Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Inoculação com A*zospirillum brasilense*, manejo de água e adubação nitrogenada no arroz de terras altas

Inoculation with Azospirillum brasilense, water management and nitrogen fertilization at upland rice

Renato Jaqueto Goes[1], Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues, Anderson Teruo Takasu e Orivaldo Arf

[1]Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS), Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio - Economia,. Avenida Brasil, 56, Centro, CEP 15385-000. Ilha Solteira, SP. E-mail: renato_goes5@yahoo.com.br

Recebido em: 15/05/2016 Aceito em:08/10/2016

Resumo. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, manejo de água e doses de nitrogênio em algumas características agronômicas e produtividade da cultura do arroz, cv. Primavera. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 2 x 5 com quatro repetições. Os tratamentos foram: a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* (ausência e presença), manejo de água (irrigado + precipitação pluvial e não irrigado + precipitação pluvial) e doses de nitrogênio em cobertura (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha^{-1}). Como fonte de nitrogênio utilizou-se o sulfato de amônio (22% N). O uso de irrigação reduz o período para florescimento do arroz, aumenta a altura de plantas, o acamamento e a produtividade de grãos. As doses de N incrementam os teores de N foliar e na planta e reduzem a massa de 100 grãos e a produtividade. A inoculação com *Azospirillum brasilense* reduz a produtividade de grãos em relação ao tratamento sem inoculação.

Palavras-chave. *Oryza sativa*, necessidade hídrica, terras altas, nitrogênio, Primavera.

Abstract. The objective of this work was to verify the effect of seeds inoculation with *Azospirillum brasilense*, water managements and nitrogen fertilization at some agronomical characteristics and yields of rice crop, cv. Primavera. Experimental design was randomized blocks in factorial scheme 2x 2 x 5 with four replications. Treatments were: inoculation with *Azospirillum brasilense* (uninoculated and inoculated), water managements (irrigation + rainfall and no irrigation + rainfall) and nitrogen rates on sidedress (0, 25, 50, 75 and 100 kg ha^{-1}). Irrigation decrease time to flowering, increase plants height, lodging and grains yield. The rates of N increase nitrogen leaf and plant content and reduced 100 grains weight and grains yield. Inoculation with *Azospirillum brasilense* decrease grains yield relation to treatment without inoculation.

Keywords. *Oryza sativa*, water demand, uplands, nitrogen, Primavera
.

Introdução

O arroz e o feijão são constituintes básicos da alimentação brasileira. A área cultivada com arroz na safra 2011/12 teve redução em 13,9% relação à safra 2010/11, e o Mato Grosso do Sul foi o Estado com a maior produtividade na região Centro – Oeste com 6.420 kg ha^{-1} (Conab, 2012). Nesta região predomina o cultivo de arroz em terras altas que possui alta sensibilidade à ocorrência de períodos de estiagem exigindo-se a irrigação suplementar.

A deficiência hídrica reduz a produtividade de maneira mais acentuada se ocorrer durante o florescimento (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2006). Crusciol et al. (2003) avaliaram o efeito de lâminas de água aplicadas por aspersão sobre o cultivar IAC 201 e verificaram que o uso da irrigação proporcionou aumento na altura de plantas e no número de espiguetas por panícula, massa de 1000 grãos e produtividade. Além disso, Medeiros et al. (2005) concluíram que a disponibilidade de água no solo influi a absorção de nitrogênio (N).

O N é constituinte de proteínas, ácidos nucléicos e da molécula de clorofila e o seu consumo inicia-se lentamente com a emergência das plântulas, com a máxima intensidade no florescimento (Fornasieri Filho & Fornasieri,

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

2006). A resposta do arroz ao N depende da interação cultivar x ambiente. Neves et al. (2004) obteram resposta à aplicação de 20 kg ha^{-1} de N na semeadura e mais duas coberturas de 40 kg ha^{-1} de N. Andrade & Amorim Neto (1996) observaram que houve aumento no número de panículas m^{-2} e na produtividade de grãos em função das doses de N. Além de atender a necessidade de N para a cultura do arroz, Boldieri et al. (2010) ressaltam que o N deve ser fornecido de forma a minimizar os riscos de poluição ambiental e maximizar o retorno econômico.

Neste sentido, a fixação biológica do N é o processo pelo qual microrganismos diazotróficos conseguem transformar o N_2 atmosférico em formas assimiláveis pelas plantas. Dentre as bactérias diazotróficas que formam associação com gramíneas, destacam-se os gêneros *Azospirillum*, *Gluconacetobacter*, *Herbaspirillum*, *Azoarcus*, *Burkholderia*. Moreira et al. (2010) observaram que a inoculação de sementes de arroz de terras altas com *Azospirillum* spp incrementou a massa fresca dos cultivares Jatobá, Monarca e Sertaneja. Didonet et al. (2003) avaliaram a inoculação de sementes de linhagens de arroz de terras altas com *Azospirillum brasilense* Sp245 e *Azospirillum lipoferum* Sp59b e verificaram aumento da parte aérea das plântulas, no número de raízes e na quantidade de ramificações radiculares.

Portanto, é necessária a busca por técnicas alternativas de cultivo do arroz tanto em sistema irrigado como de sequeiro visando o melhor aproveitamento do N pelas plantas e, consequentemente, a redução da poluição dos lençóis freáticos. Neste contexto a inoculação com bactérias diazotróficas pode ser uma alternativa interessante tanto sob o aspecto econômico como ambiental, pois fornece parte do N exigido pela cultura.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, manejo de água e doses de nitrogênio em algumas características agronômicas e produtividade da cultura do arroz, cv. Primavera.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Selvíria, MS, Brasil, situada a 51º 22' de longitude oeste e 20º 22' de latitude sul, com altitude de 335m. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho, epieutrófico, álico de textura argilosa (Santos et al., 2006). A temperatura média anual da região é de 23,5 °C, com precipitação anual de 1.370 mm e a umidade relativa do ar varia entre 70 e 80% (Centurion, 1982).

O histórico da área foi o cultivo de soja entre os meses de novembro de 2010 e fevereiro de 2011 e até outubro a área permaneceu em pousio. Para o preparo do solo utilizou-se uma escarificação seguida de gradagem niveladora. Em novembro/2011 foi realizada a semeadura do cultivar Primavera na densidade de 200 sementes m^{-2} e espaçamento de 0,35 m entrelinhas. Quanto aos tratamentos que receberam o inoculante, realizou-se a inoculação das sementes à sombra com as estirpes Ab-V_5 e Ab-V_6. O produto comercial apresentava 2 x 10^8 células viáveis por grama e a dose utilizada foi de 200 g para 25 kg de sementes.

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo da área na profundidade de 0,0 a 0,2 m, e realizada a análise química, para fins de fertilidade do solo, de acordo com a metodologia proposta por Raij & Quaggio (2001) a qual revelou as seguintes características: MO, 21 g dm^{-3}; P (resina), 35 mg dm^{-3}; pH ($CaCl_2$), 5,5; K, Ca, Mg e H+Al, 1,7, 21, 11 e 20 $mmol_c$ dm^{-3}, respectivamente e V% = 63%. No cálculo da quantidade de fertilizante utilizado na semeadura, considerou-se as características químicas do solo, a produtividade esperada e as recomendações de Cantarella & Furlani (1996), sendo aplicados 250 kg ha^{-1} do formulado 04-30-10 na linha de semeadura.

Para o controle de plantas daninhas realizou-se a aplicação em pré-emergência de 1.400 g ha^{-1} do i.a. de pendimetalina logo após a semeadura. Em pós-emergência utilizou-se 2,4 g ha^{-1} do i.a. de metsulfurom metil no início do perfilhamento e 1.209 g ha^{-1} do i.a de 2,4-D entre o perfilhamento ativo e o emborrachamento.

Para o fornecimento de água utilizou-se as leituras diárias de evaporação do tanque Classe A instalado no Posto Meteorológico a aproximadamente 700 m da área experimental. O coeficiente do Tanque Classe A (Kp) utilizado foi o proposto por Doorenbos & Pruitt (1976), o qual é função da área circundante, velocidade do vento e umidade relativa do ar. Posteriormente,

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

multiplicou-se os valores de evaporação do tanque com os coeficientes de cultura (Kc) obtendo-se os valores de evapotranspiração da cultura (ETc). Estes coeficientes foram distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Na fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,4; para a fase reprodutiva foram dois Kc, o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e durante a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70 (Rodrigues et al., 2004). A reposição de água foi realizada quando a evapotranspiração da cultura (ETc) acumulada atingiu os valores próximos da água disponível do solo (ADS) pré-estabelecidos.

Os tratamentos foram constituídos pela combinação entre inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* (não inoculado e inoculado), manejo de água (irrigado + precipitação pluvial e não irrigado + precipitação pluvial) e doses de nitrogênio em cobertura (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha^{-1}). O nitrogênio foi fornecido às plantas quando estas estavam no perfilhamento ativo e como fonte deste nutriente utilizou-se uréia (45% de N).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 2 x 5 com quatro repetições. As parcelas experimentais foram compostas por cinco linhas de 4,5 m de comprimento, espaçadas 0,35 m, totalizando 7,87 m^2. As avaliações foram realizadas na área útil das parcelas composta pelas três linhas centrais.

Foram realizadas as seguintes avaliações: a) florescimento: referente ao número de dias transcorridos entre a emergência e o florescimento de 90% das plantas da parcela; b) altura de plantas: determinou-se por ocasião da maturação dos grãos em quinze plantas da parcela, tendo como referência a distância compreendida entre a superfície do solo e a extremidade superior da panícula mais alta; c) acamamento: obtido pela avaliação visual na fase de maturação, utilizando-se a seguinte escala de notas: 0 – sem acamamento; 1 – até 5% de plantas acamadas; 2 – de 5 a 25%, 3 – de 25 a 50%; 4 – de 50 a 75% e 5 – de 75 a 100% de plantas acamadas; d) teor de nitrogênio foliar: foram coletadas vinte folhas bandeira por parcela em seguida estas foram levadas para secagem em estufa de ventilação forçada a 65ºC durante 48 horas e depois foram moídas em moinho tipo Wiley e submetidas à análise química para determinação do N de acordo com a metodologia proposta por Malavolta et al. (1997); e) teor de N na planta: por ocasião da colheita coletou-se 0,5 m de plantas na linha de semeadura, em seguida as panículas foram retiradas das plantas e, para determinação do teor de N na planta, seguiu-se o mesmo procedimento para o teor de N foliar; f) número de panículas m^{-2}: contou-se as panículas em um metro de fileira de plantas na área útil sendo os valores convertidos para metro quadrado; g) massa de 100 grãos: foram realizadas pesagens de duas subamostras de 100 grãos corrigindo-se os valores para 13% de umidade (base úmida); h) produtividade de grãos: foi determinada pela pesagem dos grãos em casca, provenientes de três linhas centrais de cada parcela, corrigindo o teor de água dos grãos para 13% (base úmida); i) massa hectolítrica: avaliada em duas amostras de um recipiente com volume de 0,25 L preenchido com arroz em casca, que em seguida foi pesado em balança de precisão, corrigindo o teor de água dos grãos para 13% de umidade (base úmida).

Para a análise estatística dos resultados obtidos, utilizou-se o software ESTAT, aos níveis de 1 e 5% de probabilidade. A comparação das médias entre inoculação com *Azospirillum brasilense* e irrigação foi realizada pelo teste de Tukey e quando verificado efeito de doses, interação doses x manejo de água ou doses x inoculação foi realizada análise de regressão.

Resultados e Discussão

Verificou-se que o uso de irrigação reduziu o tempo para o florescimento (Tabela 1) em relação ao manejo não irrigado. Comportamento semelhante foi observado por Arf et al. (2001) que também verificaram na ausência de irrigação um maior número de dias para o florescimento em relação ao tratamento não irrigado. Segundo Rodrigues et al. (2004) a ocorrência de períodos de deficiência hídrica na fase vegetativa da cultura do arroz acaba aumentando o período de sua duração, refletindo no aumento do ciclo total. STONE et al. (1984), CRUSCIOL (1998) e ARF et al. (2001), também verificaram alteração do período para atingir o florescimento e do ciclo da cultura em função da quantidade de água fornecida à cultura do arroz de terras altas.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 1. Número de dias para o florescimento, altura e acamamento de plantas do arroz, cv. Primavera, sob inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense,* manejos de água e doses de nitrogênio em cobertura. Selvíria, MS, 2011/12[(1)].

Tratamento		Florescimento (DAE)	Altura de plantas (cm)	Acamamento
Inoculação	Ausência	78,8 a	106,0 a	2,39
	Presença	78,3 a	105,6 a	2,44
Manejo de água	Irrigado	71,7 b	109,4 a	2,60 a
	Não irrigado	85,4 a	102,2 b	2,23 b
Doses de N (kg ha^{-1})	0	76,7	103,8	2,32
	25	77,6	104,7	2,31
	50	79,0	105,7	2,37
	75	79,5	103,3	2,54
	100	80,0	108,5	2,55
Teste F	Inoculação (I)	0,74^{ns}	0,12^{ns}	1,36^{ns}
	Manejo (M)	558,4**	31,61**	66,91**
	Doses de N (D)	4,59**	1,52^{ns}	4,24**
	I x M	0,60^{ns}	0,18^{ns}	1,36^{ns}
	I x D	2,93**	3,36*	0,07^{ns}
	M x D	0,48^{ns}	0,48^{ns}	4,24**
	I x M x D	1,38^{ns}	0,19^{ns}	0,07^{ns}
CV (%)		3,29	5,39	37,00

[(1)]ns - não-significativo; * e ** - significativo a 5 e 1% de probabilidade. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. [(2)]Dados transformados em $(x + 0,5)^{½}$. [(2)]. A análise se refere aos dados transformados em raiz quadrática de x + 0,5.

No desdobramento (Tabela 2) observou-se na dose de 25 kg ha^{-1} de N que a inoculação aumentou o número de dias para o florescimento em relação à testemunha, e esta prática reduziu o número de dias para o florescimento com 75 kg ha^{-1} de N em cobertura. Quanto à doses dentro de inoculação, houve ajuste quadrático com ponto de máximo em 90,9 kg ha^{-1} de N na ausência de inoculação.

Tabela 2. Desdobramento da interação significativa entre manejos de água e doses de nitrogênio para número de dias após a emergência para o florescimento. Selvíria, MS, 2011/12[(1)].

Inoculação	0	25	50	75	100
	----------Doses de N (kg ha^{-1})----------				
Ausência[(2)]	77,0 a	78,1 b	80,0 a	80,9 a	80,1 a
Presença[(ns)]	76,4 a	81,1 a	78,0 a	78,1 b	80,0 a

[(1)] Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. DMS: 2,5 DAE. [(2)]$Y = 76,734 + 0,0909x - 0,0005x^2$; $R^2 = 0,94$ (PM = 90,9 kg ha^{-1})

.

O manejo irrigado aumentou a altura de plantas (Tabela 1) em 7,2 cm. Observou-se no desdobramento (Tabela 3) que houve ajuste linear positivo da altura de plantas tanto na ausência quanto na presença da inoculação. Como o N faz parte da molécula de clorofila e tem grande efeito no desenvolvimento vegetativo das plantas, o que provavelmente ocorreu foi o aumento na taxa fotossintética que contribuiu para o crescimento das plantas. Buzetti et al. (2006) em estudo desenvolvido da mesma região também verificaram aumento da altura de plantas dos cultivares IAC 201 e IAC 202 até a dose de 150 kg ha^{-1} de N.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 3. Desdobramento da interação significativa entre inoculação e doses de nitrogênio para altura de plantas da cultura do arroz. Selvíria, MS, 2011/12[(1)].

Inoculação	0	25	50	75	100
	----------Doses de N (kg ha^{-1})----------				
Ausência[(2)]	103,8 a	105,3 a	105,7 a	106,6 a	108,6 a
Presença[(3)]	105,7 a	107,6 a	108,6 a	108,8 a	110,4 a

[(1)]Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. DMS: 5,7 cm. [(2)]Y = 103,8 + 0,0436x; R^2 = 0,95. [(3)]Y = 106,1 + 0,0424x; R^2 = 0,94

.

Para o acamamento de plantas (Tabela 4), comparando-se manejos de água dentro de doses, observou-se que a irrigação aumentou o acamamento de plantas a partir de 50 kg ha^{-1} de N e no que se refere à doses dentro de manejos de água, houve ajuste linear positivo em função das doses de nitrogênio no manejo irrigado. O fato pode estar relacionado ao melhor aproveitamento do N aplicado em cobertura no tratamento irrigado o que pode ter contribuído para o crescimento vegetativo das plantas.

Tabela 4. Desdobramento da interação significativa entre manejos de água e doses de nitrogênio para acamamento de plantas da cultura do arroz. Selvíria, MS, 2011/12[(1)].

Manejo de água	0	25	50	75	100
	----------Doses de N (kg ha^{-1})----------				
Irrigado[(2)]	2,41 a	2,39 a	2,56 a	2,85 a	2,87 a
Não irrigado[(ns)]	2,23 a	2,23 a	2,23 b	2,23 b	2,23 b

[(1)]Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. DMS (manejos de água dentro de dose de N): 0,39. [(2)]Y = 2,34 + 0,0055x; R^2 = 0,88. Escala de notas: 0 – sem acamamento; 1 – até 5% de plantas acamadas; 2 – 5 a 25%, 3 – 25 a 50%; 4 – 50 a 75% e 5 – 75 a 100% de plantas acamadas. A análise se refere aos dados transformados em raiz quadrática de x + 0,5.

Houve efeito significativo isolado de doses de N pata o teor de N foliar (Tabela 5). Verificou-se que os resultados ajustaram-se de maneira linear positiva. Com relação ao teor de N na planta (Tabela 5) houve efeito significativo isolado de manejos de água e doses de N. O manejo irrigado foi superior em relação ao não irrigado e para as doses obteve-se ajuste linear crescente. Isto pode estar relacionado à umidade do solo, pois, conforme Fageria (2006), o processo de absorção do 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, portanto, pode-se inferir que a maior disponibilidade hídrica no manejo irrigado aumentou taxa de absorção deste nutriente. Não houve efeito significativo dos tratamentos utilizados no número de panículas por metro quadrado (Tabela 5). Com relação aos manejos de água, Arf t al. (2001) verificaram que a irrigação aumentou o número de panículas m^{-2}, quando comparado ao tratamento sem irrigação. Para doses de N, Neves et al. (2004) não verificaram efeito no número de panículas m^{-2}. Porém, Mauad et al. (2003) verificaram menor valor para essa característica, na ausência de N, já que este estimula o perfilhamento e aumenta o número de panículas por área, fato não observado neste trabalho

Tabela 5. Teor de N foliar, na planta e panículas por metro quadrado do arroz, cv. Primavera, sob inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense,* manejos de água e doses de nitrogênio em cobertura. Selvíria, MS, 2012[(1)].

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tratamento		N - foliar (g kg^{-1})	N - planta (g kg^{-1})	Panículas m^{-2}
Inoculação	Ausência	30,69 a	15,36 a	184,3 a
	Presença	31,50 a	15,67 a	188,8 a
Manejo de água	Irrigado	30,87 a	14,73 b	180,7 a
	Não irrigado	31,32 a	16,31 a	192,4 a
Doses de N (kg ha^{-1})	0	30,14[(2)]	15,03[(3)]	180,6
	25	30,36	14,78	189,4
	50	31,02	15,48	186,9
	75	31,46	15,53	185,3
	100	32,50	16,75	190,5
Teste F	Inoculação (I)	1,94^{ns}	0,49^{ns}	0,38^{ns}
	Manejo (M)	0,61^{ns}	12,93**	2,62^{ns}
	Doses de N (D)	5,13**	5,38**	0,23^{ns}
	I x M	1,60^{ns}	2,38^{ns}	0,51^{ns}
	I x D	1,02^{ns}	0,75^{ns}	0,15^{ns}
	M x D	0,89^{ns}	0,23^{ns}	0,68^{ns}
	I x M x D	0,32^{ns}	1,13^{ns}	1,08^{ns}
CV (%)		8,32	12,66	17,31

[(1)]ns - não-significativo; * e ** - significativo a 5 e 1% de probabilidade. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. [(2)]Y = 29,93 + 0,02328x; R^2 = 0,95. [(3)]Y = 14,67 + 0,0167x; R^2 = 0,76.

No que se refere à massa de 100 grãos (Tabela 6), verificou-se efeito significativo isolado para inoculação e doses de N. A inoculação proporcionou grãos mais pesados em relação à testemunha sem inoculação. Quanto às doses de N houve ajuste a um modelo linear decrescente. Arf et al. (2003) e Bordin et al. (2003) não verificaram efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura para este componente produtivo. A resposta da massa de 100 grãos ao N em cobertura depende da homogeneidade de formação e da maturação dos grãos na panícula e tais processos são relacionados ao cultivar, época de aplicação do N e do nível de água disponível.

Quanto à produtividade de grãos (Tabela 6) verificou-se pelo desdobramento (Tabela 7) que o uso de irrigação aumentou a produtividade de grãos tanto na presença como na ausência de inoculação. No que se refere à inoculação dentro de manejos de água, observou-se que a produtividade foi superior no tratamento irrigado sem inoculação. Os resultados ajustaram-se a um modelo linear decrescente em função das doses de N. Meira et al.(2005) obtiveram a máxima produtividade na dose de 90 kg ha^{-1} de N. Cazetta et al. (2008) também observaram acréscimo na produtividade de grãos em função das doses de N no cultivar IAC 202.

Tabela 6. Massa de 100 grãos, produtividade e massa hectolítrica para a cultura do arroz sob inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense,* manejos de água e doses de nitrogênio em cobertura. Selvíria, MS, 2012[(1)].

Tratamento	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha^{-1})	Massa hectolítrica (kg 100 L^{-1})

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Inoculação	Ausência	2,82 a	3.500	51,25 a
	Presença	2,71 b	3.170	52,07 a
Manejo	Irrigado	2,80 a	3.834	55,89 a
	Não irrigado	2,73 a	2.837	47,43 b
Doses de N (kg ha^{-1})	0	2,87(2)	3.486(3)	51,81
	25	2,82	3.423	51,45
	50	2,74	3.280	51,57
	75	2,65	3.299	53,17
	100	2,54	3.188	50,31
Teste F	Inoculação (I)	7,08**	$3,35^{ns}$	$0,56^{ns}$
	Manejo (M)	$3,46^{ns}$	35,96**	58,99**
	Doses de N (D)	3,16*	3,41**	$0,68^{ns}$
	I x M	$0,18^{ns}$	6,26*	$0,01^{ns}$
	I x D	$0,55^{ns}$	$0,12^{ns}$	$0,94^{ns}$
	M x D	$0,93^{ns}$	$0,62^{ns}$	$0,88^{ns}$
	I x M x D	$1,52^{ns}$	$2,49^{ns}$	$0,11^{ns}$
CV (%)		6,75	22,28	9,53

(1) ns – não-significativo; * e ** - significativo a 5 e 1% de probabilidade. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. (2)$Y = 2,89 - 0,00332x$; $R^2 = 0,98$. (3)$Y = 3479,3 - 2,8808x$; $R^2 = 0,92$.

Bordin et al. (2003) verificaram a maior produtividade do arroz IAC 202 com a dose de 50 kg ha^{-1} de N. Para Farinelli et al. (2004), a dose foi de 75 kg ha^{-1}. Neste contexto, o comportamento da produtividade pode estar atribuído à massa de 100 grãos visto que esta também foi reduzida em função ao aumento das doses de N. Esta variável é uma característica controlada por grande número de genes, sendo, portanto, herança quantitativa, além disso, possui correlação com alguns componentes de produção que podem ser de valor positivo ou negativo (Fageria et al., 2007).

Tabela 7. Desdobramento da interação significativa entre inoculação e manejos de água para produtividade de grãos (kg ha^{-1}) da cultura do arroz. Selvíria, MS, 2012(1).

Inoculação	Manejos de água	
	Irrigado	Não irrigado
Ausência	4.207 a A	2.794 b A
Presença	3.460 a B	2.880 b A

(1)Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. DMS: 470,8 kg ha^{-1}

.

Para a massa hectolítrica houve efeito significativo somente nos manejos de água. O manejo irrigado foi 14,6 % superior em relação ao manejo não irrigado. O fato pode ser atribuído ao processo de enchimento contínuo dos grãos proporcionado pela ausência de deficiência hídrica que ocorre no manejo irrigado. Resultados corroborantes para esta avaliação foram obtidos por Arf et al. (2001) nos cultivares IAC 201, Carajás e Guarani e Rodrigues et al. (2004) nos cultivares Confiança e Maravilha.

Conclusões

1. O uso de irrigação reduz o período para florescimento do arroz, aumenta a altura de plantas, o acamamento e a produtividade de grãos;

2. As doses de N incrementam os teores de N foliar e na planta e reduzem a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos.

3. A inoculação com *Azospirillum brasilense* reduz a produtividade em relação à testemunha sem aplicação.

Agradecimentos: À fundação AGRISUS pelo suporte financeiro concedido ao primeiro autor.

Referências

ANDRADE, W.E.B.; AMORIM NETO, S. Influência da adubação nitrogenada sobre o rendimento e outros parâmetros de duas cultivares de arroz irrigado na região Norte Fluminense. **Ciência e Agrotecnologia**, v.20, n.3, p. 293-300, 1996.

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Manejo do solo e adubação nitrogenada para cultivares de arroz de terras altas irrigadas por aspersão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.60, n.2, p.348-352, 2003.

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.; CRUSCIOL, C.A.C. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.6, p.871-879, 2001.

BOLDIERI, F.M.; CAZETTA, D.A.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada em cultivares de arroz de terras altas. **Revista Ceres**, v.57, n.3, p.421-428, 2010.

BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, v.62, n.3, p.417-428, 2003.

BUZETTI, S.; BAZANINI, G.C.; FREITAS, J.G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M.E.; MEIRA, F.A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de clormequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.41, n.12, p.1731-1737, 2006.

CANTARELLA, H.; FURLANI, P.R. Arroz irrigado. In: RAIJ, B.V.; 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 agronômico & Fundação IAC, 1996, p.50-51.

CAZETTA, D.A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F. Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v.67, n.2, p.471-479, 2008.

CENTURION, J.F. Balanço hídrico na região de Ilha Solteira. **Científica**, Jaboticabal, v.10, n.1, p.57-61, 1982.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, décimo segundo. Brasília: CONAB, 2012. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 15 out. 2012.

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. 4p. (Comunicado Técnico, 69).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Las necessidades de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 1976. 194 p. (Estudos FAO - Riego y Drenaje, 24).

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, 2006. p.387-424.

FAGERIA, N.K.; SANTOS, A.B.; CUTRIM, V.A. Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p.1029-1034, 2007.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; FORNASIERI FILHO, D.; BORDIN, L. Características agronômicas de arroz de terras altas sob plantio direto e adubação nitrogenada e potássica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.3, p.447-454, 2004.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 589p.

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS-FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira.** Ilha Solteira: UNESP/FEIS - Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (Série Irrigação, 1).

MAUAD, M. CRUSCIOL, C.A.C.; GRASSI FILHO, H.; CORRÊA, J.C. Nitrogen and silicone fertilization of upland rice. **Scientia Agricola**, v. 60, n.4, p.761-765, 2003.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MEDEIROS, R.D.; SOARES, A.A.; GUIMARÃES, R.M. Compactação do solo e

manejo de água I: Efeito sobre a absorção de N, P, K massa seca de raízes e parte aérea de plantas de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.5, p.940-947, 2005.

MEIRA, F.A.; BUZETTI, S.; FREITAS, J.G.; ARF, O.; SÁ, M.E. Resposta de dois cultivares de arroz à adubação nitrogenada e tratamento foliar com fungicidas. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v.27, n.1, p.91-95, 2005.

NEVES, M.B.; BUZETTI, S.; ARF, O.; SÁ, M.E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em dois cultivares de arroz com irrigação suplementar. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.26, n.4, p.429-435, 2004.

RAIJ, B.VAN; ANDRADE, J.C.;. CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285p.

RODRIGUES, R.A.F.; SORATTO, R.P.; ARF, O. Manejo de água em arroz de terras altas no sistema de plantio direto, usando o tanque classe A. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.3, p.546-556, 2004.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.