

NITRATO E AMÔNIO NO SOLO CULTIVADO COM ARROZ DE TERRAS ALTAS, SOB INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA*

José Roberto Portugal¹; Orivaldo Arf²; Salatier Buzetti²; Amanda Ribeiro Peres³; Elisângela Dupas⁴; Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho² e Flávia Constantino Meireles¹

Palavras-chave: *Oryza sativa* L, nitrogênio, coberturas vegetais.

INTRODUÇÃO

O arroz de terras altas é uma opção em um sistema de rotação, por apresentar ciclo curto, com grande produção de massa seca, no qual se utiliza, predominantemente, o milho, o feijão e a soja (SPOHR et al., 2005), no entanto, apresenta alguns problemas, principalmente no sistema plantio direto.

No Cerrado, o plantio direto para a cultura do arroz de terras altas ainda não tem propiciado bons resultados. De acordo com Soares (2004) o ponto fundamental da queda de produtividade do arroz de terras altas, no sistema plantio direto, está relacionado com a diminuição do teor de $N-NH_4^+$, sugerindo que essa forma é mais bem aproveitada pela planta, em relação ao $N-NO_3^-$. Segundo Malavolta (1980), tanto o arroz de sequeiro quanto o irrigado, nas duas ou três primeiras semanas após a emergência, quando cultivado em meio contendo o nitrato (NO_3^-) como forma exclusiva de N, desenvolve-se muito pouco, apresentando sintomas típicos de deficiência de N, o que não acontece quando o N é fornecido na forma de amônio ($N-NH_4^+$).

Plantas de cobertura podem liberar proporções diferentes de nitrato e amônio no solo, o qual poderá beneficiar o arroz de terras altas no sistema plantio direto. A *Crotalaria juncea* L., apresenta crescimento rápido, com potencial de produção de massa seca de 4 t ha^{-1} à 15 t ha^{-1} . Obtém excelente capacidade de fixação de N, entre 150 kg ha^{-1} e 165 kg ha^{-1} por ano. O guandu (*Cajanus cajan* L.) apresenta crescimento inicial lento, contudo, pode produzir massa seca de 5 a 18 t ha^{-1} . Proporciona efeitos benéficos pela fixação de N, podendo fixar de 41 a 280 kg de N ha^{-1} por ano (WUTKE et al., 2014).

As poáceas colaboram na manutenção de níveis maiores de matéria orgânica no solo, comparadas às fabáceas, devido a sua alta relação C/N e ao alto teor de lignina na sua composição, formando húmus de maior estabilidade; porém, podem apresentar problemas em relação à disponibilidade de N (BULISANI; ROSTON, 1993), principalmente pela imobilização promovida pelos microrganismos do solo. O milheto (*Pennisetum glaucum* L.) apresenta crescimento rápido; sistema radicular vigoroso; alto potencial de perfilhamento e de ciclagem de nutrientes e produz em média 10 t ha^{-1} de massa seca (WUTKE et al, 2014).

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da utilização de plantas de cobertura nos teores de nitrato e amônio no solo, e a influência na concentração de N e no índice de clorofila foliar de arroz de terras altas.

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).

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada no dia 05/09/2014. Utilizou-se

* Trabalho desenvolvido com o apoio financeiro da FAPESP

¹ Pós - Graduandos do Curso de Agronomia da UNESP – Ilha Solteira – SP E-mail: jrp.agrunesp@gmail.com

² Docentes do Curso de Agronomia da UNESP Ilha Campus de Ilha Solteira – SP

³ Docente do Curso de Agronomia da Universidade dos Grandes Lagos – São José do Rio Preto - SP

⁴ Docente do Curso de Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados – Dourados - MS

semeadora tratorizada, com espaçamento de 0,35m para marcar as linhas. A semeadura das plantas de cobertura foi realizada manualmente, utilizando-se matracas, sem adubação. Utilizou-se em média 60 kg ha⁻¹ de sementes de guandu, 25 kg ha⁻¹ de crotalária e 15 kg ha⁻¹ de milheto. Nos tratamentos com consórcio, foram utilizados 50% de sementes de cada espécie. As densidades de semeadura foram para o milheto, crotalária e guandu, em torno de 110, 70 e 22 sementes m⁻¹. O fornecimento de água, quando necessário foi realizado por um sistema fixo de irrigação por aspersão.

Por ocasião do florescimento do milheto e crotalária, aos 50 DAE (dias após a emergência), no dia 03/11/2014, foi realizado o manejo químico de todas as plantas de cobertura com a aplicação dos herbicidas carfentrazona etílica e glifosato, nas doses de 20 e 1.440 g ha⁻¹ do i.a., respectivamente. Após sete dias do manejo químico (10/11/2014), a área foi manejada com rolo faca.

O arroz foi semeado no dia 14/11/2014, com 70 kg ha⁻¹ de sementes, de acordo com recomendação da Embrapa. Foi realizado tratamento de sementes com inseticida fipronil, na dose de 50 g do i.a. para cada 100 kg de sementes.

Foi utilizado o cultivar de arroz BRS Esmeralda que se destaca pela alta produtividade e qualidade de grãos, apresenta potencial produtivo de 7.525 kg ha⁻¹. É moderadamente resistente às principais doenças e possui maior tolerância ao estresse hídrico e bom Stay Green. Os colmos são fortes e flexíveis, o que diminui o risco de acamamento.

A adubação de semeadura foi de 200 kg ha⁻¹ de 05-30-10. A adubação de cobertura foi realizada no estádio V₆ aos 25 DAE, com dose de 60 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia.

O fornecimento de água, quando necessário foi realizado por um sistema fixo de irrigação por aspersão, com lâmina de aproximadamente 10 mm e turno de irrigação de três dias.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com seis tratamentos. Os tratamentos foram constituídos por seis sistemas de sucessão de culturas, onde o arroz foi semeado sob seis plantas de cobertura [milheto (*Pennisetum americanum*), crotalária (*Crotalaria juncea*), guandu (*Cajanus cajan*), milheto + crotalária, milheto + guandu e pousio] semeadas na primavera. As parcelas de arroz foram constituídas por dez linhas de 12 m de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,35m.

Foram realizadas as seguintes avaliações:

-Teor de amônio (N-NH₄⁺) e nitrato (N-NO₃⁻) no solo, aos 20 DAE: foi coletada uma amostra por parcela, na camada de 0,0 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m. O solo coletado foi armazenado em congelador. Os teores de N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ do solo foram determinados em amostras úmidas imediatamente após o descongelamento. Após extração com solução de KCl 1 mol L⁻¹, os teores de N nítrico e N amoniacal do solo foram determinados por destilação e titulação segundo metodologia desenvolvida por Raij et al. (2001).

-Índice de clorofila foliar: a estimativa do índice de clorofila foliar foi realizada em condições de campo com a utilização de clorofilômetro portátil marca ClorofilLOG®, modelo CFL 1030. A leitura aos 20 DAE (V₅) foi realizada na folha mais nova totalmente expandida. Foram consideradas aleatoriamente 5 plantas representativas na área útil da parcela.

-Concentração total de nitrogênio foliar: foram coletadas 20 folhas mais novas totalmente expandidas por parcela e, após secagem, foram moídas em moinho tipo Wiley, e submetidas à digestão sulfúrica, conforme método descrito Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Inicialmente foi realizado o diagnóstico para a análise de variância, analisando a normalidade dos resíduos e a homocedasticidade. Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de amônio e nitrato no solo na camada de 0-10 e 10-20 cm, concentração de N foliar e índice de clorofila foliar em arroz de terras altas aos 20 dias após a emergência estão na Tabela 1. Na camada de 0-10 cm, o guandu apresentou o dobro do teor de amônio que o pousio. Da mesma forma, Souza e Melo (2000) também verificaram maior teor de N-NH₄⁺ no tratamento com plantas de guandu em relação ao pousio.

Em relação ao teor de N-NO_3^- na camada de 0-10, verifica-se que o tratamento com milheto apresentou maior média, não se diferenciando apenas do tratamento com guandu. Moro et al. (2013) também observaram maior teor de nitrato no solo, na camada de 0-5 cm, nas parcelas de milheto do que nas de crotalária.

Percebe-se que para o amônio e nitrato no solo, na camada de 0-10 e 10-20 cm, o pousio apresentou os menores valores. Dessa forma, pode-se inferir que o uso de plantas de cobertura proporciona benefícios no maior fornecimento de amônio e nitrato ao arroz. Segundo Sodek (2004) a fixação de N atmosférico e a degradação da matéria orgânica proveniente da incorporação de vegetação morta, são fontes de N para as culturas.

Tabela 1 - Teor de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) no solo na camada de 0-10 e 10-20 cm, concentração de nitrogênio foliar (N) e índice de clorofila foliar (ICF) em arroz de terras altas aos 20 DAE em função das plantas de cobertura. Selvíria (MS), Brasil. 2014/15.

Tratamentos	NH_4^+	NO_3^-	NH_4^+	NO_3^-	N	ICF
	mg kg^{-1}		mg kg^{-1}		g kg^{-1}	-
Plantas de cobertura	0-10		10-20			
Crotalária	5,69 ab	5,13 bc	4,58 ab	4,58	42,73 a	35,13 a
Guandu	7,83 a	6,64 ab	4,58 ab	3,59	42,16 a	32,17 ab
Milheto	5,68 ab	9,71 a	6,29 a	4,02	41,98 ab	30,36 ab
M+C	3,93 ab	4,48 bc	4,53 ab	6,21	42,19 a	31,81 ab
M+G	4,56 ab	4,55 bc	5,60 ab	5,60	40,76 ab	31,07 ab
Pousio	3,88 b	1,69 c	3,62 b	5,48	39,23 b	29,97 b
DMS	3,61	3,68	2,54	3,31	2,87	4,87
Valor de F ¹	3,50*	12,40**	3,29*	2,26	4,28**	3,06*
CV	26,20	24,41	18,43	23,74	3,01	6,67
Média Geral	5,26	5,32	4,89	4,91	41,51	31,75

¹Teste F: ** e * – significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente. Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS – diferença mínima significativa pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de variação experimental

Na camada de 10-20 cm o teor de amônio no solo foi superior na presença da palhada de milheto em relação ao pousio. De acordo com Sodek (2004) o NH_4^+ prevalece no solo em áreas com presença de gramíneas, devido a exsudação de inibidores do processo de nitrificação. Moro et al. (2013), trabalhando com adubação nitrogenada (controle, nitrato de cálcio, sulfato de amônio, sulfato de amônio + dicianodiamida) e plantas de cobertura (*U. brizantha* cv. Marandu, *U. decumbens*, *U. humidicola*, *U. ruziziensis*, *Pennisetum americanum* - milheto e *Crotalaria spectabilis*) verificaram que na camada de 5-20 cm, no tratamento controle, as plantas de milheto propiciaram maior teor de amônio que o tratamento com crotalária. O teor de nitrato na camada de 10-20 cm não apresentou diferença quanto as plantas de cobertura estudadas.

A concentração de N em folhas de arroz aos 20 DAE indicou superioridade para os tratamentos com crotalária (42,73), guandu (42,16) e M+C (42,19) em relação ao pousio (39,23). Provavelmente esse resultado está relacionado ao maior potencial dessas plantas em fixar o N atmosférico e fornecê-lo às plantas de arroz. De acordo com Sodek (2004) o uso de plantas de cobertura da família das leguminosas proporciona incorporação de grandes quantidades de N, seja pela fixação biológica ou pela degradação do material orgânico depositado sobre o solo e o N transformado em NH_4^+ .

Para o ICF, destacou-se a crotalária, com maior valor em relação ao pousio. Percebe-se que os dados ICF apresentam certa fidelidade aos dados de N foliar (crotalária e pousio). Aos 20 DAE, essa é uma avaliação interessante, pois fornece um indicativo de melhor nutrição em N na fase inicial da planta, já que esse nutriente é o principal constituinte da

molécula de clorofila. De acordo com Argenta et al. (2001) o índice clorofila na folha é um bom parâmetro indicador do nível de nitrogênio em cereais. No início do desenvolvimento as plantas de arroz apresentam pequena quantidade da enzima nitrato redutase (ARAÚJO et al. 2012) dessa maneira, a forma preferencial de N absorvido pela cultura do arroz de terras altas é o N amoniacal.

CONCLUSÃO

O guandu, como planta de cobertura, proporcionou maior liberação de amônio no solo, na camada de 0-10 cm e, contribuiu no aumento da concentração de N foliar no arroz de terras altas aos 20 DAE, comparado com o pousio.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pelo financiamento da pesquisa (Processo nº 2015/07616-2) e EMBRAPA Arroz e Feijão pelo fornecimento das sementes utilizadas no experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. L. et al. Crescimento e produção do arroz sob diferentes proporções de nitrato e amônio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.36, n.5, p.921-930, 2012.

ARGENTA, G. et al. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 715-722, 2001.

MALAVOLTA, E. et al. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Ed. 2. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MORO, E. et al. Teor de nitrogênio inorgânico no solo em função de plantas de cobertura, fontes de nitrogênio e inibidor de nitrificação. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 43, n.4, p.424-435, 2013.

RAIJ, B.van. et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

SPOHR, R. B. et al. Irrigação na produção de silagem de milho e sorgo, em sucessão ao arroz de terras altas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.4, p.469-474, 2005.

SOARES, A. A. Desvendando o segredo do insucesso do plantio direto do arroz de terras altas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 61-69, 2004.

SOUZA, W.J.O.; MELO, W.J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, n.5, p.885-896, 2000.

SODEK, L. Metabolismo do Nitrogênio. In: KERBAUY, G.G. *Fisiologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 472 p. 2004.

WUTKE, E.B. et al. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O.F.L. et al. *Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil: Fundamentos e Práticas*. Brasília: Embrapa, 2014, p. 59-168.