

# Resposta de Genótipos de Arroz Irrigado à Fixação Biológica de Nitrogênio

Paulo Ricardo Reis Fagundes<sup>1</sup>; Maria Laura Turino de<sup>2</sup>; Ariano Martins de Magalhães Jr.<sup>3</sup>; Walkyria Scivittaro<sup>4</sup>; José Alberto Petrin<sup>5</sup>; Isabel Helena Verneti Azambuja<sup>6</sup>; Alcides Severo<sup>7</sup>; Eduardo Anibelle Streck<sup>8</sup>; Natália da Silva Garcia<sup>9</sup>; Otávio Waschol Knabah<sup>10</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., bactérias endofíticas diazotróficas, genótipos

## INTRODUÇÃO

Estudos sobre a fixação biológica de nitrogênio (FBN) em plantas não leguminosas como arroz (*Oryza sativa* L.) e outras gramíneas, têm demonstrado potencial significativo para FBN quando estas são inoculadas com bactérias diazotróficas. Entretanto, a FBN nas diferentes culturas é dependente de uma interação complexa entre plantas, microrganismos e ecossistemas. A capacidade de bactérias para colonizar, fixar e transferir nitrogênio, em simbiose com plantas de arroz (BALDANI,1996; BALDANI.; DÖBEREINER, 2000;), bem como a ocorrência e a compreensão dos mecanismos envolvidos na interação planta/microrganismo/ambiente (ROGER; LADHA, 1992; MALARVIZHI; LADHA, 1999) e a existência de variabilidade genética tanto nos microrganismo potencialmente fixadores de nitrogênio como nos genótipos de arroz, têm sido amplamente demonstrada e discutida nas duas últimas décadas (SHRESTHA; LADHA, 1996). Trabalhos, conduzidos em ambiente controlado, indicam que a bactéria *Herbaspirillum seropedicae* associada à planta de arroz pode fixar de 31% a 54% do nitrogênio total acumulado pelo vegetal (BALDANI; DOBEREINER, 2000. As cultivares de arroz irrigado BRS-7 Taim e BRS Pelota, foram avaliadas quanto à sua capacidade de fixação biológica de nitrogênio. Dezesete colônias de bactérias endofíticas diazotróficas aeróbias, com potencial para FBN já foram isoladas de folhas, colmos e raízes da cultivar BRS-7 Taim (MATTOS et al., 2006) e dezoito isolados obtidos na cultivar BRS Pelota, os quais apresentaram capacidade para crescer em meio NFb (Novo Fábio Pedrosa), sendo, portanto, considerados diazotróficos endofíticos aeróbios. A seleção de genótipos de plantas responsivos à FBN é fundamental para a redução do uso de fertilizantes nitrogenados em diversas culturas de importância econômica (URQUIAGA et al., 1992; REIS et al., 2000). Normalmente, o melhoramento genético de espécies vegetais busca como prioridades o aumento da produtividade, a qualidade dos produtos, o aumento da resistência ou tolerância aos estresses, sejam eles bióticos ou abióticos e a eficiência no uso dos insumos naturais ou químicos. Via de regra, os programas de melhoramento não consideram as interações entre plantas e microrganismos associativos benéficos, alguns dos quais com a capacidade de fixar nitrogênio através do processo de FBN, característica esta que pode ser selecionada. Em estudo realizado com genótipos de arroz irrigado considerados promissores para alta FBN, selecionados para solos pobres, foram identificadas diferenças significativas entre os genótipos em relação ao rendimento de grãos, acúmulo de matéria seca total e índice de colheita de grãos. O acúmulo de matéria seca total acompanhou o rendimento de grãos e, com base no índice

<sup>1</sup> Doutor; Embrapa Clima Temperado, BR 392, Km 78, Cx..P. 403, CEP 96.001-970, Pelotas, RS. [Paulo.fagundes@embrapa.br](mailto:Paulo.fagundes@embrapa.br)

<sup>2,3,4,5</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>., Doutor, Embrapa Clima temperado

<sup>5</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>., Mestre, Embrapa Clima temperado

<sup>6</sup> Economista, Bs, Embrapa Clima Temperado

<sup>7</sup> Tec, Agr., Embrapa Clima Temperado

<sup>8</sup> Mestrando, UFPel/Embrapa Clima Temperado

<sup>9,10</sup> Graduando UFPel/Estagiário Embrapa Clima Temperado

de colheita de grãos (IC), observou-se que os genótipos em estudo diferiram na eficiência de produção de grãos (REIS JÚNIOR et al., 1998). Foi encontrada também variação no teor de clorofila, estimado com base no índice Relativo de Clorofila – IRC, entre genótipos de arroz com e sem inoculação com BED (FAGUNDES et al., 2012).

O objetivo deste trabalho é relatar os resultados obtidos na avaliação do teor de clorofila de genótipos de arroz irrigado da Embrapa, submetidos à inoculação com BED.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido, na safra 2010/11, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Capão do Leão, RS. O experimento seguiu o delineamento fatorial (2 x 38), com três repetições, onde o fator A foi tratamento com e sem inoculação e o fator B genótipos de arroz (38). A implantação do experimento foi no sistema de cultivo convencional, sobre um Planossolo Háptico, classe textural 4,0; 17% de argila, 1,6% de M.O; 1,9 e 43,0 mg dm<sup>-3</sup> de P e K, respectivamente; CTC igual a 3,1 e pH em água de 5,2. Para a correção do solo e a adubação foram usados corretivos e fertilizantes nas doses e épocas recomendadas pela pesquisa (SOSBAI, 2012). Cada parcela foi composta de uma linha de cinco metros de comprimento, espaçada em 0,20 m, uma da outra (parcela). Foram semeadas 60 sementes por metro linear, sendo que este número foi corrigido conforme o poder germinativo das sementes. As plantas foram inoculadas com um consórcio de acessos preservados na Coleção de Microrganismos Multifuncionais da Embrapa Clima Temperado: C06, C10, C18, isolados do colmo da cultivar BRS Pelota. Foram avaliadas as seguintes variáveis: Índice Relativo de Clorofila (IRC) das folhas, na folha bandeira de cada planta uma de seis plantas (seis amostras), utilizando-se Clorofilômetro SPAD 502. Para fins de comparação entre os dois tratamentos (com e sem inoculação) foi gerada a variável resposta “diferencial de resposta ( $\Delta d\%$ )” para estabelecer o grau de variação de resposta entre os tratamentos com e sem inoculação. Empregou-se a análise de variância (SAS, 1985) e aplicou-se o teste de Duncan ( $P < 0,05$ ) para a comparação das médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A semeadura ocorreu em 05/12/2011, tendo a emergência das plântulas ocorrido em 12/12/2011. Os resultados obtidos, para as condições em que foi conduzido o experimento, indicam que houve efeito dos tratamento (T) - com e sem inoculação e dos genótipos (G) e não houve efeito de interação T X G para IRC. A inoculação dos genótipos promoveu o aumento ( $P > 0,0001$ ) no IRC mostrando uma tendência de aumentar o teor de clorofila quando o arroz é inoculado com os acessos de bactérias endofíticas diazotróficas (BED) utilizadas (Tabela 1).

Tabela 1. Índice Relativo de Clorofila ( IRC) e diferencial de resposta ( $\Delta d\%$ ) média de 38 genótipos de arroz irrigado com e sem inoculação com bactérias endofíticas diazotróficas. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, safra 2011/12 .		
Tratamento	IRC	$\Delta d$ (%)
Com inoculante	34,4 a	9,9
Sem inoculante	31,0 b	-
Média		32,8
CV		7,4

Também, houve diferença entre os genótipos para a variável IRC (Tabelas 2), embora estas não possam ser atribuídas, com segurança, ao efeito da inoculação, pois o caráter também

está associado à constituição genética das linhagens. Observou-se tendência positiva para o diferencial de resposta ( $\Delta d\%$ ) entre os genótipos, variando de **1,2 a 24,5** para o IRC (Tabela 2). Em alguns genótipos o  $\Delta d\%$  foi negativo, o que pode ser atribuído ao erro experimental, pois é de se supor que os valores deveriam ser, no mínimo, iguais.

Tabela 2. Índice Relativo de Clorofila (IRC) e diferencial de resposta em 38 genótipos de arroz irrigado com e sem inoculação com bactérias endofíticas diazotróficas. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, safra 2011/12.

Genótipo	Origem	Com	Sem	Média	$\Delta d$	$\Delta d\%$
		Inoculação	Inoculação			
AB08140	CNAx 8470-4-11-4-1-2-B	33,5	25,3	29,4	8,2	24,5
AB08141	CNA-B9797-B-14-B-10-B	35,5	28,2	31,9	7,3	20,6
AB09006	CNAx 11208-B-15-B-B-6-B	32,4	26,5	29,5	5,9	18,2
AB08127	CNA 12-B9802-B-20-B-1-B	33,5	27,5	30,5	6,0	17,9
AB09024	CNAx12076-8-B-B-3-B	35,2	28,9	32,1	6,3	17,9
AB09003	CNAx 11207-B-8-B-B-6-B	30,1	25,6	27,9	4,5	15,0
AB07010	CNA P/5/1-191-B-B-10-16	38,3	32,7	35,5	5,6	14,6
AB09007	CNAx12078-2-B-B-3-B	35,3	30,3	32,8	5,0	14,2
AB09009	CNAx12078-2-B-B-4-B	34,6	29,7	32,2	4,9	14,2
AB07004	CNA P/5/1-146-B-B-17-5	32,8	28,5	30,7	4,3	13,1
AB06048	LTB 07030	37,5	32,7	35,1	4,8	12,8
AB07137	CNA P/5/1-146-B-B-17-4	35,8	31,4	33,6	4,4	12,3
AB08134	CNAx 11191-B-3-B-B-2-B	35,7	31,8	33,8	3,9	10,9
AB09002	CNAx 11207-B-8-B-B-4-B	35,8	31,9	33,9	3,9	10,9
AB08066	CNAx 11191-B-3-B-B-4-B	33,8	30,2	32,0	3,6	10,7
AB09043	CNAx1287-43-B-B-13-B	35,6	31,9	33,8	3,7	10,4
AB09026	CNAx1287-19-B-B-2-B	36,7	32,9	34,8	3,8	10,4
AB09044	LTB 07025	35	31,4	33,2	3,6	10,3
AB09023	CNAx12076-B-B-18-B	39,9	35,8	37,9	4,1	10,3
AB09028	CNAx1287-19-B-B-3-B	34,4	30,9	32,7	3,5	10,2
AB08055	CNA-B9801-B-5-B-4-B	37,8	34,1	36,0	3,7	9,8
AB09025	CNAx12076-19-B-B-5-B	32,7	29,5	31,1	3,2	9,8
AB08150	CNA-B9797-B-14-B-3-B	28	25,4	26,7	2,6	9,3
BRS 7 Taim	CNA P/5/1-146-B-B-17-28	32,7	30,2	31,5	2,5	7,6
BRS Fronteira	CNA P/5/1-254-B-B-18-8	36,6	33,9	35,3	2,7	7,4
AB09021	CNAx12076-B-B-17-B	34,1	31,6	32,9	2,5	7,3
AB08020	CNAx8091-B-2-B-B-9-Py-B	33,3	30,9	32,1	2,4	7,2
AB08147	CL 576-29B-2B-4-B	32,3	30,2	31,3	2,1	6,5
AB08076	CNA-B9801-B-5-B-5-B	33,4	31,3	32,4	2,1	6,3
AB09001	CNAx12078-14-B-B-15	34,2	32,1	33,2	2,1	6,1
AB07005	CNA-B9802-B-20-B-7-B	40,8	38,5	39,7	2,3	5,6
AB09010	CNAx12076-B-B-1-B	35,7	33,9	34,8	1,8	5,0
AB09011	CNAx12076-B-B-9-B	34,1	32,5	33,3	1,6	4,7
AB10002	Híbrido	34,7	33,1	33,9	1,6	4,6
AB09052	LTB 07034	34,1	32,7	33,4	1,4	4,1
BRA 050142	CNAx 11191-B-8-B-B-2	34,2	33,8	34,0	0,4	1,2
AB08139	CNAx 11208-B-8-B-B-18	30,1	30,6	30,4	-0,5	-1,7
AB10001	Híbrido	30,1	32,5	31,3	-2,4	-8,0
Média		34,4	31,0	33,3	3,4	9,9

Dezenove linhagens apresentaram diferencial de resposta ( $\Delta d\%$ ) para IRC, superior à média do experimento, com destaque para AB08140, AB08141 e AB09006, enquanto as testemunhas, cultivares comerciais, BRS-7 Taim e BRS Fronteira, ficaram abaixo da média. A linhagem AB09006 repetiu o comportamento do experimento conduzido na safra 2010/2011 (FAGUNDES et al., 2012), sendo um indicativo de genótipo responsivo à FBN.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no experimento são válidos para as condições em que o mesmo foi conduzido, na safra 2011/12, sendo possível fazer as seguintes inferências: o arroz irrigado realiza simbiose com bactérias diazotróficas endofíticas, ocasionando alterações no Índice Relativo de Clorofila (IRC), sendo um indicativo de que estes microrganismos simbióticos podem promover a fixação simbiótica de nitrogênio (FBN) na cultura; não foi possível identificar diferenças significativas dentro de cada linhagem para o efeito da inoculação, mas considerando-se o diferencial de resposta para as variáveis avaliadas, nota-se uma tendência de variação positiva na maioria dos genótipos, com destaque para a linhagem AB09006.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALDANI, V. L. D. **Efeito da inoculação de *Herbaspirillum* spp. no processo de colonização e infecção de plantas de arroz e ocorrência e caracterização parcial de uma nova bactéria diazotrófica seropédica**. 1996. 238 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Instituto de Agronomia, UFRJ, Rio de Janeiro
- BALDANI, V. L. D. ; BALDANI, J. I. ; DÖBEREINER, J. Inoculation of rice plants with the endophytic diazotrophs *Herbaspirillum seropedicae* and Burkholderia spp. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 30, p. 485-491, 2000.
- Fagundes, PRR; Mattos, MLT; Magalhães-Júnior, AM; Severo, ACM; Azambuja, VV; REACTION OF IRRIGATED RICE GENOTYPES TO BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION. **6<sup>th</sup> International Crop Science Congress**, Abstract. Bento Gonçalves, RS, Brazil. CD Rom.
- MALARVIZHI, P.; LADHA, J. K. Influence of available nitrogen and rice genotype on associative nitrogen fixation. **Soil science Society of America Journal**, Madison, v. 63 p. 93-99, 1999.
- MATTOS, M. L. T.; FAGUNDES, P. R. R.; SANTOS, I. M. B.; ALMEIDA, B. M. Fixação biológica de nitrogênio na cultura do arroz irrigado por inundação. **Bactérias endofíticas diazot ficas isoladas das cultivares BRS 7 Taim e BRS Pelota**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 22 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 303).
- MIRZA, M. S.; RASUL, G.; MEHNAZ, S.; et al. Beneficial effects of inoculated nitrogen-fixing bacteria on rice. In: LADHA, J.K., REDDY, P.M. (Ed.). **The quest for nitrogen fixation in rice**. Los Baños: International Rice Research Institute, 2000. p. 191–204.
- REIS JÚNIOR, F. B. dos; D BEREINER, J. ; BALDANI, V. L. D.; REIS, V. M.; MACHADO, A. T. **Seleção de genótipos de milho e arroz mais eficientes quanto ao ganho de N através de fixa o biológica de N<sub>2</sub>**. Serop dica: Embrapa Agrobiologia, 1998. 24 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 73).
- ROGER, P. A.; LADHA, J. K. Biological N<sub>2</sub> fixation in wetland rice fields: estimations and contribution to nitrogen balance. **Plant and Soil**, The Hague, v. 141, p. 41-55, 1992.
- SAS INSTITUTE. **User's guide: statistics**. Cary, 1985, 956 p.
- SHRESTHA, R. K. ; J. K. LADHA. Genotypic variation in promotion of rice nitrogen fixation as determined by 15N dilution. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 60, p. 1815-1821, 1996
- SOSBAI. **Arroz Irrigado: Recomendaç es T cnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. / 29 Reuni o T cnica da Cultura do Arroz Irrigado, 1 a 3 de agosto de 2012, Gravatal, SC. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. Itaja /SC: SOSBAI, 2012. 179p. , il.
- URQUIAGA, S.; CRUZ, K. H. S.; BODDEY, R. M. Contribution of nitrogen fixation to sugar cane: nitrogen-15 and nitrogen balance estimates. **Soil Science Society of American Journal**, Madison v. 56, p. 105–114, 1992.