

DOSES DE NITROGÊNIO ASSOCIADAS À INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* E COMPACTAÇÃO DO SOLO NA LINHA DE SEMEADURA EM ARROZ DE TERRAS ALTAS

José Roberto Portugal¹; Ricardo Antônio F. Rodrigues²; Gustavo Henrique S. Arf³; Amanda Ribeiro Peres¹, Éder de Souza⁴

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

INTRODUÇÃO

O nitrogênio(N), depois da água é o fator mais crítico para o crescimento da cultura do arroz (OLIVEIRA, 1994) e neste sentido, as alternativas que visem aumentar a disponibilidade desse nutriente e diminuir a dependência dos adubos nitrogenados, têm sido amplamente pesquisadas.

A fixação biológica do N realizada pelas bactérias do gênero *Azospirillum* em associação com gramíneas, pode contribuir com parte requerida pelas plantas por este nutriente. Essas bactérias promotoras de crescimento de plantas sintetizam hormônios como a auxina, que estimula o crescimento da parte aérea e do sistema radicular de várias gramíneas, entre elas o arroz (RADWAN et al., 2004).

De acordo com Hungria (2010), *Azospirillum* spp. é uma bactéria associativa, que ao contrário das bactérias simbióticas, excretam somente uma parte do N fixado diretamente para a planta associada, posteriormente a mineralização das bactérias pode contribuir com quantidades adicionais de N para as plantas, contudo, o processo de fixação biológica por essas bactérias consegue suprir parcialmente as necessidades das plantas.

Segundo Malavolta (1980), tanto o arroz de sequeiro quanto o irrigado, nas duas ou três primeiras semanas após a emergência, quando cultivado em meio contendo o nitrato (NO_3^-) como forma exclusiva de N, desenvolve-se muito pouco, apresentando sintomas típicos de deficiência de N, o que não acontece quando o N é fornecido na forma de amônio (N-NH_4^+). Dessa forma, o baixo aproveitamento de N proveniente do NO_3^- na fase inicial do crescimento poderia ser a principal causa da redução do crescimento e da produção de grãos de arroz.

Diante da necessidade de preservação dos recursos naturais, bem como a redução de recursos financeiros para a produção no meio agrícola, o objetivo da pesquisa foi verificar os efeitos de doses de N em função da inoculação de sementes com *A. brasilense* e compactação do solo na linha de semeadura em arroz de terras altas irrigado por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no ano agrícola 2011/12, em área experimental da UNESP – Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria - MS. O solo é classificado como um 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).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 2x4x2, com quatro repetições, para avaliar a presença e ausência de inoculação com *Azospirillum brasilense*, quatro doses de N em cobertura (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹) e presença

¹ Engenheiros Agrônomos Mestrandos UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira (SP), E-mail: jrp_agro@yahoo.com.br (bolsista FAPESP).

² Professor da UNESP – Ilha Solteira.

³ Graduando do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

⁴ Técnico Agrícola – Bolsista FAPESP em Treinamento Técnico.

e ausência de compactação do solo na linha de semeadura. As parcelas foram constituídas por cinco linhas com comprimento de 4,5 m e 0,35 m entrelinhas.

Foi utilizado o sistema de semeadura direta, sob palhada de milho no dia 18/12/2011, sendo utilizado a quantidade de 90 kg ha⁻¹ de sementes do cultivar IAC 202, o suficiente para se obter a densidade de 180 plantas m⁻². As sementes foram tratadas com fipronil (45 g ha⁻¹) antes da inoculação. Logo após a semeadura, foi realizada a compactação do solo nas linhas de semeadura com a passagem de trator da marca Yanmar, de modelo 1145-4, com peso aproximado de 1.600 kg. A adubação no sulco de semeadura foi constituída de 250 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16. A adubação nitrogenada aplicada em cobertura foi realizada aos 18 dias após a emergência (DAE), usando como fonte a uréia.

A inoculação com a bactéria diazotrófica *A. brasilense* foi realizada a sombra, com as estirpes Ab-V₅ e Ab-V₆. O inoculante utilizado apresentava 2x10⁸ células viáveis por grama do produto comercial, utilizando-se a dose de 200 mL de inoculante para 25 kg de sementes.

O manejo de plantas daninhas foi realizado em pré-emergência com o herbicida pendimethalin (1.400 g ha⁻¹) aplicado logo após a semeadura. Aos 11 DAE das plantas foi utilizado em pós-emergência o herbicida metsulfuron metil (2 g ha⁻¹) visando o controle de plantas daninhas de folhas largas. Aos 39 DAE, período após o início do perfilhamento e antes do emborrachamento, foi aplicado 2,4-D (871 g ha⁻¹).

O fornecimento de água foi realizado por 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 de 0,4; para a fase reprodutiva dois 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.

Foram realizadas as seguintes avaliações: estatura de plantas, panículas m², massa de cem grãos e 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 Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão para as doses de N.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência das plantas ocorreu de forma uniforme no dia 23/12/11, ou seja, aos cinco dias após a semeadura. O florescimento pleno ocorreu no dia 05/03/2012, aos 72 DAE para ambos os tratamentos. A colheita foi realizada em 03/04/2012, finalizando o ciclo da cultura com 101 DAE.

De acordo com os dados contidos na Tabela 1, em relação à estatura de plantas, estatisticamente não houve diferença significativa com a presença e ausência de inoculação e de compactação do solo nas linhas de semeadura, bem como às doses de N aplicadas em cobertura. Pela uniformidade da estatura das plantas em ambos os tratamentos e, pela característica de porte baixo conferido ao cultivar IAC 202, considerado com tipo de planta moderno, pode-se inferir que essa uniformidade pode estar mais ligada à característica do genótipo, do que ao tratamento que foi submetido. Fonseca et al. (2012) em trabalho utilizando o cultivar IAC 202, não observaram diferenças na estatura das plantas, avaliando modos de preparo do solo e doses de N.

Em relação à avaliação de panícula por m², os tratamentos forneceram valores homogêneos, não demonstrando diferença significativa entre si. Provavelmente o solo forneceu a quantidade adequada de N às plantas, pelo fato de não obter resposta à adição de N exógeno. Diferentemente do observado por Gitti et al. (2012) ao utilizar doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹), obtiveram resposta linear crescente para panículas por metro quadrado e os mesmos autores também não obtiveram resposta para essa avaliação com a inoculação.

A massa de cem grãos não foi influenciada pelos tratamentos em estudo. Todos os

tratamentos desse trabalho visam o fornecimento e disponibilidade de N para as plantas e, segundo diversos autores, a massa de cem grãos é pouco influenciada pelo fornecimento de N (ARF et al., 2003; FONSECA e al., 2012; HERNANDES et al., 2010). De fato, a massa de 100 grãos parece ser um caráter varietal bastante estável (YOSHIDA, 1981).

Tabela 1. Estatura de plantas, panículas por metro quadrado, massa de cem grãos e produtividade de grãos sob influência de doses de N, inoculação com *A. brasilense* (presença e ausência) e compactação do solo (presença e ausência) nas linhas de semeadura de arroz de terras altas irrigado por aspersão. Selvíria (MS), 2011/12.

Tratamentos	Estatura	Pan m ⁻²	Massa de cem grãos	Produtividade
	cm	nº	g	kg ha ⁻¹
Inoculação (I)				
Presença	98,12	268	2,12	4.429
Ausência	99,06	261	2,06	4.473
Compactação (C)				
Presença	99,25	265	2,09	4.550
Ausência	97,94	264	2,09	4.351
Doses de N (D)				
0 kg ha ⁻¹	96,44	260	2,00	4.285
30 kg ha ⁻¹	97,31	263	2,12	4.361
60 kg ha ⁻¹	100,94	267	2,19	4.464
90 kg ha ⁻¹	99,69	268	2,06	4.694
I	0,357	0,626	0,696	0,053
C	0,700	0,005	0,559	1,050
Valores de D	1,758	0,192	1,159	0,840
F*	I x C	0,459	2,273	6,498**
	I x D	1,043	1,154	0,955
	C x D	0,209	0,116	1,036
C.V. (%)	6,36	13,20	14,32	17,42

** Significativo à 1% de probabilidade. C.V. – coeficiente de variação.

*Interação tripla não apresentou diferença significativa.

Em relação à produtividade de grãos, houve interação entre inoculação e compactação do solo na linha de semeadura. Pelo desdobramento, quando se observa compactação do solo na linha de semeadura dentro de inoculação, a utilização da compactação da linha de semeadura, na presença da inoculação com *A. brasilense* proporcionou acréscimo de 17% na produtividade de grãos, diferindo significativamente de quando não utilizou a compactação (Tabela 2). Em relação à inoculação dentro de compactação, tanto a presença quanto à ausência de *A. brasilense*, não influenciou para que houvesse diferença estatística com a utilização ou não da compactação do solo na linha de semeadura.

Tabela 2. Desdobramento das interações significativas das análises de variância referente à produtividade de grãos de arroz de terras altas irrigado por aspersão. Selvíria (MS), 2011/2012.

Inoculação	Compactação do solo na linha de semeadura	
	Presença	Ausência
Presença	4.775 a A	4.082 b A
Ausência	4.326 a A	4.621 a A

DMS = 551,20

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A compactação superficial do solo na linha do arroz reduz a perda de umidade do solo que sobe por capilaridade, proporciona melhor contato da semente com o solo, reduz a

difusão do oxigênio atmosférico, na qual implica em menor nitrificação e menor imobilização. Em consequência, há maior conservação do $N-NH_4^+$, que é a forma mais aproveitada pelas plantas de arroz na fase jovem, e menor perda por desnitrificação, uma vez que a velocidade de transformação do $N-NH_4^+$ a NO_3^- (nitrificação) é menor (SOARES, 2004). Yoshida (1981) relata que o arroz tem preferência na absorção da amônia ao NO_3^- , na solução que contém ambos.

A maior disponibilidade de $N-NH_4^+$ para a cultura pode ter favorecido o melhor desempenho da bactéria em fixar N para a planta ou até mesmo aumentar a produção de hormônios de crescimento, principalmente do sistema radicular, permitindo explorar maior volume de solo, à qual propiciou o aumento da produtividade.

CONCLUSÃO

Na presença de inoculação com *Azospirillum brasilense*, a compactação do solo na linha de semeadura proporcionou maior produtividade de grãos.

A adubação nitrogenada em cobertura não interferiu na produtividade de grãos do arroz de terras altas irrigado por aspersão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento da Pesquisa e à Total Biotecnologia Indústria e Comércio Ltda. pelo fornecimento do inoculante utilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARF, O. et al. Soil management and nitrogen fertilization for sprinkler-irrigated upland rice cultivars. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 345-352, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 2006. 306 p.
- FONSECA, A.E. et al. Preparo do solo e doses de nitrogênio em cobertura em arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 246-253, 2012.
- GITTI, D.C. et al. Coberturas Vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 509-517, 2012.
- HERNANDES, A. et al. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 307-312, 2010.
- HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v.331, n. 1-2, p.413-425, 2010.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- OLIVEIRA, P.S.R. et al. Efeito da adubação nitrogenada na absorção, translocação e exportação de P, K, Ca, Mg e S por quatro cultivares e uma linhagem de arroz (*Oryza sativa* L.). **Unimar Ciências**, Marília, v. 3, p. 30-40, 1994.
- RADWAN, T.E.E.; MOHAMED, Z.K.; REIS, V.M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.987-994, 2004.
- SOARES, A.A. Desvendando o segredo do insucesso do plantio direto do arroz de terras altas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n.222, p.58-66, 2004.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269p.