

INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO

Daiene Camila Dias Chaves Corsini¹; Orivaldo Arf²; Ana Maria Rodrigues Cassiolato², Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues², Éder de Souza³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., nitrogênio, bactérias diazotróficas associativas.

INTRODUÇÃO

A importância do arroz para a alimentação humana é inquestionável, com isso a busca por tecnologias que otimizem a produtividade desse cereal está cada vez maior. Cultivares de alto rendimento são desenvolvidas a cada ano, resultando em aumento substancial da produtividade, mas também requerendo grandes quantidades de fertilizantes nitrogenados, que contribuem para a contaminação do solo e mananciais de água por nitratos (Chaintreuil et al., 2000).

A necessidade de adubação nitrogenada, a perda de nitrogênio para o ambiente e o alto custo de produção e 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 & Reddy, 2003).

A fixação biológica de nitrogênio, portanto, pode ser uma alternativa para o fornecimento desse nutriente de forma sustentável à cultura do arroz. Em não-leguminosas esse processo não é tão eficiente quanto na cultura da soja (Ferreira et al., 2010), porém pode complementar a utilização de fertilizantes nitrogenados colaborando com a diminuição da utilização desse nutriente e, conseqüentemente, os prejuízos econômicos e ambientais que esse uso causa. O gênero *Azospirillum brasilense* é um dos mais usados na cultura do arroz, podendo contribuir para o fornecimento de parte do nitrogênio e para o crescimento da parte aérea e do sistema radicular do arroz, devido à sintetização de hormônios como auxina.

A resposta da cultura do arroz à utilização dessas bactérias depende de vários fatores, dentre os quais destaca-se a adubação nitrogenada, a qual, de acordo com a quantidade empregada, pode inibir ou auxiliar a ação dessas bactérias e, conseqüentemente influenciar o desenvolvimento e a produtividade do arroz.

Devido a procura por métodos que auxiliem no suprimento de nitrogênio de forma sustentável à cultura do arroz, o objetivo da pesquisa foi de avaliar a resposta no desenvolvimento do arroz de terras altas irrigado por aspersão, em função da inoculação de sementes com *A. brasilense* e aplicação de nitrogênio mineral.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no ano agrícola de 2012/13, em área pertencente à UNESP - Faculdade de Engenharia, Câmpus 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 argiloso (Embrapa, 2006). A precipitação pluvial 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

¹ Engenheira Agrônoma Mestranda UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira (SP), E-mail: daieneagro@gmail.com

² Professor da UNESP – Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira.

³ Técnico Agrícola – Bolsista FAPESP em Treinamento Técnico.

anual). As características químicas da área foram avaliadas antes da instalação do experimento e revelou os seguintes valores: P resina = 11 mg dm⁻³, M.O. = 21 g dm⁻³, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB e CTC = 3,0; 15; 10; 19; 0; 28 e 47 mmol_c dm⁻³ e, V = 59%.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados e os tratamentos assim constituídos: testemunha absoluta (sem N mineral), dose total de N (20 kg ha⁻¹ na semeadura e 80 kg ha⁻¹ em cobertura utilizando como fonte a ureia), inoculação das sementes com *A. brasilense* e sem N mineral, inoculação das sementes com *A. brasilense* + ½ da dose de N mineral (10 kg ha⁻¹ na semeadura + 40 kg ha⁻¹ em cobertura) e, inoculação das sementes com *A. brasilense* + dose total de N mineral (20 kg ha⁻¹ na semeadura e 80 kg ha⁻¹ em cobertura), com 5 repetições.

Nos tratamentos com inoculação de sementes, após o tratamento com inseticida piriproil (50 g do i.a por 100 kg de sementes) e secagem das mesmas à sombra foi realizada a inoculação com o inoculante líquido Azototal®, também à sombra. O inoculante apresentava as estirpes Ab-V₅ e Ab-V₆ com 2x10⁸ células viáveis por grama do produto comercial, utilizando-se a dose de 100 mL de inoculante para 25 kg de sementes.

A adubação básica nos sulcos de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração as recomendações de Cantarella e Furlani (1996), sendo constituída de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 40 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl). A adubação em cobertura, nos tratamentos em que foi utilizado N mineral, tendo a ureia como fonte, foi realizada aos 30 dias após a emergência.

O controle de plantas daninhas foi realizado com a utilização de herbicidas aplicados por pulverizador costal. Como na área de cultivo tem ocorrido com frequência capim colchão (*Digitaria sanguinalis*), capim carrapicho (*Cenchrus echinatus*) e capim marmelada (*Urochloa plantaginea*) foi aplicado logo após a semeadura o herbicida pendimethalin (1.400 g ha⁻¹ do ingrediente ativo). Aos 8 DAE (dias após a emergência) das plantas foi utilizado em pós-emergência o herbicida metsulfurom metil (2 g ha⁻¹ do ingrediente ativo). As demais plantas daninhas não controladas pelos herbicidas foram eliminadas manualmente com auxílio de enxada.

Aos 66 e 78 dias após a emergência das plantas do cultivar IAC 202 foi realizada a aplicação de tebuconazol + trifloxistrobina (0,75 L ha⁻¹ do produto comercial), com o objetivo de prevenir a ocorrência de doenças, principalmente brusone, na área de cultivo. Não foi necessária a adoção de medidas de controle para pragas da parte aérea das plantas.

A quantificação de bactérias endofíticas diazotróficas (*Azospirillum* sp.) aconteceu antes da implantação do experimento e na época do florescimento pleno. Foram realizadas, ainda, as seguintes avaliações: floração, teor de N foliar, número de panículas m⁻², número total de grãos por panícula, número de grãos total, grãos cheios por panícula, maturação, massa de 100 grãos, massa hectolétrica, produtividade de grãos. Os valores de massa de grãos e de produtividade foram corrigidos para umidade de 13% (base úmida).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência ocorreu aos 7 dias após a semeadura e de maneira uniforme em todas as parcelas. O número de dias para florescimento e colheita, foi de 84 dias no tratamento Inoculação + total de N mineral e de 83 dias nos demais tratamentos. Em relação à colheita, todos os tratamentos foram colhidos no mesmo dia, aos 108 dias após a emergência das plantas.

A concentração inicial de bactérias diazotróficas endofíticas foi de 8,46 10⁵ UFC g⁻¹ de solo em área total anterior à implantação do experimento. No entanto, a concentração de bactérias nos diferentes tratamentos, na ocasião do florescimento pleno do arroz (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, 23,1 e 20,3 comparados aos 8,46 10⁵ UFC iniciais, que pode ser devido a presença de plantas de arroz

(hospedeiro) que favoreceu o aumento na concentração de bactérias nativas, 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 por meio dos tratos culturais realizados na condução do experimento e também água de chuva ou irrigação.

É possível que, mesmo apresentando concentrações semelhantes de diazotróficos, tenham ocorrido diferentes formas de interação planta-microrganismos (Salomone, 1996), fato que pode ser observado quando comparado os dados de quantificação dessas com o crescimento do arroz. Observa-se que houve diferenças na produtividade, onde os tratamentos com a inoculação e sem N mineral, e inoculação + ½ da dose total de N mineral, apresentaram produtividade igual ao tratamento com dose total de N. No entanto, no tratamento com a Inoculação + dose total de N mineral, a produtividade foi menor (Tabela 1). Fato que pode ser explicado pelo favorecimento da simbiose por meio da dose adequada de N mineral, pois a presença de N em excesso inibe a síntese ou inativação temporária da nitrogenase pela modificação da enzima (Kuss, 2006).

Para teor de nitrogênio foliar não se verifica diferenças significativas entre os tratamentos. Vale ressaltar também que não houve acamamento de plantas na área de cultivo (Tabela 1). Para o número de panículas por metro quadrado os tratamentos com a dose total de N (20 +80 kg ha⁻¹) e inoculação + ½ N mineral apresentaram valores superiores aos obtidos no tratamento testemunha. Didonet et al. (2003) avaliando o desenvolvimento de plântulas de 10 linhagens de arroz inoculadas com *A. lipoferum* e *A. brasilense*, concluíram que, de maneira geral, a inoculação das sementes das linhagens de arroz de terras altas testadas, proporciona aumento no crescimento da parte aérea e da raiz das plântulas, no número de raízes secundárias e a quantidade de ramificações das raízes. Quanto maior o sistema radicular da planta melhor é a absorção por nutrientes e água, como também pode beneficiar as plantas em períodos de déficit hídrico e perdas do sistema radicular por pragas de solo.

Quanto à produtividade de grãos verifica-se que houve efeito benéfico da inoculação das sementes com *A. brasilense*, propiciando aumento de 22,4% no tratamento com inoculação e sem N mineral (4.551 kg ha⁻¹) e 23,2% no tratamento com inoculação+ ½ do N mineral (4.581 kg ha⁻¹), comparativamente ao tratamento testemunha absoluta (3.717 kg ha⁻¹). Os resultados obtidos no presente trabalho concordam com os dados obtidos por Guimarães et al. (2003), que também verificaram incrementos na produtividade de grãos com a inoculação das sementes de arroz com bactérias diazotróficas.

Tabela 1. Valores médios para quantificação de bactérias *Azospirillum* sp., teores de N foliar, panículas m⁻², grãos cheios, massa de cem grãos e produtividade, obtidos em arroz de terras altas envolvendo inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada mineral. Selvíria (MS), 2012/13.

Tratamentos	Bactérias Diazotróficas (UFC 10 ⁵)*	Teor de N foliar (g kg ⁻¹)	Panículas m ⁻²	Grãos cheios panícula ⁻¹	Peso 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Testemunha absoluta	23,1	29,50	177,2 b	159,0	2,60	3.717 b
Dose total de N	20,3	31,50	212,6a	143,8	2,80	4.035ab
Inoculação sem N	23,1	29,50	191,0ab	164,6	2,40	4.551a
Inoculação + ½ N	18,5	30,75	209,4a	135,2	2,80	4.581a
Inoculação + N total	23,1	30,50	177,2 b	150,2	2,40	3.671 b
F	0,671 ^{ns}	2,56 ^{ns}	5,32**	0,99 ^{ns}	0,80 ^{ns}	6,99*
DMS	-	-	31,94	-	-	719,04
CV (%)	20,61	3,53	8,52	17,48	19,23	9,02

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %. *g⁻¹ de solo. (Dose total de N = 20kg na semeadura e 80 kg em cobertura, utilizando como fonte de ureia).

CONCLUSÃO

A inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* propicia aumento no número de panículas por área refletindo positivamente na produtividade de grãos, sendo o incremento superior a 22% nos tratamentos apenas com inoculação e com inoculação+1/2 da dose total de N mineral em relação ao tratamento testemunha absoluta (sem inoculação de sementes e sem N mineral).

AGRADECIMENTOS

A empresa Total Biotecnologia pelo fornecimento do inoculante utilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHARENTREUIL, C. et al. Photosynthetic Bradyrhizobia are natural endophytes of African wild rice *Oryza breviligulata*. **Applied and Environmental Microbiology**, Nova Iorque. v. 66, n. 12, p. 5437 – 5447, 2000.

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.

DIDONET, A.D. et al. Avaliação de Linhagens de Arroz de Terras Altas Inoculadas com *Azospirillum lipoferum* Sp59b e *A. brasilense* Sp245. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 69).

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.

FERREIRA, J. S. et al. Seleção de inoculantes à base de turfa contendo bactérias diazotróficas em duas variedades de arroz. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v.32, n.1, Maringá Jan./Mar. 2010.

KUSS, V. A. **Fixação de nitrogênio por bactérias diazotróficas em cultivares de arroz irrigado**. 2006. 110 f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

SALOMONE, I. E. G.; DÖBEREINER, J.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Biological nitrogen fixation in *Azospirillum* strain-maize genotype associations as evaluated by the 15N isotope dilution technique. **Biology and Fertility of Soils**, n. 23, p. 249 – 256, 1996.

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