

INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADOS POR ASPERSÃO*

Mayara Rodrigues¹; Orivaldo Arf²; José Roberto Portugal³; Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues²; Nayara Fernanda Siviero Garcia¹; Salatier Buzetti² e Éder de Souza⁴

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., bactérias diazotróficas cv. IAC 202, cv. Ana 5011,

INTRODUÇÃO

O gênero *Azospirillum* é constituído de bactérias promotoras de crescimento, capaz de realizar a fixação biológica de nitrogênio atmosférico (N₂). Como se trata de bactérias associativas, só uma parte do nitrogênio fixado é disponibilizado para as plantas, o restante pode ser absorvido após a mineralização das bactérias. Sendo assim, ao contrário do que ocorre com as leguminosas, a inoculação de não-leguminosas com bactérias fixadoras de N supre apenas parcialmente a necessidade das plantas em nitrogênio (HUNGRIA, 2011).

Muitos experimentos de inoculação utilizando as espécies do gênero *Azospirillum* foram realizados em diferentes países para avaliar o efeito sobre o rendimento das plantas, sendo observado melhor desenvolvimento radicular, o que melhora a absorção de água e nutrientes (BALDANI et al., 1997), com conseqüente aumento no teor de nitrogênio, fósforo, potássio e outros minerais nas plantas inoculadas e, em cerca de 70% destes estudos, foram comprovados aumentos de produtividade de até 30% (DIDONET et al., 2003).

A cultura de arroz consome aproximadamente 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 (BALDANI et al., 2002). De acordo com Hungria (2011) para atender a crescente demanda de alimentos e para recuperar áreas degradadas, há perspectiva do aumento do uso de fertilizantes no Brasil, cujo mercado é muito dependente de importações, sendo importante encontrar alternativas que permitam o melhor aproveitamento dos fertilizantes.

Tendo em vista a necessidade de alternativas ao uso de fertilizantes o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da inoculação com *A. brasilense* em cultivares de arroz de terras altas irrigados por aspersão e possíveis interações com a adubação nitrogenada mineral em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Selvíria - MS, Brasil, na Fazenda Experimental da UNESP- Ilha Solteira, situada aproximadamente a 51° 22' W e 20° 22' S, com altitude de 335 metros. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distrófico álico 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 utilizado foi o de blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 2x4x2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de dois cultivares de arroz (IAC 202 e Ana 5011), quatro doses de N em cobertura (0, 30, 60 e 90 kg/ha) e inoculação com *Azospirillum brasilense* (presença e ausência), com 4

* Trabalho desenvolvido com o apoio financeiro da FAPESP e do CNPq

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

² Professores da UNESP – Ilha Solteira.

³ Engenheiro Agrônomo Mestrando UNESP – Ilha Solteira.

⁴ Técnico Agrícola – Bolsista FAPESP em Treinamento Técnico

repetições. O preparo do solo da área foi realizado com escarificador e duas gradagens para nivelamento. A semeadura foi realizada no dia 08/11/2011 em solo úmido. A densidade de semeadura utilizada foi de 180 sementes m^{-2} e as sementes foram tratadas antes da inoculação com fipronil (50 g ha^{-1} do i.a.). A adubação química básica nos sulcos de semeadura foi realizada utilizando-se 250 kg ha^{-1} da formulação 04-30-10 e a adubação de cobertura com as doses de N mineral em cobertura foi realizada aos 30 dias após a emergência das plantas (DAE).

A inoculação foi realizada a sombra, com as estirpes Ab-V₅ e Ab-V₆. O inoculante utilizado apresentava 2×10^8 células viáveis por grama do produto comercial, utilizando-se a dose de 200 mL de inoculante para 25 kg de sementes.

As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 4,5 m de comprimento espaçadas de 0,35 m entre si.

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 0,40; 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 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 (*Brachiaria plantaginea*) foi aplicado logo após a semeadura o herbicida pendimethalin (1.400 g ha^{-1}). Aos 12 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. As demais plantas daninhas não controladas pelos herbicidas foram eliminadas manualmente com auxílio de enxada.

Foram realizadas as seguintes avaliações: altura de plantas, teor de nitrogênio foliar (folha "bandeira"), panículas m^{-2} , grãos cheios por panícula, massa de 100 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 no caso das doses de nitrogênio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência ocorreu no dia 14/11/2011, aos 5 dias após a semeadura de modo uniforme em todos os tratamentos. Com relação ao florescimento, o cultivar Ana floresceu primeiro (64 dias) em relação ao IAC 202 (84 dias), permitindo a colheita em 11/02/2012, aos 89 DAE para o "Ana 5011" e em 27/02/2012, aos 105 DAE para o "IAC 202".

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1. Para a altura de plantas, verifica-se que houve efeito significativo para a interação cultivares x inoculação de sementes e pelo desdobramento (Tabela 2) verifica-se que o 'Ana 5011' apresentou maior altura em relação ao IAC 202 e na presença de inoculação de sementes o 'IAC 202' apresentou plantas mais altas em relação ao tratamento não inoculado. Já para doses de nitrogênio em cobertura houve ajuste à equação linear crescente com o aumento nas doses. Vale ressaltar que o cultivar Ana 5011 apresentou alto índice de acamamento de plantas estimado em mais de 75% mesmo no tratamento testemunha sem N mineral em cobertura. Já o cultivar IAC 202 não apresentou acamamento de plantas mesmo na maior dose de nitrogênio mineral aplicada (90 kg ha^{-1}).

Para o teor de N foliar e número de panículas m^{-2} houve apenas efeito para cultivares onde o 'Ana 5011' apresentou maior teor foliar do nutriente e o 'IAC 202' maior número de panículas m^{-2} . Já a inoculação de sementes e a aplicação de nitrogênio mineral não influenciaram essas duas características avaliadas.

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. Esse comportamento não foi verificado no presente trabalho.

Os resultados obtidos na avaliação do número de grãos cheios panícula⁻¹, massa de 100 grãos e produtividade de grãos também estão apresentados na Tabela 1. Verifica-se que para o número de grãos cheios panícula⁻¹ o 'IAC 202' apresentou maior valor, assim como a inoculação de sementes também propiciou a obtenção de maior número de grãos cheios panícula⁻¹. Já para a massa de 100 grãos o cultivar Ana 5011 apresentou valor superior em relação ao 'IAC 202' e a inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* ou a aplicação de nitrogênio mineral em cobertura não interferiu nessa característica.

Tabela 1. Valores médios obtidos em arroz de terras altas envolvendo cultivares, inoculação de sementes e doses de nitrogênio em cobertura. Selvíria (MS), 2011/12.

Tratamentos	Altura de plantas	N foliar (g kg ⁻¹)	Paniculas m ⁻²	Grãos cheios panícula ⁻¹	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
<i>Cultivares</i>						
Ana 5011	116,2 a	37,3 a	181 b	105 b	2,84 a	4.627
IAC 202	91,3 b	32,5 b	274 a	167 a	2,34 b	5.036
<i>Inoculação</i>						
Presença	104,8	35,6	222	142 a	2,53	5.109
Ausência	102,7	34,3	234	129 b	2,65	4.554
<i>Doses de N (kg ha⁻¹)</i>						
0	99,4 ¹	34,6	221	142	2,62	4.498
30	105,0	35,5	243	135	2,69	4.889
60	103,8	34,5	218	130	2,56	4.936
90	103,6	35,1	229	135	2,50	5.001
CV (%)	4,83	8,64	18,89	18,67	15,94	17,80

Médias seguidas de mesma letra, para cultivares, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. ¹ y = 100,85+0,0648x (R²=0,73).

Quanto à produtividade de grãos verificou-se efeito para cultivares, para inoculação de sementes e para a interação cultivares x inoculação e o desdobramento está apresentado na Tabela 2. Para cultivares dentro de inoculação, na ausência de inoculação os cultivares apresentaram comportamento semelhante com produtividades da ordem de 4500 kg ha⁻¹ e na presença de inoculação houve destaque para o cultivar IAC 202 que produziu 5540 kg ha⁻¹, superando o cultivar Ana 5011 em 862 kg ha⁻¹, ou seja, 18,4%. Para inoculação dentro de cultivares, não houve efeito significativo para o cultivar Ana 5011. Já o cultivar IAC 202 apresentou produtividade superior na presença de inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, superando 22% ou mais de 1000 kg ha⁻¹ de grãos.

Os resultados obtidos no presente trabalho em parte concordam com os resultados 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 2. Desdobramentos da interação cultivar x inoculação de sementes da análise de variância referente à altura de plantas e produtividade de grãos. Selvíria (MS), 2011/12.

Cultivar	Altura de plantas (cm)	
	Inoculação de sementes	
	Presença	Ausência
Ana 5011	114,9 a	117,4 a
IAC 202	94,6 b A	88,1 b B
DMS = 3,57		
Cultivar	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	
	Inoculação de sementes	
	Presença	Ausência
Ana 5011	4.678 b A	4.576 a A
IAC 202	5.540 a A	4.532 a B
DMS = 612,34		

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

Quanto à adubação nitrogenada mineral aplicada em cobertura, não houve ajuste dos dados a nenhuma equação (linear ou quadrática). Mesmo sem aplicação de N em cobertura a produtividade foi boa, ao redor de 4500 kg ha⁻¹ e com a máxima dose utilizada (90 kg ha⁻¹ de N) o valor obtido foi da ordem de 5000 kg ha⁻¹

CONCLUSÃO

- A inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* proporciona incremento na produtividade de grãos do cultivar IAC 202;
- A aplicação de nitrogênio mineral em cobertura não altera a produtividade de grãos dos cultivares Ana 5011 e IAC 202 em cultivo irrigado por aspersão.

AGRADECIMENTOS

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

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.
- DIDONET, A.D.; MARTIN-DIDONET, C.C.G.; GOMES; G.F. 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**).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- GUIMARÃES, S.L.; BALDANI, J.I.; BALDANI, V.L.D. Efeito da Inoculação de Bactérias Diazotróficas Endofíticas em Arroz de Sequeiro. **Agronomia**, v. 37, n. 2, p. 25-30, 2003.
- HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. **Londrina: Embrapa Soja**, 2011. 36p.