

DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DO INOCULANTE MASTERFIX GRAMÍNEAS EM ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO

Juliana Trindade Martins¹; Orivaldo Arf²; José Roberto Portugal³; Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues²; Gisele Cristina Frigério¹; Nayara Fernanda Siviero Garcia¹; Daiene Camila Dias Chaves Corsini³; Ana Maria Rodrigues Cassiolato²

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*, *Oryza sativa* L, bactérias diazotróficas.

INTRODUÇÃO

O arroz é uma cultura largamente difundida, com participação destacada na alimentação da população brasileira. Seu cultivo se dá em todos os estados brasileiros, podendo constituir-se, em alguns deles, a principal fonte de renda agrícola (Yokoyama et al., 1999).

Na cultura do arroz irrigado, a resposta à adubação nitrogenada é influenciada pelas variações na temperatura e na radiação solar incidentes durante as fases vegetativa e reprodutiva da cultura. Consequentemente, em anos com maiores temperaturas e radiação solar, ou seja, com mais energia fotossintética, as respostas do rendimento de grãos à adubação nitrogenada são maiores (Barbosa Filho, 1987).

Dentre as várias formas de aumentar a produção vegetal, destaca-se a importância do suprimento de nitrogênio, elemento importante na síntese de proteínas e enzimas que garantem a vida do vegetal. Os processos que se constituem fontes capazes de fornecer grandes quantidades de nitrogênio às plantas são a decomposição da matéria orgânica do solo, a utilização de fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica de N₂ da atmosfera (Carvalho, 2002).

A necessidade de adubação nitrogenada, a perda de nitrogênio para o ambiente, o alto custo de produção baseado em consumo de energia fóssil e os custos de aplicação de nitrogênio são fatores que justificam a condução de pesquisas no sentido de utilizar bactérias capazes de fixar nitrogênio diretamente da atmosfera, reduzindo assim as perdas para o ambiente, a poluição de águas e solos e o custo de produção (Ladha e Reddy, 2003).

A FBN (fixação biológica de nitrogênio) é uma opção alternativa e natural de adubação nitrogenada. Microrganismos presentes nos oceanos e nas plantas leguminosas são responsáveis pelo processo de fixação biológica de nitrogênio. No entanto, as bactérias que estão em associação com algumas plantas da família Graminae, têm apresentado capacidade de FBN significativa. A cultura de arroz, por exemplo, consome atualmente 10 milhões de toneladas de adubos nitrogenados para produzir 500 milhões de toneladas de grãos no planeta. A substituição de 25% da demanda de N₂ pela fixação biológica geraria uma economia de, aproximadamente, 380 milhões de dólares/ano (custo médio da tonelada de uréia U\$ 150,00) (Baldani et al., 2002).

Sendo assim, a pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência agrônômica de modos de aplicação e doses do inoculante (Masterfix Gramíneas) contendo a bactéria *Azospirillum brasilense* em relação ao tratamento de sementes sobre os componentes de produção e produtividade de grãos do arroz de terras altas irrigado por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

¹ Graduandas do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira (SP), E-mail: juliana29martins@gmail.com

² Professores da UNESP – Ilha Solteira.

³ Engenheiros Agrônomos Mestrados UNESP – Ilha Solteira.

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido no ano agrícola 2012/13 em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, situada aproximadamente a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso (EMBRAPA, 2006). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual). As características químicas da área foram avaliadas antes da instalação do experimento e revelou os seguintes valores: P resina = 29 mg dm⁻³, M.O. = 18 g dm⁻³; K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB e CTC = 1,4; 12; 8; 29; 6; 21,4 e 50,4 mmol_c dm⁻³ e, V = 42%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo os tratamentos constituídos pela combinação de doses de inoculante contendo 2x10⁸ células viáveis de *Azospirillum brasilense* por grama do produto comercial e nitrogênio mineral. Assim foram utilizados os seguintes tratamentos: 1 - Testemunha sem inoculação e sem nitrogênio mineral, 2 – ½ dose de N mineral (10 kg ha⁻¹ de N na sementeira + 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura), 3 – Dose total de N mineral (20 kg ha⁻¹ de N na sementeira + 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura), 4 – ½ dose de N + MG (Masterfix Gramineas) nas sementes (100 ml ha⁻¹), 5 – ½ dose de N + MG no sulco de sementeira (200 ml ha⁻¹), 6 – ½ dose de N + MG no sulco de sementeira (300 ml ha⁻¹), 7 – ½ dose de N mineral + MG em pulverização (200 ml ha⁻¹) e, 8 - ½ dose de N mineral + MG em pulverização (300 ml ha⁻¹), com 4 repetições.

O preparo do solo foi realizado com escarificador e duas gradagens para nivelamento. A sementeira foi realizada em 07/11/2012 utilizando quantidade de sementes necessária para se obter 180 plantas m⁻² do cultivar IAC 202. As sementes foram tratadas com fipronil (50 g do ingrediente ativo por 100 kg de sementes), visando o controle de pragas de solo.

A inoculação foi realizada à sombra, após o tratamento das sementes com inseticida e pouco antes da sementeira, com as estirpes Ab-V₅ e Ab-V₆ de *Azospirillum brasilense*. O inoculante utilizado apresentava 2x10⁸ células viáveis por grama do produto comercial, utilizando-se a dose de acordo com cada tratamento. A aplicação do inoculante no sulco foi realizada pouco antes da sementeira utilizando pulverizador costal com vazão de 150 L ha⁻¹.

A adubação mineral nos sulcos de sementeira foi calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração as recomendações de Cantarella e Furlani (1996) e foi constituída de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 50 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl).

As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 6 m de comprimento espaçadas de 0,35 m entre si. A área útil colhida foi constituída pelas três linhas centrais de 3 m.

A aplicação do inoculante via foliar foi realizada aos 20 dias após a emergência das plantas, na fase de perfilhamento, utilizando pulverizador costal com vazão de 150 L ha⁻¹ e a aplicação foi realizada no final do dia entre 19:00 e 19:30 h.

O fornecimento de água foi realizado por um sistema fixo de irrigação por aspersão com precipitação média de 3,3 mm hora⁻¹ nos aspersores. No manejo de água foram utilizados até três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa foi utilizado o valor 0,4; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura (Kc), o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70.

O controle de plantas daninhas foi realizado com herbicidas. Como na área de cultivo tem ocorrido com frequência capim colchão, capim carrapicho e capim marmelada aplicou-se logo após a sementeira do arroz o herbicida pendimethalin (1400g ha⁻¹ do i.a.). Também se utilizou, em pós-emergência, o herbicida metsulfuron metil (3,3 g ha⁻¹ do i.a.) visando o controle de plantas daninhas de folhas largas. As demais plantas daninhas não controladas pelos herbicidas foram eliminadas manualmente com auxílio de enxada. A colheita foi realizada manualmente no dia 26/02/2013 aos 106 DAE.

Foram realizadas as seguintes avaliações: quantificação de bactérias diazotróficas - *Azospirillum* sp., teor de N foliar, número de panículas m⁻², massa de cem grãos,

produtividade de grãos. Os valores de massa de grãos e de produtividade foram corrigidos para umidade de 13% (base úmida). Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, ao teste de Duncan a 10% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência ocorreu aos 7 dias após a semeadura de modo uniforme em todos os tratamentos. Com relação ao florescimento, ocorreu aos 75 DAE e a colheita foi realizada aos 106 dias após a emergência das plantas.

A concentração inicial de bactérias diazotróficas endofíticas foi de $3,57 \cdot 10^5$ UFC g⁻¹ de solo em área total anterior à implantação do experimento. Na ocasião do florescimento pleno do arroz, foi realizada novamente a quantificação de bactérias diazotróficas endofíticas (Tabela 1), onde a concentração nos diferentes tratamentos foi a mesma. Isso deve-se a presença de estirpes nativas que foram quantificadas juntamente com a estirpe inoculada, observa-se um aumento considerável na concentração da testemunha absoluta e dose total de N, tratamentos que não foram inoculados, em relação à primeira quantificação, em relação a $3,57 \cdot 10^5$ UFC, que pode ser devido a presença de plantas de arroz (hospedeiro) que favoreceu o aumento na concentração de bactérias já presentes na área. Pode ter ocorrido também o equilíbrio da população nos diferentes tratamentos, devido à disseminação natural desses microrganismos de vida livre, ou pela disseminação através dos tratos culturais realizados na condução do experimento.

Tabela 1. Valores médios de bactérias diazotróficas, teor de N nas folhas, número de panículas/m², massa de 100 grãos e produtividade de grãos obtidos em arroz de terras altas envolvendo doses e modos de aplicação de inoculante contendo *Azospirillum brasilense*. Selvíria (MS), 2012/13.

Tratamento	Bactérias diazotróficas (UFC 10 ³) ¹	Teor de N nas folhas (g kg ⁻¹)	Nº de panículas m ⁻²	Massa de 100 grãos(g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Test. sem N e sem MG	22,4	29 c	215	2,10 b	5.423 c
½ da dose de N	18,4	30 bc	241	2,17 ab	5.674 bc
Dose total de_ N	4,24	34 a	233	2,12 b	6.551 a
½ N+ MG sementes	10,7	32 ab	260	2,32 a	5.562 c
½ N+ MG sulco (2 doses)	11,9	32 ab	229	2,30 a	6.145 ab
½ N+ MG sulco (3 doses)	16,4	33 a	225	2,22 ab	6.136 ab
½ N + MG pulv. (2 doses)	16,6	33 a	240	2,20 ab	6.325 a
½ N + MG pulv. (3 doses)	16,4	32 ab	216	2,17 ab	6.276 a
F	1,331 ^{ns}	2,721**	0,823	1,82*	4,10**
DMS	-	4,28	68,87	0,25	853,56
CV	18,11	6,30	13,93	5,28	6,67

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Duncan a 10%. 1 dose = 100 ml do inoculante ha⁻¹. g⁻¹ de solo. N. ^{ns} = não significativo.

Para o número de panículas m⁻², observa-se que não houve diferença significativa tanto

para modos de aplicação como para doses de inoculante. Para teor de nitrogênio nas folhas o que obteve maior teor de N foi o tratamento que recebeu a dose total de nitrogênio mineral. Verifica-se que para massa de 100 grãos o inoculante contendo *Azospirillum brasilense* na semente apresentou valor superior aos demais modos.

Para produtividade de grãos, observa-se que a aplicação de Masterfix Gramíneas em pulverização utilizando 2 ou 3 doses do inoculante/ha foi superior a ½ dose de N e igual a dose total de N mineral.

CONCLUSÃO

A inoculação com *Azospirillum brasilense* realizada via foliar por ocasião do perfilhamento das plantas se constitui em modo interessante de aplicação de *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas irrigado por aspersão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Stoller do Brasil pelo fornecimento do inoculante e pelo apoio financeiro no desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDANI, J. I.; REIS, V. R. S.; TEIXEIRA, K. R. S.; BALDANI, V. L. D. Potencial biotecnológico de bactérias diazotróficas associativas e endofíticas. In: SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L. (org) Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria. EDUCS, Caxias do Sul, 2002, 433p.

BARBOSA FILHO, M.P. **Nutrição e adubação do arroz**: sequeiro e irrigado. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 129p. (Boletim técnico, 9).

CANTARELLA, H.; FURLANI, P.R. Arroz de sequeiro. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Coords.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285 p.

CARVALHO, E. A. Avaliação agrônômica da disponibilização de feijão sob sistema de semeadura direta. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2002.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 2.ed. 306p.

LADHA, J.K.; REDDY, P.M. nitrogen fixation in rice systems: state of knowledge and future prospects. **Plant and Soil** n. 252, p. 151 – 167, 2003.

YOKOYAMA, L.P.; RUCATTI, E.G.; KLUTHCOUSKI, J. Economia da produção: conjuntura, mercados e custos. In: VIEIRA, N.R. de A.; SANTOS, A.B. dos; SANT'ANA, E.P. (Ed.). A cultura do arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAP, 1999. p.36-57.