

ROTAÇÃO DE CULTURAS, ADUBAÇÃO VERDE E NITROGENADA ENVOLVENDO O ARROZ DE TERRAS ALTAS EM SISTEMA PLANTIO DIRETO*

Orivaldo Arf¹; Salatiér Buzetti¹; Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues¹; Marco Eustáquio de Sá¹; José Roberto Portugal²; Gustavo Antônio Xavier Gerlach² e Lucas Martins Garé³

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., plantio direto consolidado, nitrogênio em cobertura.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz, no sistema de cultivo em terras altas, foi muito utilizada para a abertura de novas áreas nas regiões de fronteira agrícola. Como essas áreas diminuíram, devido ao grande impacto ambiental como a mudança climática e a severa perda da biodiversidade, a cultura deve passar a fazer parte dos sistemas agrícolas, envolvendo outras culturas ou até mesmo com pastagens e incorporada ao sistema de cultivo em sistema plantio direto em rotação de culturas. Trabalhos de pesquisa estão sendo desenvolvidos na busca de informações para tornar essa prática vantajosa para o orizicultor de terras altas. Na cultura do arroz irrigado, no entanto, a adoção do sistema plantio direto é tida como a solução potencialmente capaz de minimizar as crescentes infestações de arroz vermelho.

Na região do cerrado, o sistema plantio direto para a cultura do arroz de terras altas ainda não tem propiciado bons rendimentos, portanto, são necessárias mais pesquisa nessa área. Em razão da crescente demanda do arroz e da dificuldade na expansão do cultivo irrigado no Sul do país, torna-se necessário estudar técnicas que possibilitem a introdução do arroz de terras altas em áreas de plantio direto, como opção em relação à soja e ao milho em rotação (PACHECO et al., 2011), ou sucessão.

Uma alternativa para minimizar esse problema é o emprego da adubação verde (cobertura vegetal) e rotação de culturas, que dão ao solo condições de fornecer à cultura um melhor desenvolvimento, devido aos benefícios eminentes a essa prática, como: proteção ao solo, manutenção ou aumento da matéria orgânica, menor amplitude térmica, redução da lixiviação do nitrogênio, fixação do nitrogênio atmosférico, redução da população de plantas daninhas, controle de nematóides, etc. Essas características, portanto, leva em consideração a sustentabilidade da produção, trazendo não somente soluções aos problemas específicos da cultura do arroz de terras altas em regiões com riscos de estiagem, como aumento na estabilidade da produção, diminuição dos insumos e fertilizantes agrícolas e no impacto ambiental.

Tendo em vista o acima exposto, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito da utilização de coberturas vegetais envolvendo milho solteiro ou em consórcio com gramínea e leguminosas em arroz de terras altas irrigado por aspersão em sistema plantio direto e possíveis interações com a adubação nitrogenada mineral em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado 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 metros. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distrófico álico típico argiloso. A precipitação média anual é de 1.370 mm, temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

* Trabalho desenvolvido com o apoio financeiro da FAPESP e do CNPq

¹ Docentes do Curso de Agronomia da UNESP Ilha Campus de Ilha Solteira – SP. E-mail: arf@agr.feis.unesp.br

² Pós - Graduandos do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira –SP.

³ Graduando do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira, Av. Brasil, 56 (Centro), Ilha Solteira –SP

O experimento envolvendo consórcio de milho com leguminosas e *Urochloa* foi instalado em novembro de 2015, em área anteriormente cultivada com trigo no período de inverno, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições e 05 tratamentos assim constituídos: 1-Milho exclusivo; 2-Milho + *Crotalaria spectabilis*; 3-Milho + guandu; 4-Milho + feijão de porco e, 5-Milho + *Urochloa ruziziensis*. A *Crotalaria spectabilis*, guandu, feijão de porco e *Urochloa ruziziensis* foram semeadas nas entrelinhas do milho por ocasião da implantação da cultura em campo. O milho em cultivo exclusivo foi implantado com espaçamento de 0,90 m entrelinhas e cinco plantas por metro. A *Crotalaria spectabilis*, guandu, feijão de porco e *Urochloa ruziziensis* em consórcio com o milho foram semeadas em sulcos abertos nas entrelinhas distantes 0,45 m das linhas de milho, utilizando-se 30 sementes viáveis por metro, 15 sementes viáveis por metro, 7 sementes viáveis por metro e 8 kg ha⁻¹ de sementes, respectivamente.

Após a colheita do milho foi cultivado o feijão no período de outono-inverno em toda a área experimental, com colheita realizada no mês de agosto de 2016. No dia 29/11/2016 foi realizada a semeadura do arroz cultivar BRS Esmeralda utilizando-se espaçamento entrelinhas de 0,35 m e 70 kg ha⁻¹ de sementes certificadas e fornecidas pela Agronorte Sementes. Realizou-se tratamento das sementes com fipronil (50 g do i.a. 100 kg de sementes⁻¹). Após o tratamento das sementes foi realizada inoculação com *Azospirillum brasilense* utilizando-se 100 ml do produto comercial para cada 25 kg de sementes. A adubação nos sulcos de semeadura foi de 250 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16 calculada levando-se em consideração as características químicas do solo e a faixa de produtividade esperada.

O delineamento experimental para o arroz foi o de blocos ao acaso disposto em esquema fatorial 5x4 e os tratamentos constituídos pela combinação do efeito residual dos restos culturais de Milho exclusivo; Milho + *Crotalaria spectabilis*; Milho + guandu; Milho + feijão de porco; Milho + *Urochloa ruziziensis* cultivados no ano anterior, no desenvolvimento do arroz de terras altas com doses de nitrogênio em cobertura (zero, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹). Cada parcela foi constituída de 10 linhas de 7,5 m de comprimento espaçadas 0,35 m entre as fileiras. A área útil foi constituída pelas 8 linhas centrais de cada parcela, sendo desprezados em cada linha 0,50 m em suas extremidades.

O fornecimento de água foi realizado por sistema fixo de irrigação por aspersão. No manejo de água foram utilizados até três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos em quatro períodos compreendidos entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa foi utilizado o valor de 0,40; para a fase reprodutiva dois coeficientes de cultura (Kc), o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70.

O controle de plantas daninhas foi realizado com a utilização de herbicidas. Como na área de cultivo tem ocorrido com frequência capim colchão, capim carrapicho e outras foi aplicado logo após a semeadura o herbicida pendimethalin (1.400 g ha⁻¹). Aos 10 dias após a emergência das plantas foi utilizado o herbicida metsulfuron metilil (2 g ha⁻¹) visando o controle de plantas daninhas de folhas largas. As demais plantas daninhas não controladas pelos herbicidas foram eliminadas manualmente com auxílio de enxada.

A adubação em cobertura com as doses de N mineral foi realizada aos 27 dias após a emergência das plantas, utilizando a ureia como fonte. Na sequência, a área foi irrigada com lâmina de água de aproximadamente 15 mm para evitar perdas de N por volatilização.

Foram realizadas as seguintes avaliações: altura de plantas, teor de nitrogênio foliar (folha "bandeira"), número de panículas m⁻², número de grãos cheios por panícula, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Os valores de massa de grãos e de produtividade de grãos foram corrigidos para umidade de 13% (base úmida).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão no caso das doses de nitrogênio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência ocorreu no dia 05/12/2016, aos 5 dias após a semeadura de modo uniforme em todos os tratamentos. O florescimento ocorreu em 13/02/2017 (70 dias após a emergência) e a colheita em 13/03/2017, aos 100 DAE.

Para a altura de plantas, verifica-se que houve efeito significativo para cobertura vegetal anterior, doses de N em cobertura e interação desses dois fatores. Para as coberturas vegetais o destaque foi para os consórcios de Milho + *Crotalaria spectabilis*, guandu e feijão de porco que proporcionaram a obtenção de plantas com mais de 97cm de altura. Para as doses de N os dados se ajustaram a função linear crescente, atingindo pouco mais de 100 cm na maior dose de nitrogênio utilizada. Vale ressaltar que não foi registrado problemas com acamamento de plantas na área de cultivo, mesmo nas maiores doses de nitrogênio utilizadas (Tabela 1).

Para o teor de N foliar e número de panículas m⁻² houve efeito da cobertura vegetal e da aplicação de nitrogênio em cobertura. Para cobertura vegetal o destaque foi para o consórcio Milho + feijão de porco para o teor de N foliar e do consórcio Milho + guandu para o número de panículas m⁻². Para a adubação nitrogenada em cobertura e número de panículas m⁻² houve ajuste linear. Vale ressaltar que mesmo no tratamento sem aplicação de N em cobertura o teor foliar estava dentro da faixa considerada como adequada por Cantarella e Furlani (2006) que é de 27-35 g kg⁻¹.

Tabela 1. Valores médios obtidos em arroz de terras altas envolvendo coberturas vegetais e adubação nitrogenada em cobertura em sistema plantio direto. Selvíria (MS), 2016/17.

Tratamentos	Altura plantas (cm)	N foliar (g kg ⁻¹)	Panículas m ⁻²	Grãos cheios panícula ⁻¹	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
<i>Coberturas vegetais</i>						
Milho	91,8 b	29,4 b	242ab	104,4 b	2,74	4.997 b
Milho+Crotalaria	97,3 a	30,4ab	232 b	109,3ab	2,70	5.108ab
Milho+Guandu	97,2 a	30,2ab	266a	119,9a	2,63	5.740a
Milho+F. porco	97,4 a	31,3 a	236ab	116,7ab	2,66	5.506ab
Milho+Urochloa	93,3ab	30,9ab	243ab	119,3a	2,67	5.580ab
<i>Doses de N (kg ha⁻¹)</i>						
0	90,3 ¹	29,6 ²	121 ³	103,3 ⁴	2,76 ⁵	4.539 ⁶
40	94,9	29,8	253	109,5	2,67	5.508
80	96,0	30,6	252	124,5	2,62	5.628
120	100,6	31,8	248	118,5	2,67	5.868
Cob. vegetal	5,29**	3,49**	2,66*	4,16**	2,00 ^{ns}	3,07*
F Nitrogênio	16,89**	8,01*	4,37**	9,94**	5,20**	12,93**
C.v. x N	3,11**	0,51 ^{ns}	2,03 ^{ns}	2,13 ^{ns}	2,22 ^{ns}	1,19 ^{ns}
CV (%)	4,19	4,45	11,64	10,14	11,86	11,69

Médias seguidas de mesma letra, para cultivares, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

$$^1 y = 90,6133 + 0,0803x \quad (R^2 = 0,96) \quad ^4 y = 101,7766 + 0,03802x - 0,00019x^2 \quad (R^2 = 0,83)$$

$$^2 y = 29,3446 + 0,0183x \quad (R^2 = 0,92) \quad ^5 y = 2,7314 - 0,00079x \quad (R^2 = 0,47)$$

$$^3 y = 123,476 + 0,095x \quad (R^2 = 0,85) \quad ^6 y = 4.587,2033 + 23,9726x - 0,1142x^2 \quad (R^2 = 0,96)$$

Para os resultados obtidos na avaliação do número de grãos cheios panícula⁻¹, houve efeito das coberturas vegetais cultivadas anteriormente na área com destaque para o Milho+Guandu e Milho + *Urochloa ruziziensis* que diferiram do tratamento com Milho Solteiro entretanto não diferindo dos tratamentos Milho + *Crotalaria spectabilis* e Milho+Feijão de Porco. Para a aplicação de N em cobertura, o número de grãos cheios por panícula ajustou-se a equação quadrática e ponto de máximo valor obtido com 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Já Cazetta et al. (2008) observaram decréscimo de 9,4% no número de

grãos cheios por panícula, em função do aumento da dose de N.

A adubação nitrogenada em cobertura proporcionou redução na massa de 100 grãos, os dados se ajustaram a função linear. Nascimento et al. (2013) também observaram diminuição na massa de 100 grãos, com o acréscimo de N aplicado em cobertura.

Para a produtividade de grãos, o Consórcio Milho + Guandu se destacou em relação ao tratamento Milho solteiro, entretanto não diferindo dos tratamentos Milho + *Crotalaria spectabilis*, Milho+Feijão de Porco e Milho + *Urochloa ruziziensis*. Para a aplicação de N em cobertura os dados ajustaram-se a função quadrática, com ponto de máxima produtividade estimada com 105 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. De forma semelhante, Gitti et al. (2012) verificaram máxima produtividade de grãos de arroz com a dose 107 kg ha⁻¹ de N.

CONCLUSÃO

- O cultivo anterior de milho consorciado com guandu propiciou incremento no número de grãos cheios por panícula e na produtividade de grãos de arroz de terras altas, em relação ao milho solteiro;

- A dose máxima aproximada de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura promoveu maior número de grãos cheios por panícula e a produtividade de grãos do cultivar BRS Esmeralda em cultivo irrigado por aspersão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP e ao CNPq pelo financiamento da Pesquisa e à EMBRAPA Arroz e Feijão pelo fornecimento das sementes utilizadas no experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANTARELLA, H.; FURLANI, P.R. Arroz de sequeiro. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, Campinas, SP: Ed. Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. p. 45-70.

CAZETTA, D. A. et al. 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**, Campinas, SP, v. 67, n. 2, p. 471-479, out. 2008.

GITTI, D.C. et al. Coberturas Vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 509-517, 2012.

NASCIMENTO, V. et al. Mecanismos de abertura do sulco e da adubação nitrogenada em arroz de terras altas. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 6, p. 802-810, nov/dez. 2013.

PACHECO, L.P.; BARBOSA, J.M.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.D.A.; ASSIS, R.D.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.5, p.1787-1799, 2011.