

INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SEMENTES NA INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA

Gabriel Igor Barbieri; Romário Buttner, André Sordi, Claudia Klein, Jonas Ramon, Joziane Batiston

Resumo

A avaliação da influência do tratamento de sementes industrial (TSI) sobre a inoculação e coinoculação de sementes de soja se faz necessário devido ao elevado custo de produção com fertilizantes minerais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os componentes de rendimento da soja submetida a diferentes doses de inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, e coinoculação com *Azospirillum brasilense*, com e sem TSI. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial com três repetições com oito tratamentos. Foram inoculadas com diferentes doses 0, 100, 150, 200 ml ha⁻¹ de *B. japonicum*, e coinoculadas com *A. brasilense* com e sem TSI. Os dados foram submetidos a análise variância e as médias ao teste Tukey a 5%. O uso de diferentes doses de inoculantes não teve incremento de massa de grãos quando a soja foi submetida ao TSI. Sem o TSI na dose 0 ml 50 kg de sementes apresentou menor peso de mil sementes. O melhor rendimento de grãos obtido foi com TSI e inoculação/coinoculação 150 ml 50 kg de sementes. A eficiência econômica do uso de inoculantes teve na dosagem de 150 ml/50kg de inoculantes associada ao tratamento industrial.

Palavras-chave: Inoculação. Coinoculação. Rendimento.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da soja é conhecido principalmente pelo retorno econômico e representa importante componente de produção para a indústria que utiliza a soja como fonte de proteína na criação animal, produção de óleo vegetal e para a produção de biocombustíveis.

O processo da FBN ocorre pela simbiose entre as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e as plantas de soja. A partir dessa relação são formados os nódulos

radiculares, nos quais as bactérias se abrigam e recebem da planta hospedeira proteção e alimento. Em resposta estas bactérias capturam o nitrogênio atmosférico e o transformam em compostos nitrogenados que são exportados pela planta hospedeira e a beneficiam.

A associação do uso desses dois gêneros de bactérias tem como objetivo suprir o fornecimento de nitrogênio para as plantas, melhorar o desenvolvimento da planta e contribuir para um melhor estado nutricional da lavoura aumento de produtividade.

O TSI (Tratamento de Sementes Industrial) é um processo que possibilita ter sementes tratadas com fungicidas, inseticidas, nematicidas e micronutrientes, entre outros. É realizado com técnicas e equipamentos de aplicação de precisão, que garantem que o tratamento seja realizado com as doses corretas do produto, cobertura de sementes adequada e a preços razoáveis para esta prática (FRANÇA NETO et al., 2015).

O TSI juntamente com a inoculação e coinoculação são estratégias cruciais para obter ótimos resultados na produção de soja. porém, tornar ambos compatíveis com toxicidade mínima aos rizóbios e sem reduzir a eficiência de fixação biológica de nitrogênio é um desafio fundamental, que deve ser desenvolvido através da avaliação da influência que TSI exerce sobre a inoculação e coinoculação de sementes de soja com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* e se a associação destas duas bactérias juntamente com TSI contribui ou não para aumento de produtividade de grãos na cultura da soja. Assim, o objetivo do presente trabalho é avaliar os componentes de rendimento da cultura da soja submetida a diferentes doses na inoculação com *Bradyrhizobium*, e coinoculação com *Azospirillum*, com e sem TSI.

2 DESENVOLVIMENTO

O trabalho foi realizado em uma propriedade agrícola, localizada no interior na linha Sanga Bonita, na cidade de Guaraciaba-SC. Nas coordenadas 26°53'48" S, e 53°60'64" com altitude 662 metros. O solo é classificado como NITOSSOLO BRUNO distrófico. Clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, com ocorrência de

precipitação todos os meses do ano e sem estação de seca definida, com verões quentes e inverno fresco a frio, segundo a classificação de Köppen.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial (2x4) com três repetições, compostos por oito diferentes tipos de tratamentos. As parcelas com dimensão de 27m² (4,5x6m), a área total do experimento foi de 648 m².

A área foi implantada no dia 07/11/2022 em área de sistema de semeadura direto, cultivar de soja BMX ZEUS IPR055i57®, antes da semeadura realizou-se a inoculação das sementes de soja com diferentes doses de *Bradyrhizobium japonicum*, produto comercial Rizoliq® e coinoculadas com *Azospirillum brasilense* produto comercial Rizospirillum® com e sem TSI.

Os tratamentos foram: Sem TSI, sem *Bradyrhizobium* e sem *Azospirillum*, Com TSI, sem *Bradyrhizobium* e sem *Azospirillum*, Sem TSI, com *Bradyrhizobium* 100ml 50kg⁻¹ coinoculada com *Azospirillum* 100mL 50kg⁻¹, Sem TSI, com *Bradyrhizobium* 150ml 50kg⁻¹ coinoculada com *Azospirillum* 150mL 50kg⁻¹, sem TSI, com *Bradyrhizobium* 200ml 50kg⁻¹ coinoculada com *Azospirillum* 200mL 50kg⁻¹, Com TSI, com *Bradyrhizobium* 100ml 50kg⁻¹ coinoculada com *Azospirillum* 100mL 50kg⁻¹, Com TSI, com *Bradyrhizobium* 150ml 50kg⁻¹ coinoculada com *Azospirillum* 150mL 50kg⁻¹, Com TSI, com *Bradyrhizobium* 200ml 50kg⁻¹ coinoculada com *Azospirillum* 200mL 50kg⁻¹.

As variáveis analisadas foram: em R4, obteve-se a quantidade em gramas de nódulos na raiz principal em dez plantas de cada parcela. O rendimento de grãos foi obtido na colheita, sendo coletado todas as plantas das cinco linhas centrais totalizando uma área de 13,5 m², com auxílio de uma trilhadora estacionária para a trilha das vagens e obtenção das sementes. Em seguida determinando o peso de mil sementes (BRASIL, 2009). O número de vagens e número de grãos por vagem foi contabilizado separando cinco plantas por parcela, retiradas em sequência a partir do segundo metro da segunda linha de cada parcela.

A partir dos resultados de produtividade, foi possível analisar a eficiência econômica, do uso de inoculantes em suas diferentes dosagens e obter relação benefício/custo.

Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) pelo teste F ($P \leq 0,05$) e quando significativos foi aplicado o teste Tukey a 5%.

De acordo com os resultados obtidos na tabela 1 estão apresentados os resultados de peso de mil sementes de soja (g), constatou-se que o uso de diferentes dosagens de inoculantes, não tem um incremento de massa de grãos quando a soja é submetida ao tratamento de sementes (TSI), mas em contrapartida quando foi utilizada somente sem tratamento industrial, obteve resultado significativo ($p \leq 0,05$). Sendo que a variável (sem TSI e dose 0 ml 50 kg de sementes) foi a que apresentou menor resultado.

Bárbaro et al. (2009) estudou a coinoculação na cultura da soja e identificaram aumento do PMS em função da aplicação de *Azospirillum* e *Bradyrhizobium*. Pardinho e Primieri (2015), obtiveram resultados estatísticos significativos entre a variável tratada apenas com a aplicação de *Bradyrhizobium* 100 gr 50 kg de sementes (184,60grs) e a variável que continha a associação das duas bactérias *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* (175,60 grs), sendo que a primeira obteve melhor resultado.

Embora as diferentes doses de inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* não terem diferido estatisticamente entre si a maior dose de inoculante 200 ml 50 kg de sementes com TSI foi a que apresentou melhor resultado.

A tabela 2 apresenta os resultados relativos à quantidade de vagens por planta. Obteve diferença estatística ($p < 0,05$) no tratamento de 100 ml 50 kg de sementes com inoculantes quando foi utilizada semente de soja sem tratamento industrial em comparação a sementes com tratamento industrial, sendo que a última demonstrou a menor quantidade de vagens por planta.

O uso de inoculantes atrelados a fungicidas em TSI pode estar afetando diretamente a mortalidade das bactérias FBN. As plantas de soja podem expressar uma diferença de número de vagens por plantas quando tiver diferentes populações, onde uma população mais baixa tende a emitir maior quantidade de galhos por planta e conseqüentemente maior número de vagens, quando for ao contrário, diminuem os galhos das plantas e como resultado também a quantidade das vagens (JUNIOR, 2015).

Em relação ao rendimento, está apresentado na tabela 3, sendo que o tratamento que se destacou foi composto por sementes submetidas ao tratamento

de sementes industrial inoculadas com *Azospirillum brasilense* 150 ml 50 kg de sementes e *Bradyrhizobium japonicum* 150 ml 50 kg de semente demonstrando incremento significativo no rendimento de grãos, pode se afirmar que esta dosagem seria ideal para inoculação de soja visto que dosagem maior de inoculantes acarretou em diminuição de produtividade.

Pardinho e Primieri (2015) em seu estudo obteve maior rendimento no tratamento T2 (apenas com *Bradyrhizobium*), com a média de 3.354,510 kg ha⁻¹, representando 55,90 sc ha⁻¹ sendo estatisticamente significativa. Já os tratamentos T3 (apenas com *Azospirillum*) e o T4 (associação de *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*) não apresentaram diferenças estatísticas ($P \geq 0,05$).

Já para Hungria et al. (2013) a reinoculação anual de soja com *Bradyrhizobium* aumentou o rendimento médio de grãos em 222 kg ha⁻¹ (3,7 sacas), ou 8,4%, enquanto o tratamento com coinoculação aumentou o rendimento em 427 kg ha⁻¹ (7,1 sacas), ou 16,1%, quando o *Azospirillum brasilense* foi aplicado por meio do sulco em uma concentração de $2,5 \times 10^5$ células/semente e uma inoculação com *Bradyrhizobium* na concentração de 1,2 milhões de células/semente.

Em estudos feitos por MAURICIO FILHO et al, (2018) foram verificados o aumento na produtividade de leguminosas com a utilização de *A. brasilense*, incorporado na co-inoculação, apresentando valores superiores à inoculação de *Bradyrhizobium*.

A tabela 4 apresenta os resultados referentes a quantidade de grãos por vagens e número de nódulos na raiz principal, onde as duas variáveis não obtiveram diferença estatística ($p < 0,05$), porém podemos destacar que a inoculação nas dosagens de 150 ml 50 kg e 200 ml 50 kg a soja obteve um incremento na quantidade de grãos por vagens, o mesmo ocorre na quantidade de nódulos na raiz principal, onde esses tratamentos se destacaram dos demais. Demonstrando que o aumento da dose de inoculação com as bactérias *Bradyrhizobium japonicum* associada a *Azospirillum brasilense* resultou no aumento da quantidade de grãos por vagem e o número de nódulos na raiz principal. Mauricio Filho et al., (2018) verificaram que a existência de uma interação positiva entre as bactérias simbióticas *Bradyrhizobium* e as bactérias diazotróficas, em especial as pertencentes ao gênero *Azospirillum*

sendo que associação das mesmas potencializa a nodulação e estimula um maior crescimento radicular.

De acordo com resultados obtidos por Braccini et al., (2016), em todos os tratamentos empregados, seja com inoculação padrão das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* isolado ou então, associado com diferentes doses de *Azospirillum brasilense*, observaram-se aumento no número de nódulos e no peso de nódulos quando comparado com os tratamentos em que não foi realizada a inoculação, demonstrando também que este resultado independe da aplicação da bactéria *Azospirillum brasilense*.

Já com relação ao tratamento de sementes (TSI) utilizado não houve resultado significativo entre a sua aplicação ou não na quantidade de grãos por vagens e número de nódulos na raiz principal. Porém, Rogeski e Lazaretti (2020) em seus estudos constataram que fungicidas acabaram reduzindo o número de nódulos e massa seca dos nódulos, Carbendazim + Tiram foram os componentes ativos mais fito tóxicos para as variáveis estudadas, e Fludixionil + Metalaxil-M apresentou melhor compatibilidade com a nodulação e massa seca dos nódulos.

A eficiência econômica do uso de inoculantes estão apresentados na tabela 5, concluindo que o uso de sementes tratadas combinada com uso de inoculantes na dosagem de 150 ml 50 kg obteve o melhor custo/benefício, gerando uma margem líquida de R\$ 1327,50 / ha-1.

3 CONCLUSÃO

O uso de diferentes doses de inoculantes não teve incremento de massa de grãos quando a soja é submetida ao TSI. Sem TSI com dose 0 ml 50 kg de sementes apresentou menor resultado no peso de mil sementes.

A quantidade de vagens por planta obteve diferença estatística no tratamento de 100 ml 50 kg de sementes com inoculantes e com TSI resultou em menor quantidade de vagens por planta.

O melhor rendimento de grãos obtido foi com o TSI e na dose 150 ml 50 kg de sementes inoculados com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.

A inoculação/coinoculação nas doses de 150 ml/50kg e 200 ml/50kg de sementes teve maior quantidade de grãos por vagens e número de nódulos na raiz principal.

O uso de sementes tratadas associadas com inoculantes Bradyrhizobium e Azospirillum na dosagem de 150 ml/50kg, obteve o melhor custo/benefício, gerando uma margem líquida de R\$ 1327,50 / ha-1.

REFERÊNCIAS

BÁRBARO, I. M., MACHADO, P. C., BÁRBARO JUNIOR, L. S., TICELLI, M., MIGUEL, F. B., & DA SILVA, J. A. A. Produtividade da soja em resposta à inoculação padrão e coinoculação. *Colloquium Agrariae*.p. 01-07, 2009.

BRACCINI, A. L.; MARIUCCI, G. E. G.; SUZUKAWA, A. K.; LIMA, L. H. da S.; 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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Análise Sanitária de Sementes/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 200 p. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/manual-de-analise-sanitaria-de-sementes>>. Acesso em: Mai 2022

FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, F. A.; LORINI, I.N. Informativo ABRATES, Londrina, v. 25, n. 1, p. 26-29, abr. 2015.

JUNIOR, A.A.B. Densidade de plantas na cultura da soja, Embrapa Soja, Londrina, 2015 (Documentos 364). Acesso em: Jun 2023

MAURÍCIO FILHO, Jairo; SILVA, Carlos Henrique Souza; SOUZA, José Eduardo Barbosa de. DESEMPENHO AGRONÔMICO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA COM A CO-INOCULAÇÃO DE Bradyrhizobium E Azospirillum brasilense. *Ipê Agronomic Journal* –V.2N.2–(2018) 48–59.

PARDINHO, Joscimar Pereira; PRIMIERI, Cornélio. Produtividade da soja em relação à inoculação e co-inoculação com Bradyrhizobium e Azospirillum. *Revista cultivando o saber, Edição Especial*, p. 109 –114. 2015.

ROGESKI, R.; LAZARETTI, N. S.; Efeito do tratamento de semente sobre a inoculação em soja. Revista cultivando o saber, Paraná, edição especial 2020. p 42 a 49, 2020.

Sobre o(s) autor(es)

Gabriel Igor Barbieri. Engenheiro agrônomo, egresso do curso de agronomia da Unoesc de São José do Cedro/SC. e-mail: - gabrielbarbieri14@hotmail.com

Romário Buttner. Engenheiro agrônomo, egresso do curso de agronomia da Unoesc de São José do Cedro/SC. email: Romário Buttner

André Sordi. Professor do Curso de agronomia da Unoesc de São José do Cedro/SC. Email: andre.sordi@unoesc.edu.br

Claudia Klein. Professora do Curso de agronomia da Unoesc de São José do Cedro/SC. Email: claudia.klein@unoesc.edu.br.

Jonas Ramon. Professor do Curso de agronomia da Unoesc de São José do Cedro/SC. Email: jonas.romon@unoesc.edu.br.

Joziane Battiston. Professora do Curso de agronomia da Unoesc de São José do Cedro/SC. Email: joziane.battiston@unoesc.edu.br

Tabela 1- Peso de mil sementes de soja (g) em função da dose de inoculante e do tratamento industrial de sementes. Guaraciaba-SC, safra 2022/2023.

TSI	Dose inoculante (ml 50 kg de sementes)			
	0	100	150	200
	-----PMS (g)-----			
Com	222,60Aa	204,00Ab	212,00Ab	225,60Aa
Sem	193,30Bb	207,00Ab	215,50Aab	222,60Aa
CV %	2,07			

Fonte: Os autores (2023). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem esteticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2 - Número de vagens por planta de soja (un) em função da dose de inoculante e do tratamento industrial de sementes. Guaraciaba-SC, safra 2022/2023

TSI	Dose inoculantes (ml 50 kg de sementes)			
	0	100	150	200
	-----Número de vagens/planta (un)-----			
Com	49,30Aa	43,86Ba	47,50Aa	48,70Aa
Sem	57,80Aa	55,20Aa	48,30Aa	42,70Aa
CV %	10,20			

Fonte: Os autores (2023). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem esteticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3 - Rendimento de grãos de soja (kg ha⁻¹) em função da dose de inoculante e do tratamento industrial de sementes. Guaraciaba-SC, safra 2022/2023.

TSI	Dose inoculantes (ml 50 kg de sementes)			
	0	100	150	200
	-----Rendimento (kg ha ⁻¹)-----			
Com	110,70Ab	116,80Aab	122,60Aa	113,60Ab
Sem	112,50Aab	104,60Bb	116,50Ba	112,40Aab
CV %	3,04			

Fonte: Os autores (2023). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem esteticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4 – Quantidade de grãos por vagens (un), e número de nódulos (un) na raiz principal em função da dose de inoculante e do tratamento industrial de sementes. Guaraciaba-SC, safra 2022/2023.

Tratamento de sementes	Grão/Vagens	Nodulação ^{ns}
	(Un)	(Un)
Com TSI	2,6 ^{ns}	10,0
Sem TSI	2,6	10,0
Inoculação (ml ha ⁻¹)	(Un)	(Un)
0	2,58	8,63
100	2,61	8,0
150	2,65	10,5
200	2,63	12,83
CV	2,37	29,08

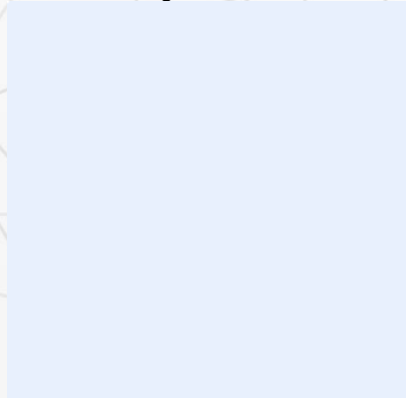
Fonte: Os autores (2023). ns: não significativo.

Tabela 5. Custo e margem líquida da inoculação e coinoculação por hectare (ha⁻¹).

Tratamentos	Custo RS kg ⁻¹	Custo (RS ha ⁻¹) (65Kg)	Total Custos (RS ha ⁻¹)	Diferença de sacas	Preço (RS saca ⁻¹)	Margem Liq. (RS ha ⁻¹)
Com TSI	2,0	130,00	130,00	0,0	124,50	0,0
Com TSI - <i>Brad.+Azo.</i> 100ml	2,25	146,25	146,25	6,10	124,50	613,20
Com TSI - <i>Brad.+Azo.</i> 150ml	2,37	154,05	154,05	11,90	124,50	1327,50
Com TSI - <i>Brad.+Azo.</i> 200ml	2,50	162,50	162,50	3,60	124,50	285,70
Sem TSI	0,0	0,0	0,0	1,80	124,50	224,10
Sem TSI - <i>Brad.+Azo.</i> 100ml	0,25	16,25	16,25	-6,10	124,50	-775,70
Sem TSI - <i>Brad.+Azo.</i> 150ml	0,37	24,05	24,05	5,80	124,50	698,05
Sem TSI - <i>Brad.+Azo.</i> 200ml	0,50	32,50	32,50	1,70	124,50	179,15

Fonte: Os autores (2023)

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

