

# PLANTAS DE COBERTURA, FONTES DE NITROGÊNIO E FORNECIMENTO DE MOLIBDÊNIO NO CULTIVO DO ARROZ DE TERRAS ALTAS EM PLANTIO DIRETO IRRIGADO POR ASPERSÃO

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: Sulfato de amônio, nitrato de amônio, salitre do Chile, cv. Cambará.

## INTRODUÇÃO

Dentre os sistemas de produção das principais culturas brasileiras, o cultivo de arroz ainda é o único que não possui diretrizes e parâmetros para o seu desenvolvimento no sistema plantio direto. O cultivo neste sistema, se comparado ao sistema convencional, torna-se incompatível, apresentando baixo desenvolvimento do sistema radicular, baixa resistência a seca, redução no perfilhamento e baixa qualidade de grãos.

Além disso, a baixa produtividade do arroz de terras altas pode estar relacionada à assimilação por nitrogênio nas primeiras semanas de emergência, sendo o amônio a preferência em relação ao nitrato (MALAVOLTA, 1980). Com o avanço no desenvolvimento, a planta passa a utilizar o nitrato de maneira mais eficiente devido o aumento da atividade da enzima redutase do nitrato. O molibdênio influencia o metabolismo desta enzima, 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).

Com base no exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito das plantas de cobertura e de fontes de nitrogênio, na presença e ausência da aplicação foliar de molibdênio, sobre as características agrônômicas do arroz de terras altas irrigado por aspersão.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Selvíria - MS, Brasil, na Fazenda Experimental da UNESP-FEIS, 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).

Antes da instalação do experimento foram realizadas coletas de solo da área experimental na camada de 0 a 0,20 m. A análise química, segundo método descrito por Raij & 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 mmolc. dm<sup>-3</sup> e V = 46%.

Os tratamentos foram constituídos pela combinação de plantas de cobertura (milheto, crotalaria, guandu, área de pousio e consórcios de milheto + guandu + crotalaria), fontes de nitrogênio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e ½ N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e ½ N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e molibdênio via foliar (presença e ausência). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 6 x 3 x 2, com quatro repetições.

As fontes de nitrogênio utilizadas foram: sulfato de amônio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrato de amônio (50% N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) + (50% N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e salitre do Chile (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Já a fonte de Molibdênio

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

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

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

foi o molibdato de sódio.

Utilizou-se semeadora específica para o sistema plantio direto no espaçamento de 0,45 m para demarcar os sulcos. A semeadura das plantas de cobertura foi realizada no dia 17/08/2009 com o uso de matracas. As densidades de semeadura para crotalaria, milho e guandu foram de 155, 244 e 50 sementes por m<sup>2</sup>, respectivamente. Não foi realizada quaisquer tipo de adubação nas plantas de cobertura.

As plantas de cobertura foram dessecadas 67 dias após a emergência, (DAE) com as herbicidas glifosato e 2,4 D (1.440 e 403 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente), e manejadas com desintegrador mecânico (Triton®).

A semeadura do arroz foi realizada mecanicamente no dia 16/11/2009 utilizando-se a cultivar Cambará. A densidade de semeadura utilizada foi de 180 sementes m<sup>-2</sup>, tratadas com imidacloprido e tiodicarbe (150 e 450 g por 100 kg de sementes, respectivamente).

A adubação básica utilizada para a semeadura foi de 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 10 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, calculada de acordo com as características químicas do solo e considerando-se a produtividade esperada de 5.000 kg ha<sup>-1</sup>. Também na semeadura, foi aplicada a dose de 15 kg ha<sup>-1</sup> de N, para as três formas de nitrogênio, constituindo assim, o ponto inicial de parcelamento do nitrogênio.

As adubações nitrogenadas foram realizadas aos 15 e 30 DAE, com 20 e 65 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. O molibdênio foi aplicado via foliar aos 8 e 15 DAE nas doses de 50 e 80 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A emergência do arroz ocorreu uniformemente no dia 22/11/2009, aos 6 dias após a semeadura.

O manejo de plantas daninhas foi realizado em pós-emergência com os herbicidas metsulfurom-metílico (1,98 g ha<sup>-1</sup>) e cialofop-butilo (600 g ha<sup>-1</sup>). A colheita foi realizada manualmente no dia 25/02/2010, correspondendo a 95 DAE. Após a trilha mecânica, os grãos foram submetidos à secagem a sombra.

Foram realizadas as seguintes avaliações: rendimento de matéria seca das coberturas vegetais, percentual de cobertura do solo, teor de nitrogênio foliar (folha “bandeira”), florescimento e ciclo, altura de plantas, acamamento de plantas (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%); massa de cem grãos e produtividade. Os valores de massa de grãos e de produtividade foram corrigidos para umidade de 13% (base úmida).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de matéria seca das plantas de cobertura e o percentual de cobertura por elas proporcionado não apresentaram diferenças significativas para as condições de clima da região e no período de avaliação.

Tabela 1. Rendimento de matéria seca de plantas e percentual de cobertura do solo proporcionado pelas plantas de cobertura utilizadas como antecessoras ao arroz de terras altas em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2010.

| Plantas de cobertura | Rendimento de matéria seca (kg ha <sup>-1</sup> ) | Cobertura do solo (%) |
|----------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|
| Milho                | 8.901                                             | 73,3                  |
| Crotalaria           | 10.417                                            | 73,6                  |
| Guandu               | 9.581                                             | 67,8                  |
| Pousio               | 7.675                                             | 80,2                  |
| Milho + crotalaria   | 10.373                                            | 75,3                  |
| Milho + guandu       | 8.897                                             | 70,1                  |
| <b>Teste F</b>       | 1,27 ns                                           | 0,88 ns               |
| CV (%)               | 19,92                                             | 12,47                 |

ns – não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. CV – coeficiente de variação.

A altura de plantas foi influenciada pelas interações significativas (Tabela 2) entre as plantas de cobertura, fontes de nitrogênio e pela presença e ausência de molibdênio aplicado via foliar. Embora a interação entre os fatores de variação foi significativa para

altura de plantas, os tratamentos avaliados não apresentaram problemas de acamamento de plantas.

O número de colmos e panículas por m<sup>2</sup> foram influenciados de maneira semelhante proporcionando diferenças entre as plantas de coberturas e as fontes de nitrogênio, independente da aplicação de molibdênio.

Tabela 2. Características agrônomicas e produtividade do arroz de terras altas em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura, fontes de nitrogênio e fornecimento de molibdênio via foliar. Selvíria (MS), 2010.

| Tratamento                   | Altura de plantas (cm) | Colmos por m <sup>2</sup> | Paniculas por m <sup>2</sup> | Teor de N foliar (g kg <sup>-1</sup> ) | Massa de cem grãos (g) | Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| <b>Plantas de coberturas</b> |                        |                           |                              |                                        |                        |                                      |
| Milheto                      | 103                    | 229 c                     | 192 b                        | 33,15 cd                               | 2,50                   | 4.402 ab                             |
| Crotalária                   | 113                    | 261 a                     | 223 a                        | 36,36 a                                | 2,38                   | 4.612 a                              |
| Guandu                       | 104                    | 233 c                     | 193 b                        | 34,51 bc                               | 2,36                   | 4.093 ab                             |
| Pousio                       | 104                    | 222 c                     | 184 b                        | 32,72 d                                | 2,32                   | 3.715 b                              |
| Milheto + Crotalária         | 110                    | 258 ab                    | 225 a                        | 34,81 b                                | 2,40                   | 4.615 a                              |
| Milheto + Guandu             | 102                    | 238 bc                    | 206 ab                       | 33,71bcd                               | 2,28                   | 3.772 b                              |
| <b>Fontes de nitrogênio</b>  |                        |                           |                              |                                        |                        |                                      |
| Sulfato de amônio            | 108                    | 261 a                     | 224 a                        | 33,46 b                                | 2,37                   | 4.418                                |
| Salitre do Chile             | 105                    | 211 c                     | 176 c                        | 34,58 a                                | 2,37                   | 4.065                                |
| Nitrato de amônio            | 104                    | 248 b                     | 211 b                        | 34,59 a                                | 2,38                   | 4.121                                |
| <b>Molibdênio</b>            |                        |                           |                              |                                        |                        |                                      |
| Presença                     | 106                    | 242                       | 205                          | 34,07                                  | 2,42 a                 | 4.213                                |
| Ausência                     | 106                    | 238                       | 203                          | 34,35                                  | 2,32 b                 | 4.190                                |
| <b>Teste F</b>               |                        |                           |                              |                                        |                        |                                      |
| Coberturas (C)               | 20,34 **               | 8,24 **                   | 10,02 **                     | 14,98 **                               | 1,87 ns                | 4,13 **                              |
| Fontes (F)                   | 8,69 **                | 42,20 **                  | 39,94 **                     | 7,31 **                                | 0,01 ns                | 1,82 ns                              |
| Molibdênio (M)               | 0,22 ns                | 0,48 ns                   | 0,19 ns                      | 1,06 ns                                | 4,76 *                 | 0,02 ns                              |
| C x F                        | 4,11 **                | 0,30 ns                   | 0,60 ns                      | 0,54 ns                                | 0,78 ns                | 0,92 ns                              |
| C x M                        | 3,69 **                | 0,27 ns                   | 0,58 ns                      | 0,55 ns                                | 1,16 ns                | 1,61 ns                              |
| F x M                        | 3,18 *                 | 0,68 ns                   | 0,27 ns                      | 0,19 ns                                | 0,14 ns                | 0,25 ns                              |
| C x F x M                    | 2,41 *                 | 0,40 ns                   | 0,43 ns                      | 0,57 ns                                | 0,81 ns                | 0,97 ns                              |
| <b>DMS</b>                   |                        |                           |                              |                                        |                        |                                      |
| Coberturas                   | 4,10                   | 23,05                     | 22,55                        | 1,39                                   | -                      | 813,8                                |
| Fontes                       | 2,37                   | 13,33                     | 13,0                         | 0,80                                   | -                      | -                                    |
| Molibdênio                   | 1,61                   | -                         | -                            | -                                      | 0,08                   | -                                    |
| CV (%)                       | 4,59                   | 11,42                     | 13,18                        | 4,86                                   | 11,24                  | 23,1                                 |

\*\*, \* = significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação. Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para o número de colmos e de panículas por m<sup>2</sup> apresentaram maiores valores quando as culturas antecedentes foram a crotalária e o consórcio de milho + crotalária (Tabela 2). Bordin et al. (2003) obtiveram aumento significativo, em relação as gramíneas, no número de panículas por m<sup>2</sup> utilizando em sucessão ao arroz a *Crotalaria juncea* e *Canavalia brasiliensis*. Cazetta et al. (2008) avaliando plantas de cobertura antecedendo a cultura do arroz de terras altas obtiveram maiores valores de colmos e panículas por m<sup>2</sup> com as culturas de crotalária, guandu e mucuna preta em relação aos menores valores proporcionados pelas gramíneas sorgo, milho e milho. Quanto às fontes de nitrogênio, os tratamentos utilizando sulfato de amônio, nitrato de amônio e salitre do Chile apresentaram respectivamente, ordem decrescente e significativa entre ambos na quantidade de colmos e panículas por m<sup>2</sup>, sendo os maiores valores proporcionados pelo sulfato de amônio.

O teor de nitrogênio foliar foi influenciado pelas plantas de cobertura e fontes de nitrogênio, verificando-se maior valor (36,36 g kg<sup>-1</sup>) quando a crotalária foi a acultura antecedente (Tabela 2), demonstrando um de seus principais benefícios à agricultura, a fixação biológica do N<sub>2</sub>. O menor teor de nitrogênio (32,72 g kg<sup>-1</sup>) foi obtido com o pousio, o que provavelmente pode estar relacionado à vegetação espontânea predominante na área, que foi a braquiária. A crotalária mesmo em consórcio com o milho apresentou maior valor

do teor de nitrogênio foliar em relação ao cultivo solteiro do milho e ao pousio, e esse incremento de nitrogênio se refletiu na produtividade da cultura.

As plantas de cobertura e as fontes de nitrogênio não influenciaram a massa de cem grãos (Tabela 2), porém houve interferência da aplicação de molibdênio, onde a presença de tal conferiu aumento de 4,13% nesse componente produtivo. Cazetta et al. (2008) também não encontraram diferença para as plantas de coberturas avaliadas em dois anos de cultivo do arroz IAC 202.

Maiores produtividades foram obtidas quando se utilizou o consórcio de milho + crotalária e crotalária “solteira” antecedendo o arroz (Tabela 2). Por outro lado, menores produtividades foram evidenciadas quando a área ficou em pousio e cultivada com milho + guandu. Aumentos de produtividade do arroz, proporcionado pela sucessão de crotalária, foi observado por Bordin et al. (2003). Os referidos autores utilizaram a cultivar IAC 202 e obtiveram resultados significativos para a produtividade com o maior valor de 2.424 kg ha<sup>-1</sup>. Esse fato também foi constatado por Cazetta et al. (2008), porém com o cultivo do guandu em sucessão ao arroz, que proporcionou aumentos de 15 e 24% em relação ao milho e ao sorgo, respectivamente.

## CONCLUSÃO

O cultivo de crotalária antecedendo a cultura do arroz de terras altas foi superior as demais proporcionando os maiores valores de colmos e panículas por m<sup>2</sup>, teor de N foliar e consequentemente aumento da produtividade de grãos;

O sulfato de amônio pode aumentar a produtividade de grãos, pois incrementou o número de colmos e panículas por m<sup>2</sup>;

A aplicação do molibdênio via foliar aumentou a massa de cem grãos, porém não houve reflexo na produtividade de grãos.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESP e o CNPq pelo financiamento da pesquisa, como também a bolsa de mestrado ao primeiro autor pelo CNPq.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. 241-428, 2003.

CAZETTA, D.A.; ARF, O.; BUZZETTI, 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.

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).