

## AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE NODULAÇÃO EXPRESSO PELA CULTURA DA SOJA (GLYCINE MAX (L.) MERRILL) COM O USO COMBINADO DE BRADYRHIZOBIUM E AZOSPIRILLUM COM COBALTO E MOLIBDÊNIO

Vitor Müller Finger, Cleidimar Antonio Backes, Eliakim Goelzer, André Sordi

### Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar a taxa de nodulação expressa pela cultura da soja com o manejo combinado de inoculação, coinoculação com cobalto e molibdênio. O experimento realizou-se no município de Maravilha-SC. O delineamento presente foi o de blocos ao acaso. Os resultados obtidos submeteram-se à análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). A utilização de Bradyrhizobium mais Azospirillum concomitante com o cobalto e molibdênio houve a morte das bactérias fixadoras de nitrogênio, logo a nodulação com este tipo de manejo é inferiorizada. A coinoculação se mostrou de grande valia pelo fato de que além de ter as bactérias responsáveis pela disponibilização de nitrogênio livre para as zona radicular da soja, tem consigo o Azospirillum que por sua vez faz com que a raiz da planta de soja tenha uma maior abrangência nas camadas abaixo do solo. A coinoculação irá incidir sobre um maior teor de MS e MV. Portanto, o processo de utilização destas bactérias é de grande valia, pois permite que a planta de soja tenha uma série de benefícios na sua atividade metabólica que ao final de seu desenvolvimento irá contribuir para maiores produtividades.

Palavras-Chave: Inoculação, coinoculação, fixação biológica de nitrogênio

### 1 INTRODUÇÃO

A produção de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das principais culturas do mercado brasileiro, que se destaca por seu alto nível de exportação. Segundo a companhia

nacional de abastecimento – CONAB (2020), o Brasil possui uma produção estimada de 122.225,2 milhões toneladas na última safra, em uma área aproximadamente de 36.797,9 milhões de hectares.

A inoculação da cultura da soja é de grande relevância pois permite com que se tenha uma maior área/quantia de fixação biológica de nitrogênio. O uso de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* em inoculação anual da soja proporciona um incremento médio no rendimento de grãos de 8,4% em relação às áreas que não são inoculadas ao longo dos anos (EMBRAPA, 2014).

Sabe-se que a coinoculação feita com *Azospirillum* é uma tecnologia que diz muito a respeito ao momento atual da agricultura, em busca de altos rendimentos principalmente no cultivo da soja, assim sendo com sustentabilidade agrícola, social, econômica e ambiental. De acordo com dados da Embrapa (2014), o manejo de coinoculação pode proporcionar um incremento médio de 16,1% no rendimento da soja, em relação às áreas não inoculadas.

O molibdênio é um elemento fundamental a participar do metabolismo de nitrogênio para com as plantas. Em relação ao cobalto, o mesmo é considerado essencial pelo menos para as leguminosas, devido ao seu efeito sobre o *Rhizobium*, participando da vitamina B12, necessária para biossíntese de leg-hemoglobina, substância responsável por evitar a oxidação dos nódulos e conferir a coloração avermelhada dos mesmos. (FAST AGRO, 2017).

A produtividade média brasileira é de 3.402 kg, porém muitos agricultores estão abaixo, por conta de falta de investimento adequado ou algo relacionado. Entende-se no cultivo da soja que é preciso trabalhar com tecnologia, seja ela de produtos químicos, biológicos, máquinas etc. Desta forma o adicional financeiro do custeio da safra com inoculação se faz presente cada vez mais no dia a dia dos agricultores.

Sabe-se que o uso de cobalto e molibdênio, na cultura da soja favorece a fixação biológica de nitrogênio (FBN). Segundo Hungria et al, (2007) a aplicação de formulações salinas ou com pH baixo pode afetar drasticamente a sobrevivência da bactéria, a nodulação e a fixação do N<sub>2</sub>.

A partir dessa questão objetivou-se analisar a descoberta de qual seria a capacidade de nodulação expressa pela cultura da soja com o manejo combinado de inoculação, coinoculação com cobalto e molibdênio.

## 2 DESENVOLVIMENTO

A soja concedeu seu cultivo no município de Maravilha/SC, mais precisamente na Linha Zanola. A semeadura realizou-se na última quinzena de fevereiro de modo manual, sucedeu-se pequenos sulcos de 3 cm de profundidade, quatro sementes por vaso e aos 10 dias após emergência realizado o raleio, restando somente duas plantas por vaso, isso com o auxílio de equipamentos específicos para acomodação da semente, ressaltando a utilização da cultivar TMG 7063 IPRO®, assim como das pré-misturas de inoculação, coinoculação e Co-Mo. Contando com um manejo fitossanitário realizado de acordo com a necessidade ao decorrer do desenvolvimento da cultura da soja, que por sua vez não justificou realizar qualquer tipo de manejo pois a quantia de área expressa pelo cultivo era reduzida, assim como a distância para com grandes cultivos era de grande valia, o que tonava o local da pesquisa uma zona “protegida”.

A pesquisa teve seu desenvolvimento sobre vasos acometidos a um plástico filme, contendo neles substrato para sustentação da presente cultura, este que constava de uma composição com vermiculita, carvão vegetal, casca de pinus/eucalipto e pó de cocô, sendo especificamente com um pH de 5,5, capacidade de retenção de água de 165%, densidade de 450 kg/m<sup>3</sup>, condutividade elétrica apontando um número de 1,5 ms/cm.

O delineamento utilizado é constituído de blocos ao acaso, sendo de quatro tratamentos com cinco repetições. Utilizando nos tratamentos três diferentes combinações de produtos/bactérias, Tratamento 1 (T1) Masterfix Soja® L (Bradyrhizobium japonicum SEMIA 5019 e SEMIA 5079) 300 ml/ha, Tratamento 2 (T2) Masterfix Soja® L (Bradyrhizobium japonicum SEMIA 5019 e SEMIA 5079) 300 ml/ha + Masterfix Gramíneas® L (Azospirillum brasiliense AbV5 e AbV6) 100 ml/ha, Tratamento 3 (T3) Masterfix Soja® L (Bradyrhizobium japonicum SEMIA 5019 e SEMIA 5079) 300 ml/ha + Masterfix Gramíneas® L (Azospirillum brasiliense AbV5 e AbV6)

100 ml/ha + Co-Mo Stoller® 150 ml/ha, e sim antecedendo estes o Tratamento 0 (T0) sem o auxílio de qualquer um destes produtos.

Os tratamentos foram aplicados diretamente no sulco de plantio, utilizando calda combinada, ou seja, uma pré-mistura de acordo com os produtos utilizados em cada tratamento.

Cada vaso representa uma parcela com 25 cm<sup>2</sup>, totalizando 20 vasos, cada vaso com cinco litros de volume, acomodados em um canteiro de horta caseira. Distribuídos ao acaso dentro da área da pesquisa, desta forma cada vaso desenvolvia-se quatro plantas para posterior raleio e tendo uma sobra de duas para posterior avaliação, sendo assim totalizando uma população de 160.000 plantas/ha da cultivar TMG 7063 IPRO®.

O assunto em questão desenvolveu-se submetido a irrigação a cada 48 horas com o auxílio de um regador, com o intuito de atender à necessidade hídrica da soja para posterior expressão de sua máxima capacidade metabólica, dentro das condições a ela fornecidas. Será disponibilizado um volume de 10 mm de água a cada 48 horas, somando 300 mm ao longo dos 60 dias de desenvolvimento do projeto de pesquisa.

A determinação de nódulos realizou-se através da contagem de nódulos a olho nu de toda área de raiz apresentada pela planta (AUTORES, 2020).

Para análise de massa do sistema radicular conheceu-se o valor a partir do auxílio de uma balança de precisão.

Para o conhecimento da massa verde (MV) e seca da parte aérea (MS), em gramas/vaso também acometeu-se ao uso da mesma balança citada a cima. Valendo ressaltar que a MS foi feita no método do forno micro-ondas (PIONEER).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro ( $P \leq 0,05$ ). O aplicativo computacional utilizado foi o SISVAR – Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (FERREIRA, 2008).

De acordo com a variável número de nódulos (Tabela 1), observa-se que não houve diferença significativa entre a utilização de Bradyrhizobium e o uso múltiplo de Bradyrhizobium com Azospirillum, ambos apresentaram valores mais satisfatórios perante a variável analisada, esses resultados são maximizados ao

presente nível pelo fato de que o substrato não tem em seu material de origem bactérias fixadoras de nitrogênio, por conta disso que a testemunha apresentou resultados não válidos para um bom posterior rendimento da cultura, para isso necessita-se habitá-los com as mesmas, o mesmo ocorre nos solos da região oeste catarinense. A coinoculação se mostrou de grande valia pelo fato de que além de ter as bactérias responsáveis pela disponibilização de nitrogênio livre para as zona radicular da soja, tem consigo o *Azospirillum* que por sua vez faz com que a raiz da planta de soja tenha uma maior abrangência nas camadas abaixo do solo, induzindo a nodulação, auxiliando a formar nódulos mais precoces e contribuindo então para uma maior área de atuação de FBN (Fixação Biológica de Nitrogênio). Já no uso da coinoculação concomitante com o cobalto e molibdênio houve a morte das bactérias fixadoras de nitrogênio, por conta do alto nível salino presente neste produto, assim como a elevada condutividade elétrica, levando em conta os fatores citados, logo a nodulação com este tipo de manejo é inferiorizada.

Acrescentando com a pesquisa, Douglas de Castilho Gitti afirma que o *Azospirillum* é uma bactéria associativa utilizada mundialmente como inoculante capaz de promover o crescimento das plantas por meio de vários processos, incluindo a produção de hormônios de crescimento (como auxinas, giberelinas, citocininas e etileno). Esse efeito pode ser observado no presente trabalho, a coinoculação apresentou maiores valores de massa de raízes por planta, contribuindo para maior massa e número de nódulos

Para as variáveis MV, MS da raiz e da parte vegetativa (Tabela 2 – Tabela 3), que na qual ambas podem vir a serem interpretadas juntas pelo fato de que os dados finais da raiz e vegetativo da planta coincidiram a existência de significância com o mesmo tratamento. Os dados obtidos apresentaram diferença significativa entre si, o tratamento com o manejo de coinoculação apresentou valores um tanto quanto mais satisfatórios perante aos demais tratamentos testados, a matéria verde e seca desta unidade experimental se faz maior pelo fato de que conseqüentemente com uma maior área de raiz, contando com todos os benefícios citados nos relatos expostos referente a tabela 1, desta forma a planta tem uma maior área para sua atividade metabólica, raiz-planta estão complexamente interligadas, a parte inferior ao solo absorve água juntamente com sais minerais e desta forma como sendo mais

abrangente devido ao uso combinado de *Bradyrhizobium* com *Azospirillum* permite com que emita um maior número de ramos que posteriormente irá incidir sobre um maior teor de MS e MV, teores esses que se mais elevados perante aos demais nos mostra que as plantas acometidas a esse manejo se sobressaíram também devido a uma maior taxa de assimilação líquida que está amplamente ligada a um maior índice de área foliar.

### 3 CONCLUSÃO

A taxa de nodulação expressa pela cultura da soja manejando-a com o uso de coinoculação com cobalto e molibdênio não apresentou acréscimo nos nódulos da zona radicular da planta, com isso não recomenda-se realizar a presente mistura para aplicação em sulco de plantio.

Esperávamos que pelo fato de o cobalto e o molibdênio serem muito importantes para com as bactérias que trabalham na FBN, coloca-los junto na calda para sua aplicação em conjunto no sulco iria aumentar a capacidade de nodulação, por conta de as bactérias terem seu elemento nutricional presente consigo, assim como o elemento propício para a quebra da molécula de nitrogênio, deixando-o livre para aproveitamento da planta.

Os teores de matéria verde e matéria seca tanto da zona da raiz quando da parte aérea da planta aumentaram e tornaram-se satisfatórios, a partir da utilização da coinoculação.

Portanto, o processo de utilização de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* é de grande valia, pois permite que a planta de soja tenha mais nitrogênio disponível para si, contribuindo em maior índice de área foliar, assim como taxa de fotoassimilados que ao final de seu desenvolvimento irá contribuir para maiores produtividades.

### REFERÊNCIAS

AGRO, Fast et al. IMPORTÂNCIA DE COBALTO E MOLIBDÊNIO NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA. 2017. Disponível em: <https://www.fastagro.com.br/importancia-de-cobalto-e-molibdenio-no-tratamento-de-sementes-de-soja/>. Acesso em: 15 mar. 2020.

CÂMARA, Gil Miguel de Sousa. Fenologia é técnica auxiliar de técnicas de produção. *Visão Agrícola*, Piracicaba, n. 5, p. 63-66, 2006.

CAMPOS, B. C. et al. EFICIÊNCIA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE N<sub>2</sub> POR ESTIRPES DE *Bradyrhizobium* NA SOJA EM PLANTIO DIRETO. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, n. 25, p. 583-592, 2001.

CONAB (Brasil). Safra Brasileira de Grãos. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 15 mar. 2020.

FAGAN, Evandro Binotto et al. FISILOGIA DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO EM SOJA. *Revista da Fzva, Uruguaiana*, v. 14, p. 89-106, 2007.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatísticas. *Revista Científica Symposium*. Lavras. v.6, n.2, p.36-41. Jul/dez, 2011.

HUNGRIA, Mariangela et al. Fixação Biológica do Nitrogênio na Cultura da Soja. Londrina: Embrapa, 2000. 48 p.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

PIONEER. Determinação de Matéria Seca em Forno Micro-ondas. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/milho/silagem/determinacao-de-materia-seca-em-forno-micro-ondas>. Acesso em: 25 mar. 2020.

RUFINO, Carina. Tecnologia de coinoculação combina alto rendimento com sustentabilidade na produção de soja e do feijoeiro. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1580416/tecnologia-de-coinoculacao-combina-alto-rendimento-com-sustentabilidade-na-producao-de-soja-e-do-feijoeiro>. Acesso em: 15 mar. 2020.

SANTOS, Maria Aparecida dos et al. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 1, p. 67-75, jan. 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2006000100010&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2006000100010&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 17 mar. 2020.

ZILLI, Jerri Édson et al. Inoculação de *Bradyrhizobium* em soja por pulverização em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, n. 4, p. 541-544, 08 abr. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000400014>. Acesso em: 15 mar. 2020.

ZILLI, Jerri Édson et al. Eficácia da inoculação de *Bradyrhizobium* em pré-  
semeadura da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 45, n. 3, p. 335-337, mar. 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2010000300015&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2010000300015&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 17 mar. 2020.

Sobre o(s) autor(es)

Vitor Müller Finger, Técnico em Agropecuária, Acadêmico de Agronomia, vitorffinger@gmail.com.

Cleidimar Antonio Backes, Técnico em Agropecuária, Acadêmico de Agronomia, ca.backes@unoesc.edu.br.

Eliakim Goelzer, Acadêmico de Agronomia, goelzereliakim@gmail.com.

André Sordi: Professor do curso de agronomia. universidade do Oeste de Santa Catarina. andresordi@yahoo.com.br

Tabela 1 - Efeito do manejo de inoculação, coinoculação e uso combinado com cobalto e molibdênio para com a nodulação da raiz da planta de soja (*Glycine max*). Maravilha/SC - Segunda Safra 2020.

| Tratamentos  | Número de Nódulos (UN) |
|--|------------------------|
| Testemunha   | 1,2 c                  |
| <i>Bradyrhizobium japonicum</i>  | 13,4 a                 |
| <i>Bradyrhizobium japonicum</i> + <i>Azospirillum brasiliense</i>            | 13,6 a                 |
| <i>Bradyrhizobium japonicum</i> + <i>Azospirillum brasiliense</i><br>+ Co-Mo | 4,2 b                  |
| <b>Média Geral</b>   | <b>8,10</b>            |
| <b>CV (%)</b>  | <b>13,66</b>           |
| <b>DMS</b>   | <b>2,07</b>            |

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ )  
Fonte: Os Autores (2020).

Tabela 2 - Efeito do manejo de inoculação, coinoculação e uso combinado com cobalto e molibdênio na expressão gramas/vaso de massa seca e massa verde da raiz da planta de soja (*Glycine max*). Maravilha/SC - Segunda Safra 2020.

| Tratamentos  | Massa Seca (g/vaso) | Massa Verde (g/vaso) |
|--|---------------------|----------------------|
| Testemunha   | 3,00 d              | 15,00 d              |
| <i>Bradyrhizobium japonicum</i>  | 3,54 c              | 17,71 c              |
| <i>Bradyrhizobium japonicum</i> + <i>Azospirillum brasiliense</i>            | 4,71 a              | 23,58 a              |
| <i>Bradyrhizobium japonicum</i> + <i>Azospirillum brasiliense</i><br>+ Co-Mo | 4,21 b              | 21,0 b               |
| <b>Média Geral</b>   | <b>3,86</b>         | <b>19,34</b>         |
| <b>CV (%)</b>  | <b>4,80</b>         | <b>4,80</b>          |
| <b>DMS</b>   | <b>0,34</b>         | <b>1,74</b>          |

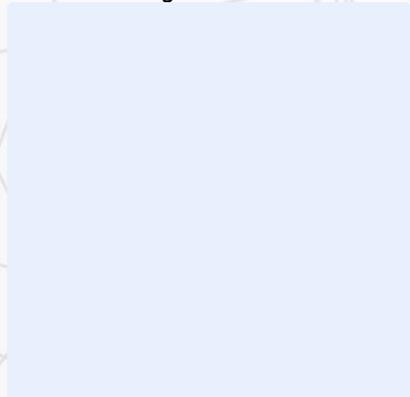
Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ )  
Fonte: Os Autores (2020).

Tabela 3 – Efeito do manejo de inoculação, coinoculação e uso combinado com cobalto e molibdênio na expressão gramas/vaso de massa seca e massa verde da parte vegetativa da planta de soja (*Glycine max*). Maravilha/SC – Segunda Safra 2020.

| Tratamentos   | Massa Seca (g/vaso) | Massa Verde (g/vaso) |
|---|---------------------|----------------------|
| Testemunha  | 2,41 d              | 16,07 d              |
| <i>Bradyrhizobium japonicum</i>   | 2,71 c              | 18,12 c              |
| <i>Bradyrhizobium japonicum</i> + <i>Azospirillum brasiliense</i>         | 3,53 a              | 23,53 a              |
| <i>Bradyrhizobium japonicum</i> + <i>Azospirillum brasiliense</i> + Co-Mo | 3,13 b              | 20,89 b              |
| <b>Média Geral</b>  | <b>2,94</b>         | <b>19,65</b>         |
| <b>CV (%)</b>   | <b>4,30</b>         | <b>4,30</b>          |
| <b>DMS</b>  | <b>0,23</b>         | <b>1,58</b>          |

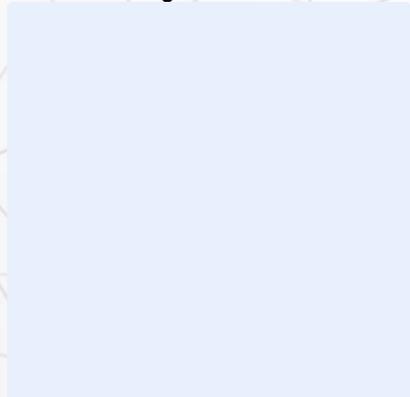
Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ )  
 Fonte: Os Autores (2020).

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem