

DOSES DE INOCULANTE LÍQUIDO E TURFOSO APLICADOS NA SOJA EM ROTAÇÃO COM O ARROZ IRRIGADO

Dionata Filippi¹, Felipe de Campos Carmona², Luiz Gustavo de Oliveira Denardin³, Leonardo Rodrigues Nunes⁴, Amanda Posselt Martins⁵

Palavras-chave: Inoculação, *Glycine max*, Terras baixas.

INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul possui cerca de 3,5 milhões de hectares passíveis de exploração com arroz irrigado, porém, devido à falta de água, apenas 1,2 milhões de hectares são utilizados para o cultivo do arroz irrigado anualmente, restando cerca de 2 milhões de hectares aptos à exploração com outras culturas e pecuária (IRGA, 2017). Com crescimento expressivo nos últimos anos, a cultura da soja (*Glycine max*) estendeu-se cada vez mais nas áreas de terras baixas do Rio Grande do Sul, ocupando aproximadamente 300 mil hectares, atualmente. Esse aumento no cultivo em terras baixas ocorreu pela necessidade de rotação de culturas em áreas com predominância do monocultivo de arroz irrigado, objetivando-se controlar plantas daninhas, como o arroz vermelho, além de garantir um favorável retorno econômico, devido aos altos preços de comercialização e maior liquidez do produto. Assim, seu cultivo em rotação com o arroz irrigado proporciona um aumento de renda ao produtor e possibilita otimizar o uso dos solos arrozeiros (IRGA, 2017).

Para alcançar altas produtividades em ambientes de terras baixas, três fatores principais devem ser adotados, sendo eles: valores de pH adequados, via prática de calagem; níveis adequados de adubação, principalmente fosfatada e drenagem eficiente das áreas (THOMAS e LANGE, 2014). A soja é uma cultura que possui alta demanda por nitrogênio (N), devido ao alto teor de proteína em seus grãos. Desse modo, são necessários 80 kg de N para cada tonelada de grão produzido, sendo 60% desse elemento exportado com os grãos (NOGUEIRA, 2014). O suprimento de N pode vir do solo, através da mineralização da matéria orgânica; via fertilizantes nitrogenados; ou ainda através da fixação biológica do nitrogênio (FBN), que ocorre pela associação simbiótica com estirpes de bactérias pertencentes ao gênero *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* (KUYKENDALL et al., 1992) e representa a principal forma de suprimento de N nos sistemas produtivos atuais (HUNGRIA et al., 2001).

O sucesso da prática da inoculação em leguminosas está diretamente relacionado à garantia de um número suficiente de rizóbios na zona radicular (KATIYAR et al., 1993). Aliado a isso, uma eficiente inoculação é dependente de alguns fatores, como a eficiência e a capacidade competitiva das estirpes, a qualidade do inoculante no momento do uso e a correção dos fatores adversos à sobrevivência das bactérias no solo (HUNGRIA et al., 1994). O maior risco existente nos ambientes de terras baixas, em função das suas características intrínsecas, faz com que em algumas situações se torne limitante para garantir condições favoráveis à uma boa nodulação. Nesse contexto, diversos produtores acabam utilizando doses mais elevadas de inoculante, a fim de reduzir o risco e garantir maior eficiência na nodulação, conforme preconizado por alguns autores, os quais recomendam dobrar a dose em condições adversas (HELY, 1965). No entanto, conforme Fioni (1990), os rizóbios são organismos heterotróficos, aeróbios (podendo viver em microaerofilia), e portanto sobrevivem em condições com ou sem presença de oxigênio,

¹ Graduando de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre/RS, 91540-000 endereço, e-mail: dionatafilippi7@hotmail.com.

² Pesquisador, Integrar Campo.

³ M. Sc. em Ciência do Solo, UFRGS.

⁴ Bolsista de Iniciação Científica, UFRGS.

⁵ Dra. Ciência do Solo, UFRGS.

estando em vida livre.

Mediante essas ocorrências, hipotetiza-se que o ambiente saturado e anaeróbico ocorrente no cultivo do arroz irrigado não elimina a população de rizóbios presente no solo. Nesse sentido, não se torna necessário utilizar superdoses de inoculante, contando que se garanta condições favoráveis à simbiose durante o período de cultivo da soja em sucessão ao arroz. Assim, os objetivos do presente trabalho foram avaliar o efeito de diferentes doses de inoculante líquido e turfoso na nodulação, produção de matéria seca (MS) de parte aérea e raiz e produtividade da soja em rotação com arroz irrigado em terras baixas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na safra 2016/17, na Estação Experimental Granja Maria, pertencente à empresa Integrar Campo, situada no município de Triunfo/RS, a 29°56'37.2" de latitude Sul e a 51°25'59.2" de longitude Oeste. O solo da área é classificado como Planossolo Háplico, representando a realidade dos solos cultivados com arroz irrigado, com presença de um horizonte subsuperficial impermeável, facilitando a sua saturação. O experimento foi conduzido em um delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e cinco tratamentos, sendo eles: T1 - testemunha, sem inoculação; T2 – inoculação com duas vezes (2X) a dose recomendada pelo fabricante de inoculante líquido; T3 - inoculação com duas vezes (2X) a dose recomendada pelo fabricante de inoculante turfoso; T4 – inoculação com quatro vezes (4X) a dose recomendada pelo fabricante de inoculante líquido; T5 - inoculação com quatro vezes (4X) a dose recomendada pelo fabricante de inoculante turfoso.

Utilizou-se a cultivar de soja Garra 63164 RSF IPRO, a qual apresenta maior adaptabilidade às áreas de terras baixas suscetíveis ao alagamento segundo a empresa Brasmax. O inoculante líquido apresentou estirpes de SEMIA 5079 e 5080, ambas pertencentes à espécie *Bradyrhizobium japonicum* e o inoculante turfoso contou com estirpes de SEMIA 5019 e SEMIA 5079, pertencentes à espécie *Bradyrhizobium elkani* e *Bradyrhizobium japonicum*, respectivamente. As doses foram calculadas para 1 kg de semente, utilizando-se 4 g e 8 g de inoculante turfoso e 6 ml e 12 ml de inoculante líquido para as doses de 2x e 4x, respectivamente.

As dimensões das parcelas foram de 2 x 10 m (20 m²). A adubação foi realizada na semeadura, com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e 90 kg ha⁻¹ de K₂O, nas formas de Superfosfato triplo e Cloreto de potássio. A semeadura foi realizada em linha, manualmente, garantindo uma densidade de 250 mil plantas ha⁻¹. A soja foi conduzida realizando-se os tratos culturais necessários e recomendados para a cultura na região, segundo RPSRS (2014).

A coleta de plantas para avaliação da MS da parte aérea, radicular, massa e número dos nódulos e pseudonódulos, foi realizada no estágio reprodutivo R2 (florescimento pleno), com coleta de três plantas inteiras de soja por parcela, excluindo as plantas das bordaduras. Para essa atividade utilizou-se pá de corte. Após a coleta, as raízes das plantas foram submetidas à lavagem, e os nódulos separados das raízes. O material vegetativo (parte aérea, raízes e nódulos e pseudonódulos) foi desidratado em estufa a 60 °C, para determinação da MS. Ao final do ciclo da soja, foi avaliado o rendimento de grãos da cultura, cortando, ao nível do solo, três linhas de 1 metro de comprimento em cada parcela (equivalente a 1,35 m²). O material colhido foi processado em trilhadora estacionária, com passagem dos grãos por peneiras e pesagem, com correção de umidade para 13%.

Os dados foram tabulados e processados previamente com o uso do Microsoft Excel[®]. Após isso os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) e submetidos à Análise de Variância (ANOVA), a um nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como observado na Tabela 1, não se identificou diferenças significativas entre as variáveis analisadas (MS parte aérea, MS raiz, número e MS de nódulos e pseudonódulos e

produtividade). Nesse sentido, tanto as doses, quanto aos tipos de inoculantes, não afetaram os parâmetros analisados.

Tabela 1. Produção de matéria seca (MS) da parte aérea e raiz, MS e número de nódulos e pseudonódulos e produtividade, sob diferentes doses de inoculante líquido e turfoso aplicados na soja em rotação com arroz irrigado, em terras baixas.

Tratamento	MS da parte aérea	MS de raiz	MS nódulos + pseudonódulos	Nº nódulos + pseudonódulos	Produtividade
	g planta ⁻¹			---- n° planta ⁻¹ ----	---- Mg ha ⁻¹ ----
Testemunha	16,2 a	2,8 a	0,40 a	85 a	3,33 a
2 x líquido	13,3 a	2,1 a	0,32 a	55 a	3,45 a
2x turfoso	16,8 a	3,1 a	0,36 a	92 a	3,97 a
4x líquido	18,0 a	2,3 a	0,36 a	56 a	3,22 a
4x turfoso	19,6 a	3,0 a	0,38 a	69 a	3,59 a

Letras iguais, na coluna, indicam ausência de diferença significativa entre as médias, de acordo com o Teste de Tukey (5% de significância).

O número de nódulos e pseudonódulos encontrados nas plantas, quais as sementes receberam inoculação líquida foram inferiores aos encontrados nos demais tratamentos. Esse fato pode estar relacionado com a maior proteção que a turfa pode conferir ao rizóbio, particularmente em casos de estresse por alagamento, variação de temperatura e contato com fungicidas e micronutrientes (BRANDÃO JUNIOR et al., 2000). No entanto, as condições não foram adversas ao ponto de se obter diferenças significativas ($p>0,05$) entre as diferentes formas de inoculação.

A dose de inoculante a ser aplicada deve oferecer, no mínimo, 1,2 milhões de células viáveis por semente (NOGUEIRA, 2014). Frente a isso, aumentar as doses podem gerar desperdício de inoculante por não aderirem à semente. O rizóbio é um habitante normal do solo, mesmo que às vezes possa ser encontrado em baixas densidades. É capaz de sobreviver competindo efetivamente com o resto da população microbiana, fazendo uso eficiente dos nutrientes disponíveis onde habita (FRIONI, 1990). Nesse sentido, os resultados encontrados comprovam que em solos já cultivados com soja inoculada, mesmo em rotação com o arroz irrigado, a prática de alagamento da área não inviabiliza a população de bactérias presentes no solo. Sendo capazes de realizar interações com as plantas de soja após o cultivo do arroz.

A nodulação não foi afetada pelo tipo ou pela dose de inoculante aplicado. O número médio de nódulos e pseudonódulos por planta encontrado foi 71,2. Dados que se correlacionam aos números encontrados por Scholles (2004), em um experimento de soja desenvolvido em terras baixas, onde as plantas apresentaram cerca de 140 nódulos/duas plantas. Em geral, acredita-se que, sob condições favoráveis, a soja apresente um número médio em torno de 50 nódulos por planta (KUYKENDALL et al., 1992). O número expressivo de nódulos e pseudonódulos encontrados no presente trabalho podem estar relacionados com os efeitos de estresse ocasionado pelo ambiente, como déficit ou excesso hídrico, haja visto que as plantas de soja, mesmo apresentando certa adaptação à ambientes de terras baixas, podem demonstrar alterações morfológicas, como o aparecimento de pseudonódulos, estruturas que não são eficientes em fornecer N via FBN, como identificado por alguns autores (RODRÍGUES-NAVARRO et al., 2011).

CONCLUSÃO

A inundação do solo durante o cultivo do arroz irrigado não elimina a população de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* no ambiente, fazendo com que haja eficiência na nodulação das plantas de soja em rotação com arroz irrigado. No entanto, mesmo o presente trabalho não demonstrando respostas à inoculação, essa prática deve ser preconizada anualmente no sistema produtivo da cultura, considerando seus benefícios,

como FBN e baixo custo de aquisição.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul e à Estação Experimental Granja Maria - Integrar Campo pelo suporte educacional, técnico e físico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FRIONI, L. Ecología microbiana del suelo. Universidad de la republica, Montevideo. 519 p. 1990.
- HELY, F.W. Survival studies with *Rhizobium trifolii* on seed of *Trifolium incarnatum* L. Inoculated for aerial sowing. *Aust. J. Agric. Res.*, v.16, p. 575-589, 1965.
- HUNGRIA, M. et al. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. **Embrapa Soja**, Londrina: Embrapa Soja. n. 13, p. 48, ago. 2001. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/564416/fixacao-biologica-do-nitrogenio-na-cultura-da-soja>>. Acesso em: 26 mai. 2017.
- IRGA – Instituto Rio Grandense do Arroz. **Soja 6000, Manejo para produtividade em terras baixas**. Porto Alegre, RS: Gráfica e Editora RJR, 2017.
- KATIYAR, A.K.; PANT, L.M. Effect of methods of *Bradyrhizobium* inoculation on nodulation, nitrogen fixation and yield of soybean. **Leg. Res.**, v.16, p.79-85, 1993.
- KUYKENDALL, L.D. et al. Genetic diversity in *Bradyrhizobium japonicum* Jordan 1982 and a proposal for *Bradyrhizobium elkanii* sp. nov. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa. v. 38, n. 6, p. 501-505, 1992.
- NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Boas práticas de inoculação em Soja. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas. Jul. 2014.
- RODRÍGUES-NAVARRO, D.N. et al. Soybean interactions with soil microbes, agronomical and molecular aspects. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, pp.173-190, 2011.
- RPSRS - REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 38, 2014, Cruz Alta. **Recomendações técnicas para a cultura de soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina 2014/15 e 2015/16**. Passo Fundo: Embrapa Trigo e Apassul, 2014. 142 p.
- SCHOLLES, D.; VARGAS, K. L. Viabilidade da inoculação de soja com estirpes de *Bradyrhizobium* em solo inundado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p. 973-979, 2004.
- THOMAS, A. L.; LANGE, C. E. Solos de várzea do sul do Brasil. Porto Alegre, RS. Evangraf, 2014.