

EFEITOS DE ESPÉCIES DE ADUBAÇÃO VERDE NOS TEORES FOLIARES DO ARROZ IRRIGADO CULTIVADO EM SUCESSÃO

André Fróes de Borja Reis¹; Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida²; Pedro Paulo de Carvalho Teixeira³; Rafaela Alenbrant Miglavacca³; José Laércio Favarin⁴; Aloísio Freitas Chagas Júnior⁵

Palavras-chave: Análise de tecido vegetal, plantio direto, várzea tropical.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz irrigado no Brasil tem aproximadamente 65 % dos 1,7 milhão de ha estabelecida em ecossistema de várzea (IBGE, 2012). O uso agrícola desse ambiente pode contaminá-lo em razão do uso de defensivos e/ou fertilizantes minerais. A adubação verde é uma alternativa para minimizar o risco ambiental, em relação ao manejo de fertilizante, cuja dose pode ser substituída, em parte, pela ciclagem dos nutrientes contidos na biomassa dessas espécies vegetais (FAGERIA, 2002).

Um dos benefícios da adubação verde é a formação de biomassa, que disposta na superfície do solo mineraliza gradativamente os nutrientes para o arroz, diferente do que ocorre quando os resíduos são incorporados. A adoção desse sistema de produção é viável desde que o estado nutricional da cultura não seja prejudicado o suficiente para diminuir o potencial produtivo.

O uso da análise foliar como critério de diagnóstico baseia-se na existência de relação entre a disponibilidade de nutrientes no solo com a respectiva concentração na planta (EVENHUIS & WAARD, 1980).

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a contribuição das espécies de adubos verdes e do sistema de produção para a nutrição e produtividade do arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Dois Rios, no município da Lagoa da Confusão – TO, localizada a 10°49'34.78" S, 49°54'0.33" O e 180 m de altitude. O clima da região é do tipo Aw, tropical úmido de savana, de acordo com a classificação de Koppen. As espécies de adubos verdes foram instaladas em julho de 2011, em PLINTOSSOLO HAPLICO, em que nos últimos cinco anos cultivou-se arroz irrigado em sucessão a soja em plantio convencional. As espécies de adubos verdes utilizadas foram a *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, mucuna preta (*Mucuna aterrina*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), feijão guardú (*Cajanus cajan*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e feijão caupi (*Vigna unguiculata*). Ao final do ciclo das espécies de adubo verde, as parcelas foram divididas em duas subparcelas para a implantação de arroz irrigado em sucessão. Os tratamentos de subparcelas consistiram no plantio do arroz em plantio convencional (PC) e em plantio direto (PD).

O cultivar de arroz Irga 424, em que o ciclo dura em média 117 dias, foi semeado em novembro de 2011, com 17 cm entre linhas. Para a semeadura usou 85 kg ha⁻¹ ou 45 sementes m⁻¹. A aplicação dos nutrientes foi feita com base na recomendação da Embrapa (2006), com 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na linha de plantio e 70 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo um terço na linha de plantio e o restante em cobertura aos 40 dias após a emergência. A dose de 90 kg ha⁻¹ de N foi de dividida, igualmente, em três épocas, na semeadura, início de perfilhamento e diferenciação floral.

¹ Msc., Doutorando, ESALQ - USP, Programa de pós-graduação em fitotecnia - Av Páduas Dias, 11 Piracicaba SP, andrefbr@usp.br

² Msc., Doutorando, ESALQ - USP.

³ Eng. Agrônomo, mestrando, ESALQ-USP,

⁴ Professor Doutor, ESALQ - USP.

⁵ Professor Doutor, UFT - Gurupi.

Na subparcela de plantio convencional os resíduos das espécies de coberturas foram incorporados a 10 cm de profundidade com grade niveladora de 28'. O delineamento experimental consistiu em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com 4 repetições. Cada unidade experimental continha 160 m².

Aos 80 dias após a emergência foi coletado as amostras para realização das análises de teor de nutrientes foliares (SARRUGE & HAAG, 1974). Aos 115 dias, na ocasião da maturação fisiológica, foi medido altura de plantas, perfilhamento e densidade de panículas m⁻² (IRRI, 1996). A colheita foi realizada em 3 m² de cada subparcela. O material recolhido foi pesado e determinou a umidade, para corrigir a massa de grãos a 13%. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com o software ASSISTAT, versão 7,6 beta (SILVA & AZEVEDO, 2002), e as médias agrupadas no teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração foliar de nutrientes variou com a espécie de adubo verde para N, P, K, Ca e S. O tratamento de subparcelas "tipo de manejo" influenciou os teores foliares de N, P e K (Tabela 1).

Tabela 1. Concentração de macronutrientes no arroz, em razão do adubo verde cultivado anteriormente.

Adubo verde	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	----- g kg ⁻¹ -----					
<i>C. Juncea</i>	17,58 b	1,01 b	8,16 a	5,69 b	1,16	0,61 a
<i>C. spectabilis</i>	20,41 a	1,15 a	9,03 a	5,97 b	1,21	0,68 a
Mucuna preta	19,61 a	1,12 a	8,28 a	5,82 b	1,05	0,53 b
Feijão de porco	17,31 b	0,96 b	8,05 a	6,29 a	1,22	0,52 b
Feijão guandú	18,86 a	1,09 a	7,79 a	6,46 a	1,18	0,54 b
Testemunha	14,79 c	0,92 b	8,22 a	6,18 a	1,29	0,45 b
Nabo Forrageiro	16,43 b	0,97 b	7,65 a	6,63 a	1,12	0,6 a
Feijão Caupi	16,23 b	0,99 b	6,87 a	6,23 a	1,16	0,64 a
P. Convencional	16,58 b	0,98 b	7,49 b	6,18	1,13	0,55
P. Direto	18,72 a	1,07 a	8,42 a	6,14	1,21	0,59
F parcela	18,86 **	6,035 **	3,535	6,020 **	2,020 ^{ns}	6,115 **
F Subparcela	50,19 **	10,15 **	15,41*	0,050 ^{ns}	3,764 ^{ns}	2,211 ^{ns}

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 0,01 ≤ p < 0,05.

As concentrações foliares N no arroz cultivado depois da *C. spectabilis*, mucuna preta e feijão guandú foram iguais a 20,41, 19,61, 18,86 g kg⁻¹ respectivamente. Após a *C. juncea*, feijão caupi e nabo não diferiu a quantidade de N foliar, porém com menor valor do que depois da *C. spectabilis*, mucuna preta e feijão guandú. A testemunha foi inferior a todos os tratamentos e apresentando nível de N aproximadamente 25% inferior ao cultivo posterior a *C. Spectabilis*. O fósforo, potássio, cálcio e enxofre também apresentaram diferenças entre os adubos verdes. O P no arroz foi igual a 1,15, 1,12 e 1,09 g kg⁻¹ após o cultivo de *C. spectabilis*, mucuna preta e feijão guandú, resultados equivalentes entre si, mas superiores nos demais tratamentos. A concentração de P na testemunha e após a *C. juncea*, feijão caupi, nabo e feijão de porco foi inferior àquela determinada na *C. spectabilis*, aproximadamente 15 % a menos.

De acordo com Oliveira, (2004); Malavolta (1992); Rajj et al., (1996) os níveis críticos de macronutrientes para a cultura do arroz estão na faixa entre 27-35 g kg⁻¹ para N, 1,8-30 g kg⁻¹ para P, 13-30 g kg⁻¹ para K, 2,5-10 g kg⁻¹ para Ca, 1,0-5,0 g kg⁻¹ para Mg e 1,5 a 3,0 g kg⁻¹ para S em folhas coletadas na fase de emborrachamento ou pré-exercção da panícula, semelhante aos obtidos por Zanão Junior (2009). No caso específico de arroz irrigado de várzea, a interpretação pelo Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS), o

ponto de equilíbrio do nutriente na folha é de 26 g kg⁻¹ para N, 2,0 g kg⁻¹ para P, 12,5 g kg⁻¹ para K, 2,9 g kg⁻¹ para Ca, 1,5 para Mg e 1,8 g kg⁻¹ para S (Guindani et al., 2009). Na presente pesquisa somente os teores de Ca e Mg estão em níveis equivalentes ao DRIS.

Para os componentes de produção observou variação para as espécies de adubos verdes e o sistema de produção (Tabela 2).

Tabela 2. Componentes morfológicos e rendimento de grão de arroz irrigado, em razão da espécie de adubo verde cultivado anteriormente.

Espécie	Altura de Plantas	Perfilhamento	Massa de Panícula	Rendimento de Grãos
	----- cm -----	nº de perfilhos	----- g -----	- kg ha ⁻¹ -
<i>C. juncea</i>	64,25 a	4,9 a	190 a	7397 a
<i>C. spectabilis</i>	65,37 a	5,2 a	190 a	7381 a
Mucuna preta	63,00 a	4,2 c	184 a	7167 a
Feijão de porco	61,00 b	3,9 c	183 a	6898 a
Feijão guandú	64,81 a	4,2 c	177 a	7137 a
Testemunha	60,87 b	3,3 d	145 b	6559 b
Nabo forrageiro	62,56 b	4,6 b	169 a	5654 b
Feijão Caupi	63,37 a	5,0 a	192 a	7476 a
Plantio Convenc.	62,3 b	4,45	165 b	6460 b
Plantio Direto	63,9 a	4,3	195 a	7457 a
F espécie	3,11*	28,68**	7,05 **	4,70**
F manejo	7,71*	1,96 ^{TS}	28,42**	26,07**

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 0,01 ≤ p < 0,05.

A altura do arroz foi influenciada pela espécie de adubo verde, com o maior valor observado para *C. spectabilis*, o qual foi 7% superior a testemunha, e equivaleu aos valores obtidos para a altura na sucessão com feijão guandu, *C. juncea*, feijão caupí e mucuna preta.

O maior perfilhamento do arroz aconteceu após o cultivo de *C. juncea*, feijão caupí, e *C. spectabilis*, com 5,2, 5,0 e 4,9 perfilhos, respectivamente. As plantas de arroz cultivadas em área de pousio apresentaram apenas 3,3 perfilhos por planta, inferior a todos os adubos verdes usados. O perfilhamento é um dos principais componentes da produtividade, quando não há estresse ambiental (ZENG & SHANON, 2000). A massa de panícula por sua vez também variou em razão do adubo verde, com a maior média obtida onde foi cultivado o feijão caupí, cujo valor foi 192g, seguida pela *C. juncea* e *C. spectabilis*, ambas com 190g.

O rendimento de grãos também foi influenciado pelas espécies de adubo verde. A maior produção foi alcançada na sucessão ao feijão caupí (7.476 kg ha⁻¹), seguida da *C. juncea* (7.397 kg ha⁻¹), *C. spectabilis* (7.381 kg ha⁻¹). As menores produções foram obtidas no pousio (6.559 kg ha⁻¹) e após o nabo forrageiro (5.654 kg ha⁻¹). Os resultados de produção da presente pesquisa corroboram os resultados de outros autores na cultura do milho e soja (CERETTA, 1994; CARVALHO et al., 2004). Em arroz irrigado na mesma condição de várzea, Fageria & Santos (2007) observaram que a adubação verde associada a adubação química proporcionaram incrementos nos componentes da produção, após cultivo de mucuna cinza.

CONCLUSÃO

As espécies *C. spectabilis*, mucuna preta e feijão guandú contribuíram efetivamente para a nutrição do arroz irrigado em relação ao N e P; enquanto para a produtividade destacaram-se o feijão caupí, *C. juncea* e *C. spectabilis*.

O sistema de produção em plantio direto contribuiu para o aumento da concentração de N, P e K; assim como dos componentes de produção e do rendimento de grãos do arroz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EVENHUIS, B.; WAARD, P. W. F. Principles and practices in plant analysis. In: **FAO Soils**. Rome, 1980. p.152-163. (FAO Bulletin, 38/1)
- CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1141-1148, nov. 2004
- CERETTA, C. A.; AITA, C.; BRAIDA, J. A.; PAVINATO, A.; SALET, R. L. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas para o milho em sucessão nos sistema de cultivo mínimo e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.215-220, 1994.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Response of lowland rice and common bean grown in rotation to soil fertility levels on an area soil. **Fertilizer Research**, v.45, p.13-20, 1996.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. Resposta do arroz irrigado à adubação verde e química no Estado de Tocantins **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.4, p.387-392, 2007.
- GUINDANI, R. H. P.; ANGHINONI, I.; NACHTIGALL, G. R. DRIS na avaliação do estado nutricional do arroz irrigado por inundação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, Feb. 2009.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro v.25 n.03 p.1-88 mar.2012
- IRRI - INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Standard evaluation system for rice**. Genetic Resources Center. Manilla, 1996. 56p.
- MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1992. 124 p.
- OLIVEIRA, S. A. Análise foliar. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.245-256.
- RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 285 p. (IAC. Boletim Técnico,100).
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H.P. **Análises Químicas em Plantas**. Piracicaba, USP/ESALQ, 1974. 57 p.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.1, p71-78, 2002
- ZANÃO JÚNIOR, L., FONTES, R., ÁVILA, V. Teores foliares de nutrientes e de sílicio em plantas de arroz infectadas por *bipolaris oryzae*. **Scientia Agraria**, 11, nov. 2009
- ZENG, L.; HANON, M. C. Effects of salinity on grains yield and yield components of rice at different seeding densities. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n, 3, p. 418-423, 2000.