

Teores de Clorofilas em Soja Associada Simbioticamente com Diferentes Estirpes de *Bradyrhizobium* sob Alagamento

Luciano do Amarante¹, Denise dos Santos Colares¹, Marilândia Leal Oliveira², Ivan Luis Zenzen³, Pablo Gerzson Badinelli⁴ e Eduardo Bernardi⁵

Introdução

Os solos de várzea, que no Rio Grande do Sul constituem cerca de 5,4 milhões de hectares, impõem restrições ao cultivo da maioria das espécies de plantas, devido à sua deficiente drenagem natural, tornando-se freqüentemente saturados na zona radicular ou com lâmina de água por prolongado período de tempo. Como consequência, as raízes das plantas ficam submetidas à hipoxia, acarretando prejuízo ao seu metabolismo e crescimento [1,2].

A diversificação da produção agrícola nas várzeas do Rio Grande do Sul é uma necessidade, pois, dos três milhões de hectares utilizados com a cultura do arroz irrigado, quase dois terços permanecem em pousio ou subutilizados anualmente [3,4].

A soja [*Glycine max* (L.) Merril] é um dos principais produtos exportados pelo Brasil, apresentando grande competitividade em razão dos altos índices de produtividade alcançados nos principais estados produtores, sendo o RS o terceiro maior [5]. Além de sua importância na agricultura mundial, oferecendo proteína de alta qualidade [6] ao ser cultivada com *Bradyrhizobium*, contribui para o aumento do nitrogênio combinado no solo, o que resulta numa economia superior a três bilhões de dólares por safra em fertilizantes nitrogenados no país [7]. Pela sua alta capacidade adaptativa à condição de solo inundado, pode ser uma alternativa de exploração agrícola nesse ambiente restritivo ao desenvolvimento vegetal [8].

A clorofila, principal pigmento responsável pela captação da energia luminosa utilizada no processo de fotossíntese [9], constitui um dos principais fatores relacionados à eficiência fotossintética de plantas e conseqüentemente ao crescimento e adaptabilidade a diferentes ambientes [10]. Freqüentemente o teor foliar de clorofila está associado ao conteúdo de N [11], que pode ser influenciado por condições ambientais que restringem a fixação de N₂, como a hipoxia.

Este trabalho teve por objetivo verificar o efeito da deficiência de oxigênio no sistema radicular em soja fixando simbioticamente o N₂ atmosférico em

associação com diferentes estirpes de *Bradyrhizobium* sobre os níveis de clorofila a, b e total.

Material e métodos

Plantas noduladas de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] da cultivar BR-4, inoculadas com as estirpes SEMIA 587, SEMIA 5019 e SEMIA 5079 de *Bradyrhizobium elkanii*, foram cultivadas em casa de vegetação sob condições naturais de luminosidade, e temperatura oscilando entre 17 e 39°C. Realizou-se a semeadura em vasos de polietileno de três litros contendo vermiculita como substrato, mantendo duas plantas por vaso. O suprimento de nutrientes consistiu no fornecimento de 200 mL de solução nutritiva de Hoagland & Arnon [12], desprovida de nitrogênio, duas vezes por semana. No estágio de desenvolvimento R₂ [13], procedeu-se à aplicação do tratamento com o alagamento, colocando-se os vasos contendo as plantas sobre vasos não perfurados de mesmo volume e conservando-se uma lâmina de 2 cm com solução nutritiva, três vezes diluída, acima da superfície do substrato. Aos 21 dias de tratamento hipóxico procedeu-se a coleta da primeira folha completamente expandida a partir do ápice, da qual retirou-se um disco de 1,77 cm² para extração de clorofila. As dosagens foram realizadas a partir de solução extratora de dimetilsulfóxido, com base em Hiscox & Israelstam [14].

O experimento foi conduzido em completa casualização das unidades experimentais em esquema 2x3 (regimes hídricos x estirpes), com quatro repetições para cada tratamento. Cada vaso contendo duas plantas representou uma unidade experimental. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os teores de clorofila a, b e total foram influenciados pela estirpe de *Bradyrhizobium* associada com a cultivar BR-4 (Figura 1). Em relação ao teor de clorofila a, as associações com as estirpes 5019 e 587 promoveram um aumento significativo desse pigmento, quando comparado

1. Professores Adjuntos do Departamento de Bioquímica, Instituto de Química e Geociências, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário Capão do Leão, RS, Cx Postal 354, CEP 96010-900. E-mail: luciano_amarante@ufpel.tche.br

2. Graduanda em Química, estagiária do Departamento de Bioquímica, Instituto de Química e Geociências, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário Capão do Leão, RS, Cx Postal 354, CEP 96010-900.

3. Graduando em Engenharia Agrônoma, estagiário do Departamento de Bioquímica, Instituto de Química e Geociências, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário Capão do Leão, RS, Cx Postal 354, CEP 96010-900.

4. Engenheiro Agrônomo, pós-graduando em, Fisiologia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário Capão do Leão, RS, Cx Postal 354, CEP 96010-900.

5. Biólogo, pós-graduando em Agronomia, Instituto de Microbiologia e Parasitologia, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário Capão do Leão, RS, Cx Postal 354, CEP 96010-900.

Apoio financeiro: FAPERGS.

à estirpe 5079, não diferindo entre si. No entanto, em relação às concentrações de clorofila b e total, os resultados foram semelhantes: a associação da soja cultivar BR-4 com a estirpe 5019 promoveu um maior incremento desses pigmentos, em relação às estirpes 587 e 5079. Já a associação com a estirpe 5079 resultou em concentrações significativamente menores desses pigmentos (Figura 1).

Embora não tenha sido obtida interação significativa entre estirpe de *Bradyrhizobium* e regime hídrico - presença e ausência de inundação, os teores de clorofila a, b e total foram reduzidos significativamente com o tratamento hipóxico (Figura 2).

A deficiência de oxigênio no sistema radicular da planta de soja, além de inibir a fixação simbiótica, também prejudica a absorção de nitrogênio e outros minerais, afetando negativamente o crescimento das raízes e a nodulação [15]. Conseqüentemente, o transporte de N e/ou minerais para a parte aérea pode ser inadequado, resultando em plantas raquíticas e cloróticas [16].

De forma semelhante aos resultados obtidos neste trabalho, Thomas [17] observou que os teores de clorofila em soja foram reduzidos aos sete, 13 e 21 dias de inundação. Embora, pela presença de aerênquima, as plantas tenham revertido o processo de deficiência de oxigênio e recuperado a fixação simbiótica de N₂ após duas semanas de inundação, elas tiveram seu desenvolvimento reduzido e apresentaram-se cloróticas.

Embora não tenha sido obtida uma interação significativa para o teor de clorofila a, b e total entre regime hídrico e estirpe de *Bradyrhizobium*, é possível que a associação entre a cultivar de soja e estirpe que resultou nos maiores teores desses pigmentos, contribua positivamente à tolerância das plantas de soja ao estresse hipóxico.

Agradecimentos

À Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul (FEPAGRO) pela cedência das estirpes utilizadas nesse trabalho.

Referências

- [1] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE TERRAS

- BAIXAS DE CLIMA TEMPERADO. 1988. *Relatório de atividades do Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado*. Pelotas, 33p.
- [2] PINTO, L.F.S.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A. da S.; SOUSA, R.O. 1999. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A. da S.; PAULETTO, E.A. (Eds.). *Manejo do solo e da água em áreas de várzea*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 12-36.
- [3] GOMES, A. da S.; PAULETTO, E.A. (Eds.). 1999. *Manejo do solo e da água em áreas de várzea*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 201 p.
- [4] IRGA, 2001. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. IRGA, Porto Alegre-RS, 2001. 128 p.
- [5] EMBRAPA SOJA. *Soja - dados econômicos*. Homepage: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php>.
- [6] BALESTRASSE, K.B.; GARDEY, L.; GALLEGOS, S.M. & TOMARO, M.L. 2001. Response of antioxidant defence system in soybean nodules and roots subjected to cadmium stress. *Australian Journal of Plant Physiology*, 28:497-504.
- [7] DOBERINER, J. 1997. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. *Soil Biology and Biochemistry*, 29:771-774.
- [8] PIRES, J.L.F.; SOPRANO, E.; CASSOL, B. 2002. Adaptações morfofisiológicas da soja em solo inundado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(1): 41-50.
- [9] HOPKINS, W.G. 1999. *Introduction to Plant Physiology*. New York, John Wiley & Sons, Inc. 512 p.
- [10] ENGEL, V.L. & POGGIANI, F. 1991. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 3(1):39-45.
- [11] YODER, B.J. & PETTIGREW-CROSBY, B.E. 1995. Predicting nitrogen and chlorophyll content and concentrations from reflectance spectra (400-2500 nm) at leaf and canopy scales. *Remote Sens. Environ.*, 53:199-211.
- [12] HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. 1938. The water culture method of growing plants without soil. *California Agricultural Experimental Station, Bull.* 347, p.1-39.
- [13] FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T. & PENNINGTON, J.S. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Science*, 11: 929-931.
- [14] HISCOX, J.D. & ISRAELSTAM, G.F. 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Canadian Journal of Botany*, 57: 1332-1334.
- [15] SALLAM, A. & SCOTT, H.D. 1987. Effects of prolonged flooding on soybeans during early vegetative growth. *Soil Science*, 144: 61-66.
- [16] NATHANSON, K.; LAWN, R.J.; DEJABRUN, P.L.M. & BYTH, D.E. 1984. Growth, nodulation and nitrogen accumulation by soybean in saturated soil culture. *Field Crops Research*, 8: 73-92.
- [17] THOMAS, A.L. 2004. *Modificações morfológicas e assimilação de nitrogênio em plantas de soja (Glycine max) com sistemas radiculares sob deficiência de O₂*. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UNICAMP, Campinas.

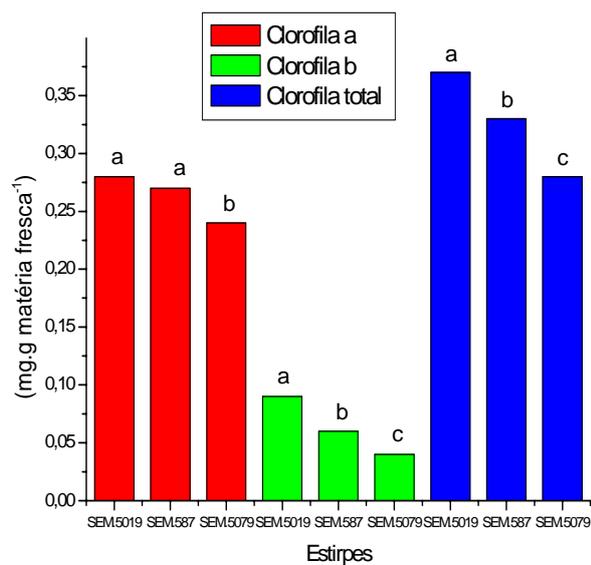


Figura 1. Teores de clorofila a, b e total, em plantas de soja cultivar BR-4, em associação simbiótica com diferentes estirpes de *Bradyrhizobium*, submetidas à inundação do sistema radicular por 21 dias.

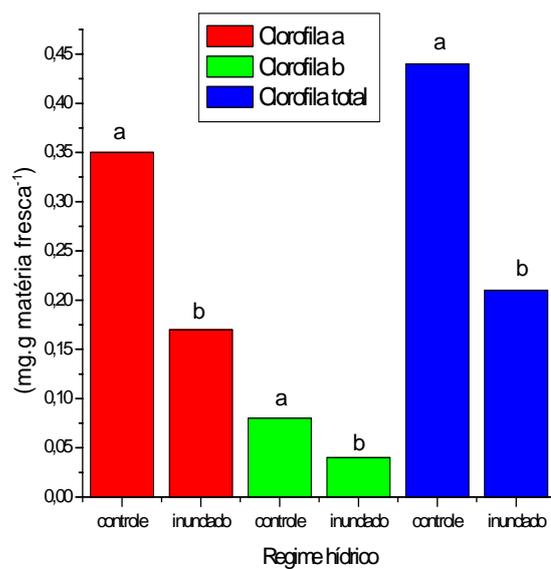


Figura 2. Teores de clorofila a, b e total, em plantas de soja cultivar BR-4, em associação simbiótica com *Bradyrhizobium*, submetidas à inundação do sistema radicular por 21 dias.