

INCORPORAÇÃO DE PALHA DE ARROZ EM UM GLEISSOLO E EFEITOS NO RENDIMENTO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO¹

FLÁVIO A. DE O. CAMARGO², GABRIEL DE A. SANTOS,
ROBERTO. O. P. ROSSIELLO³ e EVERALDO ZONTA⁴

RESUMO - Com o objetivo de verificar os efeitos da incorporação da palha de arroz sobre o rendimento da cultura do arroz (*Oryza sativa*, L.) irrigado, foi conduzido um experimento em casa de vegetação, utilizando-se amostras dos horizontes superficial (A) e subsuperficial (Cg) de um solo *gley* pouco húmico coletado no Vale do Rio São João (RJ). A adição de palha de arroz decresceu a produção da matéria seca total, o rendimento de grãos, a produção de matéria seca da palhada, e os componentes da produção, com exceção do peso médio de grãos. O índice de colheita revelou respostas positivas até a dose de 20 t/ha, e o horizonte superficial mostrou níveis de produção superiores aos obtidos no horizonte subsuperficial, em todos os parâmetros estudados.

Termos de indexação: *Oryza sativa*, produção, solos alagados, horizontes, fitotoxidez.

RICE STRAW INCORPORATION IN A GLEYSOL AND EFFECTS ON RICE YIELD

ABSTRACT - With the objective of verifying the effect of rice straw on flooded rice (*Oryza sativa*, L.) crop production, a greenhouse experiment was carried out, using soil samples of the A and Cg horizon of gleysol from Rio de Janeiro State, Brazil. The addition of rice straw decreased total production, grain production, dry matter production of plant shoots and other production parameters. The average weight of grain was not affected by rice straw incorporation and the harvest index showed a positive response up to the level of 20 ton/ha. Production levels were higher for the superficial horizon than for the subsuperficial horizon.

Index terms: *Oryza sativa*, production, waterlogged soils, horizons, phytotoxicity.

INTRODUÇÃO

O progressivo desgaste da camada orgânica superficial dos gleissolos instalados com a cultura do arroz no Vale do Rio São João, RJ, tem determinado perdas substanciais na produção. O sistema de manejo adotado para esta área, associado à intensa mineralização provocada pelas variações no sistema oxi-redutivo do solo (Oliveira et al., 1993; Camargo et al., 1993b) e, a decomposição

irregular dos restos culturais podem ser os fatores causadores do decréscimo em apenas um ano de 24% na produção da cultura (Anuário..., 1989).

A incorporação de palha de arroz ao solo após a colheita pode diminuir a mineralização, produzindo equilíbrio no conteúdo original do carbono e mantendo a fertilidade natural deste ecossistema. Entretanto, em estudos anteriores, Brancher (1991) e Camargo (1992) verificaram quedas drásticas na produção, quando da aplicação de quantidades elevadas de palha de arroz e esterco bovino. Anus & Reys (1979) citaram diminuições no número de perfilhos de arroz irrigado, quando se aplicou palha como fonte de matéria orgânica. Resultados semelhantes foram obtidos por Gotoh & Onikura (1971), ao estudarem o efeito da aplicação de quatro quantidades crescentes de palha de arroz. Esses

¹ Aceito para publicação em 23 de junho de 1995.

² Eng. Agr. no Curso de Doutorado em Agron., UFRGS, Lab. de Análise de Solo. Av. Bento Gonçalves, 7712 - Porto Alegre, RS. CEP 91540-000.

³ Eng. Agr. Prof. Adjunto, Dep. de Solos, UFRRJ, Km 47, Antiga Rodovia Rio-São Paulo, Seropédica, RJ. CEP 23851-970.

⁴ Eng. Agr. no Curso de Mestrado em Agronomia da UFRRJ.

autores verificaram que o aumento das quantidades diminuiu a altura das plantas, o número de perfilhos e de panículas, e a produção de grãos e de matéria seca.

Segundo Rao & Mikkelsen (1976), a palha incorporada em solos inundados pode ter duplo efeito sobre a cultura do arroz irrigado: o primeiro, decorre da mineralização da palha (C/N 40-50 :1), quando a microbiota imobiliza parte do N mineral no protoplasma celular, tornando o elemento não disponível imediatamente para as plantas; o segundo, diz respeito à produção de compostos secundários, oriundos da decomposição anaeróbica, e decorrentes da redução biológica do substrato orgânico. Estes produtos, principalmente ácidos orgânicos voláteis, tendem a acumular-se na camada reduzida do solo, e ao atingirem determinadas concentrações afetam a fisiologia e o crescimento das plantas (Moraes, 1973; Camargo, 1992; Camargo et al., 1993a, 1993b).

A partir destas considerações, objetivou-se neste trabalho obter melhor compreensão do sistema de manejo a ser adotado para as áreas acima mencionadas, estudando os efeitos de cinco quantidades de palha sobre parâmetros de crescimento e de rendimento da cultura do arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, com amostras dos horizontes A e Cg de um solo gley pouco húmico, coletado no Vale do rio São João, município de Casemiro de Abreu, RJ. Suas características físicas e químicas são apresentadas na Tabela 1. Foram utilizados vasos de 10 litros contendo 7 litros de solo por vaso. Como planta-teste, empregou-se a cultivar BR IRGA 409, com duas plantas por vaso.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, num arranjo fatorial completo (cinco quantidades de palha x dois horizontes de solo), com três

repetições. Os tratamentos constaram da incorporação de cinco quantidades de palha seca de arroz (0, 5, 10, 20 e 40 t/ha), contendo 0,28% de P, 1,4% de K, 0,19% de Mg, 41,3 % de C e 0,80% de N. A incorporação foi feita após moagem em moinho tipo Willy (40 mesh ou 0,425 mm). A adubação mineral e calagem foi efetuada, em todos os tratamentos, com base na recomendação para a cultura de arroz, descritos em Camargo et al. (1993b).

Após a colheita, foram analisadas a produção de matéria seca (palhada e total), o rendimento de grãos, o número de panículas por planta, o número de grãos por panícula, o peso médio de grãos e a porcentagem de esterilidade de espiguetas. As diversas partes vegetativas e reprodutivas foram secadas em estufa de circulação de ar a 60-70 °C durante seis dias, até peso constante.

Os dados experimentais foram submetidos aos procedimentos normais para a análise de variância, realizando-se análise de regressão a partir da significância dos resultados. Compararam-se, ainda, as médias entre os componentes da produção através do teste Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produções de matéria seca total (palha + grãos) e da palha (Fig. 1ab), o rendimento de grãos e o índice de colheita (Fig. 2ab), foram afetados drasticamente pela adição de palha de arroz nos dois horizontes estudados. No horizonte A, observou-se que todos os parâmetros avaliados foram significativamente superiores nos do horizonte subsuperficial, em função de sua maior fertilidade natural (Camargo et al., 1993b). Resultados positivos também foram encontrados no que diz respeito ao índice de colheita até 20 t/ha de palha aplicada (Fig. 2b).

Apesar da porcentagem de a esterilidade de espiguetas não afetar significativamente o rendimento de grãos, verificou-se que os valores aumentaram com a aplicação de quantidades crescentes de palha. A dose de 40 t/ha comparada à não-aplicação de palha, aumentou seus valores em até 106 % no horizonte A, e 97 % no horizonte Cg.

TABELA 1. Análise química e física dos horizontes A e Cg do solo glei em estudo.

Horizonte	----- cmol/kg -----			----- mg/kg -----			----- g/kg -----				
	Argila	Silte	Areia	K	Al	Ca+Mg	P	Fe	C	N	C/N
A	69	25	6	0,33	1,5	10,0	5	1,5	61	5,2	11,7
Cg	79	20	1	0,10	5,3	2,5	3	2,3	11	1,6	8,8

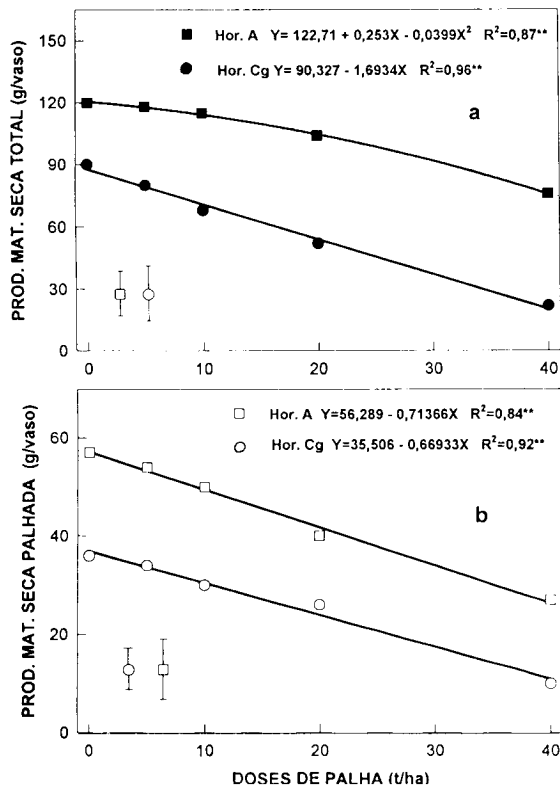


FIGURA 1. Variação na produção de matéria seca total (a) e matéria seca da palhada (b) da cultura de arroz, nos horizontes A e Cg de um gleissolo incubado com palha de arroz. Médias de três repetições. ** significativo a 1%.

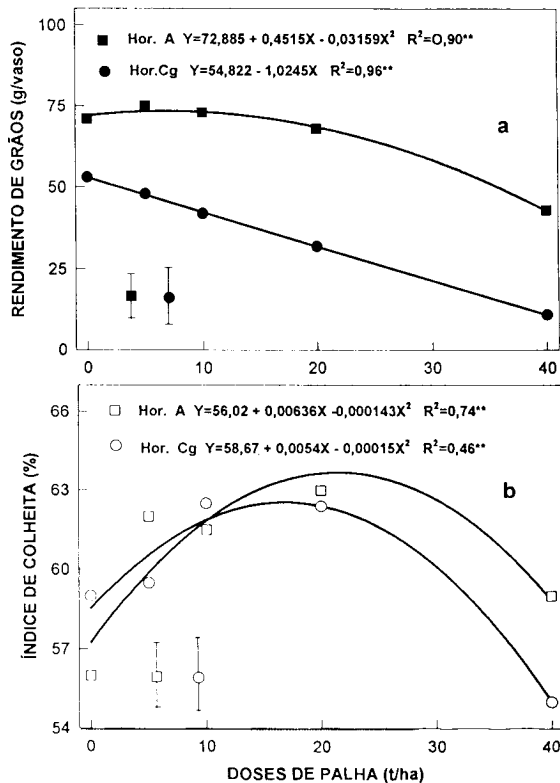


FIGURA 2. Variação no rendimento de grãos (a) e índice de colheita (b) da cultura de arroz, nos horizontes A e Cg de um gleissolo incubado com palha de arroz. Médias de três repetições. ** significativo a 1%.

Brancher (1991), estudando o efeito da aplicação de 56 t/ha de palha de arroz, verificou que o rendimento de grãos foi afetado em até 100 % de esterilidade de espiguetas no horizonte Cg. Este efeito ocorre geralmente em solos mal drenados, que apresentam decomposição irregular de matéria orgânica e, sob tais condições, verifica-se produção e acúmulo de ácidos orgânicos voláteis, que afetam em determinada fase o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos do arroz (Ahmad et al., 1984; Camargo, 1992; Camargo et al., 1993a).

A análise em conjunto da produção de matéria seca total e do rendimento de grãos (Fig. 1a e 2a) mostrou, no horizonte A, resposta quadrática, em função das doses incorporadas. A derivação da

equação obtida, com relação à produção de matéria seca total, revelou que a dose incorporada de máxima eficiência técnica foi de 3,2 t/ha de palha de arroz (Fig. 1a). Em termos de rendimento de grãos neste horizonte, a dose de máxima eficiência técnica foi de 6,5 t/ha de palha de arroz incorporada (Fig. 2a). Pode-se dizer que é recomendável a incorporação de palha de arroz no horizonte A em doses moderadas (em torno de 5 t/ha) na tentativa de restabelecer o equilíbrio do C pré-existente no solo e manter a fertilidade natural deste horizonte. Entretanto, este tipo de interpretação referente ao horizonte Cg não é válido. Neste horizonte, o melhor ajuste foi obtido pela equação linear, cuja interpretação em termos agronômicos, mostra,

nitidamente, que não é recomendado incorporar palha de arroz. Esta afirmação pode ser constatada pelo fato de que o valor máximo descrito pelo ajuste ocorreu no tratamento sem palha, no qual decresceram os valores com o aumento das doses incorporadas.

Dos componentes da produção (Tabela 2) — com exceção do peso médio de grãos, onde não se verificaram diferenças significativas entre as doses —, o número de panículas/planta e o número de grãos/panícula foram afetados pela aplicação de palha. Ocorreu diminuição quando da presença de quantidades mais elevadas, e superioridade do horizonte A sobre o subsuperficial. Neste horizonte (Cg), Brancher (1991) verificou a não-formação de panícula quando da aplicação da palha, isolada ou em presença de adubação. Este autor atribuiu o efeito à toxidez de ácidos orgânicos voláteis e à imobilização de N. No presente trabalho, a diminuição ocorrida no número de grãos por panícula com a adição de palha (Tabela 2) pode ser atribuída também à deficiência de N, uma vez que este nutriente é grandemente responsável pela formação de grãos (Sudhakara et al., 1987). Dada a sua elevada relação C/N (49:1), a adição de palha neste ensaio, antes da inundação, pode ter levado à deficiência de N, em decorrência da imobilização pela microbiota.

O requerimento de N pelos microorganismos em solos inundados é, geralmente, menor, comparado com o das condições de sequeiro, por dois importantes aspectos: primeiro, o metabolismo anaeróbico é inerentemente menos eficiente do que o metabolismo aeróbico na obtenção de energia para a síntese de novas células; segundo, vários dos actinomicetos que convertem cerca de 15-30 % do

C são inativados em solos inundados, pela deficiência de O. As bactérias anaeróbicas que permanecem ativas em solos inundados convertem menos de 5% do C adicionado em protoplasma celular microbiano (Kai & Wada, 1979). Posteriormente, após a inundação, o resultado líquido é um menor requerimento de N pelos microorganismos, como verificado neste experimento no qual não se observaram sintomas visuais de deficiência, nem resposta à adição de N, quando do parcelamento da adubação.

Na fase inicial do estabelecimento da cultura após o alagamento, a presença de matéria orgânica prontamente decomponível, leva à intensa redução do E_H do solo, induzindo a altas concentrações de Fe^{2+} e à produção de ácidos orgânicos voláteis (Camargo et al., 1993b). Segundo Ponnampetuma et al. (1966), as variações nas concentrações de Fe^{2+} na solução do solo são acentuadas por causa do pH, onde o aumento de 6,25 para 7,25 reduziu a concentração de Fe^{2+} em 1000 vezes. No solo em estudo, observou-se a estabilização do pH em torno de 6,4 – 6,6 na segunda semana após o alagamento, devido à calagem e à inundação (Camargo et al., 1993b). Deste modo, a fitotoxidez de Fe pode ter ocorrido somente logo após o alagamento, mas não manifestada em termos dos sintomas visuais do bronzeamento descritos recentemente por Jugsujinda & Patrick Junior (1993). Nesta fase inicial, verifica-se também a presença de ácidos orgânicos voláteis, oriundos da decomposição anaeróbica da matéria orgânica e responsáveis pela inibição da alongação e diferenciação do sistema radicular (Krogmeir & Bremner, 1990; Camargo et al., 1993a) bem como pela diminuição da absorção de nutrientes (Takijima, 1965).

TABELA 2. Efeitos da incorporação de palha de arroz sobre os componentes da produção na cultura do arroz irrigado nos horizontes superficial (A) e subsuperficial (Cg) de um solo gley pouco húmico.

Horizontes	A					Cg					Tukey	C.V.:
	Doses (t/ha)	0	5	10	20	40	0	5	10	20		
Peso médio grãos	0,0219a	0,0217a	0,0211a	0,0226a	0,0238a	0,0211a	0,0224a	0,0227a	0,0222a	0,0232a	0,0036	5,54
Nº grãos/panícula	178,33a	179,33a	138,33a	179,00a	128,00a	144,00a	152,16a	143,17a	137,17a	71,90b	53,06	12,22
Nº panic./vaso	14,00a	15,00a	12,17a	11,67ab	11,34b	10,67b	8,85b	9,50b	8,34b	4,34b	3,52	11,45

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como o sistema não é heterogêneo, pode-se inferir que a imobilização de N, a toxidez de Fe^{2+} e os ácidos orgânicos podem ter afetado de forma moderada, em fases distintas, os parâmetros analisados quando da adição de palha de arroz nos dois horizontes em estudo.

CONCLUSÕES

1. A adição de diferentes quantidades de palha de arroz decresceu a produção de matéria seca total, a produção de matéria seca da palhada e o rendimento de grãos.

2. Dos componentes da produção, somente o peso médio de grãos não foi afetado pela adição de palha.

3. No horizonte superficial (A) constataram-se as maiores respostas à incorporação de palha de arroz, verificando-se a máxima eficiência técnica para o rendimento de grãos na quantidade de 6,5 t/ha.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, N.; IDRESS, M.; GHAFOR, A. Effects of flooding organic matter and sources of P on rice yield and P uptake. **Journal of Agricultural Research**, v. 22, n.1, p.37-32, 1984.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 349p.
- ANSUS, A. A. J.; REYS, P. L. The effect of rice straw on the growth, tiller production, and yield of transplanted rice. **Araneta Research Journal**, v.26, n.1/2, p.28-46, 1979.
- BRANCHER, A. **Efeito da adubação orgânica, mineral e calagem na cultura do arroz irrigado e nas propriedades químicas de um solo de várzea no Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí, RJ: UFRRJ, 1991. 184p. Tese de Mestrado.
- CAMARGO, F. A. de O. **Caracterização da ação fitotóxica de ácidos orgânicos voláteis sobre a cultura do arroz**. Itaguaí, RJ:UFRRJ, 1992. 126p. Tese de Mestrado.
- CAMARGO, F. A. de O.; SANTOS, G. de A.; ROSSIELLO, R. O. P. Efeito dos ácidos acético e butírico sobre o crescimento de plântulas de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.9, p.1011-1018, 1993a.
- CAMARGO, F. A. de O.; SANTOS, G. de A.; ROSSIELLO, R. O. P.; FERREIRA, A. B. B. Produção de ácidos orgânicos voláteis com a adição de palha de arroz em glei sob condições anaeróbias. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, n.3, p.337-342, 1993b.
- GOTOH, S.; ONIKURA, Y. Organic acids in flooded soil receiving added rice straw and their effect on the growth of rice. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.17, n.1, p.1-8, 1971.
- JUGSUJINDA, A.; PATRICK JUNIOR, W. H. Evaluation of toxic conditions associated with oranging symptoms of rice in flooded oxisol in Samatra, Indonésia. **Plant and Soil**, v.152, n.3, p.237-243, 1993.
- KAI, K.; WADA, K. Chemical and biological immobilization of nitrogen in paddy soils. In: BRADY, N. C. (Ed.) **Nitrogen and rice**. Los Bãnos:IRRI, 1979. p.157-176.
- KROGMEIR, M. J.; BREMNER, J. M. Effects of aliphatic acids on seed germination and seedling growth in soil. **Communication Soil Science and Plant Analysis**, v.21, n.5/6, p.547-555, 1990.
- MORAES, J. F. V. Efeitos da inundaçã do solo. II Influência sobre a absorçã de nutrientes e crescimento do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.8, n.1, p.103-108, 1973.
- OLIVEIRA, C.; VELLOSO, A. C. X.; LEAL, J. R. Processos redox em glei húmico do Estado do Rio de Janeiro. I. Variações eletroquímicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, n.1, p.17-22, 1993.
- PONNAMPERUMA, F. N.; MARTINEZ, E.; LOY, T. Influence of redox potential and partial pressure of carbon dioxide on pH values and the suspension effect of flooded soils. **Soil Science**, v.101, n.6, p.421-431, 1966.
- RAO, D. N.; MIKKELSEN, D. S. Effect of rice straw incorporation on rice plant growth and nutrition. **Agronomy Journal**, v.68, n.5, p.752-755, 1976.
- SUDHAKARA, K.; PRASAD, R.; NAIR, T. V. R. Effects of level and time of nitrogen application on nitrate reductase activity and nitrogen uptake by direct seeded rice. **Fertilizer News**, v.32, n.7, p.41-43, 1987.
- TAKIJIMA, Y. Studies on the mechanism of root damage of rice plants in the peat paddy fields. Part 2. Status of roots in the rizosphere and the occurrence of root damage. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.11, n.5, p.204-211, 1965.