

INTERFERÊNCIA DO ARROZ-VERMELHO, DESSECADO POR HERBICIDAS NÃO-SELETIVOS, NO ARROZ IRRIGADO: II. RENDIMENTO DE GRÃOS E OUTRAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

RODRIGO NEVES¹, NILSON GILBERTO FLECK², VALMIR GAEDKE MENEZES³

RESUMO – O arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) é considerado a planta daninha mais problemática da orizicultura gaúcha. Várias técnicas são utilizadas para diminuir sua infestação na cultura do arroz irrigado, dentre estas, os sistemas reduzidos de cultivo. O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos do manejo químico do arroz-vermelho, no sistema de semeadura direta, sobre o rendimento e características agronômicas do arroz irrigado, bem como definir a época em que tal manejo pode ser realizado. Para isso, foi conduzido experimento em condições de campo no período 1996/97. Foram testados os seguintes tratamentos: épocas de dessecção do arroz-vermelho (10, 6 e 2 dias antes e 2 dias após a semeadura do arroz), herbicidas não-seletivos (sulfosate, nas doses de 825 e 1650 g/ha, e paraquat 400 g/ha), acrescidos de duas testemunhas sem aplicação de herbicida (com e sem adubação nitrogenada de base), e sistemas de semeadura do arroz irrigado (na presença e na ausência de arroz infestante). Os resultados evidenciaram que a presença de resíduos de arroz-vermelho interfere negativamente no rendimento de grãos da cultura, principalmente, quando a semeadura ocorre em data próxima às aplicações de herbicidas. Dentre os herbicidas utilizados, o sulfosate, em especial a dose menor, ocasionou reduções para a maioria dos parâmetros avaliados.

Palavras chave: *Oryza sativa*, cultivo mínimo, adubação nitrogenada, resteva, semeadura direta.

EFFECT OF RED RICE, DESICCATED BY NON-SELECTIVE HERBICIDES, ON IRRIGATED RICE: II. GRAIN YIELD AND OTHER AGRONOMIC CHARACTERISTICS

ABSTRACT – Red rice (*Oryza sativa* L.) is considered the most serious weed in rice crop in Rio Grande do Sul. Several techniques are employed to decrease its infestations on irrigated rice, among them, the use of minimum tillage. The objective of this research was to evaluate the effects of red rice chemical management on grain yield and agronomic characteristics of irrigated rice in minimum tillage system, as well as to define the time in which such management can be performed. To reach this purpose, a field experiment was conducted in 1996/97, with the following treatments: red rice desiccation periods (10, 6, and 2 days before, and 2 days after rice sowing), non-selective herbicides (sulfosate, at rates of 825 and 1650 g/ha, and paraquat at 400 g/ha), plus controls without herbicide application (with and without start nitrogen fertilization), and systems of irrigated rice sowing (in presence and in absence of red rice residues). The results showed that the presence of rice residues interfered negatively on grain yield of rice, especially when sowing occurred close to herbicide application. Sulfosate, especially at the low rate, caused reductions in most of the parameters evaluated.

Key words: *Oryza sativa*, reduced tillage, nitrogen fertilization, straw, no-till.

INTRODUÇÃO

O arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) é considerado a planta daninha mais problemática da orizicultura gaúcha. Várias técnicas são utilizadas com o intuito de diminuir sua infestação na cultura do arroz irrigado, dentre estas, cita-se a adoção dos sistemas reduzidos de cultivo (semeadura direta e cultivo mínimo). Nestes sistemas, são utilizados herbicidas não-seletivos, como glyphosate, paraquat e sulfosate, para eliminação da vegetação existente (CARLSON e BURNSIDE, 1984; BUHLER e BURNSIDE, 1987; FRIZZO, 1991; AHRENS, 1994).

No entanto, apesar dos benefícios obtidos com estas técnicas, encontrou-se três tipos de resposta para rendimento de grãos, quando comparou-se os sistemas reduzidos de cultivo com o cultivo con-

vencional. Primeiro, os rendimentos de grãos do arroz irrigado foram superiores, quando a semeadura foi realizada no sistema de cultivo convencional, em relação aos cultivos reduzidos (SHAD e DE DATTA, 1986; MENEZES et al., 1997; VERNETI JUNIOR e GOMES, 1997). Segundo, foram obtidos rendimentos de grãos 22 a 30% superiores no Sri Lanka e na Malásia (ELIAS, 1969), e 23 e 20% superiores no Rio Grande do Sul, quando se utilizou os sistemas de cultivo reduzido em comparação ao convencional (SILVA et al., 1993). Um terceiro grupo de trabalhos não evidenciou diferenças entre os sistemas de cultivo citados (SHAD e DE DATTA, 1986; OLIVEIRA et al., 1994; ANDRES et al., 1996; MACEDO et al., 1997).

Esta interferência, quando existente, pode ser atribuída, dentre outras causas, ao efeito alelopático

1. Eng. Agr. – Aluno do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Agronomia, UFRGS. Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre, RS.

2. Eng. Agr., Ph.D. – Professor Aposentado do Dep. de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Bolsista do CNPq.

3. Eng. Agr., M.Sc. – Pesquisador do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), Cachoeirinha, RS.

Recebido para publicação em 01/04/1998.

causado pelas plantas de arroz vermelho no arroz irrigado, ou mesmo, por alterações nas populações de agentes patogênicos do solo, especialmente, quando a cobertura é dessecada com os herbicidas glyphosate e sulfosate. Isto é possível pelo fato de esses herbicidas atuarem inibindo a enzima EPSPs, localizada na rota do ácido chiquímico, da qual derivam, direta ou indiretamente, a maioria dos compostos secundários sintetizados pelas plantas, inclusive aleloquímicos (CAÑAL et al., 1987; LYDON e DUKE, 1989; DEVINE et al., 1993; NAGABHUSHANA et al., 1996). Da mesma forma, com a inibição da enzima EPSPs ocorre decréscimo na produção de fitoalexinas, compostos envolvidos na tolerância das plantas às doenças (KEEN et al., 1982; JOHAL e RAHE, 1984; LÉVESQUE e RAHE, 1992).

Segundo CHOU e LIN (1976) e STEVENSON (1967), o declínio no rendimento de grãos do arroz em cultivo subsequente é devido, principalmente, aos efeitos alelopáticos decorrentes da decomposição de resíduos do arroz-vermelho ou da exudação de aleloquímicos por suas raízes nos solos dos arrozais. Já SMILEY et al. (1992) atribuíram a redução de até 50% no rendimento de grãos de cevada ao incremento na severidade de *Rhizoctonia solani*, um fungo de solo, quando a época de semeadura era antecipada de três semanas para três dias após a dessecação da cobertura vegetal.

Outro componente que se reveste de importância nos sistemas reduzidos de cultivo é a relação C/N que se origina da palha do arroz-vermelho após dessecação. Neste caso, o nitrogênio pode ser imobilizado pelos microrganismos decompositores da cobertura morta depositada na camada superficial do solo, diminuindo sua disponibilidade para a cultura posterior (OGUNREMI et al., 1986; AITA e ROS, 1996). Como consequência, os microrganismos multiplicam-se gradativamente, produzindo CO₂ em grande quantidade. Com isso, o nitrato e o amônio, presentes no solo, praticamente desaparecem (VICTORIA et al., 1992).

O presente experimento teve como objetivos avaliar os efeitos negativos decorrentes do manejo químico do arroz-vermelho, no sistema de semeadura direta, bem como definir a época em que tal manejo pode ser realizado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de novembro de 1996 a maio de 1997, em área pertencente à Estação Experimental do Arroz (EEA) do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA). A EEA/IRGA situa-se no município de Cachoei-

rinha, região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. O solo, onde foi instalado o experimento, pertence à unidade de mapeamento Vacacai (EMBRAPA, 1980), sendo classificado como Planossolo.

Na etapa inicial de instalação do experimento, foram realizadas quatro semeaduras a lanço da cultivar de arroz IRGA 416, na densidade de 450 sementes/m². As semeaduras tiveram por objetivo simular infestações de arroz-vermelho, que se encontrassem, aproximadamente, no mesmo estágio de desenvolvimento, quando das aplicações dos tratamentos com herbicidas, também realizados em quatro ocasiões. Tal simulação foi realizada com o objetivo de não existir posterior emergência e/ou rebrote de plantas de arroz-vermelho, o que poderia causar competição com as plantas do arroz irrigado e, conseqüentemente, confusão no rendimento de grãos da cultura. Nesta etapa, a adubação do solo constou da aplicação de 20 kg/ha de P₂O₅ e 45 kg/ha de K₂O.

A semeadura do arroz irrigado foi realizada numa única data, no dia 26 de dezembro de 1996. Para tal, utilizou-se a cultivar IRGA 417, na população de 300 plantas/m², dispostas no espaçamento de 15,8 cm entre fileiras. A adubação, realizada na segunda etapa constou da aplicação de 300 kg/ha de adubo da fórmula 2-20-20. A fertilização nitrogenada foi constituída de 80 kg/ha de nitrogênio divididos em duas aplicações de 40 kg/ha.

Os tratamentos foram arranjos em delineamento experimental de blocos completamente casualizados, em esquema fatorial, dispostos em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. A fim de simular-se diferentes datas de semeadura do arroz irrigado, pós-dessecação da cobertura vegetal do arroz, realizaram-se aplicações de herbicidas em várias épocas. As épocas de dessecação do arroz, utilizadas como fator A, foram efetuadas aos 10, 6 e 2 dias antes e 2 dias após a semeadura do arroz irrigado. Como fator B, utilizou-se três tratamentos com herbicidas não-seletivos: sulfosate [N-(fosfometil) glicina], na forma de sal trimetilsulfônico, nas doses de 825 e 1650 g/ha e.a., e paraquat (1,1'-dimetil-4,4'-bipiridílio), na forma de íon dicloreto, na dose de 400 g/ha i.a. (mais Agral a 0,1% v/v), acrescido de dois tratamentos testemunha sem aplicação de herbicida (com e sem adubação nitrogenada de base, constituída de 22,5 kg/ha de nitrogênio). Como fator C, usou-se dois sistemas de semeadura do arroz irrigado: arroz semeado na presença e na ausência de plantas de arroz. As unidades experimentais (sub-subparcelas) apresentaram dimensões de 3 m de largura por 5 m de comprimento (15 m²). As aplicações de herbicidas, executadas tanto em tratamento de solo, como das plantas do arroz 'IRGA

416', foram efetuadas entre 7 e 8 horas da manhã, com temperatura variando entre 18,4 e 20,6° C e umidade relativa entre 86 e 97%, na ausência de ventos e chuvas, nos dias 16, 20, 24 e 28 de dezembro de 1996, correspondendo aos tratamentos previamente propostos. Para tal, utilizou-se pulverizador costal de precisão, operado à pressão constante de 200 kPa, empregando-se 4 bicos jato plano, do tipo leque, série 110.03, espaçados 50 cm, os quais propiciaram volume de calda equivalente a 200 l/ha.

Os efeitos dos tratamentos foram estimados através da avaliação dos números de panículas por área (avaliando-se 1 m² por sub-subparcela) e de grãos por panícula, do peso médio do grão, da esterilidade de espiguetas e do rendimento de grãos do arroz irrigado.

As variáveis estimadas no experimento foram submetidas à análise de variância, através do teste F, e as médias dos tratamentos foram comparadas aplicando-se o teste de Tukey. Em ambas as análises utilizou-se o nível de 5% de probabilidade. Também se realizou análise de regressão para algumas situações relativas às épocas de dessecação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os componentes do rendimento de grãos da cultura não se observaram efeitos diferenciais

no número de panículas por área e de grãos por panícula em função dos tratamentos testados (Tabela 1). A ausência de significância, verificada para estes parâmetros, pode ser devida à plasticidade apresentada pela cultura em se adequar às diferentes situações ocorridas.

Entretanto, verificou-se maior peso médio do grão de arroz irrigado quando este foi semeado na presença de cobertura de arroz (Tabela 2). Ainda, para esterilidade de espiguetas do arroz irrigado, nos casos em que ocorreu diferenças, estas indicaram, em geral, maior esterilidade na condição de presença de cobertura de arroz (Tabela 3). Esta resposta foi agravada pela aplicação do herbicida sulfosate, não ocorrendo grandes variações entre os demais tratamentos utilizados.

A esterilidade de espiguetas do arroz é uma característica grandemente influenciada por fatores adversos de ambiente, pelas práticas de manejo adotadas e por condições fitossanitárias ocorrentes na cultura (OLIVEIRA et al., 1994; MENEZES, 1996). No presente experimento, a maior esterilidade de espiguetas foi observada nos tratamentos que receberam aplicação do herbicida sulfosate, o que pode ser uma decorrência do efeito negativo causado por este herbicida no desenvolvimento inicial das plantas de arroz.

TABELA 1 – Número de panículas por área e de grãos por panícula de plantas de arroz irrigado, em função de épocas de semeadura da cultura, relacionadas à aplicação de herbicidas não-seletivos para dessecação de arroz. FEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1996/97

Épocas de semeadura do arroz irrigado em relação à aplicação dos herbicidas	Panículas por m² (n°)	Grãos por panícula (n°)
10 dias após	329 ^{ns}	77 ^{ns}
6 dias após	307	77
2 dias após	327	76
2 dias antes	319	74
Tratamentos de controle ao arroz	Panículas por m² (n°)	Grãos por panícula (n°)
Sulfosate - 825 g/ha e.a.	312 ^{ns}	77 ^{ns}
Sulfosate - 1650 g/ha e.a.	329	75
Paraquat - 400 g/ha i.a.	327	78
Testemunha (sem herbicida e sem nitrogênio)	309	76
Testemunha (sem herbicida e com nitrogênio)	324	76
Situações de semeadura da cultura	Panículas por m² (n°)	Grãos por panícula (n°)
Presença de cobertura de arroz	323 ^{ns}	76 ^{ns}
Ausência de cobertura de arroz	318	77
CV (%) - Épocas de semeadura do arroz irrigado	6,4	5,3
CV (%) - Tratamentos de controle ao arroz	7,4	9,2
CV (%) - Situações de semeadura da cultura	10,4	9,3

ns – Médias comparadas nas colunas, dentro de cada fator e para cada variável, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

TABELA 2 - Peso do grão (g/1000 grãos) do arroz irrigado, em função de situações de semeadura da cultura relacionadas à aplicação de herbicidas não-seletivos para dessecação do arroz. FEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1996/97

Épocas de semeadura do arroz cultivado em relação à aplicação dos herbicidas	Situações de semeadura da cultura		Médias
	Presença de cobertura de arroz	Ausência de cobertura de arroz	
10 dias após	26,0	25,3	25,7 a ²
6 dias após	25,9	25,4	25,6 a
2 dias após	25,3	25,1	25,2 ab
2 dias antes	25,1	24,9	25,0 b
Médias	A ¹ 25,6	B 25,2	
CV (%) - Épocas de semeadura do arroz irrigado			1,3
CV (%) - Situações de semeadura da cultura			3,6

¹ Médias antecedidas de letras maiúsculas diferentes, na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao rendimento de grãos da cultura, observou-se equivalência dos valores entre situações de semeadura para as épocas tardias (10 e 6 dias após aplicação dos tratamentos de controle do arroz). Contudo, verificou-se efeito negativo da presença da cobertura, quando o arroz foi semeado próximo às aplicações de herbicidas (2 dias após e 2 dias antes dos tratamentos de controle). Nestas épocas, novamente se constatou efeito negativo decorrente do uso do herbicida sulfosate, fato que não ocorreu nas primeiras épocas de semeadura (Figura 1 e Tabela 4).

O menor rendimento de grãos do arroz irrigado, obtido na presença de plantas dessecadas de

arroz, pode ser atribuído, em parte, ao provável efeito prejudicial, ocasionado por compostos alelopáticos e/ou pela falta de nitrogênio ocorrida, quando da decomposição da cobertura vegetal durante os estádios iniciais de desenvolvimento da cultura. Este efeito deve ter interferido no desenvolvimento normal das plantas e na sua capacidade produtiva.

Outra hipótese para explicar o menor rendimento de grãos da cultura, obtido na presença de cobertura de arroz, ocorrido nas duas últimas épocas de semeadura, é o atraso nas aplicações de herbicidas possibilitou que os efeitos prejudiciais decorrentes da cobertura se manifestassem tardiamente para estas épocas.

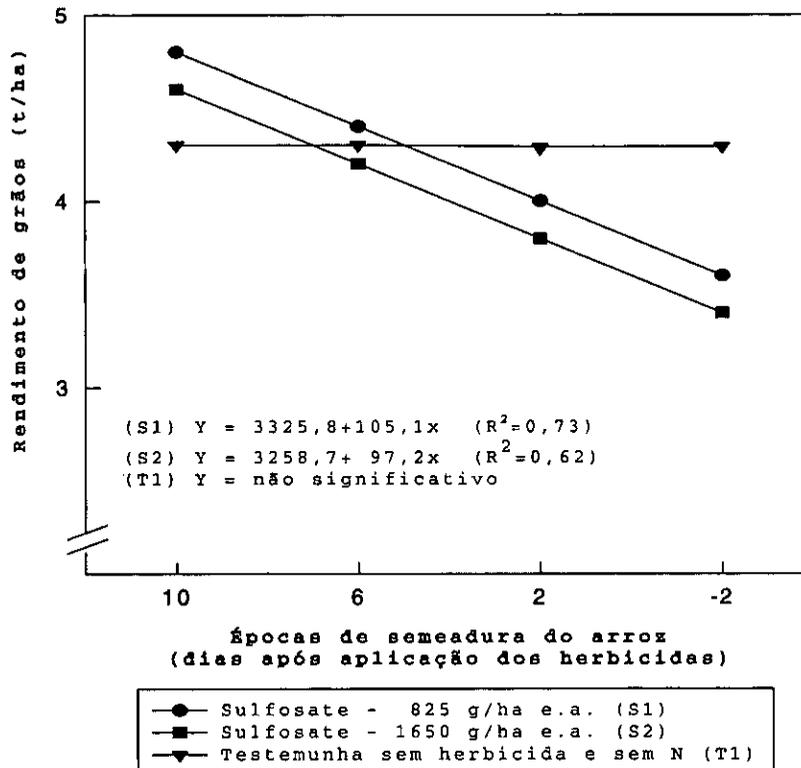


FIGURA 1 - Rendimento de grãos (t/ha) do arroz irrigado, em função das épocas de semeadura da cultura, na presença de plantas de arroz, nas médias das aplicações de herbicidas não-seletivos. FEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1996/97

TABELA 3 - Esterilidade de espiguetas (%) em panículas de arroz irrigado, em função das épocas de semeadura da cultura, relacionadas à aplicação de herbicidas não-seletivos para dessecação de arroz. EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1996/97

Tratamentos de controle do arroz	Épocas de semeadura do arroz irrigado em relação à aplicação dos herbicidas								
	10 dias após		6 dias após		2 dias após				
	PA ¹	AA ²	PA	AA	PA	AA			
	Situações de semeadura da cultura								
	PA	AA	PA	AA	PA	AA			
Sulfosate - 825 g/ha e.a.	A 26 ab ³	A 29 a	A 27 ab	A 29 a	A 48 a	B 30 a	A 33 ab	B 22 a	
Sulfosate - 1650 g/ha e.a.	A 35 a	B 23 a	A 30 ab	A 30 a	A 38 ab	B 22 b	A 43 a	B 28 a	
Paraquat - 400 g/ha i.a.	B 20 b	A 29 a	A 30 ab	A 26 a	A 28 bc	A 31 a	A 25 b	A 24 a	
Testemunha (sem herbicida e sem nitrogênio)	A 23 b	A 27 a	A 23 b	A 29 a	B 28 bc	A 37 a	A 27 b	A 31 a	
Testemunha (sem herbicida e com nitrogênio)	B 24 b	A 31 a	A 35 a	B 26 a	A 27 c	A 32 a	A 23 b	A 27 a	
CV (%) - Épocas de semeadura do arroz irrigado							8,8		
CV (%) - Tratamentos de controle ao arroz							20,7		
CV (%) - Situações de semeadura da cultura							21,9		

¹ Presença de cobertura de arroz.

² Ausência de cobertura de arroz.

³ Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas nas colunas, ou antecedidas de mesma letra maiúscula, comparadas nas linhas, dentro de cada época de semeadura, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 4 - Rendimento de grãos (kg/ha) de arroz irrigado, em função de época de semeadura da cultura relacionadas à aplicação de herbicidas não-seletivos para dessecação de arroz. EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1996/97

Tratamentos de controle do arroz	Épocas de semeadura do arroz irrigado em relação à aplicação dos herbicidas							
	10 dias após		6 dias após		2 dias após			
	PA ¹	AA ²	PA	AA	PA	AA		
Sulfosate - 825 g/ha e.a.	A 4780 a ³	A 4512 b	A 4632 a	A 4756 ab	B 3496 c	A 4984 a	B 3757 ab	A 4974 ab
	A 4266 a	A 4673 ab	A 4808 a	B 4303 b	B 3750 bc	A 5204 a	B 3322 b	A 4846 ab
	A 4696 a	A 5022 ab	A 4775 a	A 5037 a	A 4551 a	A 4610 a	B 3824 ab	A 5138 a
Testemunha (sem herbicida e sem nitrogênio)	A 4360 a	A 4745 ab	A 4621 a	A 5063 a	B 4371 ab	A 4818 a	A 3985 a	A 4368 b
	A 4820 a	A 5208 a	A 5054 a	A 5084 a	A 4665 a	A 5042 a	B 4324 a	A 5218 a
CV (%) - Épocas de semeadura do arroz irrigado							5,1	
CV (%) - Tratamentos de controle ao arroz							7,8	
CV (%) - Situações de semeadura da cultura							9,5	

¹ Presença de cobertura de arroz.

² Ausência de cobertura de arroz.

³ Médias seguidas de mesma letra minúscula, comparadas nas colunas, ou antecededas de mesma letra maiúscula, comparadas nas linhas, dentro de cada época de semeadura, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Todavia, SMILEY et al. (1992) relataram incremento na severidade de *Rhizoctonia solani* e decréscimo de até 50% no rendimento de grãos de cevada com a redução na época de semeadura de três semanas para três dias após a aplicação do herbicida glyphosate. Esse efeito pode ser devido à grande quantidade de resíduo vegetal existente no solo, quando a cultura é semeada três dias após a aplicação de herbicida. Já, na semeadura realizada três semanas após a aplicação de herbicida, existe maior competição dos patógenos com os fungos saprofitos, pelos resíduos, o que reduz a população dos patógenos biotróficos capazes de causar danos às plantas (SMILEY et al., 1992; PITTAWAY, 1995).

Pressupõe-se que os efeitos negativos, observados no rendimento de grãos do arroz irrigado, para as semeaduras realizadas na presença de cobertura de arroz e efetuadas próximo às aplicações do herbicida sulfosate, deve-se ao fato de este herbicida promover morte lenta das plantas e com isso retardar sua decomposição no solo. Em consequência, as plantas de arroz irrigado, semeadas em sucessão, permanecem por maior tempo em contato com os resíduos vegetais e os efeitos negativos advindos destes.

Porém, não se percebe comportamento semelhante para rendimento de grãos, quando as aplicações são realizadas com o herbicida paraquat. Espera-se que este efeito decorra da rápida dessecação provocada nas plantas de arroz pelo herbicida. É provável que este produto, ao acelerar a morte das plantas e a decomposição dos seus resíduos, diminua o tempo de exposição destes com a cultura. Tal efeito foi comprovado por PINTO et al. (1997), em que aplicações sequenciais de sulfosate, seguidas por paraquat, no sistema de cultivo mínimo, apresentaram maiores rendimentos de grãos do que as aplicações isoladas de sulfosate. Segundo VICTORIA et al. (1992), após a fase de decomposição ativa de resíduos vegetais, ocorre remineralização do nitrogênio, devido à reciclagem do nutriente contido na biomassa microbiana durante a sua morte e predação.

Efeitos semelhantes de épocas de semeadura sobre o rendimento de grãos foram relatados para milho implantado sobre resíduos culturais de espécies de inverno, principalmente de gramíneas (RAIMBAULT et al., 1991; RUEDELL, 1995).

Acredita-se que os efeitos negativos observados no rendimento de grãos do arroz devem-se, provavelmente, à interação entre fatores químicos (alelopatia) e biológicos (agentes patogênicos e relação C/N) decorrentes da presença de resíduos de plantas de arroz em decomposição no solo.

CONCLUSÕES

A presença de cobertura de plantas de arroz dessecadas causa redução no rendimento de grãos do arroz irrigado, quando as semeaduras são realizadas próximas das aplicações (2 dias após e 2 dias antes) de herbicidas não-seletivos. Observa-se maior esterilidade das espiguetas do arroz irrigado, na condição de presença de cobertura de arroz.

A semeadura de arroz irrigado, na presença de cobertura de arroz, realizada 10 e 6 dias após a aplicação de herbicidas não-seletivos, não é prejudicial ao rendimento de grãos da cultura.

Dentre os herbicidas utilizados, o sulfosate, em especial a dose menor, ocasionou reduções para a maioria dos parâmetros avaliados.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AHRENS, W.H. (Ed.). **Herbicide handbook**. 7.ed. Champaign: Weed Science Society of America, 1994. 352p.
- AITA, C.; ROS, C.O. da. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.1, p.135-140, 1996.
- ANDRES, A.; LOPES, S.I.G.; MACEDO, V.R.M. et al. Avaliação de sistemas de cultivo de arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.49, n.428, p.25-26, 1996.
- BUHLER, D.D.; BURNSIDE, O.C. Effects of application variables on glyphosate phytotoxicity. **Weed Technology**, Champaign, v.1, n.1, p.14-17, 1987.
- CAÑAL, M.J.; TAMÉS, R.S.; FERNÁNDEZ, B. Effects of glyphosate on phenolic metabolism in yellow nutsedge leaves. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.69, n.4, p.627-632, 1987.
- CARLSON, K.L.; BURNSIDE, O.C. Comparative phytotoxicity of glyphosate, SC-0224, SC-0545, and HOE-00661. **Weed Science**, Champaign, v.32, n.6, p.841-844, 1984.
- CHOU, C.H.; LIN, H.J. Autointoxication mechanism of *Oryza sativa* L. Phytotoxic effects of decomposing rice residues in soil. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.2, n.3, p.353-367, 1976.
- DEVINE, M.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. **Physiology of herbicide action**. Englewood Cliffs: PTR Prentice Hall, 1993. 441p.
- ELIAS, R.S. Rice production and minimum tillage. **Outlook on Agriculture**, Paris, v.6, n.2, p.67-71, 1969.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Estudo expedito de solos do estado do Rio Grande do Sul e parte de Santa Catarina, para fins de classificação, correlação e legenda preliminar**. Rio de Janeiro, 1980. 262p. (Boletim Técnico, 17)
- FRIZZO, C. Plantio direto e plantio direto com cultivo mínimo de arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.44, n.398, p.30-31, 1991.
- JOHAL, G.S.; RAHE, J.E. Effect of soilborne plant-pathogenic fungi on the herbicidal action of glyphosate on bean seedlings. **Phytopathology**, St. Paul, v.74, n.13, p.950-955, 1984.
- KEEN, N.T.; HOLLIDAY, M.J.; YOSHIKAWA, M. Effects of glyphosate on glyceollin production and the expression

- of resistance to *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* in soybean. *Phytopathology*, St. Paul, v.72, n.11, p.1467-1470, 1982.
- LÉVESQUE, C.A.; RAHE, J.E. Herbicide interactions with fungal root pathogens, with special reference to glyphosate. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v.30, p.579-602, 1992.
- LYDON, J.; DUKE, S.O. Pesticide effects on secondary metabolism of higher plants. *Pesticide Science*, Exeter, v.25, n.4, p.361-373, 1989.
- MACEDO, V.R.M.; CORRÊA, N.I.; LOPES, M.S.; et al. Rendimento de grãos, características físicas e consumo de água num solo sob sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Camboriú. *Anais...* Itajaí: EPAGRI-IRGA-EMBRAPA/CPACT, 1997. p.184-186.
- MENEZES, V.G. Manejo de arroz-vermelho através do tipo e arranjo de plantas de arroz irrigado no sistema de cultivo mínimo. Porto Alegre, 1996. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1996.
- MENEZES, V.G.; SILVA, P.R.F.da; ANDRES, A. Emergência e desenvolvimento das plantas de arroz irrigado (*Oryza sativa*) no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997., Caxambu. *Resumos...* Caxambu: SBCPD, 1997. p.164.
- NAGABHUSHANA, G.G.; WORSHAM, D.; CORBIN, F.T. Root/rhizome exudation of nicosulfuron from treated johnsongrass (*Sorghum halepense*) and possible implications for corn (*Zea mays*). *Weed Science*, Champaign, v.44, n.3, p.455-460, 1996.
- OGUNREMI, L.T.; LAL, R.; BABALOLA, O. Effects of tillage methods and water regimes on soil properties and yield of lowland rice from a sandy loam soil in southwest Nigeria. *Soil and Tillage Research*, Oxford, v.6, n.3, p.220-234, 1986.
- OLIVEIRA, J.C.S.de; MARCHEZAN, E.; STORCK, L.; MACHADO, S.L.O.de. Sistemas de preparo do solo para o arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). *Ciência Rural*, Santa Maria, v.24, n.3, p.489-493, 1994.
- PINTO, J.J.O.; BORGES, E.S.de; AGOSTINETTO, D.; HENN, D. Manejo de herbicidas dessecantes no sistema de cultivo mínimo na cultura do arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Bal. Camboriú. *Anais...* Itajaí: EPAGRI-IRGA-EMBRAPA/CPACT, 1997. p.372
- PITTAWAY, P.A. Opportunistic association between *Pythium* species and weed residues causing seedling emergence failure in cereals. *Australian Journal of Agricultural Research*, East Melbourne, v.46, n.3, p.655-662, 1995.
- RAIMBAULT, B.A.; VYN, T.J.; TOLLENAAR, M. Corn response to rye cover crop tillage methods, and planter options. *Agronomy Journal*, Madison, v.83, n.2, p.287-290, 1991.
- RUEDELL, J. Plantio direto na região de Cruz Alta. Cruz Alta: FUNDACEP/BASF, FUNDACEP/FECOTRIGO, 1995. 134p.
- SHAD, R.A.; DE DATTA, S.K. Reduced tillage techniques for wetland rice as affected by herbicides. *Soil and Tillage Research*, Oxford, v.6, n.4, p.291-303, 1986.
- SILVA, P.R.F.da; SOUZA, P.R.de; MENEZES, V.G.; et al. Efeito do sistema de semeadura no rendimento de grãos e componentes de cultivares de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. *Anais...* Pelotas: EMBRAPA/CPACT, 1993. p.119-120.
- SMILEY, R.W.; OGG Jr., A.G.; COOK, R.J. Influence of glyphosate on *Rhizoctonia* root rot, growth, and yield of barley. *Plant Disease*, St. Paul, v.76, n.9, p.937-942, 1992.
- STEVENSON, F.J. Organic acids in soil. In: MCLAREN, A.D.; PETERSON, G.H. *Soil biochemistry*. New York: Marcel Dekker, 1967. p.119-142.
- VERNETTI JUNIOR, F.J. de; GOMES, A.S. da. Comportamento de cultivares de arroz irrigado submetidas a diferentes sistemas de cultivo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Bal. Camboriú. *Anais...* Itajaí: EPAGRI-IRGA-EMBRAPA/CPACT, 1997. p.200-202.
- VICTORIA, R.L.; PICCOLO, M.C.; VARGAS, A.A.T. O ciclo do nitrogênio. In: *Microbiologia do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.105-120.