Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Qualidade industrial do arroz sob efeito do manejo da fertilização nitrogenada de cobertura em plantio direto

Rice industrial quality under effect of sidedress nitrogen fertilization in no tillage

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: 27/07/2014 Aceito em:29/09/2015

Resumo. O nitrogênio (N) é um nutriente que possui influência em alguns componentes de produção do arroz o que pode afetar a qualidade dos grãos. A presente pesquisa teve por objetivo verificar a qualidade industrial do arroz, cv. AN Cambará, sob efeito da adubação nitrogenada de cobertura no sistema plantio direto. O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 4 com quatro repetições, sendo adotado três fontes de nitrogênio (nitrato de amônio, sulfato de amônio e ureia) e quatro doses (0, 40, 80 e 120 kg ha^{-1} de N). Durante a condução da pesquisa foi avaliado o número de espiguetas por panícula, a fertilidade de espiguetas, a massa hectolítrica, o rendimento industrial, a massa de 100 grãos e a produtividade. Diante do dados obtidos, o uso de nitrato de amônio e ureia nas doses de 48,6 e 42,1 kg ha^{-1} de N apresentaram os maiores valores de espiguetas por panícula, sendo que a utilização da fonte nitrogenada sulfato de amônio apresentou efeito linear para a mesma variável. O valor máximo para fertilidade de espiguetas e de grãos inteiros foi obtido com 68,9 e 94,2 kg ha^{-1} de N, respectivamente, independentemente da fonte utilizada. A utilização das fontes nitrato de amônio e ureia em suas respectivas doses reduziram a massa hectolítrica, sendo que houve redução do valor percentual de rendimento de benefício em função das doses de N. O uso de ureia em cobertura aumentou o porcentual de grãos quebrados.

Palavras-chave. Beneficiamento de grãos, cv. AN Cambará, componentes de produtividade, *Oriza sativa*.

Abstract. Nitrogen is a nutrient that had influence on some rice yield components what can to affect the grains quality. This research had as objective to verify the rice industrial quality, cv. AN Cambará, under sidedress nitrogen fertilization in no tillage. Experimental design was randomized blocks at factorial scheme 3 x 4 with four replications, being adopted three nitrogen sources (ammonium nitrate, ammonium sulfate and urea) and four rates (0, 40, 80 and 120 kg ha^{-1} of N). During the conduction of research was evaluated the number of spikelets by panicle, spikelets fertility, hectolitrical weight, industrial yield, weight of 100 grains and grains yield. Before the data gotten, the use of ammonium nitrate and urea at 48.6 and 42.1 kg ha^{-1} of N rates showed biggest values of spikelets by panicle, and the nitrogen source ammonium sulfate showed linear effect to this variable. The maximum value of spikelets fertility and whole grains was gotten with 68.9 and 94.2 kg ha^{-1} of N, respectively, apart of source used. The use of sources ammonium nitrate and urea in it's respectively rates decreased the hectolitrical weight and had reduction of yield benefit as function nitrogen rates. The use of urea on sidedress increased the broken grains percentage.

Palavras-chave. Grains processing, cv. AN Cambará, yield components, *Oriza sativa*.

Introdução

A cultura do arroz possui importância no cenário nacional devido ao seu uso como fonte de carboidratos na população brasileira, ao volume de produção e à área cultivada. Segundo a Conab (2014) na safra 2013/2014 este cereal foi semeado em 2,396 milhões de hectares com produtividade média de 5085 kg ha^{-1} (aumento de 3,2% em relação à safra 2012/2013).

O cultivo na região dos cerrados apresenta algumas limitações. Esta região é caracterizada pelo predomínio de solos com baixa fertilidade,

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

acidez superficial e subsuperficial e baixos teores de fósforo, cálcio e magnésio, o que limitam o desenvolvimento de raízes a área de contato destas com o solo, deixando as culturas mais suscetíveis a períodos de estiagem comuns nesta região. Mesmo com o uso de irrigação por aspersão, baixas produtividades estão relacionadas à ocorrência desuniforme de chuvas, elevadas temperaturas e maiores variações na umidade relativa do ar, período que pode coincidir com o início da fase reprodutiva das plantas (Crusciol et al., 2007). No sistema de produção de arroz em terras altas, a água utilizada no ciclo da cultura pode ser reduzida entre 27-51% e a eficiência de uso aumentada entre 32-88% (Bouman et al., 2005).

A qualidade de grãos de arroz é influenciada pelo rendimento de engenho e pelo percentual de grãos translúcidos, fatores que determinam a aceitação de um cultivar tanto pelo proprietário de engenho como pelo mercado consumidor (Zaratin et al., 2004). O rendimento de engenho é a quantidade de grãos beneficiados inteiros e quebrados, expressos em porcentagem. Fornasieri Filho & Fornasieri (2006) observaram que a legislação brasileira prevê uma renda-base de 68% para o rendimento de benefício, constituída de 40% de grãos inteiros e 28% de grãos quebrados e quirera, sendo que valores abaixo desses estão fora das exigências a nível nacional para a comercialização do produto.

Apesar de fortemente influenciada por fatores intrínsecos ao cultivar, a qualidade dos grãos pode variar, dependendo das práticas agronômicas realizadas e das condições climáticas verificadas durante o desenvolvimento da cultura (Andrade et al., 1995). O preço pago ao produtor depende da qualidade física dos grãos verificada após o beneficiamento, e o percentual de grãos inteiros é um dos mais importantes itens para a determinação do valor da comercialização (Marchezan et al., 1993).

Farinelli et al. (2004), verificando os componentes do rendimento de engenho do arroz de terras altas (cultivar IAC 202) em plantio direto e diferentes doses de N em cobertura (0; 25; 50; 75 e 100 kg ha^{-1}), utilizando irrigação suplementar por aspersão, observaram que o N em cobertura não influenciou no rendimento de benefício e rendimento de grãos inteiros, sendo que a associação entre as doses de N e o tipo de preparo do solo também não alterou a qualidade industrial de algumas cultivares de arroz (Fonseca et al., 2012). Contudo em sistema de sequeiro, alguns trabalhos apresentam resposta positiva da adubação nitrogenada no rendimento de benefício, rendimento de grãos inteiros e quebrados (Artigiani et al., 2012), ou ausência de resposta da adubação nitrogenada no rendimento e qualidade do arroz (Moura 2011). Nesse contexto em cultivos de sequeiro, além do adequado suprimento hídrico faz-se necessário ajustar as doses de N no sistema plantio direto pois este nutriente se perde facilmente por lixiviação, volatilização da amônia e desnitrificação no solo, sendo que a intensidade desses processos pode ser alterada pelo sistema de preparo do solo (Rojas et al., 2012).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo verificar a qualidade industrial do arroz, sob efeito de fontes e doses de N aplicados em cobertura em sistema plantio direto.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", localizada em Selvíria-MS, situada a 51º 22' O e 20º 22' S com altitude de 335m, em um Latossolo vermelho de textura argilosa (Embrapa, 2013). O clima da região é do tipo Aw segundo a classificação Köppen apresentando temperatura média anual de 25ºC, precipitação total anual de 1.330 mm e umidade relativa média de 66% (Centurion, 1982).

Os valores diários de precipitação pluvial, temperatura do ar e umidade relativa registrados durante o período de condução do experimento de arroz de terras altas estão apresentados na Figura 1.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

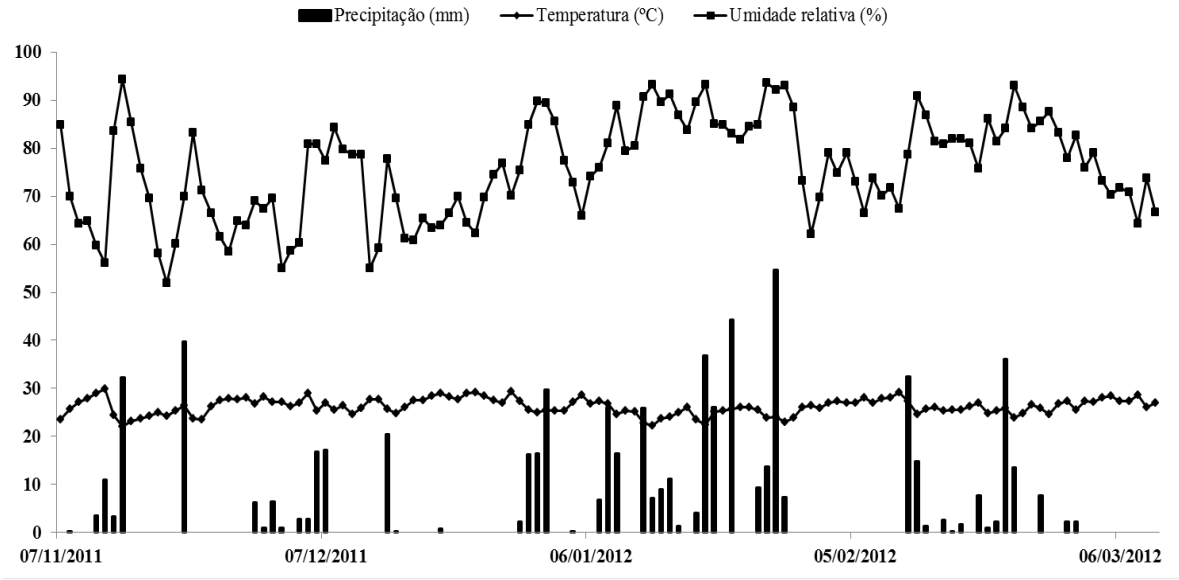

Figura 1. Valores diários de precipitação pluvial, temperatura do ar e umidade relativa registrados durante o período de condução do experimento. Selvíria, MS, 2011/2012.

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo da área experimental na profundidade de 0,0-0,2 m de profundidade e foi realizada a análise química para fins de fertilidade, seguindo o método proposto por Raij et al. (2001), apresentando os seguintes resultados: pH ($CaCl_2$) = 4,4; 30 mg dm^{-3} de P; 1,7; 9; 7; 50; 17,7; 67,7 mmolc dm^{-3} de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, 22 g dm^{-3} de matéria orgânica e V% = 26.

O histórico do local consistiu do cultivo do milho entre novembro de 2010 e fevereiro de 2011 e durante o restante do ano permaneceu em pousio. As sementes foram tratadas com carbendazim + tiram na dose de 45 + 105 g i. a. 100 kg^{-1}. Para a dessecação da área utilizou-se 1.440 g i. a. ha^{-1} de glifosato e 40 g i. a. ha^{-1} de carfentrazona-etílica.

A semeadura da cultura do arroz foi realizada em 07/11/2011 e o cultivar utilizado foi o AN Cambará com 200 sementes m^{-2}. Na adubação de semeadura foram utilizados 250 kg ha^{-1} do formulado 04-30-10 seguindo as recomendações de Cantarella & Furlani (1996). No controle de plantas daninhas em pós-emergência utilizou-se 2,4 g i. a. de metsulfurom metílico aplicado no início do perfilhamento e 1.209 g i. a. ha^{-1} de 2,4 - D entre o final do perfilhamento e o início do emborrachamento.

Após a semeadura foi instalado um sistema fixo de irrigação por aspersão convencional com taxa de aplicação de água de 3,3 mm h^{-1} nos aspersores. No manejo da irrigação foram utilizados 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 coeficientes de cultura (Kc): o inicial de 0,70 e o final de 1,10; e para a fase de maturação os valores foram: o inicial de 1,10 e o final de 0,70 conforme proposto por Rodrigues et al. (2004).

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3x4 com quatro repetições. Os tratamentos se constituíram por três fontes nitrogenadas (nitrato de amônio, sulfato de amônio e ureia) e quatro doses de N em cobertura (0, 40, 80 e 120 kg ha^{-1} de N) aplicadas aos 26 dias após a emergência das plântulas de arroz (26 DAE). As parcelas foram constituídas de dez linhas de arroz, com 4,5 m de comprimento e espaçamento de 0,35 m entrelinhas, se considerando como área útil as duas linhas centrais desprezando-se 0,5 m em ambas as extremidades. A colheita do arroz ocorreu quando 90% das panículas das parcelas apresentavam grãos com coloração típica de maduros.

Durante o desenvolvimento da cultura foram realizadas as seguintes avaliações: a) *Número de espiguetas por panícula*: por ocasião da colheita coletou-se 20 panículas da área útil das parcelas, em seguida, retirou-se manualmente todas as espiguetas das panículas e realizou-se a

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

contagem das mesmas em contador eletrônico; b) *Fertilidade de espiguetas*: referente à relação porcentual entre o número de espiguetas férteis e o número de espiguetas por panícula; c) *Massa hectolítrica*: foram pesadas duas amostras de arroz em casca em recipiente de 0,25 L, em seguida, converteu-se os valores para kg 100 L^{-1} com umidade corrigida para 13% (base úmida); d) *Rendimento industrial de grãos*: uma amostra de 100 g de grãos de arroz em casca foi processada em engenho de prova Suzuki, modelo MT, durante 1 minuto. A seguir, foi determinada a massa de grãos brunidos (polidos) e os resultados expressos em percentagem. Posteriormente, os grãos brunidos foram colocados no "Trieur" nº 2, durante 30 segundos, para separação, por pesagem, do rendimento de grãos inteiros e de grãos quebrados, ambos expressos em percentagem.

Para a análise estatística referente aos dados obtidos, utilizou-se o software ESTAT, para níveis de 1 e 5% de probabilidade. Quando verificado efeito significativo de doses ou da interação entre fontes e doses de N realizou-se análises de regressão e a comparação das médias entre as fontes de nitrogênio através do teste Tukey ($p<0,05$).

Resultados e Discussão

A aplicação de diferentes doses e fontes de nitrogênio em cobertura apresentou interação para o número de espiguetas por panícula e para a massa hectolítrica (Tabela 1). A utilização das fontes nitrato de amônio e sulfato de amônio apresentaram respectivamente, 32 e 23 espiguetas por panícula a mais quando comparadas com a aplicação de ureia.

Tabela 1. Espiguetas por panícula, fertilidade de espigueta e massa hectolítrica da cultura do arroz, cv. Cambará, em sistema plantio direto, sob efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura. Selvíria, MS, 2011/2012[(1)].

Tratamentos	Espiguetas por panícula	Fertilidade de espiguetas (%)	Massa hectolítrica (kg 100 L^{-1})
Fontes de N			
Nitrato de amônio	207,5	76,2 a	44,6
Sulfato de amônio	199,5	73,6 a	44,9
Ureia	206,4	76,1 a	44,9
DMS	8,5	4,5	2,3
Doses de N (kg ha^{-1})			
0	203,5	71,2[(2)]	47,3
40	197,6	79,7	44,7
80	214,3	75,3	43,0
120	202,4	74,9	44,2
Teste F			
Fontes de N (F)	$3,11^{ns}$	$1,25^{ns}$	$0,09^{ns}$
Doses (D)	6,23**	5,43**	5,72**
F x D	7,42**	$0,67^{ns}$	2,43*
CV (%)	4,79	6,87	5,84

[(1)]Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} – não - significativo. * e **significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. [(2)]$y = 78,9 – 0,1794x + 0,0013x^2$; $R^2 = 0,6106$ (PM = 68,9 kg ha^{-1} de N).

A utilização de diferentes doses de nitrogênio apresentou efeito quadrático no número de espiguetas por panícula quando se adotou como fonte nitrogenada o nitrato de amônio e ureia, visto que os maiores valores de espiguetas por panícula (199 e 217), foram obtidas com as doses de 48,6 kg ha^{-1} N (fonte nitrato de amônio) e 42,1 kg ha^{-1} N (fonte ureia) respectivamente. Ao se utilizar como fonte nitrogenada o sulfato de amônio, a utilização de diferentes doses apresentou efeito linear no número de espiguetas por panícula.

O número de espiguetas por panícula, começa a ser definida desde a diferenciação do primórdio da panícula e vai até o emborrachamento (Santos et al., 2006). Além disto, depende do comprimento e do número de

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

ramificações da ráquis e pontos de diferenciação de espiguetas nas ramificações, e é influenciado pela densidade de semeadura, adubação nitrogenada, radiação solar, disponibilidade hídrica, temperatura e cultivar. Desta forma, os processos de diferenciação e degeneração são extremamente sensíveis a níveis crescentes de N (Fageria et al., 2011). Alguns autores como (Buzetti et al., 2006, Boldieri et al., 2010 e Artigiani et al., 2012) também verificaram efeito positivo do N neste componente de produtividade.

Tabela 2. Desdobramento da interação significativa entre fontes x doses de N da análise de variância referente a espiguetas por panícula. Selvíria, MS, 2011/2012(1).

Fontes de N	Doses de N (kg ha^{-1})				Ajuste de regressão
	0	40	80	120	
Nitrato de amônio	210,5 a	192,7 a	210,5 a	216,2 a	8,26* (R.Q.) (1)
Sulfato de amônio	186,3 a	195,7 a	208,7 a	207,2 a	22,67 ** (R.L.) (2)
Ureia	213,7 a	204,2 a	223,7 a	183,7 b	9,42 * (R.Q.) (3)
DMS (F d. D): 17,1 espiguetas por panícula					

(1)Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns – não - significativo. * e **significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. (1)$y = 208,12 – 0,3531x + 0,0036x^2$; $R^2 = 0,6386$ (PM = 48,6 kg ha^{-1} de N). (2)$y = 188,1 + 0,19x$; $R^2 = 0,8614$. (3) $y = 209,32 + 0,3956x – 0,0047x^2$; $R^2 = 0,5513$ (PM = 42,1 kg ha^{-1} de N).

Com relação à fertilidade de espiguetas, não houve efeito das fontes de N. Em relação as doses houve ajuste quadrático com ponto de máximo na dose 68,9 kg ha^{-1} de N, o que correspondeu a 72,7% de espiguetas férteis. Este componente da produção é dependente da meiose do grão de pólen (microsporogênese), da antese (abertura das anteras), polinização, fertilização e do início da fase de maturação, ou seja, quando se inicia a translocação de carboidratos, e é influenciado por condições adversas (doses excessivas de adubo nitrogenado, cultivo em solos salinos e condições climáticas desfavoráveis) que possam ocorrer no desenvolvimento da planta, principalmente em torno de 10 dias antes e após o florescimento (Santos et al., 2006 e Ávila et al., 2010).

No que se refere à massa hectolítrica observou-se que a interação fontes e doses de N mostrou significância (Tabela 3). A média geral foi de 44,8 kg 100 L^{-1} observou-se que as doses de N tiveram ajuste linear decrescente com o nitrato de amônio e ureia em cobertura. Fonseca et al. (2012) em pesquisa com preparos de solo (grade aradora + grade niveladora, escarificador + grade niveladora e plantio direto) e seis doses de N em cobertura (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha^{-1}) obtiveram influência das doses de N com a máxima massa hectolítrica correspondente à dose de 60,2 kg ha de N.

Tabela 3. Desdobramento da interação significativa entre fontes x doses de N da análise de variância referente à massa hectolítrica. Selvíria, MS, 2011/2012(1).

Fontes de N	Doses de N (kg ha^{-1})				Ajuste de regressão
	0	40	80	120	
Nitrato de amônio	48,6 a	44,7 a	42,4 a	42,6 a	9,05* (R.L.) (1)
Sulfato de amônio	44,9 a	43,3 a	44,9 a	46,4 a	4,37ns
Ureia	48,4 a	45,9 a	41,6 a	43,7 a	9,85 * (R.L.) (2)
DMS (F d. D): 4,5 kg 100 L^{-1}					

(1)Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns – não - significativo. * e **significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. (1)$y = 47,62 – 0,05x$; $R^2 = 0,8324$. (2)$y = 47,67 – 0,045x$; $R^2 = 0,6586$.

Para o rendimento de benefício (Tabela 4) obteve-se ajuste linear decrescente em função das doses de N avaliadas. Cazetta et al. (2006) e Nascimento et al., (2013) observaram que os valores desta variável ajustaram-se a uma função linear crescente no cultivar IAC 202. Bordin et al. (2003), testando doses de N (0, 25, 50 e 75 kg ha^{-1}), também observaram ajuste à função linear

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

crescente para tal parâmetro. Por outro lado, Artigiani et al. (2012) não verificaram efeito das doses de N sobre o rendimento de benefício de arroz de terras altas em condições irrigadas.

Tabela 4. Rendimento de benefício, de grãos inteiros e quebrados da cultura do arroz, cv. Cambará, em sistema plantio direto, sob efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura. Selvíria, MS, 2011/2012(1).

Tratamentos	Rendimento (%)		
	Benefício	Grãos inteiros	Grãos quebrados
Fontes de N			
Nitrato de amônio	71,4 a	46,8 a	24,5
Sulfato de amônio	71,7 a	46,2 a	25,5
Ureia	71,6 a	46,2 a	26,0
DMS	1,5	2,1	2,0
Doses de N (kg ha^{-1})			
0	73,1(2)	48,4(3)	24,7
40	71,8	45,6	27,0
80	70,7	46,3	24,5
120	70,6	45,5	25,2
Teste F			
Fontes de N (F)	0,12^{ns}	0,42^{ns}	1,64^{ns}
Doses (D)	5,05**	3,82**	2,98*
F x D	0,64^{ns}	2,38^{ns}	3,53**
CV (%)	2,43	5,15	9,26

(1)Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} – não - significativo. * e **significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. (2)$y = 73,2 – 0,0229x$; $R^2 = 0,8786$. (3)$y = 48,1 – 0,0565x + 0,0003x^2$; $R^2 = 0,7685$ (PM = 94,2 kg ha^{-1} de N).

As doses de N tiveram efeito no rendimento de grãos inteiros (Tabela 4) com ponto de máximo na dose de 94,2 kg ha^{-1} de N. Guimarães (2008) também obtive efeito significativo das doses de N com o ponto de máximo na dose de 52,1 kg ha^{-1} de N, por outro lado, Moura (2011) não verificou efeito do N para tal variável. Todos os tratamentos apresentaram excelente qualidade de grãos com rendimento de inteiros próximo ou superior a 45% (Tabela 4), ou seja, superiores aos exigidos para a comercialização do produto a nível nacional, onde são atribuídos como favoráveis valores maiores ou iguais a 40% para rendimentos de grãos inteiros (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2006 e Vieira & Carvalho, 1999).

Tabela 5. Desdobramento da interação significativa entre fontes x doses de N da análise de variância referente ao porcentual de grãos quebrados. Selvíria, MS, 2011/2012(1).

Fontes de N	Doses de N (kg ha^{-1})				Ajuste de regressão
	0	40	80	120	
Nitrato de amônio	23,9 a	24,0 b	24,5 a	25,6 a	4,46^{ns}
Sulfato de amônio	26,7 a	25,9 b	24,4 a	24,8 a	2,44^{ns}
Ureia	23,4 a	31,1 a	24,4 a	25,1 a	4,12^{ns}
DMS (F d. D): 4,1 %					

(1)Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} – não - significativo. * e **significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Para o rendimento de grãos quebrados, houve efeito das doses de N e a interação também foi significativa. Observou-se pelo desdobramento (Tabela 5) que as doses de N não influenciaram esta variável de maneira significativa. Com relação às fontes, a ureia aumentou o porcentual de grãos quebrados em relação ao nitrato e ao sulfato de amônio em 22,8 e 16,7% respectivamente. Cazetta et al. (2006) verificaram que as doses de N ajustaram-se a função linear crescente quando o arroz foi cultivado em sucessão ao milheto, mucuna-preta e guandu. Já

Nascimento et al. (2013) obtiveram comportamentos distintos nas safras estudadas, na safra 2003/2004 houve ajuste à função quadrática com ponto de máximo em 46, 3 kg ha^{-1} de N, contudo, na safra seguinte (2004/2005), verificaram que os valores percentuais de grãos quebrados ajustaram-se a uma função linear decrescente. A presença de grãos quebrados em lotes de arroz é uma característica indesejável, pois diminui a qualidade e o valor comercial do produto (Arf et al., 2002, Santos et al., 2006). Além disto, pode ocorrer, também, a diminuição da quantidade total de grãos descascados, ou seja, o rendimento de benefício, pois a fração de grãos pode ser eliminada com as cascas (Crusciol et al., 1999). Os valores obtidos neste estudo estão abaixo dos exigidos para a comercialização do produto a nível nacional, onde são atribuídos como favoráveis valores menores ou iguais a 28% para grãos quebrados (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2006 e Vieira & Carvalho, 1999).

Conclusões

Nas condições de plantio direto em que foi conduzido o experimento tem-se:

Os maiores valores de espiguetas por panícula foram obtidos com 48,6 e 42,1 kg ha^{-1} de N na forma de nitrato de amônio, e as doses proporcionam aumentos lineares quando o adubo nitrogenado é o sulfato de amônio.

O valor máximo referente para fertilidade de espiguetas e de grãos inteiros foi obtido com 68,9 e 94,2 kg ha^{-1} de N, respectivamente, independente da fonte utilizada.

As doses de N reduziram a massa hectolítrica ao se utilizar as fontes de nitrato de amônio e ureia.

Houve redução do valor percentual de rendimento de benefício em função das doses de N, sendo que o uso de ureia em cobertura aumentou o porcentual de grãos quebrados, principalmente ao se aplicar 40 kg ha^{-1} N em cobertura.

Referências bibliográficas

ANDRADE, W. E. B.; AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G. M. B.; PEREIRA, R. P.; RIVERO, P. R. Y.; SILVA, V. R. **Qualidade de grãos de arroz em função de níveis de nitrogênio**. Niterói: PESAGRO-Rio, 1995. 6p. (Comunicado Técnico, 229).

ARF O.; BASTOS, J. C. H. A. G.; SILVA, M. G.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S. Manejo do solo e da época de aplicação do nitrogênio na produção de arroz de terras altas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 215 – 223, 2005.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ. M. E.; CRUSCIOL, C. A. C.; PEREIRA, J. C. R. 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, 2002.

ARTIGIANI, A. C. C. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; ALVAREZ, R. C. F.; NASCENTE, A. S. Produtividade e qualidade industrial do arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e adubação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 340 – 349, 2012.

ÁVILA, F. W.; BALIZA, D. P.; FAQUIN, V.; ARAÚJO, J. L.; RAMOS, S. J. Interação entre silício e nitrogênio em arroz cultivado sob solução nutritiva. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 184-190, 2010.

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

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

BOUMAN, B. A. M.; PENGA, S.; CASTAÑEDA, A. R.; VISPERAS, R. M. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems. **Agriculture and Water Management**, Amsterdam, v. 74, n. 2, p. 87 – 105, 2005.

BUZETTI, S.; BAZANINI, G. C.; FREITAS, J. C.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; MEIRA, F. A. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 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. (Coord.). **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. Qualidade industrial do arroz de terras altas cultivado após diferentes coberturas vegetais e doses de nitrogênio em sistema plantio direto. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 155 – 161, 2006.

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 plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 471 – 179, 2008.

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

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo levantamento.** Brasília, DF: CONAB, 2014. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_07_09_09_36_57_10_levantamento_de_graos_julho_2014.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2014.

CRUSCIOL, C. A. C.; MACHADO, J. R.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Rendimento de benefício e de grãos inteiros em função do espaçamento e da densidade de semeadura do arroz de sequeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 47-52, 1999.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; ARF, O. Produtividade de grãos e exportação de nutrientes de cultivares de arroz irrigadas por aspersão em consequência da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 247 – 257, 2007.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. 560p.

FAGERIA, N. K.; MOREIRA, A.; COELHO, A. M. Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 34, n. 3, p. 361-370, 2011.

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**, Viçosa, v.28, n.3, p.447-454, 2004.

FIDELIS, R. R.; RODRIGUES, A. M.; SILVA, G. F.; BARROS, H. B.; PINTO, L. C.; AGUIAR, R. W. S.. Eficiência do uso de nitrogênio em genótipos de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 124-128, 2012.

FONSECA, A. E.; ARF, O.; ORIOLI JÚNIOR, V.; BUZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F. 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.

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

GITTI, D. C. **Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com Azospirillum brasilense em arroz de terras altas no sistema plantio direto**. Ilha Solteira, 2012. 86 f: il. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2012.

HERNANDES, A.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E. Doses, fontes e épocas de aplicação do nitrogênio em cultivares de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 307 – 312, 2010.

MARCHEZAN, E.; GODOY, O. P.; MARCOS FILHO, J. Relações entre época de semeadura, de colheita e rendimento de grãos inteiros de cultivares de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.7, p.843-848, 1993.

MOURA, R. S. **Lâminas de água, inoculação de sementes com Azospirillum brasilense e doses de nitrogênio em arroz terras altas**. Ilha Solteira, 2011. 59 f.: il. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2011.

NASCIMENTO, V.; ARF, O.; ALVES, M. C.; BONINI, C. S. B.; KANEKO, F. H.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Mecanismos de abertura do sulco e da adubação nitrogenada em arroz de terras altas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p. 802 – 810, 2013.

RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J. C.;. CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise**

química para avaliação da fertilidade de solo tropicais. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

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**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 546 – 556, 2004.

ROJAS, C. A. L. et al. Volatilização de amônia da uréia alterada por sistemas de preparo de solo e plantas de cobertura invernais no Centro-Sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 261 - 270, 2012.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Eds.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Revisada e ampliada. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. revisada e ampliada. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 353 p.

VIEIRA, N. R. A.; CARVALHO, J. L. V. Qualidade tecnológica. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 582-604.

ZARATIN, C.; SOUZA, S. A.; PANTANO, A. C.; SÁ, M. E.; ARF, O.; BUZETTI, S. Efeitos de quatro doses de potássio em seis cultivares de arroz irrigados por aspersão. II. Rendimento de benefício de grãos inteiros. **Científica**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 121 – 126, 2004.