

Diferentes técnicas de inoculação de micro fixadores de N e promotores de crescimento sobre parâmetros produtivos na cultura de soja.

Jair Zoccante Junior^{1*}; Jorge Alberto Gheller¹

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

^{1*}jairzoccante85@gmail.com

Resumo: O Brasil é atualmente o maior produtor mundial de soja. Cultura com alta concentração de proteínas no seu grão, necessita de grande quantidade de nutrientes para atingir altas produtividades. Dentre os nutrientes exigidos, destaca-se o Nitrogênio, que em sua grande maioria é disponibilizado para a planta através da fixação biológica de nitrogênio (FBN), no qual bactérias fixadoras disponibilizam o mesmo às plantas. O trabalho teve por objetivo avaliar a influência na produtividade de soja pelo uso de diferentes técnicas de inoculação de *Bradyrhizobium sp.* e *Azospirillum brasiliense*. O experimento foi realizado em propriedade rural no município de Juranda PR, sendo plantio realizado em 12 de outubro de 2021 e colheita em 12 de fevereiro 2022, utilizando o esquema de delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos; T1-inoculação na semente, T2-inoculação no sulco, T3-inoculação com pulverização foliar e T4-testemunha, com cinco repetições. As variáveis avaliadas foram número de nódulos, massa seca dos nódulos, peso de mil grãos e produtividade. Foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos testados apenas na variável número de nódulos, e T2 apresentou resultado superior frente as demais. As outras variáveis não diferiram entre si, no entanto T2 salientou-se numericamente dos demais tratamentos. A co-inoculação no sulco potencializou significativamente apenas o parâmetro nodulação das plantas de soja. Entretanto a massa seca de nódulos, peso de mil grãos e produtividade, não diferiram estatisticamente frente aos diferentes métodos de co-inoculação experimentados.

Palavras-chave: *Glycine max*; Co-inoculação; *Bradyrhizobium*, *Azospirillum*.

Different inoculation techniques of N micro fixers and growth promoters on yield parameters in soybean.

Abstract: Brazil is currently the world's largest soybean producer. Culture with a high concentration of proteins in its grain, it needs a large amount of nutrients to reach high productivity. Among the required nutrients, Nitrogen stands out, which is mostly available to the plant through biological nitrogen fixation (BNF), in which fixing bacteria make the same available to plants. The objective of this work was to evaluate the influence on soybean yield using different inoculation techniques of *Bradyrhizobium sp.* and *Azospirillum brasiliense*. The experiment was carried out on a rural property in the municipality of Juranda PR, with planting carried out on October 12, 2021 and harvesting on February 12, 2022, using a randomized block design with four treatments; T1-inoculation in the seed, T2-inoculation in the furrow, T3-inoculation with foliar spray and T4-control, with five replications. The variables evaluated were the number of nodules, dry mass of nodules, thousand-grain weight and productivity. Statistical differences were found between the treatments tested only in the variable number of nodules, and T2 presented a superior result compared to the others. The other variables did not differ, however T2 stood out numerically from the other treatments. Co-inoculation in the furrow significantly potentiated only the nodulation parameter of soybean plants. However, the dry mass of nodules, thousand-grain weight and yield did not differ statistically from the different co-inoculation methods used.

Keywords: *Glycine max*; Co-inoculation; *Bradyrhizobium*, *Azospirillum*.

Introdução

O Brasil é o maior produtor de soja do mundo, e devido ao grande avanço nas tecnologias de pesquisa e melhoramento a mesma possui hoje uma grande variabilidade genética, o que permitiu sua adaptabilidade aos diferentes tipos de clima de nosso país e possibilitou seu plantio em todo território nacional. Somando-se a isso o bom manejo, e nutrição adequada das plantas gera atualmente grandes produtividades da cultura.

Na safra 2021/2022 o Brasil teve uma área cultivada de 40,9 milhões de hectares de soja com uma produção de 123,8 milhões de toneladas do grão, (CONAB, 2022). Salientando o estado do Paraná como o segundo maior produtor do país com área cultivada de 5,6 milhões de hectares e produção de 19,8 milhões de toneladas de grãos na safra 2020/2021, (Embrapa 2021).

A soja é uma leguminosa com alta concentração de proteína em seu grão, e por isso necessita de grande quantidade de nutrientes, dos quais podemos destacar o nitrogênio (N) que é um componente essencial para a cultura. As fontes de N para produção de soja são através da decomposição da matéria orgânica do solo, fixação não biológica que é resultante de descargas elétricas, combustão e vulcanismo, através de fertilizantes nitrogenados, e da fixação biológica (CRISPINO *et al.*, 2001).

Dentre as fontes que disponibilizam nitrogênio para a soja podemos destacar a fixação biológica de Nitrogênio (FBN) como a maior responsável pela disponibilidade do nutriente para a planta. O processo biológico com bactérias pertencentes ao gênero *Bradyrhizobium* pode suprir todo o N necessário para a cultura, que é de 80 kg para produção de 1.000 kg de grãos. Portanto, para uma produção de 3.000 kg ha⁻¹ seriam necessários 240 kg de N, ou 480 kg caso seja utilizado fertilizante nitrogenado, já que a eficiência do mesmo raramente supera os 50% (HUNGRIA, CAMPO e MENDES, 2007).

As bactérias especializadas do gênero *Bradyrhizobium* formam um processo de simbiose com a planta formando os nódulos radiculares nos quais as mesmas se abrigam e recebem proteção, nutrientes e fonte de energia da planta hospedeira (PRANDO *et al.*, 2020). A redução dos custos econômicos e ambientais ocorrem, pois, as bactérias extraem N₂ atmosférico e o reduz nos nódulos radiculares de onde é translocado e convertido em aminoácidos e proteínas. Isso reduz o uso de N mineral na cultura da soja, (NOGUEIRA e HUNGRIA, 2019). Portanto a inoculação é de grande importância do ponto de vista econômico quando comparamos o baixo custo do inoculante frente ao alto custo do fertilizante químico.

Do mesmo modo, outra bactéria que vem ganhando grande destaque são as pertencentes ao gênero *Azospirillum brasiliense*, que são microrganismos capazes de promover o crescimento de sistema radicular das plantas. Bactérias desse gênero têm a capacidade de

colonizar a raiz e tecidos internos da cultura, sem demonstrar qualquer efeito negativo para a mesma (SILVA-ABUD *et al.*, 2021). São atores na produção de hormônios que auxiliam no desenvolvimento vegetal dessa forma aumentando a área de contato e absorção de água e nutrientes pelas raízes (SILVA *et al.*, 2017).

Estudo feito pela Embrapa no estado do Paraná aponta que o potencial médio de incremento de produtividade é na casa de 16% na cultura da soja (HUNGRIA, NOGUEIRA e ARAÚJO, 2013). Em estudos realizados nas três safras 2017/2018 a 2019/2020, as respostas médias ficaram na ordem de 8%, embora em vários locais foram obtidas médias superiores a 20%, indicando que há possibilidade de aumentar as respostas a coinoculação em condições de propriedade (PRANDO *et al.*, 2019). Igualmente a coinoculação dos dois gêneros de bactéria demonstrou incremento de 23,59% em produtividade na cultura da soja Nidera sementes 5909[®] (MANTELI *et al.*, 2019). A coinoculação pode ser realizada na semente, momentos antes da semeadura, podendo também ser realizada no sulco, ou através de pulverização foliar.

Dessa forma o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência de diferentes técnicas de inoculação de microrganismos fixadores de nitrogênio e promotores de crescimento sobre características de nodulação radicular e diferentes parâmetros produtivos na cultura da soja.

Material e Métodos

O presente experimento foi conduzido a campo no município de Juranda / PR., situada na Br 369 km 434, nas coordenadas geográficas de latitude 24°47'34", longitude 52°87'25". O solo é classificado como tipo 3 latossolo vermelho distrófico, e clima subtropical. O experimento teve sua semeadura em 12 de outubro 2021 e colheita em 12 de fevereiro 2022.

Para a condução do experimento foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, (DBC), sendo realizado quatro tratamentos: T1= inoculação na semente, T2= inoculação no sulco, T3= inoculação via pulverização foliar três dias após a emergência e T4= Testemunha. Para cada tratamento foram realizadas cinco repetições, totalizando 20 parcelas com 9 m² de área cada.

No manejo de pré-semeadura foi utilizado o controle químico de plantas daninhas em aplicação única de herbicida realizada quinze dias antes da semeadura. Para inoculação foi utilizado inoculante líquido para leguminosas MASTERFIX L[®] Premier (SEMIA5019-*Bradyrhizobium elkanii* e SEMIA 5079 *Bradyrhizobium japonicum*), com concentração de 5 bilhões de bactérias / mL, e inoculante para gramíneas MASTERFIX L[®] gramíneas (*Azospirillum brasilense*, cepa AbV5 e AbV6), utilizados em conjunto (co-inoculação),

seguindo a dosagem indicada pelo fabricante, com semeadura da cultivar CZ 26b10 IPRO, realizada em 12 de outubro de 2021.

Para a semeadura foi utilizado conjunto de trator e semeadora para a abertura do sulco e distribuição do fertilizante, com dosagem de aplicação uniforme para todas as parcelas. Como adubação foi utilizado o fertilizante da fórmula NPK 02.23.23 com 250 kg ha⁻¹, em seguida foi realizado o sorteio aleatório dos tratamentos a ser implantado em cada parcela.

Conforme recomendação do criador da cultivar para região e época de semeadura, foram distribuídas treze sementes por metro linear, que foi realizada de forma manual, num espaçamento entre linhas de 0,45 metros. Cada parcela foi composta de cinco linhas da cultura com cinco metros de comprimento. Como tratamento de sementes, utilizou-se tratamento industrial padrão para todas as parcelas com STANDAK® TOP UBS que tem na sua composição uma combinação de ativos dos grupos químicos fúngicos das Estrobilurinas, Benzimidazóis e do grupo de inseticida Pirazol. Também foi utilizado nas sementes o STIMULATE®, composto por cinetina, ácido giberélico e ácido 4-indol- 3ilbutírico.

Nas parcelas do tratamento T1 a co-inoculação na semente foi realizada em saco plástico na dosagem de *Bradyrhizobium* (2 mL/ Kg de semente), e *Azospirillum* (2 mL/ Kg de semente) conforme indicação do fabricante, em seguida sendo realizada a semeadura. No tratamento T2 para inoculação no sulco, foi utilizado um pulverizador manual com dosagem de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* (300 mL/ ha⁻¹) de acordo com indicação do fabricante, na sequência realizou-se a semeadura. Nas parcelas do tratamento T3, para inoculação na parte aérea três dias após a emergência das plântulas, foi utilizado um pulverizador manual obedecendo a dosagem de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* (300 mL/ ha⁻¹), a pulverização ocorreu em dia com predomínio de sol, no período da manhã e temperatura amena. E no tratamento T4, as sementes foram semeadas nas parcelas sem inoculação o que representou a testemunha.

Os demais tratos culturais como controle de plantas daninhas, controle de insetos pragas, e controle de doenças foram conduzidos de acordo com a necessidade no decorrer do desenvolvimento da cultura, seguindo um bom acompanhamento e boas práticas agrônômicas.

Os parâmetros avaliados foram, número de nódulos por planta, a massa seca dos nódulos, massa de mil grãos e produtividade.

Para coleta dos dados foi feita a colheita por arranquio das plantas das 3 linhas centrais por 3 metros de comprimento, respeitando o limite de bordaduras. Após as plantas arrancadas foram separadas 10 plantas por parcela de forma aleatória para contagem manual do número de nódulos por plantas. Em seguida os nódulos foram retirados das plantas acondicionados em

sacos de papel catalogados e levados ao laboratório onde foram postos na estufa a 105 °C durante o período de 24 horas, na sequência foram pesados em uma balança de precisão para obtenção da matéria seca dos nódulos por planta.

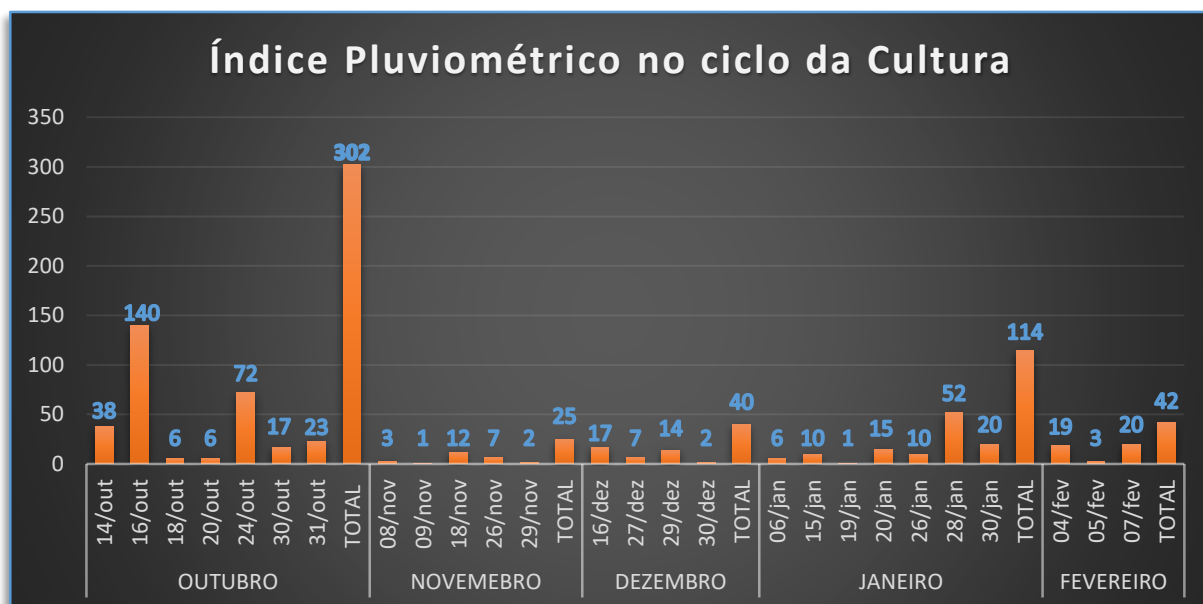
Utilizando uma máquina trilhadora, as plantas colhidas foram debulhadas, sendo os grãos obtidos acondicionados em saco de papel e catalogados de acordo com cada parcela e tratamento. No laboratório as amostras de cada parcela isentas de matérias estranhas foram pesadas e determinada a umidade dos grãos com uso de determinador de umidade de forma indireta modelo Gehaka G800. Na sequência os valores dos teores de umidade de cada amostra foram corrigidos para umidade de 13 %, em seguida foram realizados os cálculos de produtividade de cada parcela e extrapolada para hectare. Ainda no laboratório foram coletadas oito amostras aleatórias de 100 grãos de cada parcela e pesadas, e também tiveram suas umidades corrigidas para 13 %. Posteriormente as massas das oito amostras foram somadas e obtida a média, e multiplicadas por 10 para a obtenção da massa de mil grãos de cada parcela, conforme normas.

Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk, e análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Sendo considerado nível de 5 % de probabilidade de erro, com auxílio do programa estatístico SISVAR® 5.6 (FERREIRA, 2013).

Resultados e Discussão

É importante salientar que na safra 2021/2022 a região a qual foi conduzido o experimento teve um volume de precipitações pluviométricas bem abaixo das médias históricas, portanto destaca-se o estresse hídrico ao qual a cultura esteve exposta durante seu ciclo de produção. Conforme representado pela Figura 01, no mês que a cultura encontrava-se em pleno desenvolvimento vegetativo, houve um acumulado de 25 milímetros de chuva, acarretando um desenvolvimento vegetativo aquém do esperado para a cultura. Já nos meses de dezembro e janeiro as precipitações atingiram um acumulado de 40 milímetros para o primeiro e 114 milímetros para o segundo. Entretanto as chuvas em janeiro, ocorreram tardiamente e tiveram maior acumulado nos dias 28 e 30. O regime pluviométrico havido foi bem abaixo do necessário para o bom desenvolvimento da cultura, fato esse que interferiu grandemente do desenvolvimento da cultura em seus estádios reprodutivos, reduzindo o número de vagens e o enchimento de grãos, afetando diretamente a sua produtividade, sendo elas bem inferiores as médias históricas para o município.

Figura 01 – Índice pluviométrico no ciclo da cultura.



Fonte: Próprio Autor 2021/2022.

Ao analisar as médias obtidas na variável Número de nódulos por plantas, observa-se que a média do T2 apresentou o maior resultado, apresentando diferença estatística em relação aos demais tratamentos. Os outros tratamentos testados não diferiram entre si estatisticamente. Possivelmente tal resultado deveu-se a forma como foi utilizado o inoculante, que aplicado diretamente em contato com o solo tenha possibilitado as bactérias um rápido estabelecimento naquele ambiente.

Tabela 1 – Influência de diferentes métodos de inoculação na cultura da soja em relação ao número e massa seca de nódulos, massa de mil grãos e produtividade. Juranda PR.,2022.

Tratamentos	Número de nódulos Por planta	Massa seca nódulos /planta(g)	Massa 1000 grãos (g)	Produtividade kg ha ⁻¹
T 1	14,78 b	1,40 a	151,50 a	1297,96 a
T 2	24,06 a	2,06 a	160,12 a	1355,24 a
T 3	14,74 b	1,46 a	151,24 a	1125,50 a
T 4	15,38 b	1,30 a	150,60 a	1202,26 a
CV (%)	16,64	29,31	4,00	10,67
Fc	12,615	2,833	2,709	2,933
Pr>Fc	0,0002	0,0714	0,0798	0,0653
DMS	5,1918	0,8250	11,1139	240,5053

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância; CV (%): Coeficiente de Variação; Pr>Fc: P Valor; DMS: Diferença Mínima significativa. Tratamentos: T1-inoculação na semente, T2-inoculação no sulco, T3-inoculação foliar, T4 – testemunha.

Resultado diferente foi obtido por Manteli *et al.*, (2019), que verificaram que a co-inoculação na semente, aumentou significativamente o número de nódulos em comparação com testemunha sem inoculação. Também Dapunicena e Oliveira (2018), obteve resultado de maior nodulação na soja quando feita a co-inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. Taiz *et al.*, (2017) relatam que quanto maior a quantidade de nitrogênio melhor será o desenvolvimento da cultura da soja, e conseqüentemente sua produtividade. Ainda segundo eles, isso se deve ao fato do nitrogênio ser um nutriente constituinte a cadeia de aminoácidos, nucleotídeos, coenzimas, ácidos nucléicos, amidas, e entre outros, sendo diretamente relacionado ao crescimento vegetal e a nodulação.

Analisando os resultados para a variável massa seca dos nódulos observa-se que, todos tratamentos apresentaram médias estatisticamente iguais para o nível de significância testado. Tal fato demonstra que os diferentes métodos de inoculação testados, não influíram na variável. Todavia ocorreu entre as médias dos tratamentos uma variação numérica, tendo o T2 salientando-se de forma expressiva e os demais situando-se com valores próximos.

Resultado diferente foi citado por Santos (2018), quando realizando a co-inoculação em sementes de soja, obteve resultado significativo gerando aumento de número de nódulos e massa seca dos mesmos. Porém é destacada a necessidade de mais estudos a respeito desse assunto, pois a massa seca dos nódulos é de extrema importância no que diz respeito a eficiência da planta realizar a fixação biológica do nitrogênio e disponibiliza-lo para a planta.

Ao analisarmos a variável massa de mil grãos, também verifica-se que todos tratamentos testados foram estatisticamente iguais. É provável que condições ambientais reinantes durante a condução do ensaio, tenha influenciado para tal resultado. No entanto verifica-se que entre os tratamentos, o T2 salientou-se numericamente, dos demais, indicando possivelmente que em situações adversas a colocação do inoculante diretamente na linha de semeadura leva a melhores resultados, conforme verifica-se nas variáveis número e massa seca de nódulos.

Resultado semelhante foi obtido por Ariati (2021), no qual não obteve diferença significativa em relação ao peso de 1.000 grãos frente a diferentes tipos de co-inoculação de microrganismos.

Por fim, quando analisamos os resultados obtidos na variável produtividade, também constatamos que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos testados, havendo apenas diferenças numéricas, e nesse caso também T2 salientou-se numericamente dos demais. Resultado semelhante ao nosso foi obtido também por Ariati (2021) e Maciel (2018), que testando diferentes formas de inoculação também não obtiveram diferenças significativas entre

tratamentos. Diferentemente Silveira (2021), realizando a co-inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, na safra 2019/2020, obteve produtividade 15% superior em relação a testemunha.

Portanto ao analisarmos os resultados gerais do experimento, constata-se a ocorrência de diferença significativa apenas na variável Número de nódulos por plantas, sendo que para as demais variáveis, Massa seca de nódulo, Massa de mil grãos e Produtividade, no presente trabalho não ocorreu tal diferença entre os diferentes tratamentos. Entretanto,

Conclusão

Considerando os resultados obtidos nas condições havidas neste ensaio, conclui-se que a co-inoculação no sulco potencializou significativamente apenas o parâmetro nodulação das plantas de soja. Entretanto a massa seca de nódulos, peso de mil grãos e produtividade, não diferiram estatisticamente frente aos diferentes métodos de co-inoculação experimentados.

Referências

ARIATI, J. C. **Componentes fitométricos e de rendimento da soja em resposta a diferentes microrganismos e métodos de inoculação**. 2021, 62.p. (Trabalho de conclusão de curso) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, Santa Catarina. 2021.

CONAB. **Produção nacional de grãos safra 2021/2022**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4579-producao-nacional-de-graos-e-estimada-em-269-3-milhoes-de-toneladas-na-safra-2021-22/>> Acesso em: 28 maio 2022.

CRISPINO, C. C.; FRANCHINI, J. C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLE, N. R. R.; LOUREIRO, M. F.; SANTOS, E. N.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M.; **Adubação nitrogenada na cultura da soja**. Londrina, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2001. 6p.

DAPUNICENA, D. O.; OLIVEIRA, R. C.; Nodulação de variedades de soja transgênica. **Revista cultivando o saber**, Edição especial 2018, p. 104 a 112. Cascavel, Paraná, 2018.

Embrapa; Soja em números (safra 2020/2021). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. EMBRAPA SOJA. Acesso em 13 de outubro 2021.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, [s.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2013.

Geoinfo. **Mapa de Solos do estado do Paraná**. Disponível em <<http://geoinfo.cnps.embrapa.br>> Acesso em: 28 de agosto 2021.

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).

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. **Tecnologia de coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*: incrementos no rendimento com sustentabilidade e baixo custo.** In: Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Reunião de pesquisa de soja da região central do Brasil, 33., 2013, Londrina. Resumos expandidos. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

IAT. **Mapa Clima – Estado do Paraná.** Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_climas_a3.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2021.

MACIEL, J. F. S. **Desempenho da soja submetida a diferentes métodos de inoculação e coinoculação.** 2018, 44.p. (Trabalho de conclusão de curso) – Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, Santa Catarina. 2018.

MANTELI, C.; ROSA, G. M.; CARNEIRO, L. V.; POSSENTI, J. C.; STEFENI, A. R.; SCHENEIDER, F. L.; Inoculação e coinoculação de sementes no desenvolvimento e produtividade da cultura da soja. **Revista cultivando o saber**, volume 12 – n; 2, p. 1 a 11. 2019.

NOGUEIRA, A, M; HUNGRIA, M. **Boas práticas de inoculação em soja.** Londrina, Embrapa soja, 2019. 45p

PRANDO, M. A.; OLIVEIRA, A. B.; LIMA, D.; POSSAMAI, E. A.; NOGUERA, M. A.; HUNGRIA, M.; CONTE, O.; **Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2019/2020 no Paraná.** Londrina, Embrapa Soja, 2020. 22p.

SANTOS, K. M. M.; **Co-inoculação de *Azospirillum brasiliense* E *Bradyrhizobium japonicum* na soja como estratégia para aumento de produtividade e redução no uso de nitrogênio.** 2018, 23.p. (Trabalho de conclusão de Curso) –Faculdade evangélica de Goianésia – FACEG, Goianésia, Goiás. 2018.

SILVA-ABUD, L. L; FERRARI, G. S; LIMA, V. M. M; STIVAL M. M.; Coinoculação de *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum* no desenvolvimento da soja. **Revista Scientific Electronic Archives**, Vol. 13. 2021.

SILVA, E. R.; SALLES, J. S.; ZUFFO, A. M.; STEINER, F. Coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* em sementes de amendoim de diferentes tamanhos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 5, p. 93-102, 2017.

SILVEIRA, B. M. D.; **Efeitos da Inoculação e coinoculação associada a aplicação de micronutrientes na cultura da soja.** 2021, 29p. (Trabalho de conclusão de curso) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul- Cachoeira do Sul, Rio grande do Sul. 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, M. I.; MURPHY, A.; **FISIOLOGIA E DESENVOLVIMENTO VEGETAL.** Porto Alegre, ed. 6, 2017.