

# QUALIDADE INDUSTRIAL DO ARROZ DE TERRAS ALTAS CULTIVADO EM DIFERENTES CONDIÇÕES, SOB PLANTIO DIRETO

Douglas de Castilho Gitti<sup>1</sup>; Stefan Monteiro<sup>1</sup>; Orivaldo Arf<sup>2</sup>; Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues<sup>2</sup>; Rafael Gonçalves Vilela<sup>3</sup>; Daiene Camila Dias Chaves<sup>3</sup>; José Roberto Portugal<sup>3</sup>; Danilo A. dos Santos Pereira<sup>3</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa L.*, fontes de nitrogênio, plantas de cobertura, molibdênio.

## INTRODUÇÃO

A qualidade industrial dos grãos de arroz influencia diretamente o valor do produto no mercado e são muitos os fatores que podem reduzir a qualidade, como: o sistema de cultivo, as características genéticas, condições climáticas, maturação e colheita dos grãos.

O arroz de terras altas é um sistema de cultivo que se localiza em grande parte nos Cerrados, bioma no qual predomina a utilização do sistema plantio direto, e atualmente possui aumento das áreas irrigadas por pivô central.

O manejo da irrigação e fertilidade do solo contribui para o desenvolvimento do sistema radicular e amplia a absorção por água e nutrientes. Entre os nutrientes essenciais, o potássio (K) e o nitrogênio (N) são absorvidos em maior quantidade pelo arroz, sendo o K mais absorvido e responsável entre muitas funções, dentre elas: formação dos açúcares nas folhas e seu transporte para órgãos de reserva e também maior resistência a seca. Zaratin et al. (2004) obtiveram melhoria na qualidade industrial dos grãos de cultivares de arroz de terras altas com a adição de K. As plantas de cobertura podem liberar K para culturas subsequentes, porém a quantidade liberada da palha e prontamente disponível depende da espécie e da quantidade de chuva recebida (ROSOLEM et al., 2003).

Cazetta et al. (2006) avaliando doses de N não obtiveram influência na qualidade industrial de grãos. Há poucas informações sobre a influência de fontes de N sobre esta variável do arroz. No entanto, a baixa produtividade do sistema de terras altas pode estar relacionada à assimilação por N nas primeiras semanas de emergência, sendo o amônio a preferência em relação ao nitrato (MALAVOLTA, 1980). O molibdênio influencia a assimilação de nitrogênio, pois participa do metabolismo da enzima redutase do nitrato, cujas funções na planta estão relacionadas com o sistema de transferência de elétrons para a redução do nitrato a amônio no interior das células vegetais, antes de ser incorporado em moléculas orgânicas (GUPTA e LIPSETT, 1981).

Considerando o exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de plantas de cobertura e de fontes de N, na presença e ausência da aplicação foliar de molibdênio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido 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 m. O solo 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).

A análise química na camada de 0 a 0,20 m, pelo método de Raij e Quaggio (1983), revelou os seguintes resultados: MO = 17 g dm<sup>-3</sup>; P resina = 13 mg dm<sup>-3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,8; K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> e H+Al, respectivamente 2,9, 24, 13 e 46 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V = 46%.

Os tratamentos constituíram-se das plantas de cobertura (milheto, crotalária,

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo Mestrando, UNESP-FEIS, Av. Brasil, 56, Centro, 15385-000, Ilha Solteira (SP), E-mail: dcastit@aluno.feis.unesp.br, stefan\_nop@hotmail.com;

<sup>2</sup>Professores de agronomia, UNESP-FEIS, Ilha Solteira (SP), E-mails: arf@agr.feis.unesp.br, ricardo@agr.feis.unesp.br

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia Agrônoma, UNESP-FEIS, Ilha Solteira-SP, E-mails: rafael.g.v@hotmail.com, daiene6@hotmail.com, jr\_portugal@hotmail.com, danilo455@hotmail.com

guandu, pousio e milheto + guandu e milheto + crotalária), fontes de N ( $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{N-NO}_3^-$  e  $\frac{1}{2}$   $\text{N-NH}_4^+$  e  $\frac{1}{2}$   $\text{N-NO}_3^-$ ) e molibdênio via foliar (presença e ausência). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com tratamentos dispostos em esquema fatorial 6 x 3 x 2, com quatro repetições.

Utilizou-se semeadura específica para o plantio direto no espaçamento de 0,45 m para demarcar os sulcos. A semeadura das plantas de cobertura foi realizada nos dias 17/08/2009 e 17/09/2010, com o uso de matracas. As densidades de semeadura para crotalária, milheto e guandu foram de 70, 110 e 22 sementes por metro de sulco, respectivamente. Não foram realizadas adubações nas plantas de cobertura.

As plantas de cobertura foram dessecadas aos 67 e 48 dias após a emergência (DAE), nas safras 2009/10 e 2010/11, com os herbicidas glifosato (1.440 g  $\text{ha}^{-1}$ ) e 2,4-D (403 g  $\text{ha}^{-1}$ ) e manejadas com desintegrador mecânico (Triton®).

As fontes de N foram: sulfato de amônio ( $\text{N-NH}_4^+$ ), nitrato de amônio (50%  $\text{N-NH}_4^+$  + (50%  $\text{N-NO}_3^-$ ) e salitre do Chile ( $\text{N-NO}_3^-$ ). A de Molibdênio foi o molibdato de sódio.

No safra 2009/10 a semeadura do arroz foi realizada em 16/11/2009 utilizando-se o cv. Cambará. Com relação à safra 2010/11, o arroz foi semeado no dia 24/11/2010, porém por motivos de falhas de emergência e estabelecimento da cultura, o experimento foi instalado novamente no dia 03/01/2011. Em ambas as safras, a densidade de semeadura foi de 180 sementes por  $\text{m}^2$ , tratadas com imidacloprido e tiocaribe (150 e 450 g por 100 kg de sementes, respectivamente). Após a semeadura no ano 2010/11 as linhas foram compactadas com o rodado do trator.

A adubação básica na semeadura foi de 60 kg  $\text{ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 10 kg  $\text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , calculada de acordo com as características químicas do solo. Também na semeadura foram aplicados 15 kg  $\text{ha}^{-1}$  de N, para as três fontes de N, sendo o ponto inicial de parcelamento. A emergência do arroz ocorreu aos 6 dias após a semeadura, em ambas as safras consideradas, sendo as adubações nitrogenadas foram realizadas aos 15 e 30 DAE, aplicando-se 20 e 65 kg  $\text{ha}^{-1}$  de N, respectivamente. O molibdênio foi aplicado via foliar aos 8 e 15 DAE nas doses de 50 e 80 g  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente.

O manejo de plantas daninhas foi realizado em pós-emergência com os herbicidas metsulfurom-metil (2 g  $\text{ha}^{-1}$ ) e cialofope-butilo (600 g  $\text{ha}^{-1}$ ) no ano 2009/10, e com pré-emergente pendimethalin (1.400 g  $\text{ha}^{-1}$ ) e pós-emergente metsulfurom-metil (2 g  $\text{ha}^{-1}$ ) no ano 2010/11. A colheita foi realizada manualmente no dia 25/02/2010 e 11/04/2011, correspondendo a 95 e 92 DAE, para os anos 2009/10 e 2010/11, respectivamente. Após a trilha mecânica, os grãos foram submetidos à secagem a sombra.

Avaliou-se: massa de matéria seca das coberturas vegetais, massa hecolítica (referente à 2009/10 apenas), rendimento de benefício, de grãos inteiros e quebrados. Os valores de massa hecolítica foram corrigidos para umidade de 13% (base úmida). Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância, comparando-se plantas de cobertura, fontes de N e de molibdênio pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a safra 2010/11, houve diferença significativa entre a crotalária e o milheto + guandu com produções de massa de matéria seca de 10.369 e 6.016 kg  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios da matéria seca de plantas de cobertura antecessoras ao arroz de terras altas em plantio direto. Selvíria (MS), 2009/10 e 2010/11.

Ano agrícola	Massa de matéria seca de plantas de cobertura (kg $\text{ha}^{-1}$ )						CV (%)
	Milheto	Crotalária	Guandu	Pousio	Milheto+crotalária	Milheto+guandu	
2009/10	8.901	10.417	9.581	7.675	10.373	8.897	19,92
2010/11	6.923 ab	10.369 a	8.398 ab	7.033 ab	8.848 ab	6.016 b	21,84

CV – coeficiente de variação. Médias seguidas por letra iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

A massa hecolítica obteve influência das fontes de nitrogênio, sendo o fornecimento

de N com salitre do Chile na adubação de base e de cobertura os que proporcionaram maior valor. O rendimento de benefício, grãos inteiros e quebrados não foram influenciados pelas fontes de N e nem pela aplicação de molibdênio via foliar nos dois anos avaliados (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios dos componentes da qualidade industrial de grãos do arroz de terras altas em plantio direto em função de plantas de cobertura, fontes de N e fornecimento de molibdênio via foliar. Selvíria (MS), 2009/10 e 2010/11.

Tratamentos	Massa hectolítrica (kg hl <sup>-1</sup> )		Rendimento de benefício		Grãos inteiros		Grãos quebrados	
	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11	2009/10	2010/11
<b>Plantas de coberturas</b>								
Milheto	-	51,5	66,3 a	63,7	55,2 a	48,6	10,9 c	15,1
Crotalária	-	50,1	66,1 ab	63,4	55,1 ab	47,1	11,0 bc	16,1
Guandu	-	50,7	64,9 abc	63,0	52,0 bc	46,2	12,9 ab	16,8
Pousio	-	50,9	64,7 bc	62,6	52,4 abc	46,3	12,1 abc	16,1
Milheto + crotalaria	-	51,6	65,3 ab	63,6	54,2 ab	50,1	11,4 bc	13,2
Milheto + guandu	-	51,0	63,4 c	63,4	49,7 c	48,1	13,8 a	15,2
<b>Fontes de nitrogênio</b>								
Sulfato de amônio	-	50,9 ab	65,0	63,1	52,8	47,6	12,1	15,3
Salitre do Chile	-	51,7 a	65,3	63,6	53,6	48,1	11,6	15,4
Nitrato de amônio	-	50,2 b	65,1	63,1	52,9	47,5	12,3	15,5
<b>Molibdênio</b>								
Presença	-	50,7	65,3	63,3	53,2	47,4	12,0	15,7
Ausência	-	51,2	65,1	63,3	52,9	48,1	12,1	15,1
CV(%)	-	3,76	2,86	2,81	7,11	12,22	19,14	30,90

CV = coeficiente de variação. Letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

O rendimento de benefício foi influenciado pelas plantas de cobertura cultivadas anteriormente ao arroz na safra 2009/10, sendo os maiores valores obtidos pelos cultivos de milheto, crotalaria e milheto + crotalaria, com diferença para o menor valor obtido pelo milheto + guandu. Na safra 2010/11, o rendimento de benefício foi influenciado pela interação de plantas de cobertura e fontes de N (Tabela 3). O desdobramento significativo de plantas de cobertura dentro da fonte de N sulfato de amônio, apresentou diferença pelo cultivo de milheto anteriormente ao arroz, com valor de rendimento de benefício superior ao pousio. Quanto ao comportamento de fontes de N dentro de plantas de cobertura, o pousio proporcionou resultado significativo, sendo o rendimento de benefício maior pela utilização do nitrato de amônio em relação ao sulfato de amônio, e o salitre do Chile valor semelhante às duas outras fontes de N.

Na safra 2009/10 o rendimento de grãos inteiros e quebrados foram influenciados pelo cultivo de milheto, crotalaria e milheto + crotalaria que proporcionaram maiores percentuais de grãos inteiros e menores de grãos quebrados em relação ao milheto + guandu, que apresentou o menor valor de inteiros e maior para quebrados. Na safra 2010/11, não houve diferença entre as plantas de cobertura para o rendimento de grãos inteiros e quebrados.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre plantas de cobertura e fontes de N para o rendimento de benefício do arroz de terras altas em plantio direto. Selvíria (MS), 2010/11.

Fontes de nitrogênio	Rendimento de benefício (%)					
	Plantas de cobertura					
	Milheto	Crotalária	Guandu	Pousio	Milheto + crotalaria	Milheto + guandu
Sulfato de amônio	64,3 A	62,5 AB	63,2 AB	61,2 b B	63,5 AB	63,6 AB
Salitre do Chile	63,8	64,3	62,2	62,2 ab	64,2	64,3
Nitrato de amônio	63,0	63,3	63,7	63,9 a	62,6	62,3

Letras minúsculas e maiúsculas distintas na coluna e na linha, respectivamente, diferem pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

A maioria das plantas de cobertura obteve diferenças pequenas e valores semelhantes estatisticamente na safra 2009/10 para o rendimento de benefício, de grãos inteiros e quebrados. No entanto, o cultivo anterior ao arroz de milheto, crotalária e milheto + crotalária foram os únicos que obtiveram os maiores valores de rendimento de benefício e de grãos inteiros e as menores quantidades de grãos quebrados, com diferença significativa do consórcio milheto + guandu, que obteve os piores resultados, com menores valores para o rendimento de benefício e grãos inteiros e os maiores de grãos quebrados. Tendo em vista a produção de palha e rotação de culturas, as opções de cultivo de crotalária e o consórcio milheto + crotalária são interessantes para anteceder o arroz.

A quantidade de palha, a espécie, a disponibilidade de água pela chuva ou irrigação, a relação entre a função do nutriente na planta e sua liberação pela palha através da água podem influenciar a qualidade dos grãos. Considerando o K, Rosolem et al. (2003) obtiveram maior potencial de liberação da palha de milheto, atingindo valores próximos a 7,0% do total de K contido no tecido vegetal em relação as cultura do triticale, aveia, braquiária, sorgo e crotalária. Os autores ainda mencionam que o milheto e a braquiária liberam K com maior facilidade, mas em menor quantidade (de 500 a 300 g ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>), enquanto o sorgo e a crotalária liberam menos K do que as demais espécies a cada mm de chuva.

Cazetta et al. (2006) avaliando a influencia das culturas do milheto, sorgo granífero, milho, guandu, crotalária, mucuna-preta e pousio cultivadas anteriormente ao arroz de terras altas IAC 202 em plantio direto, obtiveram resultado significativos sobre a qualidade industrial de grãos. Apesar do resultado, os autores citam que as diferenças proporcionadas pelas culturas foram pequenas, como observado no presente trabalho.

## CONCLUSÃO

As fontes de N e o molibdênio aplicado via foliar não influenciaram a qualidade industrial do arroz de terras altas cv. Cambará; a utilização do milheto, crotalária e do milheto + crotalária antecedendo o cultivo do arroz são boas opções tendo em vista maiores rendimentos de benefício, grãos inteiros, menores valores de grãos quebrados e maior produção de palha para o sistema plantio direto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAZETTA, D.A.; ARF, O.; BUZZETTI, 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 de plantio direto. Científica, v. 34, n. 2, p. 155-161, 2006.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- GUPTA, U.C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soils, plants, and animals. Advances in Agronomy, v.34. p.73-115, 1981.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A., Métodos de análises de solo para fins de fertilidade. Campinas: IAC, 1983. p. 1-31. (Boletim Técnico, 81).
- ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. Revista Brasileira de Ciencia de Solo, v. 27, p. 355-361, 2003.
- ZARATIN, C.; SOUZA, S.A.; PANTANO, A.C.; SÁ, M.E.; ARF, O.; BUZZETTI, S. Efeito de quatro doses de potássio em seis cultivares de arroz irrigado por aspersão. II. Rendimento de benefício e de grãos inteiros. Científica, v. 32, n. 2, p. 121-126, 2004.