



Sumário

**Evolução do banco de sementes de arroz vermelho
em diferentes sistemas de utilização do solo de várzeas**

Sistema de cultivo no controle de arroz vermelho

**Control of red rice seed banks under different low land
management systems**

**Metodologia para a quantificação do degrane de sementes de
arroz vermelho**

**Eficiência da avaliação do banco de sementes na predição da
infestação por arroz vermelho e rendimento de grãos do arroz
irrigado após dois anos de rotação de cultura e pousio do solo**

EVOLUÇÃO DO BANCO DE SEMENTES DE ARROZ VERMELHO EM DIFERENTES SISTEMAS DE UTILIZAÇÃO DO SOLO DE VÁRZEAS¹

LUIS A. DE AVILA², ENIO MARCHEZAN³, SÉRGIO L. DE O. MACHADO⁴ e RICARDO P. DA SILVA⁵

RESUMO

Num ecossistema agrícola, a redução do banco de sementes é um dos aspectos mais importantes no manejo de plantas daninhas; e em solos de várzeas, o arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) é atualmente considerado a principal planta daninha. Nesse sentido, conduziu-se um experimento com o objetivo de avaliar a evolução do banco de sementes de arroz vermelho no solo em diferentes sistemas de semeadura de arroz irrigado e em alternativas de manejo do solo de várzea. O experimento foi instalado em campo por dois anos consecutivos na mesma área (safras agrícolas 1996/97 e 1997/98) em Santa Maria, RS, em solo classificado como Planossolo, com infestação média de 516 sementes viáveis de arroz vermelho/m². A estimativa do banco de sementes de arroz vermelho foi realizada através de 10 coletas de solo, utilizando um cilindro com 0,10m de diâmetro a 0,10m de profundidade. Após a

coleta, os grãos foram separados do solo e realizado teste de tetrazólio para determinar a quantidade de sementes viáveis na amostra. As coletas foram realizadas antes da instalação do experimento (set/1996), após a colheita do primeiro ano (mai/1997) e após a colheita do segundo ano (mai/1998). Os resultados mostraram que o cultivo do arroz no sistema convencional promove aumento no banco de sementes de arroz vermelho, enquanto que a semeadura de arroz em solo inundado (mix de pré-germinado, pré-germinado ou transplante de mudas) é tão eficiente na redução do banco de sementes de arroz vermelho quanto a rotação com o sorgo, o pousio do solo sem a presença de animais e também o preparo de verão.

Palavras chave: Planta daninha, rotação de culturas, dinâmica de populações, sistemas de cultivo, *Oryza sativa*.

ABSTRACT

Red rice seed bank evolution under different systems of lowland utilization

In an agricultural ecosystem, the reduction of weed seed bank is of utmost importance. In lowland areas, red rice (*Oryza sativa*) is the most important weed. Therefore, an experiment was conducted to evaluate the evolution of the red rice seed bank under different seeding systems and alternatives of soil management. The experiment was conducted during two years (1996/97 and 1997/98 growing seasons) in Santa Maria, RS in Albaqualf soil with an average infestation of 556

viable seeds per square meter. The assesment of the seed bank was conducted by ten samplings using a cylinder with 10cm of diameter and 10cm depth. After each sampling the seeds were separated and the number of viable seeds was determinated by tetrazolium test. The sampling were carried out before establishing the experiment (September 1996) after the first harvest (May 1997) and after the second harvest (May 1998).

¹ Recebido para publicação em 22/04/99 e na forma revisada em 05/05/2000. Parte da Dissertação de Mestrado em Agronomia do primeiro autor.

² Engº Agrº MSc. Profº Assistente, Deptº de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências Rurais, CEP: 97.105-900, Santa Maria/RS. Fone: (055) 220-8451. E-mail: laavila@ccr.ufsm.br.

³ Engº Agrº Dr. Profº Titular, Deptº de Fitotecnia da UFSM, Pesquisador do CNPq. E-mail: emarch@ccr.ufsm.br.

⁴ Engº Agrº MSc. Profº Titular, Deptº de Defesa Fitossanitária da UFSM. E-mail: smachado@ccr.ufsm.br.

⁵ Acadêmico do Curso de Agronomia da UFSM.

INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, o arroz vermelho é considerado a planta daninha que causa mais danos à lavoura orizícola em decorrência da redução de produtividade, da depreciação comercial do produto final, das dificuldades de controle e do alto grau de infestação das áreas cultivadas (Souza & Fischer, 1986). Além disso, provoca elevação do custo de produção e deprecia o valor comercial das áreas cultivadas. Dentre as características principais do arroz vermelho, destaca-se o degrane precoce das sementes (Marchezan & Cirolini, 1996) e sua longevidade no solo (Goss & Brown, 1939; Noldin, 1995), podendo-se encontrar sementes viáveis no solo após um período de até nove anos (Goss & Brown, 1939); tornando-se assim, o banco de sementes o fator principal no estabelecimento das estratégias de controle.

Nos agroecossistemas, a composição quantitativa e qualitativa da flora daninha reflete o sistema de cultivo em uso (Debaeke & Sebilote, 1988), e é resultado do balanço entre entrada de novas sementes e perdas delas por germinação, deterioração, predação e transporte por vários agentes (Carmona, 1992).

Dentre os métodos de controle das plantas daninhas, o mais antigo e popular é o pousio do solo durante certo período, destacando-se aquele com preparo de solo durante o verão (Roberts & Dawkins, 1967). O pousio do solo por um a dois anos, e a mobilização do solo através de gradagens reduz a quantidade de sementes de arroz vermelho no solo; pois com a mobilização do mesmo, as sementes encontram condições ambientais favoráveis para germinar e emergir podendo ser controladas três ou quatro populações de arroz

vermelho durante o período de primavera/verão (Huey & Baldwin, 1978; Sonnier, 1978).

A rotação de culturas, principalmente com milho, sorgo e soja, associada ao uso de herbicidas de ação graminicida é uma alternativa utilizada em vários países para o controle de arroz vermelho (Sonnier, 1978; Smith Jr., 1989; Griffin & Harger, 1990; Marchezan *et al.*, 1995; Coradini *et al.*, 1998), proporcionando além do controle do arroz vermelho, incrementos no rendimento do arroz cultivado na seqüência da rotação (Pauletto *et al.*, 1991) e redução do banco de arroz vermelho (Marchezan *et al.*, 1995; Coradini *et al.*, 1998). Além destas culturas, a rotação pode ser realizada com pastagens cultivadas de verão ou de inverno (Marchezan, 1995).

Nas diversas regiões do mundo, o arroz irrigado é cultivado de forma bastante diferenciada, e os sistemas de cultivo constituem as principais alternativas usadas pelos produtores para o controle de arroz vermelho. Diversos autores (Petrini *et al.*, 1993b; Bizzi, 1994; Petrini *et al.*, 1996; Andres *et al.*, 1997; Machado *et al.*, 1998; Silva *et al.*, 1998) mencionam que a semeadura do arroz em solo inundado como o sistema pré-germinado, mix de pré-germinado e o transplante de mudas reduzem o banco de sementes de arroz vermelho.

O sistema de semeadura direta é outra alternativa muito utilizada pelos produtores do Rio Grande do Sul no controle do arroz vermelho. O desenvolvimento deste sistema possibilitou a reutilização de áreas já abandonadas para o cultivo do arroz, em decorrência de altas infestações de arroz vermelho que aí se desenvolveram (Oliveira, 1993; Bizzi, 1994). Entretanto, deve-se enfatizar que em anos com adversidade climática durante a emergência do arroz, o controle de arroz

vermelho é menor (Andres *et al.*, 1997), podendo inclusive ocorrer aumento no banco de sementes (Machado *et al.*, 1998).

Com base nestes pressupostos, o objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução do banco de sementes de arroz vermelho em solo de várzeas submetido a diversos sistemas de cultivo na implantação da lavoura de arroz irrigado e de outras alternativas de manejo, como a rotação de culturas com sorgo ou com pastagem nativa, e suas consequências na dinâmica do banco de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de

várzea no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, em solo classificado como Planossolo, pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí, com infestação média de 516 (402-893) sementes viáveis de arroz vermelho/m²; em área que se encontrava em pousio há um ano, após vários anos de cultivos de arroz irrigado. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições no primeiro ano e três no segundo. Os tratamentos encontram-se descritos na Tabela 1. O solo foi preparado em setembro de 1996, através de uma gradagem pesada e duas de nivelamento, seguido de aplainamento superficial, quando foram demarcadas as parcelas (8 x 6m).

TABELA 1. Tratamentos para o controle do arroz vermelho, utilizados em cada ano de execução do experimento. Santa Maria, RS. 1999.

Tratamentos e descrição	Ano agrícola	
	1996/97	1997/98
[T1] - Arroz - semeadura convencional;	*	**
[T2] - Arroz - semeadura convencional, antecedida da aspersão e incorporação de molinate (5,75 kg/ha) no dia da semeadura e as sementes do arroz protegidas por anidrido naftálico (0,5% v./v.);	*	ni
[T3] - Arroz - semeadura convencional, antecedida da aspersão e incorporação de 2,4-D amina (8,64 kg/ha) 25 dias antes da semeadura;	*	ni
[T4] - Arroz - cultivo mínimo no primeiro ano e semeadura direta no segundo;	*	**
[T5] - Arroz - Mix de pré-germinado; semeadura com sementes pré-germinadas em área preparada para o cultivo mínimo;	*	**
[T6] - Arroz - sistema de transplante de mudas;	ni	**
[T7] - Arroz - sistema pré-germinado;	ni	**
[T8] - Arroz - semeadura direta, com roguing para retirada das plantas de arroz vermelho;	ni	**
[T9] - Pousio do solo, sem a presença de animais na área, e com simulação de pastejo (roçadas semanais);	*	**
[T10] - Sorgo no sistema de cultivo mínimo, com aspersão de atrazine (2,25 kg/ha) em pós-emergência precoce (arroz vermelho no estádio de duas a três folhas);	*	**
[T11] - Preparo do solo durante o verão (três preparos por safra) com auxílio de enxada rotativa autopropelida, a 0,10m de profundidade	*	**

* Quatro repetições;

** Três repetições, uma repetição foi perdida devido a ocorrência de chuvas pesadas, durante o período de emergência;

ni = não instalado.

No primeiro ano, o tratamento [T4] foi instalado no sistema de cultivo mínimo, pois após o preparo do solo, deixou-se emergir as plantas daninhas, efetuando-se 12 dias antes da semeadura, a dessecação das mesmas. No segundo ano, foi instalado no sistema de semeadura direta, pois, após a colheita do arroz no primeiro ano, foi realizada semeadura a lanço de azevém, que produziu cerca de 1.500 kg/ha de matéria seca, e que foi dessecado 15 dias antes da semeadura do arroz.

Nos tratamentos com o cultivo mínimo de arroz, mix de pré-germinado e também para o cultivo mínimo de sorgo, as plantas foram dessecadas através da aspersão do herbicida glyphosate (1,25 kg/ha) acrescido de óleo mineral (0,5% v/v.). Nos sistemas de cultivo mínimo e naquele com preparo convencional do solo, o controle de plantas daninhas foi realizado através da aspersão da mistura dos herbicidas propanil (1,08 kg/ha) com clomazone (0,25 kg/ha); e nos tratamentos com semeadura em solo inundado, pela aspersão da mistura de pyrazosulfuron-etil (0,015 kg/ha) com metsulfuron-metyl (0,0024 kg/ha). Para a aplicação dos herbicidas foi utilizado pulverizador costal de precisão, pressurizado com CO₂, com consumo de calda correspondendo a 80 litros/ha.

No primeiro ano, a semeadura de arroz foi realizada no dia 24/12/1996 utilizando-se a cultivar 'IRGA 416', de ciclo precoce; e no segundo ano, em 10/12/1997, usando-se a cultivar reagente 'IRGA 417', de ciclo médio.

Nos sistemas de semeadura em solo seco (T1, T2, T3, T4 e T8), foi utilizada uma semeadora-adubadora para plantio direto, com espaçamento de 0,18m entre fileiras e na densidade de 200 kg de sementes/ha; enquanto que no sistema com sementes pré-germinadas, a semeadura foi realizada a lanço, na densidade de 120 kg de sementes/ha com o objetivo de obter-se 300 plantas/m². O transplante de mudas [T₆] foi realizado quando as plântulas de arroz atingiram o estágio de duas a três folhas desenvolvidas, espaçadas de 0,30m entre fileiras e 0,12m entre

covas, na densidade de oito a 10 plantas de arroz por cova.

O manejo da água de irrigação foi diferente nos diferentes sistemas de cultivo de arroz. Nos tratamentos em que a semeadura foi realizada em solo seco, a entrada da água iniciou aos 25 dias, com uma lâmina de aproximadamente 80mm; permanecendo na área até a maturação fisiológica do arroz. No primeiro ano, para a semeadura em solo alagado (mix de pré-germinado), a entrada da água foi realizada cinco dias antes da semeadura do arroz e a dessecação foi realizada aos cinco dias antes da entrada da água nas parcelas. No segundo ano, para os tratamentos com semeadura em solo inundado (T5, T6 e T7), a irrigação foi realizada 25 dias antes da semeadura e a dessecação foi realizada 20 dias antes da inundação das parcelas.

Para a semeadura do sorgo foram utilizados os híbridos AG 2005 e AG 2006, respectivamente no primeiro e segundo ano de cultivo; na densidade de 16 sementes/m linear em espaçamento de 0,45m entre fileiras.

No tratamento com pousio da área foi realizada simulação de pastejo através de roçadeira manual em intervalos semanais.

Para a avaliação do banco de sementes, fez-se amostragem (coleta) de solo antes da instalação do experimento (nov/96), após a colheita do primeiro ano (mai/97) e também após a colheita do segundo ano (mai/98). Através destas avaliações, estimou-se a evolução do banco de sementes de arroz vermelho para cada tratamento.

A coleta de solo foi realizada na profundidade de 0-10cm com auxílio de um trado de 10cm de diâmetro, através de 10 amostras por parcela. Após a coleta, as amostras foram lavadas em água corrente e peneiradas (malha = 2mm) para a separação das sementes de arroz vermelho do solo. Após, as sementes foram secas e levadas ao laboratório onde foram submetidas ao teste de tetrazólio.

No segundo ano, em cada parcela, foram fixados em estacas de madeira, cinco copos de plástico (0,085cm de diâmetro) a 0,15m de altura do solo

com a finalidade de estimar-se o número de sementes de arroz vermelho degranadas.

Em cada parcela foi realizado o monitoramento, calculando-se a quantidade de sementes de arroz vermelho encontradas no solo após a colheita do arroz cultivado em relação ao número inicial de sementes de arroz vermelho contida no solo, através da fórmula:

Percentual de sementes em relação ao nível inicial = $(N_{\text{sup}} * 100) / N_{\text{ant}}$, onde:

N_{sup} = número de sementes de arroz vermelho encontradas no solo após a colheita do experimento

N_{ant} = número de sementes de arroz vermelho antes da instalação do experimento.

No segundo ano, o cálculo descrito acima foi feito de duas formas, tomando-se como base o banco de sementes do ano anterior (1997) e tomando-se como base o primeiro ano (1996), para verificar o efeito de dois anos. Além desta determinação estimou-se: a) Banco de sementes esperado após a colheita (1998): $B_{\text{esp}} = B_{\text{antes97}} + \text{Degrane}_{98}$, onde: B_{antes97} = número de sementes viáveis de arroz vermelho presentes no solo antes da instalação do experimento (mai/97) e Degrane_{98} = número de sementes viáveis de arroz vermelho degranadas durante o ciclo do arroz coletadas nos copos plásticos; b) Número de sementes que saíram do banco de sementes, através da fórmula: $\text{Decréscimo de Sementes}_{\text{BS}} = B_{\text{esp}} - B_{\text{ansem98}}$, onde B_{esp} = banco de sementes esperado e B_{ansem98} = banco de sementes após a colheita de 1998 (mai/98); c) Número de sementes remanescentes do ano anterior: $\text{Sementes remanescentes} = B_{\text{ansem98}} - \text{Degrane}$.

Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). Para o cálculo da percentagem de decréscimo de sementes do banco foi realizada a análise por agrupamento com teste de Scheffé ($p \leq 0,05$). Para fins de normalização de sua distribuição, antes da análise da variância, os dados em percentagem foram transformados em

arc. sen $\sqrt{\% + 0,5/100}$ e os do número de sementes de arroz vermelho/m² e de degrane de sementes/m² em $\sqrt{x + 0,5}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 verifica-se que os tratamentos que proporcionaram redução do banco de sementes no primeiro ano (1996/97) foram o cultivo mínimo de arroz, o mix de pré-germinado de arroz, o pousio do solo, o cultivo de sorgo e o preparo do solo durante o verão, em 22, 37, 79, 90 e 90%, respectivamente. Os demais tratamentos (T_1 , T_2 e T_3) resultaram em aumento no banco de sementes, na ordem de 246, 124 e 89%, respectivamente.

A redução do banco de sementes no sistema de cultivo mínimo ocorreu, provavelmente pelo melhor controle do arroz vermelho, com pouca contribuição para o banco de sementes neste ano, e pela permanência das sementes de arroz vermelho na superfície do solo, ficando mais sujeitas às condições climáticas e biológicas, que proporcionam decréscimo mais rápido das sementes de arroz vermelho do solo (Noldin, 1995). Já, no segundo ano (1997/98), o sistema de semeadura convencional e o sistema de semeadura direta, proporcionaram aumento do banco de sementes, em 451 e 341%, respectivamente. Os sistemas de semeadura em solo inundado (mix, transplante e pré-germinado), reduziram em 13, 85 e 88% e o roguing, pousio do solo, sorgo e preparo de verão, com redução de 52, 100, 100 e 100%, respectivamente.

A diferença do comportamento da evolução do banco de sementes no sistema de semeadura direta ou cultivo mínimo, em que no primeiro ano ocorreu redução e no segundo ano aumento do banco de sementes, confirma que a eficiência no controle do arroz vermelho pelo sistema de semeadura direta ou cultivo mínimo é dependente do manejo empregado na cultura (Machado *et al.*, 1998), e das condições climáticas no período de emergência do arroz (Andres *et al.*, 1997).

TABELA 2. Número de sementes viáveis arroz vermelho no solo, número de sementes degranadas durante o ciclo da cultura (1997/98), número de grãos de arroz vermelho e percentual de sementes viáveis encontradas no solo após a estação de crescimento. Santa Maria, RS.

Tratamentos	Sementes viáveis/m ²			Degrane		Grãos de arroz vermelho/m ²			Percentual de sementes viáveis encontradas no solo após a estação de crescimento em relação aos níveis iniciais no solo		
	No solo			durante ciclo 97/98							
	Nov. 1996	Maio 1997	Maio 1998			Nov. 1996	Maio 1998		1996/97 ²	1997/98 ³	1996/98 ⁴
[T1] Convencional	402 ^{na}	919 bc ¹	4.345 a	4.071 a		836 ^{ns}	5.558 a		346 a	551 a	690 a
[T2] Molinate	454	-	-	-		-	-		224 ab	-	-
[T3] 2,4-D	555	-	-	-		-	-		189 ab	-	-
[T4] Mínimo/Direto	893	285 c	1.410 b	1.266 b		545	2.374 ab		78 bc	441 b	338 b
[T5] Mix	416	184 c	159 bc	124 bc		783	348 bc		63 bc	87 bc	38 c
[T6] Transplante	-	3.616 a	389 bc	115 c		-	-		-	15 c	-
[T7] Pré-germinado	-	2.471 ab	210 bc	68 c		-	-		-	12 c	-
[T8] Roguing	-	612 bc	172 bc	0 c		-	-		-	48 c	-
[T9] Pousio	538	110 c	0 c	0 c		987	97 c		21 c	0 c	0 c
[T10] Sorgo	441	16 c	0 c	0 c		488	8 c		10 c	0 c	0 c
[T11] Preparo	432	13 c	0 c	0 c		443	4 c		10 c	0 c	0 c
Média	516	914	725	627		680	1.398		118	128	118
CV(%)	41,4	57,1	79,8	92,0		36,3	71,5		52,7	36,8	35,8

^{na} Não significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade.

¹ Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si pelo teste de Duncan. ($P \leq 0,05$).

² Tomado o banco de sementes de 1996 como 100%

³ Tomado o banco de sementes de 1997 como 100%

⁴ Tomado o banco de sementes de 1996 como 100%

A redução do banco de sementes promovida pelos tratamentos de semeadura de arroz com sementes pré-germinadas e com o transplante de mudas, confirma resultados obtidos por Machado *et al.* (1998) e Silva *et al.* (1998), que verificaram maior eficiência do sistema de semeadura com sementes pré-germinadas na redução da infestação de sementes de arroz vermelho no solo.

Após dois anos de cultivo na mesma área (1996 - 1998) a semeadura no sistema convencional e a semeadura direta promoveram acréscimos no banco de sementes de arroz vermelho na ordem de 590% e 238%. O mix de pré-germinado reduziu o banco de sementes, restando apenas 38% da quantidade inicial. Nos tratamentos alternativos ao arroz irrigado (pousio do solo "T₉", cultivo com sorgo "T₁₀" e preparo de verão "T₁₁"), apesar de se encontrar alguns grãos de arroz vermelho no solo (Tabela 2), os mesmos não eram viáveis. Assim, nos sistemas alternativos ao cultivo do arroz houve redução de 100% das sementes viáveis de arroz vermelho do banco de sementes.

O sistema mix de pré-germinado, com redução de 37% no primeiro ano, 14% no segundo ano e 51% no total dos dois anos é um sistema de semeadura de arroz irrigado que tem boa eficiência no controle do banco de sementes de arroz vermelho e é uma alternativa viável para semeadura de arroz irrigado com sementes pré-germinadas em lavouras de maior porte. Porém, faz-se necessário mais estudos com respeito à qualidade e quantidade de massa seca de cobertura sobre o estabelecimento da cultura neste sistema de cultivo.

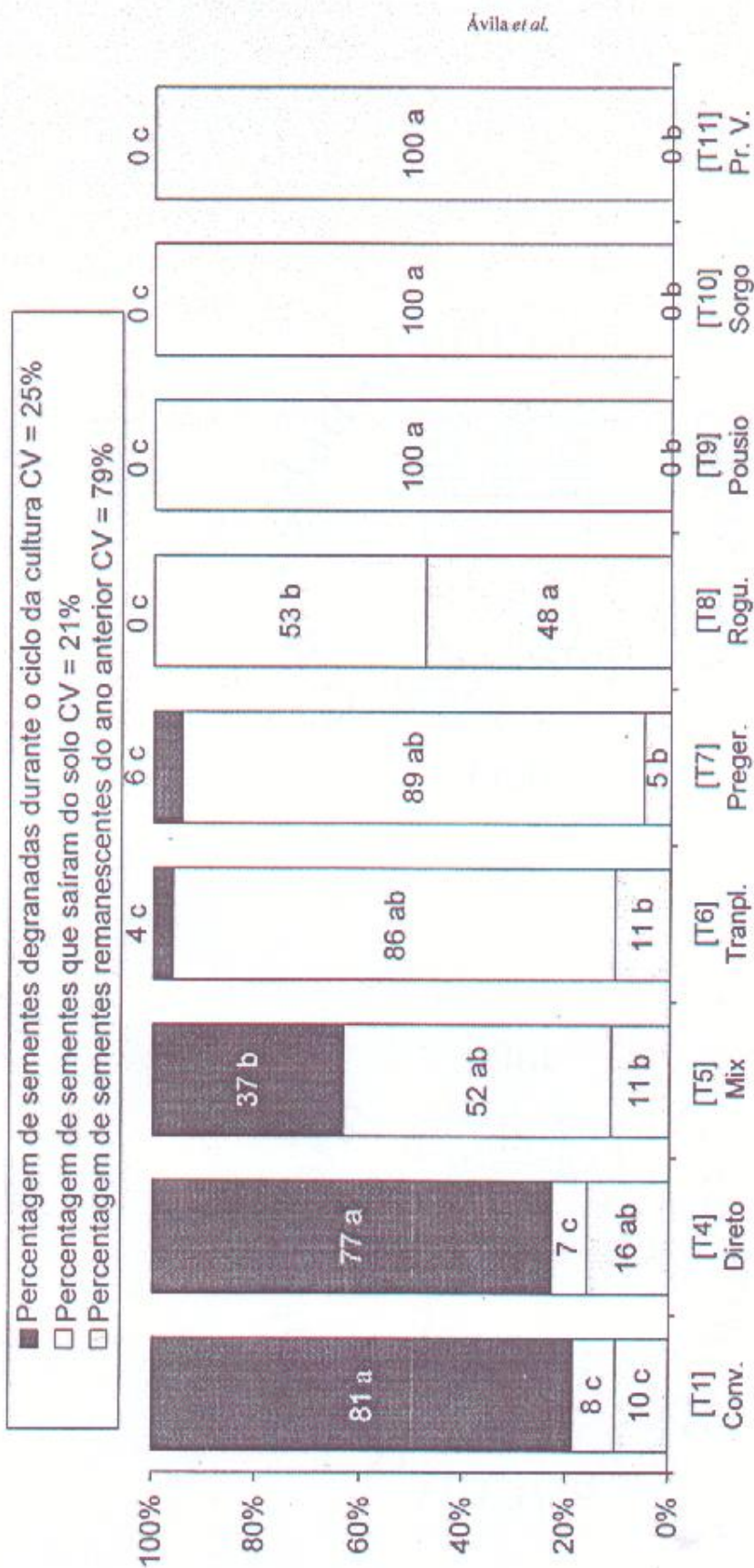
A redução "total" do banco de sementes nos tratamentos alternativos ao arroz (pousio, sorgo e preparo de verão), após dois anos de execução do experimento, pode não ser totalmente verdadeira, pois pode ter sobrado sementes no solo em pequena quantidade que não foram detectadas pelo método de amostragem utilizado. Ball & Miller (1989), observaram que devido à pequena área de solo amostrada em comparação com a área

total da parcela, sementes presentes em número reduzido no solo podem não ser detectadas durante a amostragem.

Estes dados são contrastantes com relatos de literatura, onde foi constatada a viabilidade das sementes de arroz vermelho por mais de nove anos (Goss & Brown, 1939). Em trabalho mais recente, Noldin (1995), verificou que a sobrevivência destas sementes foi bem menor, em torno de 17 meses, quando localizadas na superfície do solo. Uma possível explicação, para este fato é a afirmação de Harlan (1965), de que as plantas daninhas evoluem em paralelo com as cultivadas; considerando-se que a taxa de cruzamento do arroz cultivado com o arroz vermelho é significativa, variando de 1 a 52%; e tanto maior quanto maior for a semelhança de ciclo entre a cultivar de arroz e os biótipos de arroz vermelho (Langevin *et al.*, 1990). Então a redução do período de dormência do arroz vermelho pode ser uma destas características de evolução.

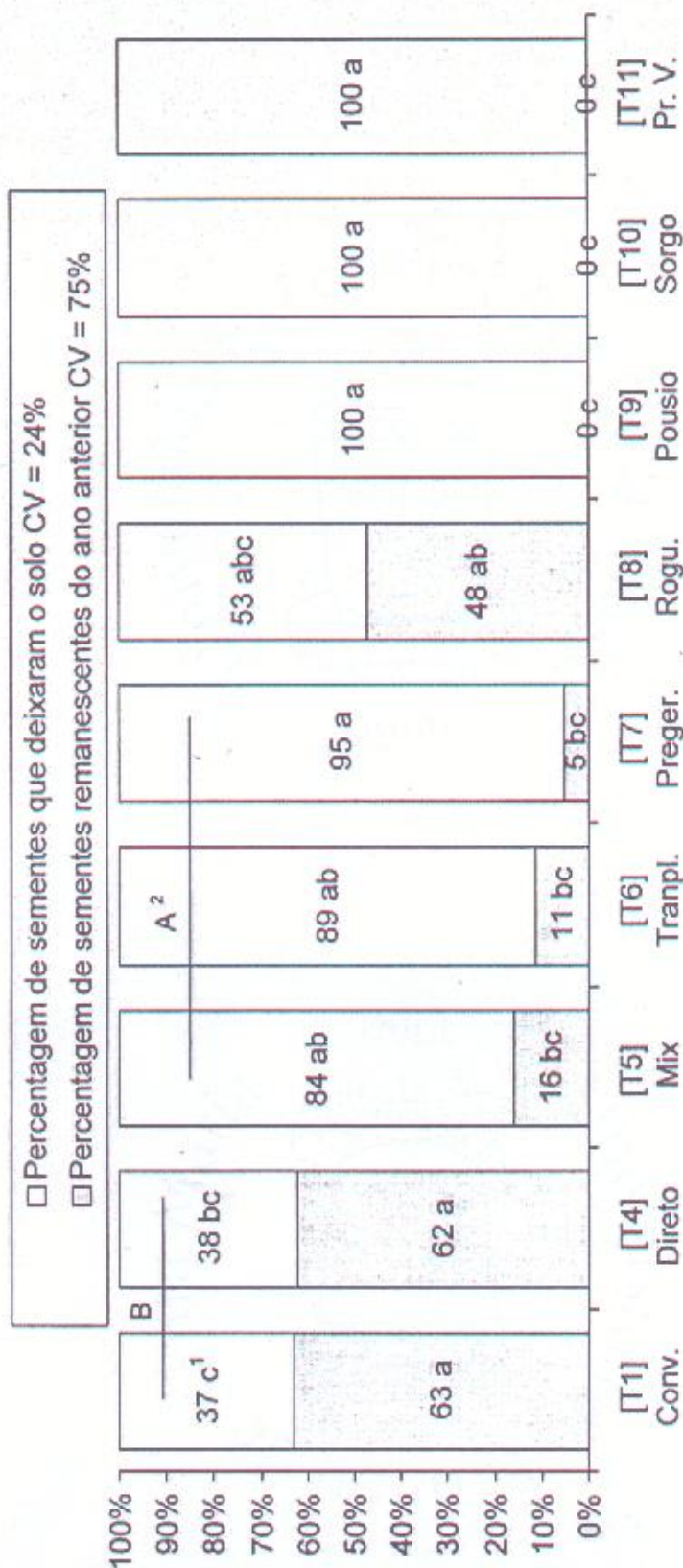
A redução do banco de sementes na rotação de culturas e no pousio do solo verificado neste trabalho, também foi verificada por outros autores (Marchezan *et al.*, 1995; Coradini *et al.*, 1998) e corroboram com os resultados apresentados por Noldin (1995), em que a manutenção das sementes de arroz vermelho na superfície do solo favorece a perda de viabilidade das sementes. Por outro lado, o preparo do solo durante o verão também proporcionou redução do banco de sementes, semelhante àquela proporcionada pela rotação de culturas e pelo pousio do solo. Esta redução confirma os resultados de Huey & Baldwin (1978).

A quantidade de sementes de arroz vermelho que saíram do banco de sementes, e das sementes remanescentes do ano anterior, em valores absolutos, não dão idéia do efeito dos tratamentos sobre estes parâmetros, visto que as quantidades iniciais de sementes viáveis de arroz vermelho no solo são diferentes entre os tratamentos. Assim, foi calculado a composição do banco de sementes de arroz vermelho em percentagem (Figuras 1 e 2).



Médias não ligadas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$).

FIGURA 1. Composição do banco de sementes viáveis de arroz vermelho com relação a percentagem de degrane, de sementes que deixaram o banco de sementes e de sementes remanescentes do ano anterior (Safrá agrícola 1997/98). Santa Maria, RS. 1999.



¹ Médias não ligadas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Duncan ($P \leq 0,05$).

² Grupo de médias significativamente diferentes pelo teste de SCHEFFÉ ($P \leq 0,05$).

FIGURA 2. Composição do banco de sementes viáveis de arroz vermelho, com relação a percentagem de sementes que deixaram o banco de sementes e de sementes remanescentes do ano anterior (Safrá agrícola 1997/98). Santa Maria, RS. 1999.

Na Figura 1 é apresentado o percentual de sementes degranadas durante o ciclo da cultura, de sementes que saíram do solo por algum motivo (mortas, emergidas durante a pré-semeadura ou ciclo da cultura, consumidas por animais, entre outras causas) e de sementes remanescentes do ano anterior (aquelas que mantiveram-se por uma safra no solo). Já na Figura 2, para melhor avaliar o percentual de sementes que saíram do banco de sementes, retirou-se os dados de degrane.

Na Figura 1, verifica-se que no sistema de semeadura convencional e na semeadura direta a maior parte das sementes do banco de sementes foi proveniente do degrane durante a estação de crescimento do arroz. Esta contribuiu com 81% no sistema convencional e 77% na semeadura direta. Isto demonstra a capacidade de manutenção da infestação nestes sistemas de cultivo e o baixo controle do arroz vermelho, confirmando os resultados encontrados por outros autores (Andres *et al.*, 1997; Silva *et al.*, 1998). Estes resultados servem de subsídio na decisão do manejo utilizado em área de semeadura de arroz irrigado no sistema de plantio direto e cultivo mínimo. Baseando-se nos dados de Rota (1993), Petrini *et al.* (1993a), Noldin (1995) e de Petrini *et al.* (1998), o melhor manejo pós-colheita a ser utilizado nesta área é a não mobilização do solo, para não incorporar este percentual significativo de sementes ao solo e sim deixá-las na superfície para que percam viabilidade mais rapidamente.

A ocorrência de algumas plantas de arroz vermelho nos sistemas de cultivo de arroz irrigado com inundação prévia (mix de pré-germinado, transplante de mudas e sistema pré-germinado), com conseqüente degrane de sementes para o solo (Tabela 2), concordam com Eberhardt *et al.* (1997), que afirmaram que a presença de lâmina de água não é fator totalmente limitante à emergência das sementes de arroz vermelho. Outros fatores, como a localização das sementes no perfil do solo e a altura da lâmina de água influem na emergência desta planta daninha. Os autores citados verificaram, ainda, que com lâmina de água de 5cm de altura, ocorreu emergência de

46% das sementes de arroz vermelho localizadas na superfície do solo.

Nos tratamentos de pousio do solo, sorgo e preparo de verão, a contribuição de novas sementes de arroz vermelho para o solo (degrane) foi evitada (Tabela 2). No pousio do solo as plantas de arroz vermelho emergidas foram controladas pela simulação de pastejo (roçadas), na cultura do sorgo a aplicação do herbicida atrazine foi suficiente para controlar 100% das plantas de arroz vermelho e no preparo de verão as plantas foram controladas pela ação do preparo do solo. O excelente controle do arroz vermelho, obtido com o cultivo do sorgo, confirma os dados de Huey & Ford (1978) que obtiveram controle de 100% do arroz vermelho com aplicação de atrazine em pós emergência inicial, nesta cultura.

Nos tratamentos com semeadura em solo inundado (mix de pré-germinado, transplante de mudas e pré-germinado) a maior proporção foi de sementes que deixaram o banco de sementes (Figura 2), como foi verificado através do resultado do teste de Scheffé, em que os três sistemas de cultivo em solo inundado (T5, T6 e T7) foram contrastados com os dois sistemas de semeadura em solo seco (convencional e direto).

A maior percentagem de sementes que deixaram o banco de sementes do solo verificada nos sistemas com semeadura em solo inundado (Figura 2), foi devido provavelmente, ao maior período de inundação do solo, pois no sistema de semeadura de arroz em solo seco a inundação do solo foi realizada cerca de 25 dias após a emergência do arroz, enquanto nos sistemas com semeadura em solo inundado, a inundação foi realizada em torno de 25 dias antes da semeadura ou transplante, proporcionando maior período de inundação (50 dias), com conseqüente ampliação do período de deficiência de oxigênio. A perda de viabilidade das sementes de arroz vermelho submetidas a inundação foi também verificada por Petrini *et al.* (1993b) e ocorre em função da anoxia (deficiência de oxigênio), que é prejudicial a algumas espécies (Taylorson, 1987). Isto deve-se ao incremento na rota metabólica via glicolítica,

promovendo a formação de lactato e etanol, que são prejudiciais à viabilidade de inúmeras espécies (Crawford, 1977).

A dormência das sementes é uma forma de proteção contra adversidades ambientais, sendo que sementes de inúmeras espécies tem esta habilidade quando algum fator ambiental torna-se limitante ou prejudicial à perpetuação da espécie (Carmona, 1992), como é o caso da deficiência de oxigênio causada pela inundação. Por outro lado, sabe-se que em solos inundados ocorre aumento na formação de etileno chegando a níveis de 20ppm (Smith & Restall, 1971), que age na quebra de dormência de sementes de espécies daninhas (Egley & Dale, 1970; Saini *et al.*, 1986).

É possível que o etileno também atue sobre o arroz vermelho, pois sobre o arroz cultivado foi verificado esse efeito (Bertagnolli, *et al.*, 1997), favorecendo a superação da dormência de suas sementes, submetendo-as aos efeitos da deficiência de oxigênio, podendo levá-las à perda de viabilidade. Alguns autores não têm verificado este efeito (Roberts, 1963; Sikder, 1967), mas no solo pode ocorrer interações com outros fatores que podem resultar na potencialização deste efeito.

LITERATURA CITADA

- ANDRES, A., LEITÃO, E., MENEZES, V. G. *et al.* Controle de arroz vermelho em sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú, SC. *Anais ... Itajaí: EPAGRI*, 1997. 580p., p.418-420.
- BALL, D.A., MILLER, S.D. A comparison of techniques for estimation of arable soil seedbanks and their relationship to weed flora. *Weed Res.*, v. 29, p. 365-373, 1989.
- BERTAGNOLLI, C. H., MENEZES, N. L., BRACKMANN, A. *et al.* Efeito de concentrações de etileno sobre a superação da dormência de sementes de arroz cv. Yerbal. In: JORNADA INTEGRADA DE PESQUISA, EXTENSÃO E ENSINO, 4., Santa Maria, RS, 1997. *Anais ... Santa Maria:UFSM*, 1997, p.570.
- BIZZI, F. A. Alternativas de controle do arroz vermelho e capim arroz na cultura do arroz irrigado. Santa Maria: UFSM, 1994. 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1994.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. *Planta Daninha*, v.40, n.12, p.5-16, 1992.
- CORADINI, J. Z., ANDRES, A., AVILA, L. A. de. *et al.* Rotação de culturas e pousio do solo reduzem o banco de sementes de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) em solo de várzea. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 10., e FEIRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4. 1998, Porto Alegre. *Livro de Resumos ... Porto Alegre: UFRGS*, 1998, 503p., p. 127.
- CRAWFORD, R. M. M. Tolerance of anoxia and ethanol metabolism in germinating seeds. *New Phytol.* v.79, p.511-517, 1977.
- DEBAEKE, P., SEBILLOTE, M. Modelisation de l'évolution à long terme de la flore adventice. I. Constrution d'un modèle descriptif de l'évolution quantitative du stock de semences a l'horizon travaillé. *Agronomie*, v.8, n.5, p.393-403, 1988.
- EBERHARDT, D. S., SILVA, P. R. F., PEDROSO, M. *et al.* Emergência e desenvolvimento inicial de arroz e de plantas daninhas em função da profundidade da semente e submersão do solo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú, SC. *Anais ... Itajaí: EPAGRI*, 1997. 580p. p.387-390.

- EGLEY, G. H., DALE, J. E. Ethylene, 2-chlorethyl-phosphonic acid, and witch weed germination. *Weed Sci.*, v.18, p.586-589, 1970.
- GRIFFIN, J.L., HARGER, T.J. Red rice (*Oryza sativa*) control options in soybeans (*Glycine max*). *Weed Technol.*, v.4, p.35-38, 1990.
- GOSS, W. L., BROWN, E. Buried red rice seed. *J. Am. Soc. Agron.*, v.31, n.7, p.633-637, 1939.
- HARLAN, J. R. The possible role of weed races in the evolution of cultivated plants. *Euphytica*, v. 14, p. 173-176, 1965.
- HUEY, B. A., BALDWIN, F. L. Red Rice control. In: RED RICE RESEARCH AND CONTROL. 1978, Beaumont. *Proceedings ...* Beaumont: Texas A & M University, 1978. 46p. p.19-25.
- HUEY, B. A., FORD, L. Red rice control. In: RED RICE SYMPOSIUM HELD AT TEXAS A&M UNIVERSITY, 1978, Texas. *Proceedings ...* Texas, 1978.
- LANGEVIN, A.S., CLAY, K. GRACE, J.B. The incidence and effects of hybridization between cultivated rice and its related weed rice (*Oryza sativa* L.). *Evolution*, v. 44, n.4, p.1000-1008, 1990.
- MACHADO, S. L. de O., KUMMER, H., MAINARDI, A. A. B. et al. Arroz vermelho: Levantamento do banco de sementes e potencial de infestação em lavouras comerciais de arroz irrigado da Depressão Central do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ. 6., 1998, Goiânia, GO. *Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras baixas.* Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1998. 514p, p.384-386. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 85).
- MARCHEZAN, E. Rotação de culturas em áreas de arroz. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre, RS. *Anais ...* Porto Alegre: IRGA, 1995. p. 14-16.
- MARCHEZAN, E., XAVIER, F. M., MICHELOTTI, L. Sistemas de preparo do solo e rotação de culturas no controle de arroz vermelho em várzea. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre, RS. *Anais ...* Porto Alegre: IRGA, 1995. p.151-153.
- MARCHEZAN, E., CIROLINI, F. Potencial de reinfestação do arroz vermelho. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE 19. e REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5., Goiânia, GO, Brasil, 1996. *Arroz na América Latina: Perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo.* Goiânia, GO, Brasil, EMBRAPA-CNPAP, 1996, p.198.
- NOLDIN, J. A. Characterization, seed longevity, and herbicide sensitivity of red rice (*Oryza sativa* L) ecotypes, and red rice control in soybeans [*Glycine max* (L.) Merr.], PhD Dissertation, Texas A&M University, 218p. 1995.
- OLIVEIRA, J. C. S. de Sistema de cultivo do arroz irrigado no controle do arroz vermelho. Santa Maria: UFSM, 1993. 87p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1993.
- PAULETTO, E. A., TURATTI, A. L., GOMES, A. da S. et al. Produtividade do arroz irrigado em sistemas de cultivo mínimo e em rotação

- com soja e milho. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1991, Camboriú, SC, *Anais ...* Camboriú:EMPASC, 1991, 350p, p.125-129.
- PETRINI, J. A., FRANCO, D. F., GOMES, A. da S. Viabilidade de sementes de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) em função da submersão do solo em água e da profundidade de localização da semente. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20. 1993, *Anais ...* Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993a, 305p., p.283-286.
- PETRINI, J. A., FRANCO, D. F., XAVIER, F. E. *et al.* Estudo preliminar do desempenho do sistema de semeadura de arroz pré-germinado no controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.). 1992/93. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. *Anais ...* EMBRAPA-CPACT, 1993b, 305p., p.128-130.
- PETRINI, J. A., XAVIER, F. E., SILVA, E. S. *et al.* Controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) no sistema de semeadura de arroz pré-germinado. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE 19. e REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5., Goiânia, GO, Brasil, 1996. *Arroz na América Latina: Perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo.* Goiânia, GO, Brasil, EMBRAPA-CNPAP, 1996, p.193.
- PETRINI, J. A., FRANCO, D. F., TAVARES, W. Germinação e viabilidade de sementes de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) em solo cultivado com arroz irrigado no sistema convencional. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ. 6., 1998, Goiânia, GO. *Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras baixas.* Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1998. 514p, p.373-376. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 85).
- ROBERTS, E. H. The effects of some organic growth substances and organic nutrients on dormancy in rice seed. *Physiologia Plant.*, v.16, p.745-755, 1963.
- ROBERTS, H. A., DAWKINS, P. A. Effect of cultivation on the number of viable weed seeds in soil. *Weed Res.*, v.7, p.290-301, 1967.
- ROTA, G. R. M. *Efeitos da profundidade e inundações sobre o desempenho de sementes de arroz vermelho (Oryza sativa L.).* Pelotas:UFPEL, 1983, 111p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Curso de Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, 1983.
- SIKDER, H. P. Dormancy of paddy seeds in relation to different seed treatments. *Exp. Agric.* v.3, p.249-255, 1967.
- SILVA, R. P. da, AVILA, L. A. de, ANDRES, A. *et al.* Banco de sementes de arroz vermelho em sistemas de semeadura de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 10., e FEIRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 1998, Porto Alegre. *Livro de Resumos ...* Porto Alegre: UFRGS, 1998, 503p, p.128.
- SMITH, K. A., RESTALL, S. W. F. The occurrence of ethylene in anaerobic soil. *J. Soil Sci.*, v.22, n.4, p.430-443, 1971.
- SMITH JR., R.J. Cropping and herbicide systems for red rice (*Oryza sativa*) control. *Weed Technol.*, v.3, p.414-111419, 1989.

Ávila et al.

SONNIER, E. A. Red rice control. In: RED RICE SYMPOSIUM HELD AT TEXAS A&M UNIVERSITY, 1978, Texas. **Proceedings ...** Texas, 1978.

REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 15, 1986, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, IRGA 1986. p. 169-173.

SOUZA, P.R.; FISCHER, M.M. Arroz vermelho: danos causados à lavoura guaiúcha. In:

TAYLORSON, R. B. Environmental and chemical manipulation of weed seed dormancy. **Rev. Weed Sci.**, v.3, p.135-154, 1987.

SISTEMAS DE CULTIVO NO CONTROLE DE ARROZ-VERMELHO

ENIO MARCHEZAN¹, FLÁVIO MOREIRA XAVIER², LINDOLFO STORCK¹, VANDRO ROGÉRIO VIZZOTTO³

RESUMO – Avaliou-se o efeito de diferentes sistemas de cultivo no controle do arroz-vermelho, durante os anos agrícolas de 1991/92 a 1994/95. Para quantificar a eficiência dos sistemas de cultivo, foram estimados o número de grãos de arroz-vermelho na profundidade de 0-10 centímetros no solo, número de plantas e panículas de arroz-vermelho, respectivamente na pré-semeadura e pré-colheita. Concluiu-se que sistemas de cultivo convencional e cultivo mínimo, que incluem rotação de culturas, reduzem a quantidade de arroz-vermelho, desde que se utilize produtos herbicidas eficientes.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, cultivo mínimo, planta daninha

CROPPING SYSTEMS AS A WAY TO CONTROL RED RICE

ABSTRACT – During four growing seasons (1991/92 through 1994/95) different cropping systems were tested as a way to control red rice plants in rice fields. In order to quantify the efficiency of the systems evaluated, the number of red rice seeds in a 10 cm soil layer was counted, as well as the number of plants before rice seeding and the number of red rice panicles before harvest. The conclusion was that cropping systems which include crop rotation accompanied by efficient herbicides, are capable of controlling this weed, both on the normal soil preparing method or under minimum tillage.

Key words: *Oryza sativa*, minimum tillage, weed

INTRODUÇÃO

A utilização de áreas de solos hidromórficos no Rio Grande do Sul está restrita, basicamente, ao cultivo de arroz irrigado e de pastagem natural para pecuária. Com essa forma de exploração, alguns entraves à lavoura orizícola adquirem proporções que comprometem sua economicidade. A infestação por arroz-vermelho constitui-se no principal problema da lavoura na maioria dos municípios produtores, inviabilizando cerca de 15% das áreas para o cultivo convencional, segundo o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA, 1987).

Os principais prejuízos causados pela presença dessa planta daninha são devidos à competição em produtividade, redução do valor comercial do arroz, infestação de novas áreas, hibridação com o arroz cultivado e ao acamamento das plantas. Na relação entre plantas de arroz-vermelho e a produtividade do arroz comercial, cada panícula de arroz-vermelho/m² provoca redução de cerca de 18 kg/ha no rendimento do arroz (SOUZA e FISHER, 1986; MONTEALEGRE e VARGAS, 1989).

A persistir a forma predominante de manejo nessas lavouras, mais áreas serão incorporadas àquelas inviáveis economicamente em função do aumento do banco de sementes, pois sementes de arroz-vermelho e preto podem permanecer viáveis no solo por períodos superiores a 12 anos (SMITH, 1992). Dessa forma, é necessário que sejam propostas alternativas que minimizem o problema, ao mesmo tempo que possibilitem uma utilização mais intensiva destas áreas, não se restringindo, apenas, ao cultivo do arroz.

O sistema de cultivo mínimo e a rotação de culturas são métodos que podem ser utilizados no controle do arroz-vermelho (SOUZA, 1989). MENEZES (1991)

obteve produtividade, em sistema de cultivo mínimo, cerca de 38% superior ao cultivo convencional, em áreas com infestação de arroz-vermelho. Para KLOSTERBOER (1978), a maneira mais prática e econômica para controlar arroz-vermelho é a rotação de culturas. No entanto, PAULETTO et al. (1991) alertam que, para viabilizar tecnicamente cultivos alternativos em áreas de várzea, é necessário um eficiente sistema de drenagem, pois, além do controle do arroz-vermelho, as culturas podem contribuir para a melhoria das condições químicas e físicas do solo, embora essas modificações não ocorram em curto período de tempo. BALDWIN (1978), KLOSTERBOER (1978) e SACCOL (1991) relatam a necessidade de os cultivos alternativos ocuparem a área por três ou mais anos seguidos antes de retomar o cultivo de arroz, para que seja exercido eficiente controle do arroz-vermelho.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de sistemas de cultivo do solo no controle do arroz-vermelho em solo de várzea.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área de várzea do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, em planossolo (hidromórfico) pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí. A área apresentava alta infestação de arroz-vermelho em função do cultivo contínuo de arroz durante cinco anos no sistema convencional.

Os tratamentos foram constituídos por 10 sistemas de cultivo nos anos agrícolas de 1991/92 a 1994/95, variando as culturas e os métodos de preparo do solo, conforme Tabela 1.

1. Eng. Agr., Dr. - Prof. do Departamento de Fitotecnia, CCR/UFSM. Campus Camobi 97105-900 Santa Maria, RS. Pesquisador CNPq.

2. Eng. Agr. - Prof. do Departamento de Solos, CCR/UFSM. Campus Camobi, 97105-900 Santa Maria, RS.

3. Eng. Agr. - Mestrando em Agronomia da UFSM. Bolsista CAPES.

Recebido para publicação em 22/07/1997.

TABELA 1 – Sistemas de cultivo nos anos agrícolas de 1991/92 a 1994/95. Santa Maria, RS, 1997

Sistemas de cultivo	91/92	92/93	93/94	94/95
S1	Arroz c*	Arroz c	Arroz c	Arroz c
S2	Arroz c	Soja c	Arroz c	Soja c
S3	Arroz c	Milho c	Arroz c	Milho c
S4	Arroz m*	Arroz m	Arroz m	Arroz m
S5	Arroz m	Soja m	Arroz m	Soja m
S6	Arroz m	Milho m	Arroz m	Milho m
S7	Arroz c	Arroz m	Arroz c	Arroz m
S8	Arroz c	Soja m	Arroz c	Soja m
S9	Arroz c	Milho m	Arroz c	Milho m
S10	Arroz m	Milho m	Soja c	Arroz c

c* = cultivo convencional m* = cultivo mínimo

As culturas de verão foram o arroz, soja e milho. No inverno, metade da área das parcelas foi semeada com azevém e a outra metade permaneceu com vegetação natural. Os tratamentos bifatoriais, 10 sistemas e dois níveis de azevém (com e sem) foram casualizados segundo o delineamento blocos ao acaso, com três repetições e faixas nos dois sentidos. A unidade experimental apresentava dimensões de 4,5 x 15 m. Cada faixa do fator azevém tinha 4,5 x 150 m e, perpendicularmente, cada faixa do fator sistema de cultivo 9,0 x 15 m.

Para a implantação das culturas de verão, tanto no preparo convencional quanto para o cultivo mínimo, utilizou-se arado e grade e fez-se o aplainamento superficial do solo. O preparo do solo foi realizado 15 dias antes da semeadura, quando as culturas foram implantadas na forma convencional de cultivo e, aproximadamente, 60 dias antes da semeadura, no cultivo mínimo.

O controle de plantas daninhas do cultivo mínimo foi com glifosate na dose de 1920 g i.a./ha. Para a cultura do arroz foi usado quinclorac + óleo mineral na dose de 375 g i.a./ha + 1 l/ha, respectivamente. Para a cultura da soja foi aplicado o herbicida metolachlor, na dose de 2880 g i.a./ha, dois dias após a semeadura. No milho foi aplicado metolachlor na dose de 2880 g i.a./ha, no primeiro cultivo, e nicossulfuron na dose de 60 g i.a./ha, no segundo cultivo.

Os parâmetros analisados foram: o número de grãos de arroz-vermelho no solo, a população de plantas de arroz-vermelho antes da semeadura dos cultivos e o número de panículas de arroz-vermelho na pré-colheita das culturas.

A estimativa do banco de grãos de arroz-vermelho no solo foi obtida através de amostras de solo coletadas 30 dias antes da semeadura das culturas, com cilindro de 9,4 cm de diâmetro, na profundidade de 0 a 10 cm, com três repetições por unidade experimental. A separação dos grãos de arroz do solo

foi através de lavagem das amostras sobre tela com abertura de malha suficiente para impedir a passagem de grãos de arroz-vermelho.

A estimativa da população de plantas de arroz-vermelho foi realizada anualmente, uma semana antes da semeadura, pela contagem de plantas dentro um quadro de 0,5 x 0,5 m, disposto em dois pontos sobre a unidade experimental. Em testes preliminares estimou-se que, pela observação das sementes, 90% das plântulas na pré-semeadura eram de arroz-vermelho. Dessa forma, o número de plântulas foi contado e multiplicado por 0,9. O número de panículas de arroz-vermelho, presente na pré-colheita das culturas, foi determinado pela contagem de panículas em um quadrado de 0,5 m de lado, com duas repetições por unidade experimental.

A análise estatística foi procedida mediante uma análise de variância, separadamente, para cada ano, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número estimado de grãos de arroz-vermelho presentes no solo na profundidade de 0-10 cm, nos sistemas e anos de cultivo encontra-se na Tabela 2.

Houve grande variação entre as médias das unidades experimentais, com relação à quantidade inicial de grãos de arroz-vermelho no solo, oscilando de 644 a 5595 grãos/m², nas unidades experimentais que receberam os sistemas de cultivo S7 e S5, respectivamente. Esta variação, embora não significativa, é atribuída à desuniformidade de distribuição do arroz-vermelho na área, necessitando grande número de amostras do solo para obter maior precisão (MARCHEZAN et al., 1993). Como a viabilidade desses grãos é desconhecida, a interpretação dos resultados de grãos de arroz-vermelho deve ser realizada em conjunto com as outras variáveis.

TABELA 2 – Número de sementes de arroz-vermelho/m² em diferentes sistemas de cultivo no período de 1991/96, média e coeficiente de variação (CV). Santa Maria, RS, 1997

Sistemas	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96
S1	759	1243 b*	1140	2460	4053 a
S2	5181	3408 a	1621	2616	334 de
S3	2971	2717 ab	852	4795	122 e
S4	1888	1612 b	1428	3522	4170 a
S5	5595	3684 a	1404	5813	626 de
S6	2878	1220 b	939	2164	361 de
S7	644	2901 ab	1104	2630	3459 ab
S8	2924	2924 ab	1176	3650	196 e
S9	2993	2441 ab	744	2058	1061 cd
S10	4560	3534 a	348	318	1978 bc
Média	3039	2568	1076	3003	1636
CV(%)	95	68	77	93	72

* Sistemas com médias não ligadas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Duncan a 5%.

Após quatro anos de cultivo houve redução média de 46% do banco de arroz-vermelho no solo. Nos dois primeiros anos houve redução do banco de sementes, elevando-se após o terceiro cultivo e diminuindo, novamente, após o quarto cultivo. Esse incremento, verificado em 1994/95, foi decorrente de chuva e ventos fortes ocorridos na pré-colheita de 1993/94 que causaram degrane de praticamente 100% do arroz-vermelho, pois nesse ano agrícola, exceto S10, todas as parcelas foram cultivadas com arroz (Tabela 1). Analisando-se os resultados de 1992/93, não se observa consistência no efeito diferencial quanto ao número de grãos de arroz-vermelho no solo, em função dos sistemas de preparo do solo executados em 1991/92, pois em algumas parcelas o cultivo mínimo de arroz reduziu o banco de arroz-vermelho e, noutras, contribuiu para o aumento de arroz-vermelho no solo, o mesmo ocorrendo com o cultivo convencional. Apesar da redução na média da quantidade de arroz-vermelho no solo, avaliada na pré-semeadura do ano de 1993/94, proporcionada pelos sistemas de cultivo utilizados em 1992/93, não houve diferença significativa entre eles. Em 1994/95 também não se verificou diferença entre os sistemas de cultivo, ano em que houve elevação na média do número de grãos de arroz-vermelho no solo, causada pelo degrane de arroz-vermelho ocorrido no ano anterior nas parcelas cultivadas com arroz.

Na Tabela 2 constata-se, também, que houve efeito dos sistemas de cultivo utilizados em 1994/95, avaliado na pré-semeadura de 1995/96 pela redução da quantidade de grãos de arroz-vermelho no solo. Esta última avaliação contém o efeito das culturas e manejo do solo dos sistemas de cultivo nos quatro anos. Os sistemas de cultivo, nos quais era cultivado arroz todos os anos, apresentaram aumen-

to na quantidade de grãos de arroz-vermelho no solo, não havendo diferença entre o sistema convencional de cultivo e o cultivo mínimo (S1 e S4, respectivamente), ou pela combinação de manejo do solo representado pelo sistema de manejo S7.

A eficiência do cultivo mínimo de arroz no controle do arroz-vermelho é altamente dependente das condições climáticas e de manejo no período do estabelecimento da cultura. Assim, a ocorrência de chuvas ou a irrigação para a emergência das plantas propiciam também a emergência de arroz-vermelho, retirando parte da vantagem do cultivo mínimo. A dinâmica populacional de plantas daninhas é influenciada pelas práticas de manejo do solo, que alteram o ambiente físico onde encontram-se as sementes, afetando a germinação e a dormência das invasoras (DYER, 1995). Nesse sentido NOLDIN et al. (1995) relatam que, um ano após a colheita, há uma perda de 100% da viabilidade de sementes de arroz-vermelho, quando mantidas na superfície sem mobilização do solo ou enterradas a 12 centímetros de profundidade.

Excetuando-se os sistemas de cultivo S9, onde possivelmente tenham havido problemas de amostragem, e o sistema de cultivo S10, no qual foi cultivado arroz no último ano, os sistemas de cultivo com soja e milho (S2, S3, S5, S6 e S8) apresentaram redução do banco de arroz-vermelho, proporcionando controle médio de 91%, quando comparados os valores de 1995/96 com 1991/92. Considerando os procedimentos de manejo do solo, observa-se que no cultivo convencional de soja e arroz (S2) e no sistema de cultivo mínimo com as mesmas culturas (S5) os valores de redução do banco de arroz-vermelho foram semelhantes, como também no cultivo convencional S3, de milho e arroz, e no cultivo mínimo S6.

Embora a percentagem elevada de redução no banco de arroz-vermelho no solo proporcionada pelos sistemas de cultivo com rotação de culturas, tanto em cultivo mínimo como convencional (Tabela 2), ainda permanece uma quantidade de grãos de arroz-vermelho suficiente para reinfestação da área, poden-

do inviabilizar o esforço no controle dessa planta daninha (Tabelas 3 e 4). Esses resultados indicam que em áreas com alta infestação de arroz-vermelho, antes de adotar rotação de culturas ou mesmo cultivo mínimo, devem-se utilizar práticas de manejo que reduzam a quantidade de arroz-vermelho no solo.

TABELA 3 – Número de plantas de arroz-vermelho/m² em diferentes sistemas de cultivo no período de 1991/95, média e coeficiente de variação (CV). Santa Maria, RS, 1997

Sistemas	91/92	92/93	93/94	94/95 ⁽¹⁾	94/95 ⁽²⁾
S1	933	----	795 a	1654 a	597 a
S2	2389	117 ab*	409 ab	1373 b	397 b
S3	1955	84 bc	184 b	719 d	647 a
S4	2989	----	659 a	1096 c	100 de
S5	2644	173 a	180 b	256 e	325 bc
S6	1240	28 c	113 b	200 e	99 de
S7	1777	----	769 a	861 d	211 cd
S8	2914	129 ab	167 b	352 e	219 cd
S9	1966	102 ab	63 b	325 e	200 cd
S10	3685	101 ab	56 b	4 f	17 e
Média	2249	105	340	684	281
CV(%)	62	40	39	46	46

* Sistemas com médias não ligadas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Duncan a 5%.

(1) Sem azevém no inverno; (2) com azevém no inverno.

Na Tabela 3 constata-se que houve redução do número de plantas na média dos sistemas com os anos de cultivo. Os valores observados em cada ano permitem caracterizar que o sistema de cultivo de arroz, no sistema convencional de preparo do solo (S1), foi o que apresentou a maior quantidade de plantas de arroz-vermelho na pré-semeadura, na média da área com e sem azevém, em 1994/95.

A influência do azevém na emergência de plântulas de arroz-vermelho, foi significativa no ano agrícola de 1993/94. Nesse ano as parcelas com azevém apresentavam apenas 15% das plântulas de arroz-vermelho, se comparadas com as parcelas sem azevém. Em 1994/95 a média do número de plântulas encontradas nas parcelas com azevém foi de 41% em relação àquelas sem azevém. Este efeito supressor do azevém, na emergên-

cia de plântulas de arroz-vermelho, só foi observado enquanto as plantas de azevém não haviam completado o ciclo biológico. Não houve efeito do azevém na quantidade de panículas de arroz-vermelho na colheita, inferindo-se que, em áreas com alta infestação, o azevém não auxilia no controle.

Nos três anos avaliados, houve diferença dos sistemas de cultivo na redução da quantidade de panículas de arroz-vermelho (Tabela 4). No último ano de avaliação constatou-se que os sistemas de cultivo com arroz apresentaram o maior número de panículas de arroz-vermelho (S1, S4, S7 e S10). Aqueles com culturas alternativas ao arroz irrigado (milho e soja) constituíram o grupo com menor presença de arroz-vermelho (S2, S3, S5, S6, S8 e S9), tanto no sistema de preparo convencional do solo como no cultivo mínimo.

TABELA 4 – Número de panículas de arroz-vermelho/m² na pré-colheita das culturas em diferentes sistemas de cultivo no período de 1991/95, média e coeficiente de variação (CV). Santa Maria, RS, 1997

Sistemas	92/93	93/94	94/95
S1	----	186 a	175 b
S2	191 ab	139 abc	10 d
S3	139 b	91 cd	9 d
S4	----	136 abc	204 ab

SISTEMAS DE CULTIVO NO CONTROLE DE ARROZ-VERMELHO

S5	234	a	106	bcd	5	d
S6	42	c	57	de	4	d
S7	----		170	ab	238	a
S8	178	ab	120	abcd	5	d
S9	142	b	115	bcd	3	d
S10	135	b	11	c	105	c



Control of red rice seed banks under different lowland management systems

Luis Antonio de Avila and Enio Marchezan, Crop Science Department, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, Rio Grande do Sul (RS), Brazil
E-mail: laavila@ccr.ufsm.br and emarch@ccr.ufsm.br

Red rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most important weeds of lowland rice in Brazil, causing yield and quality losses and rendering land unusable for rice production due to the buildup of a persistent seed bank. Its control is particularly difficult because it is the same species as commercial rice. Red rice has many characteristic weedy traits such as seed longevity in the soil and, depending on agronomic management practices used, buried seed stays viable for several years.

An experiment was conducted during the 1996-97 and 1997-98 growing seasons to evaluate lowland rice management practices as a way to control this weed and their effects on size of the red rice seed bank. The study site was in Rio Grande do Sul State, south of Brazil, in a climate considered as temperate and moderately humid, a "Cfa" according to Köppen's classification, on Albaqualf soil. A completely randomized block design was used with four replications in the first year and three replications in the second year. Seven experimental treatments were examined (see Tables 1 and 2), covering selected crop establishment methods, and tillage and cropping systems.

To measure the size of the seed bank, 10 core samples were taken with a diameter of 10 cm and a depth of 10 cm per experimental unit. Samples were taken before and after treatment and red rice seed number was estimated. Data were subjected to ANOVA and means were compared by DMRT at 0.05% probability.

Results indicated that among treatments tested during the first growing season, T1 and T2 resulted in higher populations of red rice, and as a consequence, had lower rice grain yields (Table 1). The low yields observed in T2

Table 1. Emergence of red rice plants and panicles as percentage of the red rice viable seed bank before planting (% RRSB), rice grain yield (yield), and rice spikelet sterility (STE) during 1996-97 and 1997-98 growing seasons, Santa Maria, RS, Brazil, 1999.^a

Treatment ^b	1996-97 growing season				1997-98 growing season			
	% plants	RRSB ^c panicles	Yield (t ha ⁻¹)	STE (%)	% plants	RRSB ^c panicles	Yield (t ha ⁻¹)	STE (%)
T1	26.5 ^a	82 a	2.7 bc	47 ab	40.6 a	69 a	1.7 c	16
T2	12.9 ab	40 b	2.0 c	58 a	—	—	—	—
T3	5.1 ab	17 bc	4.0 ab	36 bc	—	—	—	—
T4	4.9 ab	12 bc	4.7 a	34 bc	10.9 b	35 ab	2.2 c	14
T5	0.6 b	2 c	5.1 a	33 c	2.8 b	10 bc	4.1 b	19
T6	—	—	—	—	0.1 b	0.2 c	5.0 ab	22
T7	—	—	—	—	0.1 b	0.1	5.9 a	17
Av	10.0	30	3.7	42	10.9	23.1	3.8	18
CV (%)	70.2	37.7	29.2	12.3	57.7	56.7	20.0	17.7

^aMeans in each column not followed by the same letter are significantly different according to DMRT at 5% probability. ^bT1 = rice under conventional seeding; T2 = rice under conventional seeding after preplant incorporation of herbicide molinate (5.75 kg ha⁻¹) with seeds protected by naphthalix anhydride (0.5% v/v); T3 = rice under conventional seeding 25 d after applying herbicide 2,4-D amine (8.64 kg ha⁻¹); T4 = rice under minimum tillage in the first year and no tillage in the second; T5 = rice under no-tillage and water-seeded system (pregerminated crop seeds in a minimum tillage area); T6 = rice under transplanted seedling system; T7 = rice under water-seeded system; and — = treatment not tested in season indicated.

^cPercentage means subject to arcsin square root transformation.

Table 2. Number of viable seeds per square meter and change in red rice seed bank as percentage of seeds present in the soil after treatments compared with initial level in the soil, Santa Maria, RS, Brazil, 1999.^a

Treatment ^b	Viable seeds (no. m ⁻²) ^c			Percentage of viable seeds in soil ^c		
	Nov 1996	May 1997	May 1998	1 st yr (1996-97) ^d	2 nd yr (1997-98) ^e	Effect of 2 yr (1996-98) ^f
T1	402	919	4,345	346 a ^e	551 a	690 a
T2	454	—	—	224 ab	—	—
T3	555	—	—	189 ab	—	—
T4	893	285	1,410	78 bc	441 b	338 b
T5	416	184	159	63 bc	87 bc	38 c
T6	—	3,616	389	—	15 c	—
T7	—	2,471	210	—	12 c	—
T8	—	612	172	—	48 c	—
T9	538	110	0	21 c	0 c	0 c
T10	441	16	0	10 c	0 c	0 c
T11	432	13	0	10 c	0 c	0 c
Av	516	914	725	118	128	178
CV (%)	—	—	—	52.7	36.8	35.8

^aMeans in each column followed by a same letter are different according to DMRT at 5% probability. ^bT1-T7 = see Table 1. T8 = rice under no-tillage seeding and roguing to eliminate red rice panicles; T9 = fallow (simulating grazing by cattle); T10 = sorghum under minimum tillage using atrazine (2.25 kg ha⁻¹) applied at early postemergence (red rice with 2-3 levels); T11 = soil tillage during summer season (three tillages per season); and — = treatment not tested in season indicated.

^cPercentage means subject to arcsin square root transformation. ^dRelationship between 1997 seed bank and 1996 seed bank. ^eRelationship between 1998 seed bank and 1997 seed bank. ^fRelationship between 1998 seed bank and 1996 seed bank.

may be due to the phytotoxicity of the herbicide molinate, which from observation decreased plant population and development. This reduced development led to flowering during low air temperatures and to high spikelet sterility. The other treatments gave better red rice control and therefore higher crop yields.

In the second year, treatments T1 and T4 resulted in lower rice grain yields due to poor weed control. On the other hand, treatments where seeding was done on inundated soil resulted in better red rice control and higher rice yield. Table 2 shows

the number of seeds per square meter in each of three evaluations, and the change in seed bank size as a percentage of viable seeds in the soil after each treatment (based on initial quantity). In the first cropping year, T1, T2, and T3 increased the soil seed bank, whereas T4 decreased it. Other treatments contributed to a decrease in the seed bank in the soil. A reduced seed bank in treatments that used inundated soil (T5, T6, and T7) was likely due to lesser new seeds in the soil and lower germination because anaerobic soil caused a higher loss rate in red rice seeds. On the other hand, for treatments T9, T10,

and T11, reduced red rice seeds was due to no new seeds added to the soil and loss of viability of older seeds through time.

In conclusion, among treatments tested to establish lowland rice, the highest grain yields were observed in treatments that control red rice when rice is established in flooded land. Treatments using crop rotation with sorghum, summer tillage, fallow, and rice seeding in flooded soil are the most efficient in reducing red rice seed banks.

Identifying and grading limiting factors of upland rice yields in farmers' fields of northern Thailand

K. Van Keer, Laboratory for Soil Fertility and Soil Biology, KU Leuven, 3001 Leuven, Belgium; G. Trébuil, IRRI, seconded from the Department of Annual Crops, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour la développement (CIRAD-CA), France; and Eric Gozé, CIRAD-CA. E-mail: guy.trebuil@cirad.fr

In peninsular Southeast Asia, swidden cultivation of upland rice is still an important component of remote highland farming systems. Also, yields in farmers' fields are generally low ($1\text{--}1.5\text{ t ha}^{-1}$) but very variable under no-external-input cropping systems. Yields of 3 and 4 t ha^{-1} for early and late local varieties, respectively, are observed in pockets in the field (Van Keer et al 1998). But such yields are seldom reached due to the multiple interacting limiting factors characteristic of such an unfavorable rice ecosystem. Identifying and ranking these limiting factors is a prerequisite to setting research and extension priorities for improving current farmers' practices to reduce yield gaps.

An on-farm diagnostic survey, covering a very extensive range of upland rice crop situations, was carried out during 1993-96 in Mae-Haeng, a Lahu highland village of Fang District, Chiang Mai Province, in upper northern Thailand (600-800 m asl). The objectives were to characterize the upland rice crop

population, environmental conditions, and farmers' practices along the whole crop cycle; and to identify, date, and rank the main environmental and cropping system variables causing major yield limitations under farmers' circumstances and management practices.

Data on crop population status for two early and late-maturing types of local cultivars, crop environmental conditions, and cropping practices were obtained every 2 wk from 432 squares (1 m^2 each). These squares were delimited at crop emergence to 63, often sloping, farmers' fields of deep granitic soils with a clay-loamy texture and medium chemical fertility. To identify and to rank causes of rice yield differentiation, a principal component analysis with instrumental variables (PCAIV, Lebreton et al 1991) was carried out on the 1993-96 pooled data, and for individual year subdatasets.

PCAIV allows, for the same number of n individual entities (here, $n=432$), the simultaneous analysis of two multivariate data matrices, i.e., a dependent matrix,

made in this case of upland rice crop population characteristics (yield and successive components of yield), and an independent matrix comprising all the measured crop environmental and management variables. First, simultaneous multiple regressions for each variable of the dependent crop population data matrix on all variables of the independent crop environment and management matrix are carried out. After this step, a new matrix is obtained presenting the part of the crop population characteristics explained by the crop environment and management data. In the second step, classic principal component analysis (PCA) is done on this new matrix. In the on-farm agronomic survey, for both pooled data and individual years, relatively high levels were obtained for the percentage of inertia of the first two axes and for the pertinence of the PCAIV.

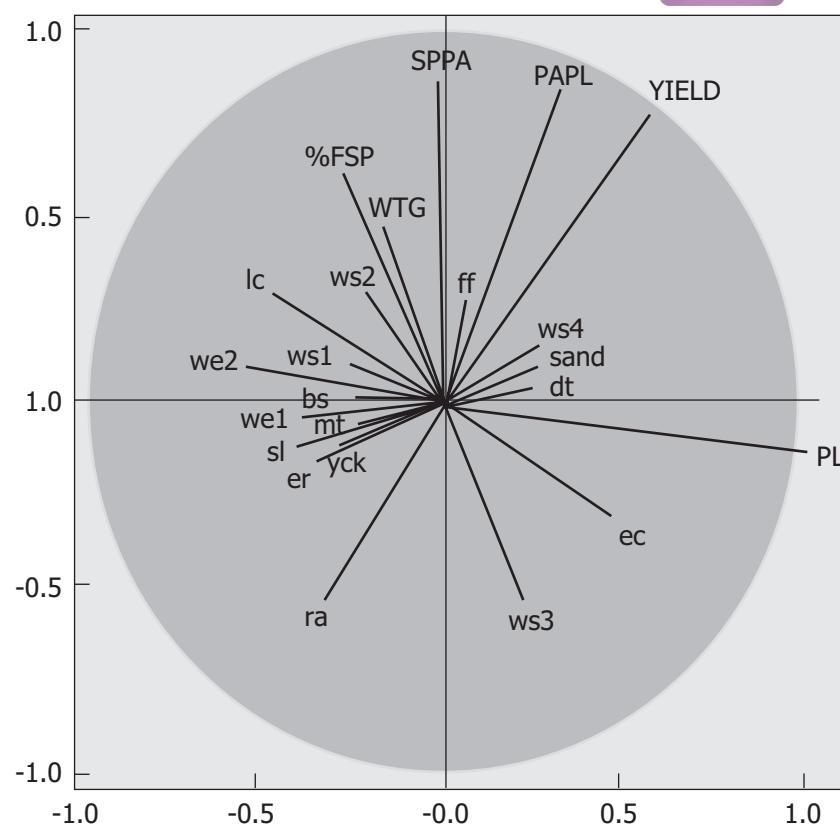
For the reproductive phase, the analysis of the upland rice yield buildup processes (Wey et al 1998) pinpointed panicle formation and spikelet differentiation as key periods of yield

differentiation. During the vegetative period, poor crop biomass accumulation was also found to be more important than low plant density. Vegetative biomass accumulation per plant influenced panicle and spikelet formation, but not spikelet fertilization or grain filling (data not shown).

The analysis of pooled data (see figure) reveals strong negative relationships for (a) number of panicles plant⁻¹ and number of spikelets panicle⁻¹ vs rice root aphid infestation; (b) plant density vs late weed competition and late-maturing cultivars (with lower sowing densities); and (c) percentage of filled spikelets and 1,000-grain weight vs 1995 wet season, which was characterized by dry spells during the reproductive phase. Weak negative relationships were found for number of panicles plant⁻¹ vs slope angle, erosion, number of successive upland rice crops, minimum tillage, and early weed stress. A rather weak positive correlation between the older forest type of fallow and upland rice grain yield was also observed. Brown spot was the only disease with limited importance, especially on late-maturing varieties.

The analysis of the major and minor limiting factors of yield and its components for individual year subdatasets summarized in the table isolated rice root aphid infestation as the single major limiting factor with a strong and consistent effect on final upland rice grain yields. Weed competition during the vegetative phase of the crop cycle was found to be the second most important yield-limiting factor, followed by soil erosion in sloping fields after tillage. It was only in one out of four cropping seasons that the last two upland rice yield components were negatively affected by drought.

Results of this on-farm agronomic survey support the validity of several common hypotheses on limiting factors in upland rice (weed competition, drought stress, soil erosion). That no very significant soil nutrient-limiting factor was diagnosed could be due to the fact that the survey was carried out on a soil type with a relatively high level of chemical



Plane of PCAIV first two axes showing the relationships between upland rice yield, components of yield, crop environmental conditions, and crop management practices in Mae Haeng Village, Chiang Mai Province, Thailand, pooled data for 1993-96. Crop growth variables (measured at harvest): PL = no. of plants m⁻²; PAPL = no. of panicles plant⁻¹; SPPA = no. of spikelets panicle⁻¹; % FSP = percentage of filled spikelets; WTG = 1000-g weight; YIELD = grain yield. Crop environmental and management variables: ec, lc = early, late cultivars; mt, dt = minimum, deeper tillage; yc = no. of successive years of upland rice cultivation; ff, bf, gf = forest, bamboo, grass fallows; ws1, ws2, ws3, ws4 = 1993, 1994, 1995, 1996 wet seasons; sl = slope angle; er = severity of soil erosion; sand = percentage of sand; ph = pH; som = soil organic matter; pav = available P; camg = soil Ca + Mg content; k = soil K content; we1, we2 = cumulated area under the weed cover curve for 0-60 DAS and for 60 DAS to harvest, respectively; bs = degree of brown spot infestation; ra = degree of rice root aphid infestation.

fertility. It is also possible that the standard static soil fertility measurements used in the survey were not sufficient to identify meaningful relationships with crop population characteristics. Finally, this analysis showed that close attention should be paid to soil-borne upland rice pests when prioritizing issues for improving upland rice-based cropping systems in the northern Thailand highlands.

References

- Lebreton JD, Sabatier R, Banco G, Bacou AM.
1991. Principal component and
correspondence analyses with respect to
instrumental variables: an overview of their

- roles in studies of structure-activity and
species-environment relationships. In:
Applied multivariate analysis in SAR and
environment studies, ECSC, EEC, EAEC,
Brussels and Luxembourg. p 85-114.
Van Keer K, Trebil G, Courtois B, Vejpas C. 1998.
On-farm characterization of upland rice
varieties in north Thailand. Int. Rice Res.
Notes 23(3): 21-22.
Wey J, Oliver R, Manichon H, Siband P. 1998.
Analysis of local limitations to maize yield
under tropical conditions. Agronomie
18:545-561.

Major and minor factors and conditions influencing upland rice yield buildup based on results of PCAIV analysis for each cropping year in Mae Haeng Village, Chiang Mai Province, Thailand, 1993-96. Boldface indicates strongest relationships.^a

Year	1993 WS		1994 WS		1995 WS		1996 WS		1993-96 WS	
Relationship	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
No. of plants m ⁻²	lc ^a er we1, we2 mt, sl	ec sand, dt	we2, lc we1 yc, ff	ec	ra, we2 we1 er, yc		we1, we2 camg k, yc lc	ec	we2 lv	ec dt
No. of panicles plant ⁻¹	ra we1, we2 camg ph, bf mt, sl k	sand, dt	er k ra, bs camg pav		ra, we2 gf er, yc we1		er ra sl/mt camg k, yc	dt	ra ws3 er, sl we1, we2 yc mt	ff
No. of spikelets panicle ⁻¹	ra we1, we2 camg ph, bf mt, sl	ff	er k ra, bs camg pav		ec gf, lc ra, we2	camg sl	ra mt er		ra ws3 ec er, sl yc	
% filled spikelets	ec	lc			ws3 ec gf ws3 lc we1	camg lc ec			ws3 ec	lc ws2
1,000-grain weight									ws3 ec	lc ws2
Inertia of axes 1-2	84%	87%	70%	75%	84%					
Pertinence of PCAIV		63%	67%	52%	79%	37%				

^aSee figure for abbreviations of variables.

Instructional videos available

The Leaf Color Chart (LCC) (8:20 min)

Farmers generally observe the color of rice leaves to determine a rice crop's need for nitrogen fertilizer. Dark green rice leaves mean a high nitrogen content, while pale green rice leaves necessitate the application of more nitrogen fertilizer.

Mere observation, however, holds no absolute guarantee in measurement accuracy. Thus, to better help farmers determine their rice crops' need for nitrogen, the Leaf Color Chart (LCC) was developed.

The *Leaf Color Chart (LCC)* instructional video was produced to familiarize farmers and extension workers with the proper use of this new and affordable farming implement.

Portable chlorophyll meter for nitrogen management in rice (13:30 min)

In agriculture, excess nitrates can actually be highly damaging to crops and the environment. There is, thus, a need to efficiently manage the application of nitrogen fertilizers on rice crops.

The *Portable Chlorophyll Meter for Nitrogen Management in Rice* introduces the features and use of the chlorophyll or SPAD meter which is capable of measuring the relative nitrogen content in plant leaves through a simple, quick, and nondestructive procedure.

Go break into the code (13:30 min)

Genetic engineering need not be a property of the scientific few. This is what IRRI had in mind when it produced *Go breAk inTo the Code*: to make the general public grasp and understand the seemingly complicated science through a visually stunning, fast-paced, and entertaining presentation about the genetic code, DNA sequencing, and plant biotechnology.

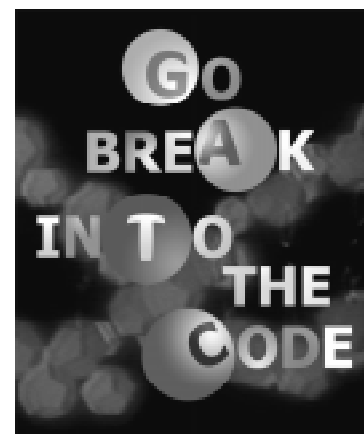
The video also gives the public a glimpse as to how IRRI scientists are redesigning the rice plant—that most important food staple, using biotechnology tools.

These instructional videos are available in English, in the 3/4-inch u-matic and VHS formats, and in the NTSC, SECAM, or PAL systems.

For more information about the videos, contact:

Marketing and Distribution

Communication and Publications Services
IRRI, MCPO Box 3127, Makati City 1271
Philippines
E-mail: e.ramin@cgiar.org



METODOLOGIA PARA A QUANTIFICAÇÃO DO DEGRANE DE SEMENTES DE ARROZ VERMELHO

AVILA, Luis A. de* ; LÚCIO, Alessandro D.C.; STORCK, Lindolfo; MARCHEZAN, Enio ; SOUTO, Juliano da S.; LORENTZ, Leandro H.

UFMS - Departamento de Fitotecnia 97.105-900, Santa Maria, RS. E-mail: laavila@ccr.ufsm.br - *Autor Para correspondência; (Recebido para publicação em 04/05/2000)

RESUMO

A avaliação quantitativa do degrane das sementes de arroz vermelho para o solo é importante para o estudo da dinâmica de banco de sementes. Em vista disto foi realizado um estudo objetivando determinar a metodologia mais adequada para estimar o número de sementes de arroz vermelho degranadas para o solo. O trabalho foi conduzido no ano agrícola de 1998/99, em área experimental da Universidade Federal de Santa Maria. O arroz irrigado cv. IRGA 417, foi semeado em semeadura direta na densidade de 300 sementes viáveis/m². Foram demarcadas, próximo a época do início do florescimento do arroz vermelho, três áreas de 4 m² com distintos níveis de infestação pelo arroz vermelho. Em cada área foi realizada a estimativa do número de panículas de arroz vermelho por metro quadrado, com auxílio de uma armação de metal de 0,5 x 0,5m. Em cada área foram colocados 20 copos plásticos, sendo 10 de cada diâmetro (4,7 e 7,2 cm). Os copos foram fixados em uma estaca, a fim de posicioná-lo abaixo do dossel das plantas, com a base dos copos a 2cm acima do nível da água (aproximadamente 12cm do nível do solo) para que os grãos de arroz vermelho que degranassem fossem coletados pelos copos. Foi determinada a correlação entre a quantidade de panícula de arroz vermelho encontrada na área antes da colheita e o número de grãos coletados nos copos e calculado o número de amostras necessárias para a estimativa do degrane dos grãos para cada diâmetro de copo em cada infestação de arroz vermelho. Concluiu-se que a colocação de copos plásticos de 7,2cm de diâmetro sob o dossel das plantas de arroz é uma metodologia eficiente para a avaliação do degrane de arroz vermelho para o solo; áreas com maior nível de infestação de arroz vermelho necessitam menor tamanho de amostra.

Palavras-chave: Dinâmica populacional, amostragem, variabilidade, planta daninha.

ABSTRACT

A METHODOLOGY TO MEASURE RED RICE SEED DROP. The measurement of red rice seed drop is important in studies about the dynamics of seed banks. The objective of this study was to determine a methodology to measure red rice seed drop. It was conducted at Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, during the 1998/99 growing season using the cultivar IRGA 417 under direct seeding and 300 viables seed m². Near the beginning of rice flowering, three areas with different infestation levels and measuring 4m² were defined. In each area the number of red rice panicles per square meter was estimated using a metal frame measuring 0,5x0,5m. On each area were placed 20 plastic cups, 10 with 4.7cm diameter and 10 with 7.2cm diameter. The cups were placed on stakes 2cm above the water level to collect the dropped seeds. The correlations between the number of red rice panicle with the number of grains collected in the cups were determined as well calculated the number of samples necessary to estimate the seed rain in each cup diameter and each infestation level. It was concluded that the use of plastic cups with 7.2cm diameter is an efficient method to evaluate seed drop by red rice plants; areas with higher red rice infestation level require smaller sample sizes.

Key words: Dynamics of population, sampling, variability, weed.

INTRODUÇÃO

O banco de sementes é a presença e a diversidade de sementes de plantas daninhas no solo (VOLL *et al.* 1991), que são responsáveis pela manutenção da infestação das plantas daninhas ao longo do tempo (CAVERS & BENOIT, 1989). Vários fatores interferem nas características de um banco de sementes, dificultando o seu estudo, onde um dos principais fatores é o seu tamanho, que depende da quantidade de sementes que são removidas e que retornam para o solo (WILSON, 1988). Esses fatores que influem no banco de sementes tornam este tipo de estudo muito difícil e complexo.

Entender a dinâmica populacional de plantas daninhas anuais requer a enumeração do banco de sementes. Idealmente, estudos do ciclo de vida das invasoras anuais deveria iniciar com o degrane anual das sementes. Entretanto, sementes de uma comunidade de invasoras anuais maturam sequencialmente, variam grandemente no número produzido, dispersam por um extenso período de tempo e, são de difícil quantificação antes de entrar no banco de sementes (FORCELLA *et al.* 1992). Porém, quando se trabalha com apenas uma espécie daninha, como o arroz vermelho essa determinação é possível e extremamente interessante para entendermos a dinâmica do banco de sementes. Segundo AMBROSIO *et al.* (1997), as sementes de muitas plantas daninhas distribuem-se no solo de acordo com uma de duas distribuições estatísticas: Poisson ou Binomial negativa e para um aceitável grau de precisão na estimativa do número de sementes no solo, o tamanho da amostra pode ser grande.

FEDERER (1977) cita que a determinação do tamanho da amostra é importante em qualquer experimento científico, pois se o tamanho da amostra for menor do que o necessário, serão obtidos estimativas pouco precisas, podendo até invalidar o trabalho, ou se o tamanho for exageradamente grande, serão despendidos tempo e recursos desnecessários.

No estudo sobre infestação por plantas daninhas, a determinação da área mínima de amostragem vem sendo feito por vários pesquisadores, citados por PITELLI (1986), definindo a menor área na qual a composição em espécies da comunidade em estudo estão adequadamente representadas. Apesar do conhecimento sobre a determinação da área mínima de amostragem, ainda há carência de informações sobre o mínimo de amostras que deverão ser utilizados para a melhor estimativa de algumas variáveis, como o degrane das sementes para o solo. Assim, o objetivo deste estudo foi determinar a metodologia para estimar o número de sementes de arroz vermelho degranadas para o solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi instalado a campo, no ano agrícola de 1998/99, em área experimental da Universidade Federal de

Santa Maria, em solo classificado como planossolo, pertencente a unidade de mapeamento Vacacaí. A área foi semeada com arroz irrigado, cv. IRGA 417, na densidade correspondente a 300 sementes viáveis por metro quadrado. A adubação de base foi realizada com 250kg/ha do adubo de fórmula 05-25-25 e a adubação de cobertura foi realizada com a aplicação de 60kg/ha de nitrogênio na forma de uréia, sendo metade da dose aplicada no início do perfilhamento e o restante foi aplicado próximo a iniciação do primórdio floral.

O controle das plantas daninhas foi realizado com a aplicação de propanil na dose de 1,08kg de i.a./ha e clomazone 0,25kg i.a./ha, aspergidos em pós-emergência precoce (capim arroz com duas a três folhas). As demais práticas de manejo seguiram a recomendação para a cultura.

Próximo a época do início do florescimento do arroz vermelho, foram demarcadas três áreas de 2x2m com distintas infestações pela planta daninha (alta, com média de 321 panículas/m²; intermediária, com média de 57 panículas/m² e baixa, com média de quatro panículas/m²). Em cada área foram realizadas 10 contagens de panículas de arroz vermelho, com uma armação de metal de 0,5 x 0,5m, sendo também colocados, ao acaso, 20 copos plásticos com dois diâmetros (4,7 e 7,2cm), sendo 10 copos de cada. Os copos foram fixados em uma estaca, a fim de posicioná-los sob o dossel das plantas, a dois centímetros acima do nível da água (aproximadamente, 12cm do nível do solo) para que os grãos de arroz vermelho que degranassem fossem coletados pelos copos. No ponto de colheita do arroz, foram retirados os copos para a contagem dos grãos de arroz vermelho contidos nos mesmos.

Para cada um dos três níveis de infestação e para cada diâmetro do copo foi estimado a média e a variância do número de sementes de arroz vermelho. Foi calculado o coeficiente de correlação entre o número de panículas de arroz vermelho por metro quadrado presentes na área e a quantidade de grãos coletados para cada diâmetro de copos, com o objetivo de verificar se a metodologia de coleta de degrene com copos reflete a infestação da área. Para cada uma das seis classes amostrais (três níveis de infestação e dois diâmetros de copo), foram determinados o tamanho da amostra (n) necessário para uma semi-amplitude do intervalo de confiança a 95% (D) nos níveis de 10, 20 e 40% da média

amostral. Foi estimado $n_0 = \frac{t^2 \times CV\%^2}{D\%^2}$, onde t = valor

tabelado da distribuição de t em nível de 5% de probabilidade de erro (bilateral) e, inicialmente com $n_0 - 1 = 9$ graus de liberdade; D = semi-amplitude do intervalo de confiança igual a 10, 20 e 40% da média (STEEL & TORRIE, 1960). Como as estimativas obtidas serão aplicadas somente na área da parcela amostrada (4m²), a população não pode ser considerada infinita, devendo ser aplicado a correção para populações finitas, obtendo-se assim o tamanho da amostra

(n) pela relação: $n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$, onde N= número de copos de

cada diâmetro que cabem nos 4m² da área amostrada. Para os testes de hipótese e estimativa do tamanho da amostra, os dados de contagem foram transformados em raiz quadrada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de correlação linear estimado entre o número de panículas de arroz vermelho presentes na área e a quantidade de grãos coletadas nos copos foi de 0,72 para copos de 4,7cm de diâmetro e de 0,95 para copos de 7,2cm de diâmetro. Portanto, copos maiores são mais precisos para estimar a quantidade de sementes de arroz vermelho degranados, porque a relação entre as variáveis é mais previsível.

A estimativa do número de sementes de arroz vermelho/m² degranadas (nº sementes), coeficiente de variação em percentagem (CV), tamanho de amostra necessária para uma semi-amplitude (D) igual a 10, 20 e 40% da média amostral, em nível de 95% de confiança, para cada nível infestação e diâmetro do copo coletor estão apresentadas na Tabela 1. Observa-se que, quanto maior o nível de infestação com panículas de arroz vermelho na área, menor é o tamanho da amostra necessária para estimativa do número de sementes de arroz vermelho, para qualquer tamanho de copo coletor. Para baixos níveis de infestação (4 panículas/m²) a amostragem de sementes degranadas com copos coletores é praticamente inviável ou de precisão muito baixa (valor de D acima de 80%).

TABELA 1 -Estimativa do número de sementes de arroz vermelho/m² degranadas (N), coeficiente de variação em percentagem (CV), tamanho de amostra necessária para uma semi-amplitude (D) igual a 10, 20 e 40% da média amostral, em nível de 95% de confiança, para cada nível infestação e diâmetro do copo coletor. Santa Maria, RS. 2000.

Infestação Panícula/m ²	Diâmetro do copo (cm)	D				
		nº sementes	CV	10	20	40
321 (alta)	4,7	7512	31,23	36	12	5
	7,2	7614	12,32	8	4	3
57 (média)	4,7	949	81,41	222	62	18
	7,2	1449	31,71	38	12	5
4 (baixa)	4,7	114	182,87	743	271	79
	7,2	49	233,10	540	304	110

CONCLUSÕES

A colocação de copos plásticos de 7,2cm de diâmetro sob o dossel das plantas de arroz é uma metodologia eficiente para a avaliação do degrane de arroz vermelho para o solo; áreas com maior nível de infestação de arroz vermelho necessitam menor tamanho de amostra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSIO, L., DORADO, J., MONTE, J.P. Assessment of the sample size to estimate the weed seedbank in soil. **Weed Research**, v. 37, p. 129-137, 1997.
- CAVERS, P.B., BENOIT, D.L. Seed banks in arable land. In: Leck, M.A.; Parker, V.T. & Simpson, R.L. (ed.) **Ecology of Soil Seed Banks**. New York: Academic Press, p. 309-328, 1989.
- COCHRAN, W.G. **Sampling Techniques**. 3 ed. New York: John Willey, 1977.
- FEDERER, W.T. **Experimental design: Theory and application**. New Delhi: Oxford, 591p. 1977.
- FORCELLA, F., WILSON, R.G., RENNER, K.A., *et al.* Weed seedbanks of the U.S. Corn Belt: magnitude, variation, emergence, and application. **Weed Science**, v.40, n.4, p.636-644, 1992.
- PITELLI, R.A., **Curso de aperfeiçoamento profissional sobre biologia e manejo de plantas daninhas**. Jaboticabal: FUNEP, 1986. 44p.
- STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: Mc Graw-Hill, 1960. 481p.
- VOLL, E., KARAM, D., GAZZIERO, D.L.P. Dinâmica de populações de plantas daninhas na cultura da soja. **Pesquisa em Andamento**. EMBRAPA/CNPSo, n.11, p.1-4, 1991.
- WILSON, R.G. Biology of weed seeds in the soil. In: Altieri, M.A., & Liebman, M. (ed.) **Weed Management in Agroecosystems**. p.25-39, 1988.

EFICIÊNCIA DA AVALIAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES NA PREDIÇÃO DA INFESTAÇÃO POR ARROZ VERMELHO E RENDIMENTO DE GRÃOS DO ARROZ IRRIGADO APÓS DOIS ANOS DE ROTAÇÃO DE CULTURA E POUSIO DO SOLO

MARCHEZAN, Enio; CORADINI, Juliano, Z.; AVILA, Luis A.; SEGABINAZZI, Tommi

UFSM/CCR - Departamento de Fitotecnia, CEP 97.105-900, Santa Maria, RS. Email: emarch@ccr.ufsm.br, Apoio Financeiro CNPq.

(Recebido para publicação em 19/09/2000)

RESUMO

A avaliação do banco de sementes do solo é a principal forma de acompanhar a eficiência de métodos de controle de arroz vermelho ao longo dos anos, porém, devido ao grau de precisão que metodologia de avaliação utilizada proporciona, há dúvidas sobre sua correlação com as infestações futuras de arroz vermelho, quando retorna-se com arroz irrigado na área. Em vista disto, foi instalado um experimento por dois anos (1996/97 e 1997/98) na mesma área, onde avaliou-se o efeito de diversos manejos para o controle do arroz vermelho na evolução do banco de sementes de arroz vermelho, descritos a seguir: [T1] - Semeadura convencional; [T2] - Semeadura direta; [T3] - Cultivo de sorgo; [T4] - Preparos do solo durante o verão; [T5] - Pousio do solo, sem utilização com pecuária, com realização de roçadas. No terceiro ano cultivou-se arroz no sistema de semeadura direta sobre todos os tratamentos, com o objetivo de avaliar a eficiência da redução do banco de sementes proporcionada pelos tratamentos testados, na redução da infestação por arroz vermelho, no arroz semeado posteriormente. A cultivar utilizada foi IRGA 417 na densidade de 300 sementes aptas/m². A redução do banco de sementes do arroz vermelho proporcionou redução na infestação da planta daninha no arroz irrigado semeado posteriormente, com correlação altamente significativa (0,9852). Em vista disto pode-se concluir que a avaliação do banco de sementes de arroz vermelho é um método eficiente para avaliar o controle do arroz vermelho ao longo do tempo e para predição da infestação da lavoura de arroz irrigado por arroz vermelho. Dois anos de rotação de culturas com sorgo, preparo do solo no verão e pousio do solo viabilizam a produção de arroz em áreas que estavam altamente infestadas por arroz vermelho, proporcionando altos rendimento de grãos do arroz irrigado.

Palavras Chave: *Oryza sativa* L., planta daninha, manejo de várzea.

ABSTRACT

EFFICIENCY OF EVALUATION OF RED RICE SEED BANK IN PREDICTING IRRIGATED RICE FIELD INFESTATIONS AND IRRIGATED RICE YIELDS AFTER TWO YEARS OF CROP ROTATION AND FALLOW. Seed bank evaluation is the best way to estimate the efficiency of red rice control methods throughout years. However, due to the precision degree of this methodology there are some doubts about its correlation with future red rice infestations when rice is seeded again. Therefore an experiment was conducted during two years (1996/97 and 1997/98) on an area that had been submitted to diverse soil management systems in order to control the evolution of the red rice seed bank. The treatments were: [T1] Conventional soil preparation, [T2] no tillage, [T3] Sorghum crop under no tillage, [T4] soil tillage during summer, [T5] Fallow without cattle grazing activity, but with mechanical cutting. On the third year a rice crop was established on all treatments under no tillage aiming to evaluate the efficiency of the treatments in reducing the infestation of red rice on the normal rice crop that followed. The cultivar used was IRGA 417 and

the viable seed density was 300 m². The reduction in the seed bank also reflected a reduction in the red rice plants on normal rice crop later seeded with a highly significant correlation coefficient (0.9852). Therefore it was concluded that a evaluation of the rice seed bank is an efficient method to estimate the control of red rice throughout time and to predict the infestation of a rice fields by red rice, and two years of crop rotation and fallow are efficient to control red rice and to obtain higher rice grain yields in areas infested with red rice.

Key Words: *Oryza sativa* L., weed, lowland management.

INTRODUÇÃO

Grande número de lavouras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul encontram-se infestadas pelo arroz vermelho, que é a planta daninha de mais difícil controle desta cultura.

A redução do rendimento de grãos causada por esta planta daninha é bastante variável, dependendo das condições edafoclimáticas e de manejo da lavoura. Há relatos na literatura que demonstram redução de até 86% no rendimento de grãos do arroz cultivado (KWON *et al.*, 1991). Já dados de SOUZA & FISCHER (1986) confirmados por MONTEALEGRE & VARGAS (1989) demonstram que para cada panícula de arroz vermelho por metro quadrado presente na área, ocorre redução em torno de 18kg/ha no rendimento de grãos do arroz cultivado. Corroborando com estes, AVILA *et al.* (1999) encontraram redução no rendimento em torno 16kg/ha para cada panícula de arroz vermelho encontrada por metro quadrado.

O arroz vermelho tem alta capacidade de dispersão, a qual está relacionada com algumas de suas características, como: alto índice de degrane e a viabilidade das sementes que chegam ao solo precocemente (XAVIER, 1991). A persistência das sementes que chegam ao solo é em torno de 17 meses (NOLDIN, 1995). Segundo a classificação de THOMPSON & GRIME (1979), o banco de sementes de arroz vermelho é do tipo "persistente", que é aquele cuja germinação excede o período de um ano após a dispersão. Esta persistência não é tão grande, sendo que com um bom manejo do banco de sementes durante dois ou três anos pode-se reduzir sua infestação como demonstraram AVILA *et al.* (2000). Nesse sentido FORCELLA *et al.* (1993) relataram que o manejo do banco de sementes é um procedimento que deve compor um programa de controle integrado de plantas daninhas.

Assim a avaliação do banco de sementes é uma ferramenta importante para a verificação da eficiência de um sistema de controle de plantas daninhas ao longo do tempo, porém há o inconveniente de ser um método com precisão

limitada, freqüentemente proporcionando resultados com altos valores de coeficientes de variação. Porém, segundo ROBERTS & DAWKINS (1967), em alguns experimentos tem-se estabelecido que sob um consistente regime de cultivo, há relação entre o número de sementes viáveis no solo e a quantidade de plantas encontradas durante a estação de crescimento.

Em trabalho de AVILA (1999) não foram encontradas sementes de arroz vermelho viáveis no solo após a rotação de culturas, o pousio do solo e o preparo do solo no verão, porém pode ter restado algumas sementes no solo, que devido ao pequeno número de sementes podem não ter sido detectadas pelo método amostral. Em vista desta dúvida, foi semeado arroz irrigado na área experimental utilizada por AVILA (1999) com o objetivo de avaliar a eficiência da redução do banco de sementes proporcionada pelos tratamentos testados, na redução da infestação por arroz vermelho, no arroz semeado posteriormente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 1998/99, em área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Depressão Central do Rio Grande do Sul, em solo classificado como Planossolo, pertencente a unidade de mapeamento Vacacaí. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições.

Nos anos agrícolas anteriores (1996/97 e 1997/98) foram instalados por AVILA (1999) diversos tratamentos para o controle do arroz vermelho: [T1] - Semeadura convencional; [T2] - Semeadura direta; [T3] - Cultivo de sorgo; [T4] - Preparos do solo durante o verão; [T5] - Pousio do solo, sem utilização com pecuária, com realização de roçadas; onde foram avaliados pelo autor, dentre outros parâmetros a evolução do banco de sementes de arroz vermelho (Tabela 1) sendo realizada coletas das amostras antes do cultivo do primeiro ano (Novembro 1996) e após a colheita do segundo ano (Maio de 1998), através de 10 amostras de solo por parcela, com auxílio de um trado de metal de 0,10m de diâmetro a 0,10m de profundidade. No terceiro ano semeou-se arroz no sistema de semeadura direta sobre todos os tratamentos.

As parcelas mediam 6x8m (48 m²) e a cultivar utilizada foi IRGA 417 na densidade de 300 sementes viáveis de arroz por metro quadrado. A adubação com NPK foi realizada na base com a aplicação de 200kg/ha da fórmula 5-20-20, e 50kg/ha de N em cobertura na iniciação do primórdio floral na forma de uréia. As demais práticas de manejo seguiram as recomendações para a cultura.

Os parâmetros avaliados foram: número de panículas de arroz vermelho presentes na área na colheita do arroz cultivado, percentagem de arroz vermelho na amostra de arroz colhida e rendimento de grãos do arroz cultivado.

Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro. Antes da análise, os dados em percentagem foram submetidos a transformação arco seno ($\text{raiz}((x+0,5)/100)$). Foi realizado também o teste de correlação entre o número de sementes de arroz vermelho presentes no solo antes da semeadura do arroz e o número de plantas emergidas durante o ciclo da cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de grãos do arroz cultivado (Tabela 1) foi afetado pela utilização dos tratamentos durante dois anos, constatando-se que o uso alternativo de várzea, com rotação de culturas com sorgo, pousio do solo e preparo do solo no verão proporcionaram maior rendimento de grãos ao arroz irrigado. Por outro lado, o monocultivo de arroz irrigado, seja no sistema convencional ou direto proporcionaram baixos valores de rendimento de grãos do arroz, devido ao aumento do banco de sementes de arroz vermelho a cada ano de cultivo, proporcionou alta infestação final de arroz vermelho inviabilizando a área para o cultivo de arroz.

Resultados semelhantes a estes foram observados por CORADINI *et al.* (1998), onde a rotação de culturas e o pousio do solo no verão reduziram o banco de sementes de arroz vermelho. MACHADO *et al.* (1999), verificaram que a rotação de culturas com milho por dois anos proporciona menor infestação de arroz vermelho na área, com maior rendimento de grãos de arroz semeado após a rotação quando comparado com o arroz semeado em monocultivo. A rotação de culturas com espécies de sequeiro, combinada com a utilização de herbicidas específicos reduzem a infestação por arroz vermelho e proporcionam aumento de rendimento de grãos do arroz irrigado (BRAVERMAN *et al.*, 1995; GRIFFIN & HARGER, 1986 e MARCHEZAN *et al.* 1998).

A significativa redução do banco de sementes de arroz vermelho nos tratamentos que utilizaram sorgo, preparo de verão e pousio nos dois anos anteriores ao cultivo do arroz, é devido a que nestes tratamentos não houve realimentação do banco de sementes com novas sementes, pois as plantas que emergiram foram controladas por herbicidas no caso do sorgo, pelo preparo de verão e pelas roçadas no pousio. Esta alta redução em apenas dois anos é contrastante com dados obtidos por GOSS & BROWN (1939) que indicavam viabilidade das sementes de arroz vermelho por mais de 10 anos, porém pode ser explicado por dados mais recentes que demonstram que este período pode ser menor, dependendo da profundidade de posicionamento das sementes, do fator genético do arroz vermelho, etc... (NOLDIN *et al.*, 1995). Estes autores demonstram que sementes posicionadas na superfície do solo perdem completamente sua viabilidade em apenas 17 meses.

Embora que no último ano não tenham sido encontradas sementes viáveis de arroz vermelho no solo nos tratamentos de pousio, sorgo e preparo de verão, ocorreu infestação desta planta daninha quando se cultivou arroz (Tabela 1). Isto se deve a baixa quantidade de sementes de arroz vermelho no solo, que não foram detectadas pelo método amostral utilizado (AVILA, 1999). Segundo BALL & MILLER (1989), devido a pequena área de solo amostrada em comparação com a área total da parcela, sementes presentes em número reduzido podem não ser detectadas durante a amostragem. No entanto, a baixa quantidade de panículas de arroz vermelho encontrada nestes, quando comparado com a infestação nos tratamentos com semeadura contínua de arroz (T1 e T2), indicam que estes procedimentos de manejo proporcionaram redução significativa na infestação desta planta daninha, viabilizando novamente a área para o cultivo de arroz irrigado.

A Tabela 1 mostra também que os tratamentos que não foram eficientes no controle do arroz vermelho (T1 e T2), proporcionaram grandes quantidades de arroz vermelho na amostra colhida, dados semelhantes aqueles encontrados por AVILA *et al.* (1999).

Foi verificada alta correlação (0,9852) entre o número de sementes de arroz vermelho presentes no solo na colheita da safra anterior e a quantidade de panículas de arroz vermelho emergidas durante o ciclo da cultura, demonstrando que a

avaliação do banco de sementes de arroz vermelho é um método eficiente para avaliar o controle do arroz vermelho ao longo do tempo e na predição da infestação da lavoura de arroz por arroz vermelho.

TABELA 1 - Número de sementes viáveis de arroz vermelho (A.V.) por m² antes do início do experimento (Novembro 1996) e após a colheita do segundo ano (Maio de 1998), número de panículas de arroz vermelho, percentagem de arroz vermelho na amostra e rendimento do arroz irrigado semeado no sistema de semeadura direta após dois anos sob diversos sistemas de manejo do solo de várzea para o controle do arroz vermelho. Santa Maria, RS. 1999.

Tratamentos nas safras agrícolas 1996/97 e 1997/98	⁽¹⁾ Número de sementes viáveis de A.V./m ²		Número de panículas de arroz vermelho/m ²	⁽²⁾ Percentagem de arroz vermelho na amostra	Rendimento de grãos (kg/ha)
	Novembro 1996	Maio 1998			
[T1] Semeadura convencional	402	4345	494 a*	46,36 a	1.135 b
[T2] Semeadura direta	893	1410	476 a	38,49 a	957 b
[T3] Cultivo de sorgo	441	0	3 b	0,47 b	6.171 a
[T4] Preparo do solo no verão	432	0	3 b	0,08 b	6.157 a
[T5] Pousio do solo sem pecuária, com roçadas	538	0	2 b	0,23 b	6.032 a
Média	541	1.151	196	17	4.090
CV (%)			72,46	48,99	9,02

* Médias não ligadas pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade;

⁽¹⁾ Dados adaptados de AVILA (1999);

⁽²⁾ Antes da análise os dados em percentagem foram transformados em: arco seno raiz((x+0,5)/100).

CONCLUSÕES

A quantificação do banco de sementes de arroz vermelho é um método eficiente para avaliar o controle do arroz vermelho e para a predição da infestação da lavoura de arroz irrigado.

Dois anos de rotação de culturas com sorgo, preparo do solo no verão e pousio do solo viabilizam a produção de arroz em áreas altamente infestadas por arroz vermelho, proporcionando altos rendimento de grãos do arroz irrigado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILA, L.A.; ANDRES, A.; MARCHEZAN, E., *et al.* Banco de sementes de arroz vermelho em sistemas de semeadura de arroz irrigado. **Ciência Rural**, v.30, 2000 (no prelo).
- AVILA, L.A.; MARCHEZAN, E.; SOUTO, J. da S., *et al.* Interferência do arroz vermelho sobre o arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. 727p., p.594-596.
- BALL, D.A.; MILLERT, S.D. A comparison of techniques for estimation of arable soil seedbanks and their relationship to weed flora. **Weed Research**, v.29, p.365-373, 1989.
- BRAVERMAN, M.P.; LAVY, T.L.; TALBERT, R.E. Effects of metolachlor residues in rice (*Oryza sativa*). **Weed Science**, Champaign, v.33, n.6, p.819-824, 1985.
- CORADINI, J.Z.; ANDRES, A.; AVILA, L.A. de, *et al.* Rotação de culturas e pousio do solo reduzem o banco de sementes de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) em solo de várzea. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10.; FEIRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 1998. Porto Alegre. **Livro de Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 1998. 503p. p.127.
- FORCELLA, F.; ERADAT-OSKOU, K.; WARGNER, S. W. Application of weed seedbank ecology to low-input crop management.

- Ecological applications**, v.b 3, p. 74-83, 1993.
- GRIFFIN, J.L.; HARGER, T.R. Red rice (*Oryza sativa*) on junglerice (*Echinochloa colonum*) control in solid-seeded soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v.34, n.4, p.582-586, 1986.
- GOSS, W.L.; BROWN, E. Buried red rice seed. **Journal American Society Agronomy**, v.31, n.7, p. 633-637, 1939.
- KWON, S.L.; SMITH, R.J.; TALBERT, R.E. Interference durations of red rice (*Oryza sativa*) in rice (*O. sativa*). **Weed Science**, v.39 p.363-368, 1991.
- MACHADO, S.L. de O.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L.A. Manejo do arroz vermelho através de rotação de culturas e herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. 724p. p. 285-289.
- MARCHEZAN, E., XAVIER, F.M., STORCK, L., *et al.* Sistemas de cultivo no controle do arroz vermelho. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.4, n.2, p. , 1998.
- MONTEALEGRE F.; VARGAS, J.P. Efecto de algunas practicas culturales sobre la población de arroz rojo y los rendimientos del arroz comercial. **Arroz**, v.38, n. 359, 1989.
- NOLDIN, J.A. **Characterization, seed longevity, and herbicide sensitivity of red rice (*Oryza sativa* L.) ecotypes, and red rice control in soybeans [*Glycine max* (L.) Merr.]**. PhD Dissertation, Texas A&M University, 218p. 1995.
- ROBERTS, H.A.; DAWKINS, P.A. Effect of cultivation on the number of viable seeds in the soil. **Weed Research**, v. 7, p. 290-301, 1967.
- SOUZA, P.R. de; FISHER, M.N. Arroz vermelho: danos causados à lavoura gaúcha. **Lavoura Arrozeira**, v. 39, n. 368, p.19-20. 1986.
- THOMPSON, K.; GRIME, J.P. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. **Journal of Ecology**, v.67, p.893-921, 1979.
- XAVIER, F.E. O problema arroz daninho na orizicultura sulriograndense. In: ENCONTRO SOBRE AVANÇOS EM TECNOLOGIA DE SEMENTES, 1991. Pelotas, RS. **Anais**. Pelotas: UFPEL, 1991, 108p., p.35-39.