de nódulos.

Araújo e Araújo (2006) evidenciaram que o tratamento de semente com fungicidas associado a inoculação em feijão reduziram de forma significativa o número e a massa dos nódulos, quando realizado o plantio após 24 horas da inoculação nos tratamentos com fungicidas.

Dos tratamentos com resultados semelhantes o T1 (testemunha) apresenta o melhor resultado, fica evidente que o uso de fungicidas nos demais tratamentos foram fitotóxicos as bactérias da inoculação acarretando em uma menor massa seca dos nódulos, e que as bactérias já estabelecidas no solo foram eficientes quando livres da presença de fungicidas no incremento de massa seca dos nódulos.

Zilli, Campo e Hungria (2010) evidenciaram que ao realizar a inoculação independentemente do método utilizado colabora com o aumento de massa e a quantidade de nódulos, porém ao associar a inoculação com fungicidas em pré-semeadura se tem uma situação inversa onde ocorreu a redução da massa e do número de nódulos, dos quais fungicidas a base de Carboxin + Thiram resultaram nos efeitos mais tóxicos.

Na variável massa seca da parte aérea os tratamentos T1 (testemunha), T3 (inoculação + Carbendazim + Tiram) e T4 (inoculação + Fludixionil + Metalaxyl-M) foram semelhantes, porém o T3 (inoculação + Carbendazim + Tiram) apresentou a maior massa seca da parte aérea quando comparado com todos os demais tratamentos, já o T5 (inoculação + Difenconazol) foi o que resultou na média mais baixa avaliada, o mesmo foi semelhante ao T2 (inoculação).

Costa *et al.* (2013) observaram em seus estudos que o tratamento de semente com o uso de fungicidas não causou redução na produção de matéria seca da parte aérea ao

serem comparados com demais tratamentos que continham somente a inoculação das estirpes de rizóbio.

Os resultados mostram que o uso de fungicidas não afetou de forma significativa a massa seca da parte aérea das plantas, em certos casos pode ocorrer até o incremento como ocorrido no T3 (inoculação + Carbendazim + Tiram) que foi superior ao T2 (inoculação) e T5 (inoculação + Difenconazol).

De acordo com Macedo (2012) tais resultados são possíveis tendo em vista que plantas ao serem tratadas com fungicidas podem apresentar um maior incremento de clorofila, aumento da taxa de assimilação de CO₂ e maior eficiência no uso da água e carboxilação.

Os tratamentos T3 (inoculação + Carbendazim + Tiram) e T4 (inoculação + Fludixionil + Metalaxyl-M) continham inoculante e fungicida e ambos foram superiores ao T2 isto indica que a combinação de inoculante e fungicidas não teve resultados negativos neste caso, podendo ser utilizados pois apresentaram uma interação positiva.

Algo semelhante foi relatado por Neto *et al.* (2013) todos os seus tratamentos não sofreram redução de matéria seca quando associados fungicidas com a inoculação utilizando a estirpe BR3262, indicando assim que ambos podem apresentar compatibilidade.

Conclusão

O tratamento de sementes com fungicidas reduziram a formação de nódulos e a massa seca dos nódulos na soja nos tratamentos realizados, sendo o Carbendazim + Tiram os ingredientes ativos mais fitotóxico para as variáveis analisadas.

Dos tratamentos avaliados, o T4 (inoculação + Fludixionil + Metalaxyl-M) foi o que apresentou menor redução na nodulação e na massa seca dos nódulos na soja, apresentando assim maior compatibilidade com a nodulação e a massa seca dos nódulos.

Referências

- ARAÚJO, F. S. A.; ARAÚJO, S. R. Sobrevivência e nodulação do *Rhizobium tropici* em sementes de feijão tratadas com fungicida. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.36, n.3, p.973-976, 2006.
- 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**, v. 48, n. 1-3, p. 154-163, 2009.

CONAB. **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos.** v. 7. Safra 2019/2020 n. 7 – Sétimo levantamento. Brasília, abril, 2020. 25 p.

COSTA, M. R.; CAVALHEIRO, J. C. T.; GOULART, A. C. P.; MERCANTE, F.M. **Sobrevivência de *Bradyrhizobium japonicum* em sementes de soja tratadas com fungicidas e os efeitos sobre a nodulação e a produtividade da cultura.** Summa Phytopathologica, v.39, n.3, p.186-192, 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil.** Londrina, Embrapa Soja/Embrapa Cerrados/Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280p. (Sistema de Produção, 12)

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed., Brasília, 2018. 356 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2014.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais.** 2. ed. 2005 Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35; Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura da soja: Componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** Londrina, Embrapa Soja, 2007. 80p. (Documentos, 283).

MACEDO, A. C. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido.** Dissertação de Mestrado, Botucatu: [s.n.], 2012 xi, 65p.

NETO, S. L. M.; SMIDERLE, J. O.; SILVA, K.; JÚNIOR, F. I. P.; XAVIER, R. G.; ZILLI, É. J. Compatibilidade do tratamento de sementes de feijão-caupi com fungicidas e inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, 2013.

PEREIRA, E. C.; OLIVEIRA, A. J.; CALDEIRA, M. C.; BOTELHO, E. J. F. Efeito do tratamento das sementes de soja com fungicidas e período de armazenamento na resposta da planta inoculada com *Bradyrhizobium*. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 4, n. 2, p. 62-66, jul-dez, 2010.

XAVIER, G. R.; ZILLI, J. E.; MARTINS, L. M. V.; RUMJANEK, N. G.; ALCANTARA, R. M. C. M. de. Fixação biológica de nitrogênio. In: BASTOS, E. A. (Ed.). **Cultivo de Feijão-Caupi.** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Versão eletrônica. (Embrapa Meio-Norte. Sistema de produção, 2; Embrapa Amazônia Ocidental. Sistema de produção, 2; Embrapa Agrobiologia. Sistema de produção, 4).

ZILLI, J. E.; RIBEIRO, K. G.; CAMPO, R. J. Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 917-923, 2009.

ZILLI, J. E.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Eficácia da inoculação de *Bradyrhizobium* em pré-semeadura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.3, p.335-338, mar. 2010.