

INOCULAÇÃO DE SEMENTES, DOSES DE NITROGÊNIO E USO DA IRRIGAÇÃO EM ARROZ DE TERRAS ALTAS

Renata da Silva Moura¹; Ricardo Antônio F. Rodrigues²; Orivaldo Arf³; Éder Souza⁴

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

INTRODUÇÃO

No cultivo do arroz de terras altas, que ocorre durante a estação chuvosa, existe a possibilidade da ocorrência de períodos de estiagem, denominado de veranicos, o que prejudica o ciclo da cultura e a sua produtividade. Para contornar esse problema, Arf et al. (2002) apontam como solução o uso da irrigação por aspersão para diminuir o risco de perdas, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos grãos.

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). Portanto, para um modelo de agricultura sustentável, a Fixação Biológica do Nitrogênio pode ser considerada como uma ferramenta alternativa às aplicações de fertilizantes nitrogenados (GUIMARÃES et al., 2007).

As bactérias do gênero *Azospirillum* são diazotróficas e capazes de quebrar a tripla ligação do nitrogênio atmosférico, transformando-o em formas assimiláveis pela planta, como amônia (NH_4^+) e o nitrato (NO_3^-). Por isso, essas bactérias têm sido utilizadas como inoculante em sementes de arroz, para auxiliar no fornecimento de nitrogênio as plantas. A partir dessas considerações, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de lâminas de água, inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio nos componentes de produção e produtividade do arroz de terras altas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante a safra 2010/11 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria/MS, situada nas coordenadas geográficas 51° 22' de longitude Oeste e 20° 22' de Latitude Sul. A precipitação média anual é de 1370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar média anual entre 70 e 80%. O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 2006). Antes da instalação do experimento, foi coletada amostra composta, originada de 20 amostras simples do solo da área experimental, na camada 0-0,20 m. A análise da fertilidade do solo, segundo método descrito por Raji e Quaggio (1983), apresentou os seguintes valores: M.O. = 21 g dm^{-3} ; P resina = 35 mg dm^{-3} ; pH (CaCl2) = 5,5; K^+ = 1,7 mmolc dm^{-3} ; Ca^{+2} = 21 mmolc dm^{-3} ; Mg^{+2} = 11 mmolc dm^{-3} ; H+Al = 20 mmolc dm^{-3} ; e V = 63%. O fornecimento de água foi realizado por sistema fixo de irrigação por aspersão, com precipitação média de 3,3 mm hora⁻¹ nos aspersores. A precipitação pluvial foi determinada em um pluviômetro Ville de Paris,

¹ Doutoranda em Agronomia, UNESP – Ilha Solteira, Avenida Brasil Centro, 56 - Centro – Ilha Solteira/SP. rsmourinha@gmail.com.

² Professor - UNESP - Ilha Solteira.

³ Professor - UNESP - Ilha Solteira.

⁴ Técnico Agrícola – Bolsista FAPESP em Treinamento Técnico.

instalado a, aproximadamente, 500 m da área experimental. A semeadura foi realizada no dia 18 de novembro de 2010, com densidade de sementes necessária para se obter 180 plantas m⁻². A cultivar utilizada foi a BRS Primavera, lançada pela Embrapa Arroz e Feijão no ano de 1994 e é recomendada para o sistema de cultivo em terras altas.

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 foi de 1,00 e o final de 0,70. As sementes foram inoculadas momentos antes da semeadura, utilizando-se a dose de 200 mL do inoculante líquido Azototal® para 25 kg de sementes, que continha as estirpes Abv5 e Abv6 de *Azospirillum brasilense* (2 x 10⁸ Unidades Formadoras de Colônias mL⁻¹). Devido a este processo, não foi realizado o tratamento de sementes com fungicidas ou inseticidas. O nitrogênio foi aplicado em cobertura aos 27 dias após a emergência, durante a fase de perfilhamento, nas doses de 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹, utilizando-se como fonte nitrogenada o sulfato de amônio. O adubo foi aplicado manualmente e, em filetes, próximo às linhas de plantas.

Os tratamentos foram dispostos no delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 5, com quatro repetições. Foram testados vinte tratamentos, resultantes da combinação de duas lâminas de água (irrigado + precipitação pluvial e não irrigado + precipitação pluvial), da inoculação das sementes (não inoculado e inoculado) e da adubação nitrogenada em cobertura (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de N).

A colheita foi realizada manualmente, quando 90% das panículas apresentaram os grãos com a coloração típica de maduros. As parcelas dos tratamentos irrigados foram colhidas no dia 15 de março de 2011, as parcelas não irrigadas foram colhidas no dia 21 de março de 2011. Foram avaliadas as seguintes características: Maturação (ciclo), altura de plantas, número de panículas m⁻², teor de nitrogênio na folha bandeira e produtividade de grãos corrigindo o teor de água dos grãos para 13% de umidade (base úmida).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias dos fatores inoculação e manejo de água foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, enquanto que as médias de doses de N foram comparadas pela análise de regressão. O programa utilizado foi o SISVAR versão 5.0 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença nos dias transcorridos da emergência até a colheita (ciclo) entre os tratamentos não irrigado e irrigado, sendo que a duração do ciclo das plantas que receberam a irrigação foi menor do que o ciclo das plantas que receberam água apenas da precipitação pluvial. A duração do ciclo das plantas irrigadas foi de 112 dias, já as plantas que dependeram apenas da precipitação pluvial apresentaram um ciclo de 118 dias.

O uso da irrigação por aspersão possibilitou a diminuição de dias para o florescimento e duração do ciclo da cultura em relação ao tratamento que dependeu apenas da precipitação pluvial para o atendimento da demanda hídrica. Este resultado indica que a deficiência hídrica proporciona aumento no ciclo da cultura (CRUSCIOL et al., 2003), isto porque o arroz de terras altas, ao contrário de outras culturas, na presença de estresse hídrico prolonga o desenvolvimento.

Os valores médios para altura de plantas, número de panículas m⁻², teor de nitrogênio na folha bandeira e produtividade de grãos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de altura de plantas (ALT), número de panículas m⁻² (NP m²), teor de nitrogênio na folha bandeira (TN) e produtividade (Prod) em arroz de terras altas em resposta ao manejo de água, inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de N em cobertura(1). Selvíria - MS, 2010/11.

Tratamentos	ALT (cm)	NP m ⁻²	TN (g kg ⁻¹)	Prod (kg ha ⁻¹)
Manejo de água				

Não irrigado	88,84 b	187,00 b	22,57 b	2887 b
Irrigado	91,67 a	201,07 a	25,15 a	3273 a
Inoculação de sementes				
Não inoculado	90,49	180,88 b	23,74	3004
Inoculado	90,00	207,31 a	23,98	3157
Doses de N				
0 kg ha ⁻¹	84,98 ⁽¹⁾	151,61 ⁽²⁾	23,34	2899
25 kg ha ⁻¹	87,96	182,68	23,50	2901
50 kg ha ⁻¹	89,78	196,79	23,81	3170
75 kg ha ⁻¹	92,44	206,43	24,57	3389
100 kg ha ⁻¹	96,09	232,68	24,09	3043
Teste F				
Manejo de água (A)	9,340 **	5,209 *	16,306**	8,624 **
Inoculação (I)	0,278 ns	18,275 **	0,144 ns	1,351 ns
Doses de N (D)	16,847 **	18,856 **	0,467 ns	1,957 ns
A x I	1,038 ns	1,316 ns	1,581 ns	0,165 ns
A x D	0,214 ns	2,063 ns	1,041 ns	2,320 ns
I x D	0,241 ns	0,480 ns	1,433 ns	0,512 ns
CV (%)	4,58	14,21	11,96	19,11

Para altura de plantas, pode-se observar que não houve efeito significativo da inoculação de sementes com *A. brasilense*, ao passo que para manejo de água e doses de N, observou-se efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 1).

O tratamento irrigado apresentou plantas com altura superior às plantas que dependeram apenas da precipitação pluvial. Resultados semelhantes foram obtidos por Crusciol et al. (2003) quando avaliaram a cultivar Caiapó cultivada sob diferentes manejos de água. Com relação às doses de N, houve aumento da altura de plantas com o aumento das doses testadas. Como o N faz parte da molécula de clorofila, com a maior disponibilidade do mesmo, ocorre aumento na produção de fotoassimilados, que contribui para o crescimento da planta.

O número de panículas m⁻² foi influenciado pelas três variáveis analisadas (Tabela 1). O manejo de água apresentou efeito significativo, sendo que a utilização da irrigação proporcionou um aumento no número de panículas m⁻². Arf et al. (2001) estudaram a resposta das cultivares IAC 201, Carajás e Guarani ao preparo do solo e a irrigação por aspersão e observaram que em ano de veranico, o uso da irrigação por aspersão proporcionou aumento do número de panículas m⁻², quando comparado ao tratamento que não foi utilizada a irrigação. Com relação à inoculação com *A. brasilense*, o número de panículas m⁻² foi estatisticamente superior no tratamento em que foi utilizado o inoculante. O aumento do número de panículas m⁻² proporcionado pela inoculação de sementes com *A. brasilense* ocorreu, provavelmente, pelo fornecimento de N da fixação biológica do nitrogênio atmosférico realizada pela bactéria. Além disso, esta produz auxinas, hormônios promotores do crescimento vegetal, em pequenas quantidades, que estimulam a produção de novos colmos e panículas, portanto, provocando acréscimo dos mesmos, em relação ao tratamento não inoculado. Para as doses de N houve incremento linear do número de panículas m⁻² com o aumento das doses.

Para o teor de nitrogênio na folha bandeira houve efeito significativo apenas para o manejo de água (Tabela 1). O tratamento irrigado apresentou teor de nitrogênio significativamente superior ao tratamento não irrigado. O processo de contato íon/raiz de N acontece por fluxo de massa, o qual é o produto da taxa de absorção de água por unidade de raízes pela concentração de nutrientes na solução do solo (FAGERIA, 2006), logo, a disponibilidade hídrica proporcionada pelo uso da irrigação por aspersão pode aumentar a taxa de absorção deste nutriente e, conseqüentemente, sua translocação pelas várias

partes da planta.

A produtividade de grãos apresentou efeito significativo apenas para o manejo de água (Tabela 1). A média da produtividade de grãos para o tratamento irrigado foi significativamente superior à produtividade do tratamento não irrigado. A utilização da irrigação por aspersão garantiu aumento de 13,38% na produtividade. Durante o período de execução do experimento pode-se observar alguns períodos de estiagem, o que, provavelmente, afetou o desenvolvimento da cultura, logo, o tratamento que recebeu irrigação por aspersão apresentou melhor resultado para a produtividade de grãos, quando comparado ao tratamento que teve sua demanda hídrica atendida apenas pela precipitação pluvial.

CONCLUSÃO

O uso da irrigação por aspersão possibilitou melhor crescimento da cultura do arroz, cultivar Primavera, caracterizado pelo aumento na altura de plantas, sem a ocorrência de acamamento, número de panículas m^{-2} e produtividade de grãos, além de aumentar o teor de nitrogênio na folha bandeira.

A inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* proporcionou incremento no número de panículas m^{-2} , porém não interferindo na produtividade de grãos.

As doses de N até 100 kg ha^{-1} , aplicadas em cobertura proporcionaram o aumento linear da altura de plantas e de panículas m^{-2} , porém não refletiu na produtividade de grãos.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Agrisus pela concessão da bolsa de estudos sob o processo 815/11.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARF, O. et al. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 871-879, jun. 2001.
- ARF, O. et al. Preparo do solo, irrigação por aspersão e rendimento de engenho do arroz de terras altas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 321-326, abr./jun. 2002.
- CRUSCIOL, C.A.C. et al. Produtividade do arroz de terras altas sob condições de sequeiro e irrigado por aspersão em função do espaçamento entre fileiras. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 1, p. 10-15, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 2006. P.163-164.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.
- GUIMARÃES, S. L. et al. Adição de molibdênio ao inoculante turfoso com bactérias diazotróficas usado em duas cultivares de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 393-398, 2007.
- LADHA, J.K.; REDDY, P.M. Nitrogen fixation in rice systems: state of knowledge and future prospects. **Plant and Soil**, n. 1, v. 252, p. 151-167, 2003. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/h2t0n3373m136712/>>. Acesso em: 18 mar. 2011.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31 p. (Boletim técnico, 81).
- FAGERIA, N. K. Nutrição mineral. In: SANTOS, A.B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (Org.) **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2ª ed, 2006, p. 387-424.