



Dissertações Arroz Vermelho



Sumário

**Evolução do banco de sementes e controle do arroz vermelho
em diferentes sistemas de manejo do solo de várzea**

LUIS ANTONIO DE AVILA

**EVOLUÇÃO DO BANCO DE SEMENTES E CONTROLE DO ARROZ VERMELHO EM
DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO DE VÁRZEA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**UFSM
SANTA MARIA, RS, BRASIL
1999**

EVOLUÇÃO DO BANCO DE SEMENTES E CONTROLE DO ARROZ
VERMELHO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO DE
VÁRZEA

por

LUIS ANTONIO DE AVILA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia -
área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de
Santa Maria (RS), como requisito parcial para obtenção do grau de MESTRE
EM AGRONOMIA.

Santa Maria, RS - BRASIL

1999

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

A COMISSÃO EXAMINADORA, ABAIXO ASSINADA, APROVA A
DISSERTAÇÃO

EVOLUÇÃO DO BANCO DE SEMENTES E CONTROLE DO ARROZ
VERMELHO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO DE
VÁRZEA

ELABORADA POR
LUIS ANTONIO DE AVILA

COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM AGRONOMIA

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr., Enio Marchezan - Orientador

Eng. Agr. PhD., José Alberto Noldin – EPAGRI/ITAJAÍ

Prof. MSc., Sérgio Luiz de Oliveira Machado

Santa Maria, 25 de Fevereiro de 1999.

DEDICATÓRIA

Aos Meus Pais

Ataliba de Avila (In Memmorial)

Almerinda Maria Pedrotti de Avila

Aos meus irmãos:

Cirlei

Jurema

Jorge

Jandira

Janete

Jacira

Juçara

Lúcia

Roseli

Marilu

Ataliba

Ernesto

Rosemari

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela Vida;

À minha família, pelo incentivo, compreensão e carinho, sem a qual não teria realizado este passo em minha vida.

À minha noiva Márcia Vizzotto, seus pais Valdir Antoninho Vizzotto (In Memmorial) & Maria Clessi Brondani Vizzotto e seus irmãos Tiane e Vandro Rogério Vizzotto pelo incentivo e pela compreensão em todas as horas difíceis.

Ao professor Enio Marchezan pela dedicação na Orientação deste trabalho, e aos co-orientadores Sérgio Luiz de Oliveira Machado e José Alberto Noldin pelas contribuições e pela amizade.

Aos professores José Fernando Schlosser, Isaías Salin Farrett, Afrânio Almir Righes, Reimar Carlesso, Nelson Diehl Kruse, Sérgio Luiz de Oliveira Machado e Enio Marchezan, pela contribuição na minha formação profissional, científica e do meu caráter, como orientadores durante o período de graduação.

Ao Curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de realização deste curso, a CAPES pelo concessão da bolsa e a FAPERGS pelo auxílio financeiro.

Ao Departamento de Solos pelo empréstimo da área de pesquisa e ao Departamento de Fitotecnia pela infra-estrutura.

Aos meus colegas de profissão, e amigos pessoais, Robson Oliveira de Souza, Sylvio Bidel Dornelles, Rogério Rubin, Milto José Facco e Fernando Bizzi pelo incentivo para a realização deste curso.

Aos colegas do Curso de Pós-graduação em Agronomia.

Aos estagiários e bolsistas do setor de Agricultura, em especial à Maurício Alberto Thumé, Juliano Zamberlan Coradini, Ricardo Posser da Silva e Marco Eurélio Busanello.

Aos funcionários, Jelson Diffante e Tarcísio Uberti pelo apoio.

APÊNDICE GERAL	69
-----------------------------	-----------

RESUMO GERAL

EVOLUÇÃO DO BANCO DE SEMENTES E CONTROLE DO ARROZ VERMELHO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO DE VÁRZEA

Autor: Luis Antonio de Avila

Orientador: Enio Marchezan

O arroz vermelho é a principal planta daninha da cultura do arroz irrigado, causando prejuízos tanto no rendimento de grãos, quanto na qualidade do produto colhido; e também inviabilizando algumas áreas de cultivo. O controle do arroz vermelho é de difícil execução, pois pertence a mesma espécie do arroz comercial (*Oryza sativa* L.). Possui características que o torna agressivo, destacando-se a longevidade de suas sementes, que conforme o manejo empregado, pode permanecer viável na área por um longo período de tempo. Com o objetivo de avaliar a evolução do banco de sementes e o controle do arroz vermelho, foi instalado um experimento a campo por dois anos consecutivos no mesmo local (ano agrícola de 1996/97 e 1997/98), onde avaliou-se as características produtivas do arroz e o controle do arroz vermelho sob diferentes sistemas de cultivo de arroz irrigado (Capítulo I); e, a evolução do banco de sementes de arroz vermelho em sistemas de cultivo de arroz irrigado e em alternativas de utilização de área de várzea (Capítulo II). Os tratamentos foram: [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.); [T3] - Arroz

- semeadura convencional, antecedida da aspersão e incorporação de 2,4-D amina na dose de (8,64 kg/ha) 25 dias antes da semeadura; [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; [T7] - Arroz - sistema pré-germinado; [T8] - Arroz - semeadura direta, com roguing para retirada das plantas de arroz vermelho e evitar a contribuição de grãos para o banco de sementes; [T9] - Pousio do solo, com simulação de pastejo; [T10] - Sorgo no sistema de cultivo mínimo, com aspersão de atrazine (2,25 kg/ha) em pós-emergência precoce (arroz vermelho no estágio de duas a três folhas); [T11] - Preparo do solo durante o verão (três preparos por safra); destes tratamentos, no primeiro ano não foram instalados os tratamentos [T6], [T7] e [T8], e no segundo ano não fizeram parte os tratamentos [T2] e [T3]. Os resultados do primeiro capítulo demonstram que dentre os sistemas de implantação da lavoura de arroz irrigado, os que proporcionam melhor controle do arroz vermelho e maior rendimento de grãos são os sistemas com semeadura em solo inundado (pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas). No segundo capítulo, com relação ao banco de sementes, a rotação de culturas com sorgo, o preparo do solo no verão, o pousio do solo e os sistemas de semeadura de arroz em solo inundado são os mais eficientes na redução do banco de sementes desta planta daninha.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Autor: Luis Antonio de Avila

Orientador: Enio Marchezan

Título: Evolução do banco de sementes e controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) em diferentes sistemas de manejo do solo de várzea

Dissertação de Mestrado em Agronomia

Santa Maria, 25 de Fevereiro de 1999.

ABSTRACT

SEED BANK EVOLUTION AND RED RICE CONTROL UNDER DIFFERENT LOWLAND MANAGEMENT SYSTEMS

Author: Luis Antonio de Avila

Adviser: Enio Marchezan

Red rice is the most important weed of lowland rice causing yield and quality losses and turning some areas unsuitable for growing this crop. Its control is difficult since it belongs to the same species of commercial rice (*Oryza sativa* L.). It has some aggressive traits such as long seed longevity and according to the management practices used, can stay viable for long time periods. An experiment was conducted during the 1996/97 and 1997/98 growing seasons aiming to evaluate lowland rice management practices and utilization alternatives of lowlands as a way to control this weed. In Chapter I, were studied rice productive traits and red rice control and in Chapter II the evolution and the dynamics of the red rice seed bank. The treatments tested were: [T1] - rice under conventional seeding; [T2] - rice, conventional seeding after molinate ($5.75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) applied pre plant incorporated and the seeds protect by naphthalic anhydride (0.5 % v./v.); [T3] - rice, conventional seeding twenty five days after applying 2,4-D amine ($8.64 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$); [T4] - rice, minimum tillage in the first year and no tillage in the second; [T5] - rice - minimum tillage water seeded: pré-germinated seeds in a minimum tillage area; [T6] - rice, transplanted seedlings system; [T7] - rice - water seeded; [T8] - rice - direct seeding and roguing in order to eliminate red rice panicles thus avoiding to increase the seed bank; [T9] - fallow simulating pasture by cattle; [T10] - sorghum under minimum tillage with atrazine ($2.25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

applied early postemergence (red rice with 2-3 leaves); [T11] - soil tillage during summer (three tillages per season); of these treatments at the first growing season the treatments [T6], [T7] and [T8] were not established and on the second growing season the treatments [T2] and [T3] were abolished. The results of the first experiment demonstrated that among the systems to establish lowland rice, the ones that controlled red rice and gave the highest grain yield were the systems in which the crop was established in flooded land (water seeded, minimum tillage water seeded and transplant). On the second, study regarding the seed bank, crop rotation with sorghum, summer tillage, fallow, and rice seeding in flooded soil were the most efficient in reducing red rice seed bank.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Author: Luis Antonio de Avila

Adviser: Enio Marchezan

Title: Seed bank evolution and red rice (Oryza sativa L.) control under different lowland management systems.

Master of Science in Agronomy

Santa Maria February 25, 1999.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Sistemas de cultivo de arroz irrigado, para o controle do arroz vermelho. Santa Maria, RS. 1999.....	16
TABELA 2 -	Número médio sementes viáveis de arroz vermelho (AV) no banco de sementes do solo (B.S.V), de plantas (Pla.) e panículas (Pan.) de AV emergidas durante o ciclo da cultura, e suas relações, nas safras agrícolas de 1996/97 e 1997/98. Santa Maria, RS. 1999.	21
TABELA 3 -	Coeficiente de correlação de Spearmann, entre características do arroz vermelho e do arroz irrigado, em dois anos de cultivo. Santa Maria, RS. 1999.	26
TABELA 4 -	Renda de grãos inteiros e renda do benefício, em percentagem, em resposta à sistemas de implantação da cultura do arroz irrigado. Santa Maria, RS. 1999.....	27
TABELA 5 -	Quantidade de arroz vermelho na amostra de arroz após beneficiamento. Santa Maria, RS. 1999.	28
TABELA 6 -	Tratamentos para o controle do arroz vermelho, utilizados em cada ano de execução do experimento. Santa Maria, RS. 1999.....	36
TABELA 7 -	Número médio de sementes viáveis de arroz vermelho, antes da semeadura (novembro de 1996) e após a colheita (maio de 1997), no primeiro ano de cultivo (ano agrícola 1996/97). Santa Maria, RS. 1999.	42
TABELA 8 -	Número médio de sementes viáveis de arroz vermelho/m ² , nas diferentes frações do banco de sementes. Santa Maria, RS. 1999.....	45
TABELA 9 -	Número médio de grãos e sementes viáveis de arroz vermelho (AV), antes da instalação do experimento (novembro de 1996) e após dois anos consecutivos de cultivo (maio de 1998). Santa Maria, RS. 1999.	52

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Rendimento de grãos do arroz irrigado 'cv. IRGA 416', em resposta a diversos sistemas de semeadura em área infestada por arroz vermelho, no primeiro ano de cultivo, ano agrícola 1996/97. Santa Maria, RS. 1999.....	23
FIGURA 2 -	Rendimento de grãos do arroz irrigado 'cv. IRGA 417' em resposta a diversos sistemas de semeadura em área infestada por arroz vermelho, no segundo ano de cultivo, ano agrícola 1997/98. Santa Maria, RS. 1999.....	24
FIGURA 3 -	Evolução do banco de sementes, avaliado através do percentual de sementes viáveis de arroz vermelho (A.V.) restantes no solo após o primeiro ano (ano agrícola 1996/97). Santa Maria, RS. 1999.	43
FIGURA 4 -	Composição do banco de sementes viáveis de arroz vermelho com relação a percentagem de degrane, de saída e de sementes remanescente do ano anterior (ano agrícola 1997/98). Santa Maria, RS. 1999.	46
FIGURA 5 -	Composição do banco de sementes viáveis de arroz vermelho, com relação a percentagem de saída das sementes do solo e de sementes remanescentes do ano anterior (ano agrícola 1997/98). Santa Maria, RS. 1999.	47
FIGURA 6 -	Evolução do banco de sementes, avaliado através do percentual de sementes viáveis de arroz vermelho (A.V.) restantes no solo após o segundo ano (ano agrícola 1997/98). Santa Maria, RS. 1999.	51
FIGURA 7 -	Evolução do banco de sementes, avaliado através do percentual de sementes viáveis de arroz vermelho (A.V.) restantes no solo após dois anos consecutivos de cultivo (1996 a 1998). Santa Maria, RS. 1999.	53

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I -	Resultado da análise do solo da área do experimento. Santa Maria, RS. 1999.....	67
ANEXO II -	Temperaturas mínimas e máximas ocorridas durante o mês de março de 1997. Santa Maria, RS. 1999.....	67
ANEXO III -	Precipitação pluvial, normal e ocorrida nos meses de condução do experimento nos anos agrícolas 1996/97 e 1997/98. Santa Maria, RS. 1999.	68
ANEXO IV -	Insolação (horas), normal (1961 a 1990) e ocorrida nos meses de condução do experimento no ano agrícola 1997/98. Santa Maria, RS. 1999.	68

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Temperatura média normal (1961 a 1990) e ocorrida, durante o período de condução do experimento, nos anos agrícolas de 1996/97 e 1997/98. Santa Maria, RS. 1999.	69
APÊNDICE B - Temperaturas mínimas e máximas ocorridas durante o mês de dezembro de 1996. Santa Maria, RS. 1999.....	70
APÊNDICE C - Temperaturas mínimas e máximas ocorridas durante o mês de janeiro de 1997. Santa Maria, RS. 1999.....	70
APÊNDICE D - Temperaturas mínimas e máximas ocorridas durante o mês de fevereiro de 1997. Santa Maria, RS. 1999.....	71
APÊNDICE E - Temperaturas mínimas e médias ocorridas durante o mês de dezembro de 1997. Santa Maria, RS. 1999.....	71
APÊNDICE F - Temperaturas mínimas e médias ocorridas durante o mês de janeiro de 1998. Santa Maria, RS. 1999.....	72
APÊNDICE G - Temperaturas mínimas e médias ocorridas durante o mês de fevereiro de 1998. Santa Maria, RS. 1999.....	72
APÊNDICE H - Temperaturas mínimas e médias ocorridas durante o mês de março de 1998. Santa Maria, RS. 1999.....	73
APÊNDICE I - Temperaturas mínimas e médias ocorridas durante o mês de abril de 1998. Santa Maria, RS. 1999.....	73

INTRODUÇÃO GERAL

O Rio Grande do Sul cultivou no ano agrícola 1997/98 em torno de 780 mil hectares de arroz irrigado, com uma produtividade média de 4,8 T/ha. Nos últimos anos ocorreu uma redução da área cultivada no Estado; que deve-se, em parte, as dificuldades financeiras enfrentadas pelos orizicultores gaúchos. Por outro lado, a presença de arroz vermelho tem provocado redução de produtividade em diversas áreas de produção de arroz do Rio Grande do Sul, comprometendo, inclusive a rentabilidade da atividade.

O arroz vermelho está presente em grande parte das áreas orizícolas do Estado, constituindo-se no maior problema enfrentado pelos agricultores em cerca de 80% dos municípios produtores de arroz (MARCHEZAN, 1994), sendo que a Depressão Central do Rio Grande do Sul, encontra-se muito infestada, com áreas inviabilizadas economicamente (XAVIER, 1991).

No entanto, as alternativas de controle desta planta daninha estão na dependência, dentre outros fatores, do tamanho da propriedade. Em áreas em que a lavoura arrozeira é a sustentação econômica da família, faz-se necessário continuar produzindo arroz e; ao mesmo tempo, adotar procedimentos de redução do banco de sementes desta planta daninha. Em lavouras, que há maior disponibilidade de área, a integração lavoura-pecuária e a rotação de culturas são tecnologias preconizadas para o manejo do arroz vermelho.

Assim, a caracterização do potencial de controle do arroz vermelho, através de sistemas de cultivo de arroz e de cultivos alternativos ao arroz irrigado, possibilitam o aproveitamento racional do sistema várzea de forma mais econômica, sustentável e com menor impacto ambiental.

Com o objetivo de avaliar a evolução do banco de sementes e o controle do arroz vermelho, foi instalado um experimento a campo por dois anos consecutivos no mesmo local (ano agrícola de 1996/97 e 1997/98),

onde avaliou-se as características produtivas do arroz e o controle do arroz vermelho sob diferentes sistemas de cultivo de arroz irrigado (Capítulo I); e, a evolução do banco de sementes de arroz vermelho em sistemas de cultivo de arroz irrigado e em alternativas de utilização de área de várzea (Capítulo II).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Caraterísticas do arroz vermelho

O arroz vermelho pertence ao mesmo gênero e espécie do arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) (CRAIGMILES, 1978).

Não há diferenças significativas entre o arroz vermelho e o arroz cultivado, do ponto de vista da morfologia da semente e da folha, quando avaliados com microscópio eletrônico de varredura (HOAGLAND & PAUL, 1978), nem do ponto de vista fisiológico e bioquímico da enzima “aryl acylamidase” que é responsável pelo metabolismo do propanil (HOAGLAND, 1978), porém há evidências de algumas diferenças bioquímicas entre eles com relação a tolerância a alguns herbicidas (DIARRA et al. 1985b).

O arroz vermelho é considerado para alguns autores como uma variedade do arroz cultivado, entretanto para outros é considerado como espécie distinta. Possui os mesmos hábitos do arroz cultivado, confundindo-se com ele. Geralmente, quanto ao ciclo biológico, é mais precoce, dependendo da variedade em cultivo. É mais freqüente em arrozais inundados ou irrigados, causando sérios problemas, uma vez que sua presença diminui o valor comercial do arroz. Sendo tão semelhante ao arroz cultivado, o seu controle em lavouras de arroz é de difícil execução (LORENZI, 1991).

Comparado com o arroz comercial, o arroz vermelho é geralmente mais alto, produz mais colmos por área e matéria seca epígea, possui altos índices de área foliar, grande índice de crescimento inicial, mas um baixo crescimento final, e baixa produção de grãos (KWON et al., 1992). Porém, as características morfológicas, fenológicas e produtivas do arroz vermelho variam conforme o biótipo (SILVEIRA et al., 1997).

De acordo com CRAIGMILLES (1978) as características que distinguem o arroz vermelho do arroz cultivado são: coloração vermelha do pericarpo, pubescência e deiscência precoce das espiguetas, plantas mais altas do que as cultivares de porte moderno, conseqüentemente, menor resistência ao acamamento, coloração verde mais claro, maior pubescência da lâmina foliar, maior perfilhamento, entre outros. Por ser o pericarpo vermelho uma característica dominante, aliado ao fato de ocorrer cruzamento natural do arroz vermelho com o arroz cultivado, poderão resultar em plantas com características morfológicas semelhantes ao arroz cultivado, tornando difícil a sua diferenciação.

O grau de alogamia entre o arroz vermelho e o cultivado varia de acordo com a cultivar empregada, com a distância entre os indivíduos e as condições ambientais, como temperatura, vento e umidade relativa do ar (BEACHELL et al. 1936). A campo a taxa de alogamia é em torno de 4% (LEITÃO FILHO et al. 1972), variando de zero a 3,39% (BEACHELL, et al., 1936). Já LONGEVIN et al. et al. (1990) apud NOLDIN (1995) observaram que a percentagem de cruzamento natural variou de 1% para a cultivar “Lemont” para 52% para a cultivar “Nortai” entre o arroz vermelho e o arroz comercial. A grande percentagem de hibridação para a cultivar “Nortai” foi atribuída a coincidência da época de floração das plantas de arroz vermelho e o arroz cultivado (NOLDIN, 1995).

A dispersão do arroz vermelho, para áreas não infestadas, ocorre principalmente a partir de utilização de sementes de arroz infestadas com sementes da planta daninha. A capacidade de dispersão desta espécie, está relacionada diretamente com algumas de suas características, como: alto índice de degrane e a viabilidade de grande parte de suas sementes que chegam ao solo precocemente (XAVIER, 1991).

Danos causados

O arroz vermelho causa danos diretos ao arroz cultivado, devido à competição por luz, nutrientes e espaço físico (SMITH Jr., 1981)

suspeitando-se também que libere algumas substâncias aleloquímicas que prejudicam o desenvolvimento do arroz (SILVEIRA et al. 1996).

Além da redução na produtividade, que pode chegar à níveis de 86% (KWON et al., 1991a), o arroz vermelho reduz a qualidade de grãos do arroz comercial, aumentando a percentagem de grãos quebrados (OLIVEIRA & BARROS, 1986, CARMONA et al., 1996 e MENEZES et al., 1997a), reduzindo assim o valor do produto colhido e até mesmo o valor da terra (SMITH Jr., 1981).

As perdas de rendimento causadas pela competição do arroz vermelho com o arroz cultivado são muito variáveis de local para local, dependendo das condições edafoclimáticas, da densidade da planta daninha (MONTEALEGRE & VARGAS, 1989; KWON et al. 1991a), do período de convivência, do biótipo encontrado na área e da cultivar em competição (KWON et al., 1991a). Vários trabalhos foram desenvolvidos para quantificar estas perdas SONNIER (1974) e BALDWIN (1978) verificaram perdas de 65%, PULVER (1986) 25%, SOUZA & FISHER (1986) 50%, ABUD (1988) 43%, ABUD (1989) 49%, KWON et al. (1991a) perdas de 86% para a cultivar “Lemont” e 52% para “Newbonnet”; DIARRA et al. (1985a), população de plantas de arroz vermelho com menos que cinco plantas/m², reduziu rendimento de grãos do arroz em 22%. Já dados de SOUZA & FISCHER, 1986, confirmados por MONTEALEGRE & VARGAS (1989) demonstraram que uma panícula de arroz vermelho por metro quadrado reduz o rendimento de grãos em 18 kg/ha.

Além disto, o arroz vermelho pode causar prejuízos de ordem variada e de difícil quantificação, devido ao acamamento que ocorre em lavouras altamente infestadas por arroz vermelho (BALDWIN, 1978).

Banco de sementes, importância e características

Entende-se por banco de sementes a presença e a diversidade de sementes de plantas daninhas no solo (VOLL et al. 1991).

O banco de sementes do solo tem um papel crucial na substituição de plantas eliminadas por causas naturais ou não, como senescência, doenças, movimento do solo, queimada, estiagem, temperaturas adversas, inundação e consumo animal, incluindo o homem (ROBERTS, 1981).

Em solos cultivados, o banco de sementes normalmente se constitui em um sério problema à atividade agrícola, na medida em que garantem infestações por longo período de tempo, mesmo quando impede-se a entrada de novas sementes na área (CAVERS & BENOIT, 1989). Isto acarreta em decréscimo de produção e qualidade do produto colhido, bem como no aumento dos custos de produção (BAKER, 1989).

Nesses solos se encontra os maiores bancos de sementes em tamanho, devido à estratégia das plantas daninhas de produzirem grande número de sementes por planta, aliado a mecanismos de disseminação, longevidade e dormência para sobrevivência em ambientes constantemente perturbados. A taxa de decréscimo do banco de sementes está diretamente relacionada a longevidade e dormência das sementes. A dormência distribui a germinação ao longo do tempo, garantindo o potencial de regeneração do banco de sementes mesmo em condições ambientais adversas à sobrevivência da espécie e de perturbações contínuas do solo para fins de cultivo (CARMONA, 1992).

Assim, as sementes quiescentes enterradas no solo podem ter diferentes destinos: perda de viabilidade, predação, germinação (se o ambiente tornar-se favorável) ou indução de dormência secundária (CARMONA, 1992); enquanto que sementes dormentes e não dormentes de arroz vermelho apresentam absorção de água, porém nas dormentes o processo subsequente de germinação ocorrem em menores taxas, voltando aos níveis anteriores de embebição (FOOTITT & COHN, 1995).

A taxa de germinação de um banco de sementes e a degeneração das sementes não germinadas e dormentes, bem como as taxas de transformação em plantas adultas e a produção de sementes, viáveis e dormentes, deve ser estabelecido numa análise realista da população, ou seja, relacionando com as causas que produzem as alterações, com

condições internas das sementes, meio ambiente e fatores de manejo (FERNANDEZ-QUINTANILLA, 1988).

O conhecimento da sobrevivência das sementes no solo é fundamental para entender a dinâmica populacional das plantas daninhas e para criar uma decisão de manejo (CONN & DECK, 1995).

Sementes de plantas daninhas ficam viáveis (capazes de germinar) no solo e em água por um grande período de tempo, dependendo da (1) espécie envolvida, (2) profundidade de localização no perfil do solo, e (3) período de tempo enterradas no solo ou imersas em água. Por outro lado a longevidade das sementes, representa o principal mecanismo de sobrevivência para certas espécies de plantas daninhas; isto constitui-se numa fonte contínua de emergência de plantas em áreas cultivadas, sendo que a longevidade é detrimental para o interesse dos agricultores (ANDERSON, 1984)

GOSS & BROWN (1939), verificaram que sementes de arroz vermelho mantiveram viabilidade de 20% após 10 anos no solo a uma profundidade em torno de 17cm. As sementes que sobraram após este tempo, poderiam ser suficientes para reinfestar a área novamente. A longevidade das sementes de arroz vermelho é também devido a quiescência das sementes (PETRINI et al., 1993a), que aliado a outros fatores como as evidências de que sementes de arroz vermelho possuem substâncias fungicidas ou fungistáticas, tanto na casca como no tegumento, que inibem a ação de fungos, especialmente saprófitas, comumente encontrados em sementes de arroz cultivado (SANTOS et al. 1995). Por outro lado, o período de dormência das sementes de arroz vermelho varia grandemente com o biótipo (NOLDIN, 1995).

As discrepâncias entre flora e banco de sementes, podem ser consideráveis. Em termos numéricos, ROBERTS (1981) menciona que, a densidade de flora em um determinado local é apenas dois à 10% da encontrada no banco de sementes. Para arroz vermelho, CIROLINI et al. (1995), constataram que na média de 3 anos a densidade de flora da

espécie daninha é de 20% das sementes contidas no banco de sementes na profundidade de 0-10cm.

A precocidade e o degrane natural do arroz vermelho se caracteriza como um dos principais problemas para o seu controle. Em trabalho conduzido por VIZZOTTO et al. (1994), constatou-se que aos 15 dias após a floração, as panículas do arroz vermelho apresentava cerca de 4% de degrane com teor de umidade de 40%, e com 34% de degrane aos 18 dias após a floração. Salienta-se assim, que o arroz vermelho tem uma grande capacidade de alimentar o banco de sementes, que aliado a grande percentagem de sementes dormentes e a longa duração da dormência, tornam o banco de sementes o maior problema para sua erradicação das lavouras de arroz irrigado.

Efeito do manejo do solo na dinâmica do banco de sementes

A dormência e a germinação de sementes de plantas daninhas são reguladas por uma complexa interação de fatores ambientais, edáficos, fisiológicos e genéticos. Inúmeras práticas agronômicas podem afetar estes fatores, primariamente alterando o ambiente físico das sementes no solo (DYER, 1995).

Determinadas práticas agrícolas, influenciam a dinâmica populacional, a composição específica e a densidade das sementes das plantas daninhas no solo (BRENCHLEY & WARRINGTON, 1933; HARPER, 1957; FROUD-WILLIAMS et al. 1983; BURNSIDE et al., 1986; BLANCO & BLANCO, 1991; VOLL et al. 1996), por afetar a quantidade de sementes que retornam e que são removidas do solo (WILSON, 1988).

DEBAEKE & SEBILLOTE (1988) e KROPFF (1988) verificaram que a composição quantitativa e qualitativa da flora daninha de um local reflete o sistema de cultivo em uso. Os autores apresentaram um modelo descritivo que envolve em banco de sementes, o estabelecimento de plântulas, a produção de novas sementes e sua distribuição com retorno ao solo.

A prática de pousio para o controle de plantas daninhas tem uma longa história de sucesso, embora trabalhos recentes sugere que culturas competitivas também podem ser bem sucedidas, assim como sistemas alternados cultura/pousio visando a supressão das plantas daninhas em alguns casos (DERSKEN et al., 1994).

As modificações do ambiente, pela aração e gradagem do solo e o início do período chuvoso e quente, favorecem a quebra da dormência ambiental (quiescência) por fatores adversos à germinação, presentes no período anterior como estiagem, temperaturas baixas, solo sombreado por cobertura vegetal e baixo teor de oxigênio em solo sem cultivo (BLANCO & BLANCO, 1991). Nesse sentido, WORSHAM (1982) se refere a um estudo de CHANCELLOR em que este classifica a resposta de espécies daninhas ao cultivo nas seguintes categorias: a) resposta a aração: as espécies necessitam cultivações freqüentes para sobrevivência; b) resposta inversa: populações decrescem com o aumento do número de cultivações; e, c) resposta intermediária: as espécies necessitam de poucas ou algumas cultivações, no período crítico de sobrevivência.

Quando a entrada de sementes para o banco de sementes é impedida, o seu tamanho vai diminuindo, a uma taxa constante no tempo e variando inversamente com a profundidade (KELLMAN, 1978). Entretanto, a taxa de saída de sementes do solo é relativamente uniforme para diferentes profundidades sob condições de não perturbação; mas em áreas com culturas em sucessão, com solo freqüentemente perturbado por aração (plantio convencional), essa taxa é variável e está associada com a profundidade em que o solo é revolvido (FROUD-WILLIAMS et al., 1983). Por outro lado, o cultivo mínimo e o cultivo superficial tendem a acelerar o decréscimo de sementes recém caídas no solo por indução à germinação ou perda de viabilidade (CARMONA, 1992)

Os níveis de fertilidade do solo, particularmente altos teores de nitrito e nitrato, podem estimular a germinação de sementes dormentes de inúmeras espécies (DYER, 1995), sendo que, dentre as formas de nitrogênio, o nitrito de sódio é mais efetivo que nitrato na quebra de dormência de sementes de arroz vermelho (COHN et al., 1983).

Alternativas de Controle

Como o arroz vermelho é semelhante ao arroz cultivado, não há um método que usado isoladamente controle o arroz vermelho eficientemente. NOLDIN & ISHIY (1988) preconizam a adoção de diversas práticas de manejo visando o controle do arroz vermelho, dentre elas, o uso de sementes isentas de arroz vermelho, mobilização do solo com gradagens no período em que não é cultivado o arroz; controle manual (roguing); uso do sistema de sementes pré-germinadas; rotação de culturas; sistemas de manejo d'água; transplante de mudas; semeadura direta e cultivo mínimo.

O uso de medidas preventivas é sugerido por ABUD (1987), dentre elas, o uso de sementes livres de arroz vermelho e limpeza de máquinas e equipamentos agrícolas; métodos culturais, como: o trabalho do solo, uso de densidade de semeadura recomendada, manejo da água de irrigação e rotação de culturas; e ainda o controle químico. BAKER & SONNIER (1981), afirmam além disso, que para o controle do arroz vermelho é necessário um programa integrado incluindo desde a rotação de culturas, plantio na água, manejo da água, uso de herbicidas, manejo da cultura e o controle biológico, visando não só reduzir o banco de sementes no solo como também prevenir a sua introdução em áreas sem infestação por arroz vermelho.

CAPÍTULO I

SISTEMAS DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO PARA O CONTROLE DE ARROZ VERMELHO

RESUMO

O arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) é um dos principais problemas da lavoura de arroz (*O. Sativa* L.) irrigado do Estado do Rio Grande do Sul. Alternativas para seu controle vêm sendo pesquisadas, sendo que, algumas não têm demonstrado eficiência ou viabilidade para as diferentes condições de manejo das lavouras do Estado. No sentido de avaliar algumas destas alternativas nas condições da Depressão Central do Estado, foi conduzido um experimento a campo, por dois anos consecutivos na mesma área (1996/97 e 1997/98), em solo de várzea classificado como Planossolo, com infestação natural de 554 (402-893) sementes viáveis de arroz vermelho por m². O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições no primeiro ano e três no segundo. Os tratamentos constaram dos seguintes sistemas de cultivo de arroz irrigado: [T1] - Semeadura convencional; [T2] - 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.); [T3] - Semeadura convencional de arroz irrigado, antecedida da aspersão e incorporação de 2,4-D amina (8,64 kg/ha) 25 dias antes da semeadura; [T4] - Cultivo mínimo (primeiro ano) e semeadura direta (segundo ano); [T5] - Mix de pré-germinado: semeadura com sementes pré-germinadas em área preparada para o cultivo mínimo; [T6] - Transplante de mudas; [T7] - Pré-germinado. Os tratamentos [T2] e [T3] foram instalados apenas no primeiro ano e os tratamentos [T6] e [T7] apenas no segundo ano. No primeiro ano, a semeadura do arroz foi realizada em 24/12/96 utilizando-se a cultivar 'IRGA-

416', de ciclo precoce; enquanto que a semeadura no segundo ano ocorreu no dia 10/12/97, utilizando-se a cultivar 'IRGA 417', de ciclo médio. As demais práticas de manejo foram aquelas preconizadas para a cultura. Fez-se o levantamento prévio do banco de sementes de arroz vermelho no solo, e também a viabilidade das sementes pelo teste de Tetrazólio. Os resultados do primeiro ano de cultivo (safra 1996/97) demonstraram que o mix de pré-germinado, o cultivo mínimo e a semeadura convencional com aspersão de 2,4-D foram os tratamentos que proporcionaram melhor controle do arroz vermelho e os maiores valores de rendimento de grãos, destacando-se o mix de pré-germinado. No segundo ano (safra 1997/98), os melhores resultados foram obtidos com o transplante de mudas e o sistema pré-germinado, sendo que o mix de pré-germinado foi prejudicado pela emergência tardia do arroz, devido provavelmente ao excesso de palha na superfície do solo. Em vista do exposto, pode-se concluir que os tratamentos com instalação da cultura sobre lâmina de água, quer seja através do transplante de mudas ou com sementes pré-germinadas, proporcionam melhor controle do arroz vermelho, com reflexo positivo no rendimento de grãos do arroz cultivado.

INTRODUÇÃO

O arroz vermelho é a planta daninha de maior importância na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, que responde por aproximadamente 40% da produção de arroz do Brasil.

Esta planta daninha afeta o arroz cultivado, através da competição por luz, nutrientes e espaço físico (SMITH Jr., 1981), além das evidências de que libere aleloquímicos através de exudatos radiculares que prejudicam o desenvolvimento inicial do arroz cultivado (STEVENSON, 1967; CHOU & LIN, 1976; FLECK, et al. 1997).

Além da drástica redução da produtividade, pois estima-se que uma panícula de arroz vermelho por metro quadrado causa redução de 18 kg/ha (SOUZA & FISCHER, 1986; MONTEALEGRE E VARGAS, 1989), o arroz vermelho causa perda da qualidade dos grãos colhidos, através do aumento da percentagem de grãos quebrados (CARMONA et al., 1996), e o aumento do teor de umidade dos grãos (SMITH, 1981). Além disso, o arroz vermelho causa prejuízos de ordem variada e de difícil quantificação, devido ao acamamento que pode ocorrer em lavouras com alta densidade populacional da planta daninha (BALDWIN, 1978) e a redução do valor da terra por ser de difícil erradicação dos campos infestados (SMITH Jr., 1981).

A semeadura direta e/ou o cultivo mínimo de arroz irrigado são alternativas de controle do arroz vermelho, com vários trabalhos demonstrando a sua eficiência (ANDRADE, 1982; ABUD, 1987; MENEZES, 1991; OLIVEIRA, 1993; MARIOT et al. 1998). Porém, em anos com déficit hídrico, em que é necessário a irrigação da área para a emergência das plantas, inviabiliza o manejo desta planta daninha (ANDRES et al., 1997).

É possível o controle químico do arroz vermelho, com uso de molinate, aplicado em solo inundado (SMITH Jr. 1981; CATALA-FORNER, 1995) ou em semeadura convencional de arroz irrigado, desde que o arroz esteja protegido por anidrido naftálico, reduzindo assim a fitotoxicidade deste

herbicida nas plantas do arroz cultivado (AMARAL & TERRES, 1979; PRICE, 1977 apud KWON et al. 1991b; BIZZI, 1994).

Outra alternativa de controle químico é o uso de herbicidas que apresentam ação semelhante aos dos reguladores de crescimento, inibindo, modificando, desordenando a formação de células e de tecidos, chamados de auxínicos. Esses, a exemplo do 2,4-D-amina, quando incorporados ao solo, podem agir sobre as sementes do solo no início do processo de germinação, inibindo a emergência das plântulas de inúmeras plantas daninhas, dentre elas, o arroz vermelho; porém faz-se necessário um período mínimo de três semanas entre a aplicação do herbicida e a semeadura do arroz irrigado para redução dos efeitos fitotóxicos do 2,4-D sobre o arroz cultivado (AMARAL, 1997).

O uso de sementes pré-germinadas associado ao manejo da água, é outra alternativa eficiente no controle do arroz vermelho (SONNIER, 1978; NOLDIN, 1988; INFELD & SILVA, 1989; PETRINI et al., 1994; ANDRES et al., 1997; ISHIY & NOLDIN, 1997; MARIOT et al. 1998; SILVA et al., 1998), até mesmo sem drenagem posterior, proporcionando maior controle da planta daninha (ISHIY & NOLDIN, 1997). Este sistema de cultivo pode proporcionar controle de 80 a 90% (HUEY & BALDWIN, 1978; KLOSTERBOER, 1978).

Outra alternativa de grande eficiência no controle do arroz vermelho é a instalação da cultura do arroz irrigado através do transplante de mudas (NOLDIN, 1988).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de sistemas de implantação da lavoura de arroz irrigado no controle do arroz vermelho e deste sobre a produtividade da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido por dois anos em área de várzea do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Depressão Central do Rio Grande do Sul, nos anos agrícolas de 1996/97 e 1997/98, em solo classificado como Planossolo, pertencente a unidade de mapeamento Vacacaí (BRASIL, 1973), com infestação natural média de 554 sementes viáveis de arroz vermelho por metro quadrado. O clima da região se enquadra na classe “Cfa” da classificação de Köppen, temperado moderado chuvoso (MORENO, 1961).

A área foi cultivada por vários anos com arroz irrigado e estava em pousio na safra anterior. Durante o mês de setembro de 1996, foi realizado o preparo do solo, através de uma gradagem pesada e duas gradagens de nivelamento, seguidas de aplainamento superficial. Após, foi realizada a demarcação das parcelas, que mediram 8m x 6m (48m²). Na ocasião, foi realizada amostragem de solo para estimar o banco de sementes de arroz vermelho, com auxílio de um trado de 0,1m de diâmetro à 0,1m de profundidade, através de 10 amostras por parcela.

Após a coleta, as amostras de solo foram lavadas e peneiradas com auxílio de peneira com malha de 2mm, para separação dos grãos de arroz vermelho do solo. Após a secagem, os grãos foram submetidas ao teste de tetrazólio. As sementes foram acondicionadas em papel germiteste úmido e levadas em câmara climatizada à temperatura de 25° C por um período de 8 horas. Em seguida, foram cortadas longitudinalmente para expor o embrião e embebidas em solução de tetrazólio (0,1%), retornando-se novamente à câmara climatizada na temperatura de 30 °C por um período de duas horas. A seguir foi realizada avaliação da viabilidade das sementes, através da cor, intensidade de coloração e partes do embrião coloridas. Foi utilizada para comparação tabela de coloração para a cultura do arroz irrigado.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições no primeiro ano e três no segundo. Os tratamentos constaram de

sistemas de semeadura de arroz irrigado, apresentados na Tabela 1. No primeiro ano não foram instalados os tratamentos [T6] e [T7] e no segundo ano os tratamentos [T2] e [T3] foram suprimidos.

TABELA 1 - Sistemas de cultivo de arroz irrigado, para o controle do arroz vermelho. Santa Maria, RS. 1999.

Tratamentos e descrição	Ano agrícola	
	1996/97	1997/98
[T1] - Semeadura convencional;	*	**
[T2] - 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] - Semeadura convencional de arroz irrigado, antecedida da aspersão e incorporação de 2,4-D amina (8,64 kg/ha), 25 dias antes da semeadura;	*	ni
[T4] - Cultivo mínimo no primeiro ano e semeadura direta no segundo;	*	**
[T5] - Mix de pré-germinado: semeadura com sementes pré-germinadas em área preparada para o cultivo mínimo;	*	**
[T6] - Transplante de mudas;	ni	**
[T7] - Pré-germinado;	ni	**

* 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 de cultivo, no tratamento [T4] foi utilizado o sistema de cultivo mínimo, pois o solo foi preparado no mês de setembro, conforme foi exposto anteriormente. Após a emergência das plantas daninhas, efetuou-se a dessecação da vegetação existente e a semeadura foi realizada no 12º dia após a dessecação. No segundo ano, foi utilizado o sistema de semeadura direta do arroz. No primeiro ano após a colheita do arroz, foi semeado azevém a lanço, cuja produção de matéria seca foi estimada em 1.509 kg/ha. O arroz foi semeado sobre a cobertura morta do azevém dessecado 15 dias antes da semeadura.

No sistema mix de pré-germinado, a dessecação da área foi realizada 10 dias antes da semeadura de arroz.

Para a dessecação destas áreas nos dois anos de cultivo, utilizou-se o herbicida glyphosate (1,26 kg/ha) acrescido de óleo mineral emulsionável (0,5% v./v.), aspergidos com auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂ com vazão correspondente a 80 l/ha.

No primeiro ano agrícola (safra 1996/97) a semeadura do arroz, foi realizada em 24 de dezembro de 1996, utilizando-se a cultivar 'IRGA 416' de ciclo precoce, enquanto que no segundo ano (safra 1997/98), a semeadura ocorreu em 10 de dezembro de 1997, utilizando-se a cultivar 'IRGA 417', que é de ciclo médio.

A densidade de semeadura foi de 200 kg/ha de sementes, para a semeadura em solo seco e 120 kg/ha para a semeadura em lâmina de água, com objetivo de obter densidade de 300 plantas/m². A dubação foi realizada com 200 kg/ha da fórmula 5-20-20, conforme análise de solo (Anexo I). A adubação de cobertura foi de 40 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia, parcelado 20 kg/ha no início do perfilhamento e 20kg/ha na iniciação do primórdio floral (IPF).

Nos tratamentos com semeadura em solo seco (sistema convencional e direto), a semeadura do arroz foi realizada com auxílio de uma semeadora adubadora para semeadura direta, com espaçamento de 0,18m entre linhas.

Nos tratamentos com semeadura em água com sementes pré-germinadas, as sementes foram previamente acondicionadas em saco de ráfia, submersas em água por 24 horas (período de embebição), retiradas e deixadas à sombra por mais 24 horas (período de incubação); e após o caulículo atingir o tamanho de 1mm, procedeu-se a semeadura, realizada manualmente, a lanço, sobre uma lâmina de água de cerca de 0,05m de altura.

No sistema de transplante de mudas, a semeadura das sementes de arroz foi realizada em caixas de madeira sobre uma camada de solo de 0,02m, cobrindo-se as sementes com uma fina camada de solo. Realizou-se irrigações diárias e procedeu-se o transplante das mudas manualmente, quando as plântulas encontravam-se no estágio de duas a três folhas, em solo saturado com água. O espaçamento entre fileiras foi de 0,30m e a

distância de 0,12m entre as plantas na fileira, com 7 a 10 plântulas de arroz em cada local de transplante.

Nos sistemas de semeadura em solo seco, a irrigação foi realizada 25 dias após a emergência do arroz, mantendo-se uma lâmina de água de aproximadamente 0,08m até a maturação fisiológica do arroz.

Nos sistemas de semeadura em solo inundado, no ano agrícola 1996/97, no sistema mix de pré-germinado, a inundação da área foi realizada cinco dias após a dessecação e a semeadura do arroz, com sementes pré-germinadas, cinco dias após a inundação. Já no ano agrícola de 1997/98, para este tratamento, a inundação da área foi realizada 10 dias após a dessecação e a semeadura do arroz 25 dias após a inundação. Para o tratamento pré-germinado, foi feito preparo do solo com enxada rotativa auto-propelida, e a inundação da área foi realizada 25 dias antes da semeadura.

O controle das plantas daninhas, nos sistemas com semeadura em solo seco (cultivo mínimo e convencional), foi realizada com mistura de tanque de propanil (1,08 kg/ha) com clomazone (0,25 kg/ha), e para os sistemas de semeadura de arroz em solo inundado (pré-germinado, mix de pré-germinado e transplante de mudas) utilizou-se a mistura de tanque de pyrazosulfuron-etil (0,015 kg/ha) com metsulfuron-metyl (0,0024 kg/ha), aspergidos com auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂ com vazão correspondente a 80 l/ha.

Durante o período do inverno, em toda a área do experimento, foi cultivado azevém semeado a lanço, sobre a resteva do arroz.

Os parâmetros avaliados foram:

- número de sementes viáveis de arroz vermelho por m²;
- número de plantas e panículas de arroz vermelho por m², através de seis amostras por parcela, ao acaso, utilizando-se uma armação metálica de 0,5m x 0,5m (0,25m²)
- rendimento de grãos através da colheita manual de duas áreas de 3m x 2m (6m²) em cada parcela, totalizando 12m². Após a colheita, o arroz trilhado e limpo, pesado e sua umidade corrigida para 13%;

- esterilidade de espiguetas foi obtida através da contagem das espiguetas cheias e estéreis de 25 panículas coletadas ao acaso na área útil da parcela;
- renda do benefício, através do processamento de 100g de amostra por parcela;
- percentagem de arroz vermelho na amostra após beneficiamento, através do descasque de 100g de arroz, separação e a pesagem dos grãos de arroz vermelho e de arroz branco;
- e número de sementes de arroz vermelho por 500g de arroz colhido.

Os dados brutos de número de plantas e de panículas de arroz vermelho/m² podem ser afetados pela quantidade inicial de sementes no solo. Com vista a eliminar este efeito, foi realizado monitoramento parcela a parcela, calculando-se as relações as seguintes relações:

- taxa de emergência do banco de sementes, através do percentual de plantas de arroz vermelho emergidas em relação as sementes do solo: $\frac{\text{plantas} * 100}{\text{sementes}}$;
- o percentual de panículas emitidas em relação as sementes do solo: $\frac{\text{panículas} * 100}{\text{sementes}}$;
- e o número de panículas por planta: $\frac{\text{panículas}}{\text{plantas}}$.

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. Os valores em percentagem, antes de serem submetidos a análise da variância, foram transformados para $\arcsen \sqrt{\frac{\% + \alpha}{100}}$, e os dados de banco de sementes foram transformados para $\sqrt{x + \alpha}$ (STORCK & LOPES, 1997), sendo $\alpha=0,50$, para a normalização da sua distribuição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área experimental apresentava infestação uniforme por arroz vermelho (Tabela 2), não observado-se diferença significativa entre os tratamentos quanto ao número inicial de sementes de arroz vermelho contidas no banco de sementes.

Nesta mesma Tabela, verifica-se ainda que, no primeiro ano (ano agrícola 1996/97), o tratamento que proporcionou menor número de plantas de arroz vermelho por metro quadrado foi o sistema mix de pré-germinado. Já os tratamentos que proporcionaram menor número de panículas de arroz vermelho por metro quadrado e menor percentual de plantas e de panículas em relação ao banco de sementes do solo foram o convencional com 2,4-D, o cultivo mínimo e o mix de pré-germinado, com destaque para o último.

Os tratamentos com semeadura convencional, com ou sem aplicação de molinate, foram os que proporcionaram maiores valores de percentagem de panículas e plantas de arroz vermelho em relação ao banco de sementes do solo, mas sem diferirem do 2,4-D e do cultivo mínimo.

No segundo ano (ano agrícola 1997/98), na mesma Tabela, os tratamentos que tiveram instalação da cultura em solo inundado (mix de pré-germinado, transplante de mudas e pré-germinado) proporcionaram maior controle do arroz vermelho, expresso nas menores taxas de emergência de plantas e de panículas de arroz vermelho em relação ao banco de sementes de arroz vermelho. Já a semeadura convencional foi o tratamento com maior quantidade de arroz vermelho, com a semeadura direta situando-se com valores intermediários.

Estes dados são semelhantes àqueles encontrados por ANDRES et al. (1996) e ANDRES et al. (1997), os quais verificaram que a semeadura convencional e a semeadura direta proporcionaram maior emergência de panículas de arroz vermelho que o sistema de semeadura de arroz em lâmina de água com sementes pré-germinadas.

TABELA 2 - Número médio sementes viáveis de arroz vermelho (AV) no banco de sementes do solo (B.S.V), de plantas (Pla.) e panículas (Pan.) de AV emergidas durante o ciclo da cultura, e suas relações, nas safras agrícolas de 1996/97 e 1997/98. Santa Maria, RS. 1999.

Tratamentos	Ano agrícola de 1996/97						Ano agrícola de 1997/98					
	Número/m ²				% em relação as B.S.V. ^{II}		Número/m ²				% em relação as B.S.V. ^{II}	
	B.S.V. ^I	Pla.	Pan.	Pan./pla	Pla.	Pan.	B.S.V. ^{II}	Pla.	Pan.	Pan./pla	Pla.	Pan.
[T1] Convencional	402 ^{ns}	52 a*	172 a	2,9 ^{ns}	26,5 a	82 a	919 ab	200 a	242 a	1,5 ^{ns}	40,65 a	69,5 a
[T2] Molinate	454	43 a	137 a	3,1	12,9 ab	40 b	---	---	---	---	---	---
[T3] 2,4-D	555	25 a	77 ab	2,8	5,1 ab	17 bc	---	---	---	---	---	---
[T4] Mínimo/Direto	893	22 a	47 ab	2,3	4,9 ab	12 bc	285 b	20 b	66 b	3,3	10,86 b	35,1 ab
[T5] Mix	416	3 b	10 b	3,3	0,6 b	2 c	184 b	4 b	15 c	3,9	2,82 b	10,4 bc
[T6] Transplante	---	---	---	---	---	---	3.616 a	2 b	7 c	3,1	0,07 b	0,2 c
[T7] Pré-germin.	---	---	---	---	---	---	2.471 ab	1 b	1 c	2,0	0,06 b	0,1 c
Média	544	29	89	2,9	10,0	30	1.495	45,3	66,2	2,8	10,9	23,1
CV%	47,7	37,3	49,4	24,8	70,2	37,7	53,0	53,1	29,1	35,5	57,7	56,7

^{ns} F-teste não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

* Médias não ligadas por mesma letra diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

^I Número médio de sementes de arroz vermelho encontradas antes da semeadura do experimento, média de 10 amostras de solo por parcela. Para análise, dados transformados para: $\sqrt{x+0,5}$

^{II} Média das percentagens de cada repetição, para análise foram transformados para: $\arcseno \sqrt{\frac{\% + 0,5}{100}}$

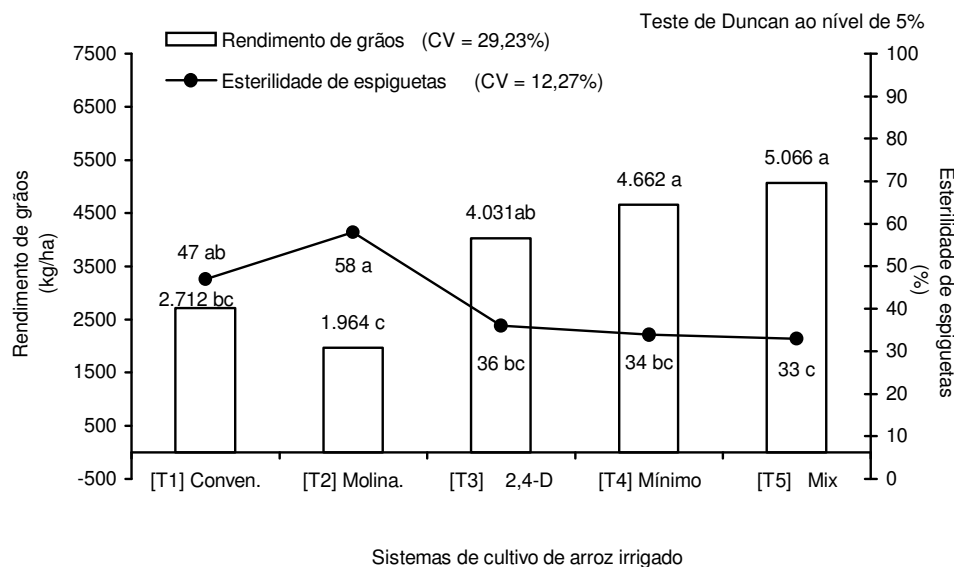
O baixo controle do arroz vermelho proporcionado pelo sistema de semeadura direta, no segundo ano de cultivo (ano agrícola 1997/98), deveu-se a ocorrência de chuvas pesadas antes da semeadura, sendo que, quando procedeu-se a semeadura, muitas sementes de arroz vermelho provavelmente já haviam iniciado o processo de germinação. Grande quantidade de sementes da planta daninha estavam em diversas fases de imbebição e germinação, favorecendo o arroz vermelho, que emergiu escalonado, parte antecipado à emergência da cultura, e parte junto do arroz cultivado, prejudicando a eficiência do sistema de plantio direto no controle de arroz vermelho. Resultados similares aos verificados por ANDRES et al. (1997).

A percentagem de plantas de arroz vermelho em relação às sementes contidas no banco de sementes do solo (taxa de emergência) foi de 21% na média de dois sistemas de cultivo (convencional e direto) e na média dos dois anos (Tabela 2), corroborando com dados de CIROLINI et al. (1995), que verificaram, na média de três anos, a emergência do arroz vermelho, em dois sistemas de cultivo (convencional e direto) situou-se ao redor de 20%.

Nos dois anos de cultivo, não observou-se diferença entre os tratamentos, com relação ao número de panículas por planta de arroz vermelho, sendo a média de 2,9 panículas por planta no primeiro ano de cultivo e 2,8 panículas por planta no segundo ano (Tabela 2). Isto demonstra a habilidade competitiva do arroz irrigado, que limitou o desenvolvimento do arroz vermelho, mesmo quando este encontrava-se em baixa população.

O melhor controle do arroz vermelho apresentado pelos tratamentos mix de pré-germinado, cultivo mínimo e semeadura convencional com aplicação de 2,4-D, proporcionou maiores valores de rendimento de grãos no primeiro ano nestes tratamentos (Figura 1). O menor rendimento de grãos e a maior esterilidade de espiguetas foram verificadas no sistema de semeadura de arroz irrigado com molinate incorporado ao solo, devido ao atraso na emergência do arroz e ao menor controle do arroz vermelho como foi mostrado na Tabela 2. O menor controle do arroz vermelho ocorreu, porque após a aplicação do herbicida não houve precipitação até 15 dias após a incorporação do produto, este período seco é prejudicial à ação de

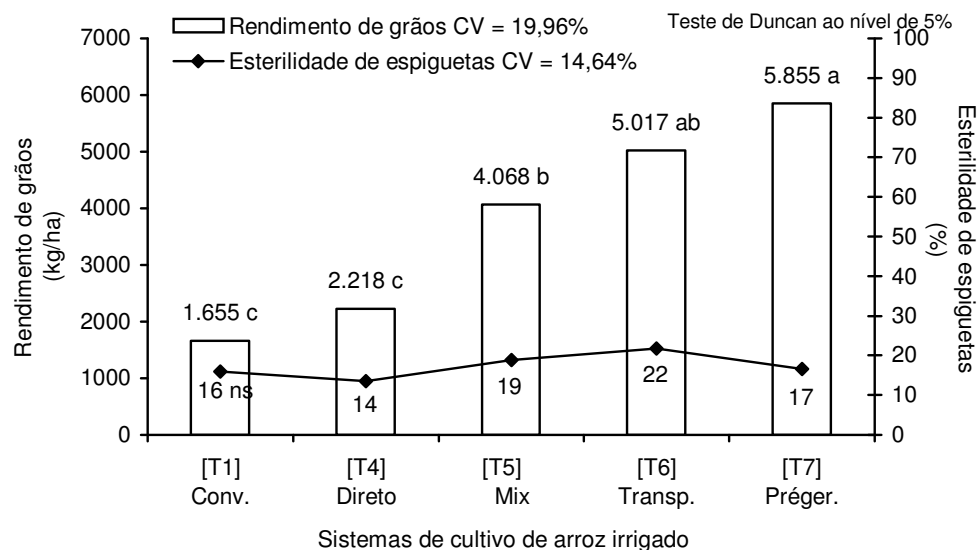
herbicidas de ação de solo, que requerem a presença de umidade no solo, afora que neste período o produto ficou sujeito a perdas por volatilização, degradação microbiana, etc...



Para análise, dados de percentagem transformados para: $\arcsen \sqrt{\frac{\% + 0,5}{100}}$

FIGURA 1 - Rendimento de grãos do arroz irrigado 'cv. IRGA 416', em resposta a diversos sistemas de semeadura em área infestada por arroz vermelho, no primeiro ano de cultivo, ano agrícola 1996/97. Santa Maria, RS. 1999.

No primeiro ano de cultivo, o rendimento de grãos de arroz irrigado (Figura 1) foi baixo, devido, em parte, a ocorrência de dias com temperatura abaixo da crítica (17 °C) para o florescimento do arroz (ANEXO II), que expressou-se através da elevada esterilidade de espiguetas (Figura 1). Já no segundo ano (Figura 2) a baixa produtividade do arroz deveu-se à ocorrência do fenômeno "El Niño", que causou excesso de chuva durante todo o ciclo da cultura (ANEXO III), com conseqüente menor insolação no período (ANEXO IV). Outro fator que contribuiu para a produtividade média do experimento foi a baixa produtividade dos sistemas que proporcionaram menor controle do arroz vermelho.



^{ns} Teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro
 Para análise dados em percentagem transformados para: $\arcsen \sqrt{\frac{\% + 0,5}{100}}$

FIGURA 2 - Rendimento de grãos do arroz irrigado ‘cv. IRGA 417’ em resposta a diversos sistemas de semeadura em área infestada por arroz vermelho, no segundo ano de cultivo, ano grícola 1997/98. Santa Maria, RS. 1999.

No segundo ano de cultivo (Figura 2), os maiores valores de rendimento de grãos foram obtidos nos tratamentos com semeadura em solo inundado (pré-germinado, transplante de mudas), devido principalmente ao melhor controle do arroz vermelho.

Neste ano, devido a ocorrência do fenômeno “El niño”, houve grande percentagem de formação de panículas de arroz vermelho na semeadura direta, maior que no ano anterior (Tabela 2), afetando diretamente o rendimento de grãos do arroz (Figura 2), que foi baixo em relação aos demais tratamentos, com valor semelhante a semeadura convencional. A diferença no comportamento do sistema de plantio direto com relação ao rendimento de grãos entre anos, foi também verificada por MACEDO et al. (1997), sendo que em dois anos o arroz cultivado no sistema de plantio direto produziu menos que no sistema convencional e em um ano não diferiu do convencional.

No mix de pré-germinado, no segundo ano, o rendimento de grãos foi baixo, quando comparado com os outros sistemas de semeadura em água (pré-germinado e transplante de mudas) em função da dificuldade de estabelecimento das plantas neste sistema. As sementes pré-germinadas foram semeadas sob solo inundado, e dois dias após verificou-se que o caulículo apresentava-se escurecido e sem atividade. Procedeu-se nova semeadura e outra vez verificou-se o dano, sendo que o estabelecimento da cultura ocorreu após a terceira semeadura, quando deixou-se água corrente dentro das parcelas.

O dano causado ao arroz pode ter sido resultado do excesso de palha de azevém (*Lolium multiflorum*) (1.498 kg/ha) sobre o solo, pois no pré-germinado, semeado em solo preparado com formação de lodo, o dano não foi verificado. MENDT & BRAVERMAN (1995) levantaram a hipótese, em seu experimento, que o baixo estande inicial das plantas de arroz, verificado neste sistema poderia ser causado pela barreira física das plantas mortas, dificultando o contato das raízes com o solo, causando morte das plântulas. Por outro lado, GOMES & KRAUSE (1989) verificaram redução da massa seca da parte aérea do arroz, pela aplicação de extrato aquoso do sistema radicular de azevém, sugerindo possível efeito de aleloquímicos. MENEZES et al. (1997b) verificaram que a população inicial do arroz foi afetada pela elevada quantidade de massa seca do azevém, quando comparado com outras coberturas de inverno no sistema plantio direto, mas não houve efeito no rendimento de grãos.

BOLLICH et al. (1995) também verificaram ocorrência de redução do estande de plantas, quando a semeadura foi efetuada no sistema mix de pré-germinado, e isto foi dependente do tipo de cultura de cobertura. Os mesmos autores também verificaram menor controle do arroz vermelho com o mix de pré-germinado, quando comparado ao transplante de mudas.

A Tabela 3 mostra o coeficiente de correlação de Spearmann entre os parâmetros mensuradas, demonstrando, no primeiro ano, alta correlação negativa dos parâmetros esterilidade de espiguetas, plantas e panículas de arroz vermelho por metro quadrado com a variável rendimento de grãos, demonstrando assim a alta correlação negativa do arroz vermelho com o

rendimento de grãos do arroz irrigado. A esterilidade de espiguetas no primeiro ano deveu-se a presença de arroz vermelho (correlação de 0,43), ficando claro o efeito climático nesta variável. No segundo ano verificou-se também alta correlação negativa do arroz vermelho com o rendimento de grãos de arroz irrigado.

TABELA 3 - Coeficiente de correlação de Spearmann, entre características do arroz vermelho e do arroz irrigado, em dois anos de cultivo. Santa Maria, RS. 1999.

Ano agrícola 1996/97				
	Rendimento	Esterilidade	Plantas	Panículas
Rendimento	1	---	---	---
Esterilidade	-0,84*	1	---	---
Plantas	-0,70*	0,37*	1	---
Panículas	-0,71*	0,43*	0,94*	1
Ano agrícola 1997/98				
Rendimento	1			
Esterilidade	0,20	1		
Plantas	-0,69*	-0,14	1	
Panículas	-0,81*	-0,13	0,96*	1

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

No primeiro ano de cultivo verificou-se que a esterilidade de espiguetas do arroz foi afetada pela presença de arroz vermelho (Tabela 3), o que não ocorreu no segundo ano (Tabela 3). Dados similares ao do segundo ano são relatados por ABUD (1988), onde aumento do número de plantas e panículas de arroz vermelho por metro quadrado não influenciaram a esterilidade de espiguetas do arroz irrigado.

Na Tabela 4, são apresentados os valores de percentual de grãos inteiros e renda do benefício (inteiros + quebrados), que apesar da alta percentagem de arroz vermelho nos tratamentos convencional (7,64%) e molinate + anidrido (9,70%) no primeiro ano (Tabela 5) e do convencional (26,16%) no segundo ano, não houve redução na qualidade de grãos colhidos, ao contrário do que foi obtido por OLIVEIRA & BARROS (1986) e MENEZES et al. (1997a). Estes últimos autores observaram que com o aumento da quantidade de arroz vermelho na amostra de arroz, no processo

de beneficiamento, o rendimento de grãos inteiros e a renda do benefício reduziram linearmente, sendo que para cada ponto percentual de arroz vermelho na amostra ocorreu um decréscimo de 0,27% do percentual de grãos inteiros e 0,11% da renda do benefício.

TABELA 4 - Renda de grãos inteiros e renda do benefício, em percentagem, em resposta à sistemas de implantação da cultura do arroz irrigado. Santa Maria, RS. 1999.

Tratamentos	Ano agrícola 1996/97		Ano agrícola 1997/98	
	Grãos inteiros	Renda do benefício	Grãos inteiros	Renda do benefício
	----- % ¹ -----			
[T1] Convencional	62 ^{ns}	67 ^{ns}	62 ^{ns}	68 ^{ns}
[T2] Molinate	60	67	---	---
[T3] 2,4-D	60	66	---	---
[T4] Mínimo/Direto	62	68	63	68
[T5] Mix	64	69	62	68
[T6] Transplante	---	---	62	69
[T7] Pré-germinado	---	---	62	69
Média	62	68	62	68
CV%	3,8	2,0	2,4	1,0

^{ns} F-teste não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

¹ Dados em percentagem, para análise foram transformados para $\arcsen \sqrt{\frac{\% + 0,5}{100}}$.

Com relação ao percentual de arroz vermelho na amostra de grãos de arroz após beneficiamento (Tabela 5), no mix de pré-germinado, foi observado o menor percentual 0,53% (64 grãos/500g), e no segundo ano 0,04% (30 grãos/500g) para o pré-germinado, valores baixos quando comparados com o sistema convencional, mas bastante altos, pois o ideal para sementes de arroz irrigado é que estejam isentas de vermelho, pois a principal forma de disseminação desta planta daninha para áreas não infestadas é através das sementes com arroz vermelho.

TABELA 5 - Quantidade de arroz vermelho na amostra de arroz após beneficiamento. Santa Maria, RS. 1999.

Tratamentos	Arroz vermelho na amostra beneficiada			
	Ano agrícola 1996/97		Ano agrícola 1997/98	
	Percentual de arroz vermelho ^I	Número de grãos por 500g	Percentual de arroz vermelho ^I	Número de grãos por 500g
[T1] Convencional	7,4 a*	2.062 a	26,16 a	5.160 a
[T2] Molinate	9,7 a	2.165 a	---	---
[T3] 2,4-D	1,6 b	333 b	---	---
[T4] Mínimo/Direto	0,8 b	192 b	3,71 b	793 b
[T5] Mix	0,5 b	64 b	0,41 b	82 b
[T6] Transplante	---	---	0,30 b	72 b
[T7] Pré-germinado	---	---	0,04 b	30 b
Média	4	964	6	1.227
CV%	38,6	45,2	74,5	81,8

* Médias não ligadas pela mesma letra, diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

^I Dados em percentagem, para análise foram transformados para $\arcsen \sqrt{\frac{\% + 0,5}{100}}$.

Os resultados da Tabela 5 estão aquém daquele encontrado por INFELD & SILVA (1989), que não observaram a ocorrência de arroz vermelho nos grãos de arroz após beneficiamento, quando a semeadura foi realizada com sementes pré-germinadas. Isto pode estar associado a diferenças na pressão de infestação inicial de sementes da planta daninha entre os dois experimentos.

CONCLUSÃO

A semeadura do arroz em solo inundado, seja no sistema pré-germinado, mix de pré-germinado ou transplante de mudas, proporciona maior controle do arroz vermelho do que a semeadura em solo seco.

CAPÍTULO II

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

RESUMO

A redução do banco de sementes é um dos aspectos mais importantes em um sistema de manejo integrado de plantas daninhas. Com o objetivo de avaliar o comportamento do banco de sementes de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) no solo, foi instalado um experimento a campo no ano agrícola de 1996/97 na Universidade Federal de Santa Maria, RS, em solo pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí, classificado como Planossolo, com infestação média de 516 (402-893) sementes viáveis de arroz vermelho por metro quadrado. Os tratamentos constaram de sistemas de semeadura de arroz irrigado e de alternativas de manejo do solo de várzea que são citados a seguir: [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.); [T3] - Arroz - semeadura convencional, antecedida da aspersão e incorporação de 2,4-D amina (8,64 kg/ha) 25 dias antes da semeadura; [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; [T7] - Arroz - sistema pré-germinado; [T8] - Arroz - semeadura direta, com roguing para retirada das plantas de arroz vermelho e evitar a contribuição de grãos para o banco de sementes; [T9] - Pousio do solo, com simulação de pastejo; [T10] - Sorgo no sistema de cultivo mínimo, com aspersão de atrazine (2,25 kg/ha) em pós-emergência precoce (arroz vermelho no estágio de duas a três

folhas); [T11] - Preparo do solo durante o verão (três preparos por safra). Destes tratamentos, no primeiro ano não foram instalados os tratamentos [T6], [T7] e [T8] e no segundo ano foram retirados os tratamentos [T2] e [T3]. Os resultados mostraram que no primeiro ano ocorreu redução do banco de sementes viáveis de arroz vermelho, proporcionado pelo cultivo mínimo de arroz irrigado, pelo mix de pré-germinado de arroz, pelo pousio do solo, pela cultivo mínimo de sorgo e pelo preparo de verão, em 22, 37, 79, 90 e 90%, respectivamente e aumento proporcionado pelo sistema de semeadura convencional de arroz, pela semeadura convencional de arroz com molinate e pela semeadura convencional de arroz com 2,4-D, na ordem de 246, 124 e 89%, respectivamente. No segundo ano, verificou-se aumento do banco de sementes na semeadura convencional e semeadura direta de arroz irrigado na ordem de 451 e 341%, respectivamente e redução no mix de pré-germinado, transplante de mudas, pré-germinado, roguing, pousio, sorgo e preparo de verão. Mereceu destaque o transplante de mudas e o pré-germinado que em apenas um ano de cultivo (1997/98) proporcionaram redução de 85 e 89% do banco de sementes, respectivamente, e o pousio do solo, sorgo e preparo de verão, que em dois anos de cultivo reduziram 100% do banco de sementes viáveis de arroz vermelho no solo. A partir do exposto pode-se concluir que a semeadura convencional de arroz irrigado é um sistema que promove aumento no banco de sementes de arroz vermelho, e a semeadura em solo inundado (mix de pré-germinado, pré-germinado ou transplante de mudas) são tão eficientes quanto a rotação com sorgo, o pousio do solo sem a presença de animais e o preparo de verão na redução do banco de sementes de arroz vermelho.

INTRODUÇÃO

O arroz vermelho é a principal planta daninha da cultura do arroz irrigado, sendo de difícil controle, pois pertence à mesma espécie do arroz cultivado (*Oryza sativa* L.) (CRAIGMILES, 1978).

Dentre as características principais desta planta daninha, destaca-se o degrane das sementes (VIZZOTTO et al., 1994; MARCHEZAN & CIROLINI, 1996), que aliado à sua longevidade (GOSS & BROWN, 1939; GUIMARÃES, 1967 apud SOUZA, 1972; BARROS, 1994; NOLDIN, et al., 1995), tornam o banco de sementes o fator primordial no seu controle.

Segundo a classificação de THOMPSON & GRIME (1979), o banco de sementes de arroz vermelho pode ser classificado como “persistente”, que é aquele cuja germinação excede o período de um ano após a dispersão.

O banco de sementes tem uma grande importância no manejo de plantas daninhas; CARMONA (1992) cita frase de LEBARON (1990) presidente da Sociedade Americana de Plantas Daninhas (WSSA) que sumariou esta importância: *“Se pudéssemos de alguma maneira desencadear a germinação de todas ou da maioria das sementes de plantas daninhas simultaneamente, induzir a dormência permanente ou matá-las, haveria cada vez menor necessidade de herbicidas em cada acre de terra”*.

Nos ecossistemas vegetais, a composição qualitativa e quantitativa da flora daninha em um local, reflete o sistema de cultivo em uso (DEBAEKE & SEBILOTE, 1988).

O tamanho e composição botânica de uma população de sementes no solo num dado momento é o resultado do balanço entre entrada de novas sementes e perdas por germinação, deterioração, predação e transporte por vários agentes, sendo que qualquer método de controle de plantas daninhas deve levar em conta estes fatores, reduzindo a entrada de sementes ou aumentando suas perdas, ou ainda integrando estes dois fatores (CARMONA, 1992).

Dentre os métodos de controle das plantas daninhas, o mais antigo e popular é o pousio do solo durante certo período (ROBERTS & DAWKINS, 1967; ROBERTS & FEAST, 1972), destacando-se o pousio com preparo de solo durante o verão (ROBERTS & DAWKINS, 1967).

Inúmeras pesquisas tem demonstrado que a mobilização freqüente do solo incrementa a emergência de inúmeras plantas daninhas (BANTING, 1966; ROBERTS & DAWKINS, 1967; ROBERTS & FEAST, 1972; FROUD-WILLIAMS et al., 1983; MOHLER & GALFORD, 1997), reduzindo a quantidade de sementes no banco de sementes do solo.

Para o arroz vermelho, o preparo intensivo do solo no verão é uma medida eficiente de controle (MARQUES 1986), sendo que a mobilização do solo através de gradagens durante o pousio, por um período de dois anos, reduz significativamente a quantidade de sementes de arroz vermelho. Com o trabalho do solo, as sementes encontram condições para germinar e emergir, podendo ser controladas sucessivamente, possibilitando destruir três ou quatro camadas de arroz vermelho durante a primavera/verão (HUEY & BALDWIN, 1978; SONNIER, 1978).

A base que promove a germinação das sementes pelo distúrbio do solo não é bem conhecida, mas sabe-se que a exposição à luz, o incremento na aeração do solo, o incremento na perda de inibidores voláteis do solo e o movimento das sementes para locais mais favoráveis para germinação são alguns dos possíveis fatores (CHEPIL, 1946; EGLEY, 1986).

Por outro lado, a profundidade das sementes no perfil do solo é fator importante na emergência das plântulas de plantas daninhas. Sementes localizadas próximo à superfície do solo emergem mais rápido e perdem viabilidade em maiores taxas do que aquelas localizadas em maiores profundidades (MOHLER, 1993; MOHLER & GALFORD, 1997; THEISEN, 1998). Em conseqüência, a redução da quantidade de sementes é maior em menores profundidades (STOLLER & MAX, 1974), pois na superfície do solo as condições são melhores para germinação (BANTING, 1966) e estão mais sujeitas à patógenos e predadores (TAYLORSON, 1970). Este fato também

foi verificado para sementes de arroz vermelho (ROTA, 1983, PETRINI et al. 1993a e NOLDIN, 1995).

Em trabalho de NOLDIN (1995), as sementes de arroz vermelho alocadas a 5cm da superfície do solo perderam a viabilidade em menos de 17 meses, para todos os ecótipos testados, enquanto que a 25cm de profundidade alguns ecótipos mantiveram a viabilidade por mais de 24 meses. Corroborando com isto, PETRINI et al. (1998a), obteve redução de 74% do banco de sementes de arroz vermelho nos primeiros 5cm de solo, em área em pousio de maio a outubro. Estes dados demonstram que a não mobilização do solo após a colheita é uma ótima opção para a redução gradativa do banco de sementes.

A rotação do arroz irrigado com culturas de sequeiro, em área de várzea, tem sido apontada como alternativa eficiente para o controle do arroz vermelho (SMITH Jr. 1976; SMITH Jr., 1981; BRAVERMAN et al. 1985; GRIFFIN & HARGER, 1986; SMITH Jr., 1989; MARCHEZAN, 1995; MARCHEZAN et al. 1995; CORADINI et al. 1998; PETRINI et al. 1998), promovendo também aumento do rendimento de grãos do arroz cultivado semeado na seqüência da rotação (MONTEALEGRE & VARGAS, 1989 e PAULETTO et al., 1991). MONTEALEGRE & VARGAS (1989) verificaram que a rotação de arroz com sorgo, reduz sensivelmente a população de arroz vermelho da área, quando utiliza-se o herbicida atrazine para o controle do arroz vermelho. A redução da quantidade de sementes de arroz vermelho no solo pela rotação de culturas também foi verificada por MARCHEZAN et al. (1995) e CORADINI et al. (1998).

A rotação de culturas pode ser feita, por exemplo, com culturas de verão como a soja, o milho, o sorgo ou pastagens de verão ou inverno, utilizando-se a interação lavoura-pecuária, conforme a necessidade/interesse/conveniência da propriedade e o mercado de produtos agrícolas (MARCHEZAN, 1995). A rotação de culturas é um método eficiente no controle do arroz vermelho, desde que se utilize produtos adequados e realize uma aplicação eficiente (MARCHEZAN et al. 1995).

Outra forma de redução do banco de sementes de arroz vermelho é a utilização de sistemas de semeadura de arroz irrigado que proporcionem menor emergência desta planta daninha, como é o caso da semeadura de arroz em solo inundado, como o pré-germinado, o mix de pré-germinado (semeadura de sementes pré-germinadas em área preparada para cultivo mínimo) e o transplante de mudas (NOLDIN, 1988, PETRINI et al., 1993b; BIZZI, 1994; CATALA-FORNER, 1995; ANDRES et al. 1997, SILVA et al. 1998) com a conseqüente redução do banco de sementes de arroz vermelho do solo (PETRINI et al., 1993b; PETRINI et al., 1996; MACHADO et al., 1998).

O sistema de semeadura direta, em alguns anos promove adequado controle do arroz vermelho (MENEZES, 1991; OLIVEIRA, 1993; BIZZI, 1994). Em outros, com problemas climáticos durante a emergência da cultura, o controle deixa a desejar (ANDRES et al. 1997), podendo ocorrer aumento no banco de sementes (MACHADO et al. 1998).

Pouco se sabe a respeito da dinâmica do banco de sementes de arroz vermelho nas condições de utilização do solo de várzea citadas acima.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução do banco de sementes de arroz vermelho em diversos sistemas de implantação da lavoura de arroz irrigado e em alternativas de manejo do solo de várzea.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de várzea do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, em solo classificado como Planossolo, da unidade de mapeamento Vacacaí (BRASIL, 1973), com infestação natural média de 516 sementes viáveis de arroz vermelho por metro quadrado.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições no primeiro ano e três no segundo. Os tratamentos, com a descrição e o ano de execução constam na Tabela 6.

TABELA 6 - 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, antecedido 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 estágio de duas a três folhas);	*	**
[T11] -Preparo do solo durante o verão (três preparos por safra).	*	**

* Quatro repetições;

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

ni = não instalado.

A área do estudo estava em pousio há um ano, após vários anos de cultivo de arroz. O solo foi preparado durante o mês de setembro de 1996, através de uma gradagem pesada e duas gradagens de nivelamento, seguido de aplainamento superficial. Quando foi realizada a demarcação das parcelas, que mediram 8m x 6m (48m²).

No primeiro ano de cultivo, no tratamento [T4] foi utilizado o sistema de cultivo mínimo, pois o solo foi preparado no mês de setembro, como exposto anteriormente. Após a emergência das plantas daninhas, efetuou-se a dessecação da vegetação existente e a semeadura foi realizada no 12º dia após a dessecação. No segundo ano, foi utilizado o sistema de semeadura direta do arroz. No primeiro ano após a colheita do arroz, foi semeado azevém a lanço, com produção média de 1509 kg/ha de matéria seca. O arroz foi semeado sobre a cobertura morta do azevém dessecado 15 dias antes da semeadura.

O banco de sementes foi avaliado parcela a parcela ao longo do tempo, para reduzir o erro amostral, trabalhando-se com percentagem de sementes restante de uma estação de crescimento para a outra. Fez-se coleta de solo antes da instalação do experimento (novembro de 1996), após a colheita do primeiro ano (maio de 1997) e após a colheita do segundo ano (maio de 1998). Através destas avaliações pôde-se estimar a evolução do banco de sementes em cada parcela.

A coleta de solo foi realizada com auxílio de um trado de 0,10m de diâmetro, à 0,10m de profundidade, através de 10 amostras por parcela com objetivo de estimar a quantidade de arroz vermelho presentes no banco de sementes do solo.

Após a coleta, as amostras foram lavadas e peneiradas com auxílio de peneira de 2mm, para separação dos grãos de arroz vermelho do solo. Após secos, foram submetidos ao teste de tetrazólio. Como preparação ao teste, foram acondicionados em papel germiteste úmido e levados em câmara climatizada à temperatura de 25º C por um período de 8 horas, sendo retirados, cortados longitudinalmente para expor o embrião e embebidos em solução de tetrazólio à 0,1%, levando-se novamente à

câmara climatizada à temperatura de 35°C por um período de duas horas. Após foi realizada avaliação da viabilidade das sementes, avaliando-se cor, intensidade de coloração e partes do embrião coloridas. Foi utilizada para comparação tabela de coloração para a cultura do arroz irrigado.

No segundo ano de cultivo, foram instalados cinco copos plásticos por parcela, de 0,085 m de diâmetro, fixados em estacas de madeira de 0,15 m de altura, com o objetivo de estimar o número de sementes de arroz vermelho degranadas por metro quadrado, para estimar a contribuição anual para o banco de sementes.

Para a dessecação da área para o cultivo mínimo de arroz, o mix de pré-germinado e o cultivo mínimo de sorgo, foi aspergido glyphosate (1,25 kg/ha) acrescido de óleo mineral (0,5% v./v.), com auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂ com vazão correspondente a 80 l/ha.

No primeiro ano de cultivo, a semeadura do arroz irrigado foi realizada no dia 24 de dezembro de 1996, com a cultivar 'IRGA 416', de ciclo precoce. No segundo ano, a semeadura foi realizada no dia 10 de dezembro de 1997, com a cultivar 'IRGA 417', de ciclo médio. A adubação de base foi realizada com 200 kg/ha da fórmula 5-20-20, conforme análise de solo (Anexo I). A adubação de cobertura foi de 50 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia, parcelando-se 25 kg/ha no início do perfilhamento e 25 kg/ha na iniciação do primórdio floral (IPF).

A semeadura em solo seco foi realizada com auxílio de uma semeadora adubadora para cultivo mínimo, com espaçamento de 0,18m entre linhas. A densidade para a semeadura em solo seco foi de 200 kg/ha de sementes e, para os tratamentos com semeadura com sementes pré-germinadas, na densidade de 120 kg/ha de sementes, com o objetivo de obter 300 plantas de arroz por metro quadrado. O transplante de mudas foi realizado quando as plântulas atingiram o estágio de duas a três folhas desenvolvidas, com espaçamento de 0,30m entre linhas e 0,12m entre plantas na linha, com oito a 10 plantas de arroz por local de transplante.

O manejo da água de irrigação foi diferenciado para os sistemas de cultivo de arroz irrigado, sendo que nos sistemas de semeadura em solo

seco, a entrada da água foi realizada aos 25 dias após a emergência e permaneceu até a maturação fisiológica do arroz, com uma lâmina de água de aproximadamente 0,08m. Já para os sistemas de semeadura em água, no primeiro ano, para o mix de pré-germinado a inundação dos quadros foi realizada cinco dias antes da semeadura e a dessecação cinco dias antes da entrada da água. Já no segundo ano de cultivo a entrada da água foi realizada 25 dias antes da semeadura para todos os sistemas de semeadura em solo inundado (mix de pré-germinado, transplante de mudas e pré-germinado) e a dessecação para o mix de pré-germinado foi realizada 10 dias antes da inundação.

O controle das plantas daninhas no sistema de cultivo mínimo e convencional foi executado com aspersão da mistura de tanque de propanil (1,08 kg/ha) com clomazone (0,25 kg/ha), e nos tratamentos com semeadura em solo inundado, com aspersão da mistura de tanque de pyrazosulfuron-etil (0,015 kg/ha) com metsulfuron-metyl (0,0024 kg/ha), com auxílio de pulverizador costal pressurizado a CO₂, com vazão correspondente a 80 l/ha.

No tratamento com 2,4-D, o produto foi aspergido na dose de 8,64 kg/ha da formulação amina, com antecedência de 25 dias antes da semeadura, em cujo período não foi observado emergência de plantas de arroz vermelho na área.

O sorgo híbrido AG 2005, no primeiro ano e AG 2006, no segundo, foi semeado na densidade de 16 sementes/m linear, com espaçamento de 0,45m entre fileiras, com o propósito de obter-se população de 24 plantas por metro quadrado. A adubação de base foi de 200 kg/ha da fórmula 5-20-20, com complemento de mais 20 kg/ha de N na base na forma de uréia, incorporada ao lado da linha do sorgo. A adubação de cobertura constou da aplicação de 70 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia, com o sorgo no estágio de cinco folhas. Para o controle das plantas daninhas, inclusive do arroz vermelho, foi aspergido atrazine (2,25 kg/ha) acrescido de mineral (0,5% v./v.) em pós-emergência precoce (arroz vermelho no estágio de duas a três folhas).

No sistema de preparo de verão, o solo foi preparado em três ocasiões durante o período, em cada ano agrícola, com auxílio de uma enxada rotativa autopropelida, na profundidade de 0,10m.

No sistema de pousio o solo não foi preparado, sendo que no período do verão foi realizada avaliação mensal da população e massa seca do arroz vermelho e das plantas daninhas, simulando-se pastejo através de roçadeira manual a cada sete dias .

Os parâmetros avaliados foram: o número de grãos de arroz vermelho por metro quadrado e a viabilidade dos mesmos, como descrito anteriormente.

Os dados brutos de número de sementes de arroz vermelho/m² podem ser afetados pela quantidade inicial de sementes no solo. Com vistas a eliminar este efeito, foi realizado monitoramento parcela a parcela, calculando-se as seguintes relações:

- 1) número de sementes viáveis por metro quadrado, através da fórmula: $N_v = (N_g \cdot V\%) / 100$; onde, N_g = número de grãos de arroz vermelho no solo e $V\%$ = viabilidade das sementes pelo teste de tetrazólio;
- 2) percentual de sementes de arroz vermelho restante no solo, através da fórmula $\%rest = (N_{sap} \cdot 100) / N_{sant}$, onde, N_{sap} = número de sementes encontradas no solo após o final do experimento, N_{sant} = número de sementes encontradas antes da instalação do experimento.

No segundo ano de cultivo além das transformações descritas acima, foi estimado:

- 1) Banco de sementes esperado após a colheita (1998): $BESP = ANTES(1997) + DEGRANE(1998)$, onde: $ANTES$ = número de sementes de arroz vermelho presentes no solo antes da instalação do experimento em (maio de 1997) e $DEGRANE$ = número de sementes degranadas durante o ciclo da cultura, que foram coletadas com os copos plásticos;

- 2) número de sementes que saíram do banco de sementes, através da fórmula: *Saíram do bano de sementes* = *BESP* - *BANSEM 1998*, onde *BESP* = banco de sementes esperado e *BANSEM 1998* = banco de sementes após a colheita de 1998 (maio);
- 3) número de sementes remanescentes do ano anterior: *REMANESC* = *BANSEM 1998* - *DEGRANE*.

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. Para percentagem de sementes mortas foi feita análise por grupamento com teste de Scheffé ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para análise, os dados em percentagem foram transformados para $\text{arc. sen } \sqrt{\frac{\% + \alpha}{100}}$ e os dados de número de sementes de arroz vermelho/m² e o degrane de sementes/m² foram transformadas para $\sqrt{x + \alpha}$, sendo $\alpha=0,5\%$ (STORCK & LOPES, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área experimental apresentava-se uniformemente infestada por arroz vermelho, pois não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos com relação à quantidade inicial de arroz vermelho no solo (Nov. 1996 na Tabela 7).

TABELA 7 - Número médio de sementes viáveis de arroz vermelho, antes da semeadura (novembro de 1996) e após a colheita (maio de 1997), no primeiro ano de cultivo (ano agrícola 1996/97). Santa Maria, RS. 1999.

Tratamentos	Sementes viáveis/m ²¹	
	Antes Nov. 1996	Após Maio 1997
[T1] Convencional	402 ^{ns}	715 ab*
[T2] Molinate	454	742 ab
[T3] 2,4-D	555	954 a
[T4] Mínimo	893	563 ab
[T5] Mix	416	267 abc
[T9] Pousio	538	95 bc
[T10] Sorgo	441	49 c
[T11] Preparo	432	70 c
Média	516	432
CV(%)	41,4	52,4

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

* Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

¹ Para análise dados transformados para $\sqrt{x + 0,5}$

Nesta Tabela, encontra-se a evolução do banco de sementes de arroz vermelho (A.V.) no primeiro ano de cultivo (ano agrícola 1996/97), onde consta a quantidade de sementes viáveis de A.V. antes da instalação do experimento (novembro de 1996) e após a colheita dos tratamentos (maio de 1997). Na Figura 3, consta o percentual de sementes restantes, que foi calculado por regra de três, tomando-se o banco de sementes inicial como 100%. Nota-se que ao se refazer os cálculos com as médias das sementes que estão na Tabela 7, não se obtém os mesmos valores, porque os valores

foram calculados para cada parcela e o que é apresentado na Figura 3 é a média das percentagens e não a percentagem das médias.

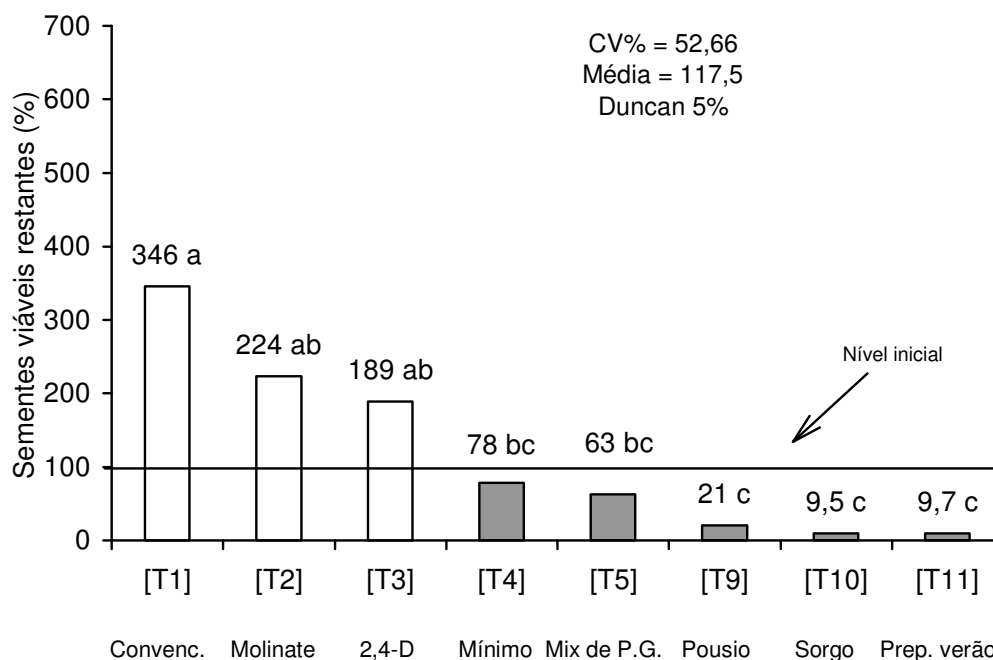


FIGURA 3 - Evolução do banco de sementes, avaliado através do percentual de sementes viáveis de arroz vermelho (A.V.) restantes no solo após o primeiro ano (ano agrícola 1996/97). Santa Maria, RS. 1999.

Observa-se na Figura 3, que os tratamentos que proporcionaram redução do banco de sementes 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. Os demais tratamentos (convencional, molinate e 2,4-D) resultaram em aumento no banco de sementes.

A redução do banco de sementes no sistema de cultivo mínimo ocorreu, provavelmente, pelo melhor controle do arroz vermelho (Capítulo I), 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 as condições climáticas e biológicas, que proporcionam saída mais rápida das sementes de arroz vermelho do solo (GUIMARÃES, 1967 apud SOUZA, 1972; NOLDIN et al. 1995)

Na Tabela 8, encontram-se os resultados do segundo ano (1997/98), onde há diferença entre a quantidade inicial de sementes de arroz vermelho entre os tratamentos, porque alguns tratamentos já haviam sido instalados no ano anterior na mesma área, sendo que as maiores quantidades iniciais de sementes viáveis/m² encontravam-se no transplante de mudas, pré-germinado e roguing, tratamentos que foram instalados em parcelas que no ano anterior havia emergido grande quantidade de arroz vermelho. Nota-se também que a quantidade de sementes médias encontradas em maio de 1997 é diferente daquela apresentada na Tabela 7, isto porque os dados da Tabela 7 representam a média de quatro repetições e os da Tabela 8 a média de três repetições, pois foi perdido uma repetição devido à ocorrência de chuvas pesadas durante o período de emergência da cultura.

O degrane para o solo, de sementes viáveis de arroz vermelho (Tabela 8) durante o ciclo da cultura, foi maior no sistema convencional e direto. Isto demonstra a grande 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).

A quantidade de sementes de arroz vermelho que saíram do banco de sementes, e das sementes remanescentes do ano anterior (Tabela 8), 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 4 e 5). Na Figura 4 é apresentado o percentual de sementes degranadas durante o ciclo da cultura, de sementes que saíram do solo por algum motivo (germinação, perda de viabilidade, predação, ataque de insetos, etc..) e de sementes remanescentes do ano anterior (aquelas que mantiveram-se por uma safra no solo). Já na Figura 5, para melhor avaliar o percentual de sementes que saíram do banco de sementes, retirou-se os dados de degrane.

TABELA 8 - Número médio de sementes viáveis de arroz vermelho/m², nas diferentes frações do banco de sementes. Santa Maria, RS. 1999.

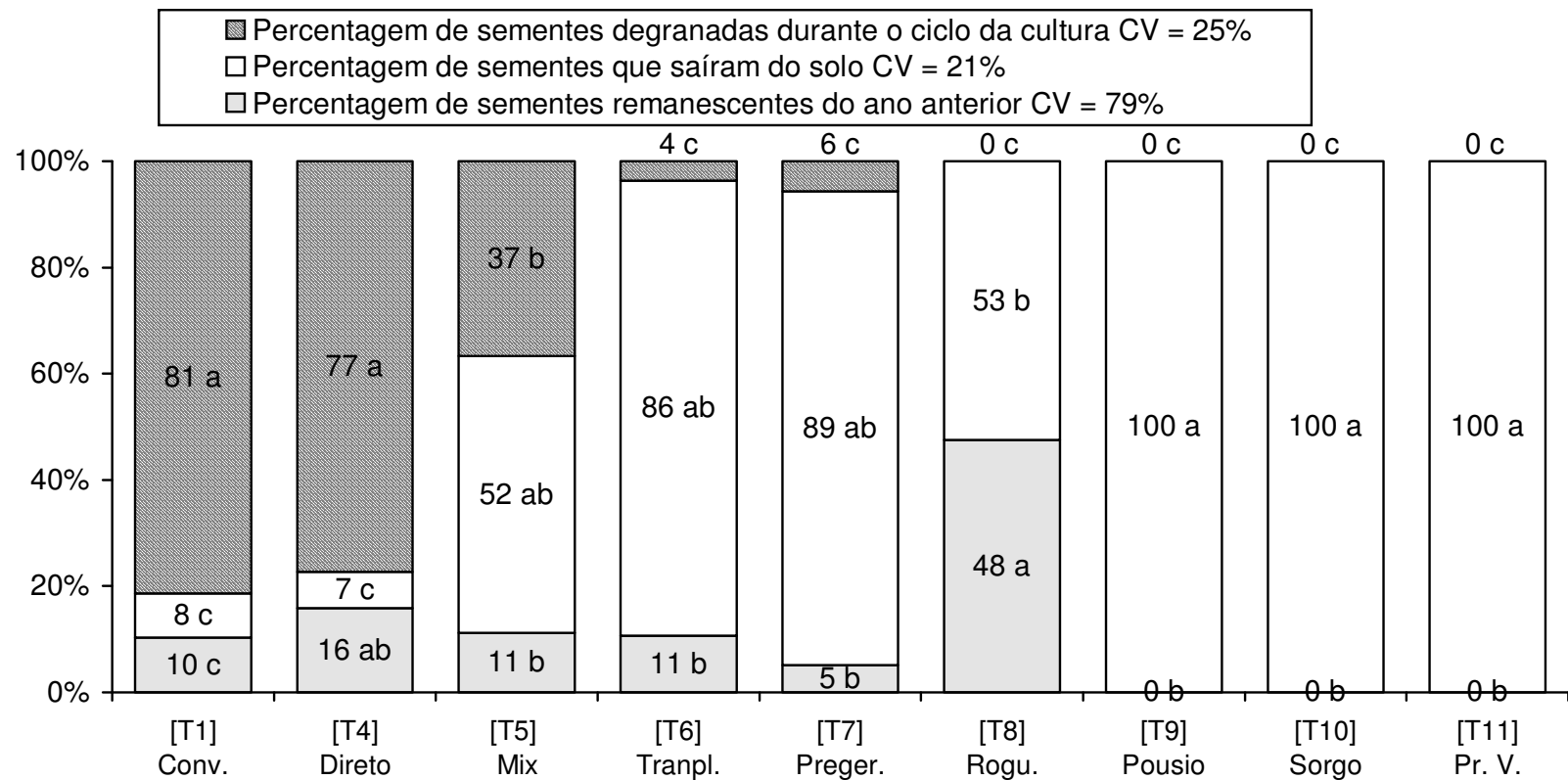
Tratamentos	Sementes viáveis/m ² ^{I, II}					
	Antes Maio 1997	Degranado no ciclo	Esperado ^{III}	Saída do solo ^{III}	Após Maio 1998	Remanescentes ^{III}
	(A)	(D)	E = (A + D)	M = (E - AP)	(AP)	R = (AP - D)
[T1] Convencional	919 bc*	4.071 a	4.991 a	646 b	4.345 a	273 ^{ns}
[T2] Molinate	---	---	---	---	---	---
[T3] 2,4-D	---	---	---	---	---	---
[T4] Mínimo/Direto	285 c	1.266 b	1.551 abc	141 b	1.410 b	144
[T5] Mix	184 c	124 bc	308 bc	150 b	159 bc	35
[T6] Transplante	3.616 a	115 c	3.731 a	3.342 ab	389 bc	274
[T7] Pré-germinado	2.471 ab	68 c	2.538 abc	2.328 ab	210 bc	143
[T8] Roguing	612 bc	0 c	612 bc	439 b	172 bc	172
[T9] Pousio	110 c	0 c	110 c	110 b	0 c	0
[T10] Sorgo	16 c	0 c	16 c	16 b	0 c	0
[T11] Preparo	13 c	0 c	13 c	13 b	0 c	0
Média	914	627	1.541	798	725	116
CV(%)	57,1	92,0	60,6	73,3	79,8	95,9

* Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

^I Média de três repetições.

^{II} Dados transformados para $\sqrt{x + 0,5}$

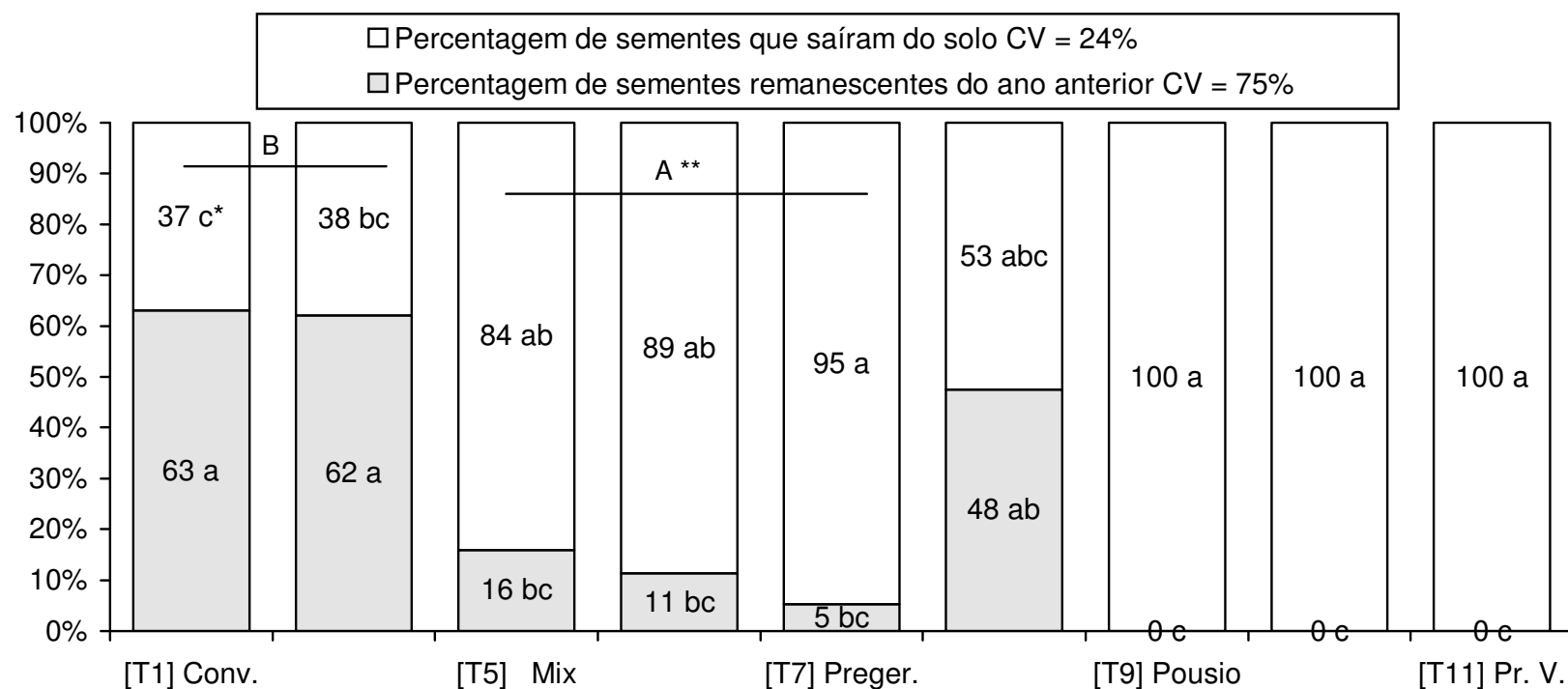
^{III} Dados estimados.



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

Para análise dados em percentagem transformados para: $\arcsen \sqrt{\frac{\% + 0,5}{100}}$

FIGURA 4 - Composição do banco de sementes viáveis de arroz vermelho com relação a percentagem de degrane, de saída e de sementes remanescente do ano anterior (ano agrícola 1997/98). Santa Maria, RS. 1999.



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

Para análise dados em percentagem transformados para: $\arcsen \sqrt{\frac{\% + 0,5}{100}}$

** Grupo de médias significativamente diferentes pelo teste de SCHEFFÉ ao nível de 5% de probabilidade de erro.

FIGURA 5 - Composição do banco de sementes viáveis de arroz vermelho, com relação a percentagem de saída das sementes do solo e de sementes remanescentes do ano anterior (ano agrícola 1997/98). Santa Maria, RS. 1999.

Verifica-se, na Figura 4, que no sistema convencional e direto a maior parte das sementes do banco de sementes do solo é proveniente do degrane durante a estação de crescimento do arroz, sendo este responsável por 81% no sistema convencional e 77% na semeadura direta. Estes dados servem de subsídio na decisão do manejo dispensado 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 dispensado 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.

Nos tratamentos com semeadura em solo inundado (mix de pré-germinado, transplante de mudas e pré-germinado) a maior proporção foi de sementes que saíram do banco de sementes (mortas, emergidas durante a pré-semeadura, consumidas por animais, etc...), como pode ser verificado na Figura 5, através do resultado do teste de Scheffé entre os três sistemas de cultivo em solo inundado e os dois sistemas de semeadura em solo seco. Com base nestes resultados, pode-se afirmar que em sistemas de semeadura de arroz irrigado, em que é realizada inundação prévia da área e instalação da cultura em solo inundado (mix de pré-germinado, transplante e pré-germinado), ocorre maior morte de sementes que em semeadura em solo seco (semeadura convencional e semeadura direta).

A maior percentagem de sementes mortas verificada nos sistemas com semeadura em solo inundado (Figura 5), foi devido, provavelmente, ao maior período de inundação do solo, pois no sistema de semeadura de arroz em solo seco a inundação do solo ocorre apenas 25 dias após a emergência do arroz, enquanto nos sistema de semeadura em solo inundado o solo sofre alagamento em torno de 25 dias antes da semeadura ou transplante, proporcionando maior período de inundação (50 dias), com conseqüente maior 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 inúmeras 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 as 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; BEBAWI & EPLEE, 1986; 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 interação com outros fatores que podem resultar na potencialização deste efeito.

A ocorrência de algumas plantas de arroz vermelho (Capítulo I) nos sistemas de cultivo de arroz irrigado com inundação prévia (mix, transplante de mudas e pré-germinado), com conseqüente degrane de sementes para o solo (Tabela 8), concorda com dados de EBERHARDT et al. (1997), os quais afirmaram que a presença de lâmina de água não é fator totalmente limitante à emergência de algumas sementes de arroz vermelho. 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 verificaram ainda que com 5cm de lâmina de água, ocorreu emergência de 46% das sementes de arroz vermelho localizadas na superfície do solo.

A permanência do solo em capacidade de campo pode favorecer a emergência do arroz vermelho, independe da profundidade de localização das sementes (superfície, 1 ou 3cm de profundidade). Já com lâmina de

água, quanto mais profundas estiverem as sementes, menor será a emergência de plantas de arroz vermelho (EBERHARDT et al. 1997)

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 8). 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 o suficiente para proporcionar controle de 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 no sorgo, confirma os dados de HUEY & FORD (1978) que obtiveram controle de 100% do arroz vermelho com aplicação de atrazine em pós emergência inicial.

Na figura 6, encontra-se a evolução do banco de sementes, no segundo ano agrícola (1997/98). Observou-se redução do banco de sementes promovida pelos tratamentos mix de pré-germinado, transplante de mudas, pré-germinado e semeadura direta com roguing. Os tratamentos pousio do solo, semeadura direta de sorgo e preparo de verão promoveram redução total do banco de sementes, em apenas dois anos de cultivo.

A diferença na dinâmica do banco de sementes no sistema de semeadura direta ou cultivo mínimo, em que no primeiro ano ocorreu redução (Tabela 7) e no segundo ano aumento (Tabela 8), confirma que a eficiência no controle do arroz vermelho pelo sistema de semeadura direta ou cultivo mínimo é dependente do manejo dado a cultura (MACHADO et al., 1998), e das condições climáticas reinantes durante o período de emergência do arroz (ANDRES et al., 1997).

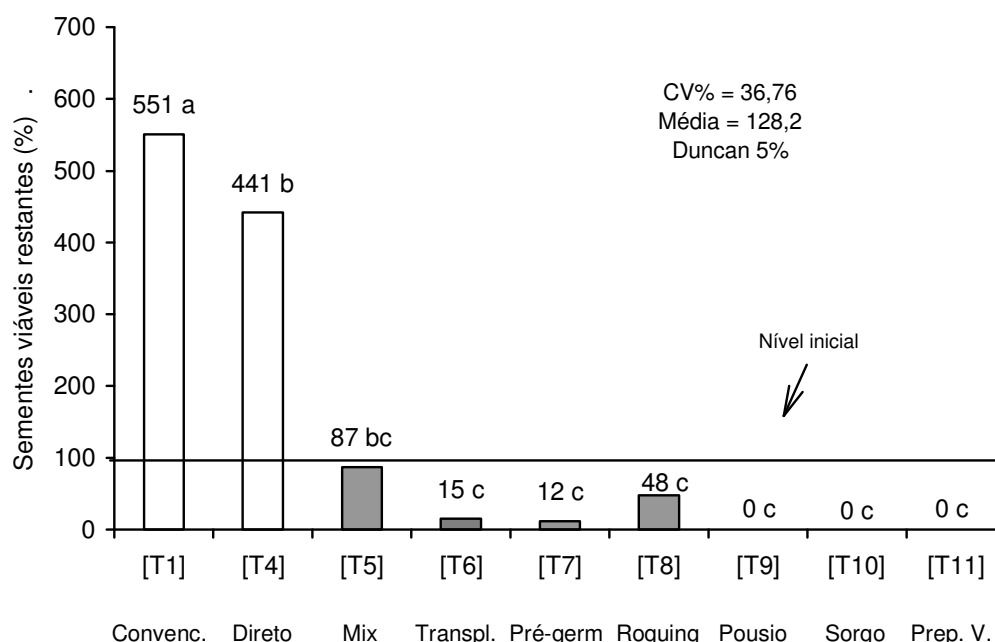


FIGURA 6 - Evolução do banco de sementes, avaliado através do percentual de sementes viáveis de arroz vermelho (A.V.) restantes no solo após o segundo ano (ano agrícola 1997/98). Santa Maria, RS. 1999.

A redução do banco de sementes promovida pelos tratamentos de semeadura de arroz com sementes pré-germinadas e de transplante de mudas, foi de 85% e 89%, respectivamente, não diferindo significativamente daquela promovida pelos tratamentos de pousio, sorgo e preparo de verão. Isto demonstra, que em áreas sistematizadas, o cultivo de arroz nos sistemas com instalação da cultura em solo inundado é tão eficiente quanto a rotação de culturas. Confirmando dados de MACHADO et al., (1998) e SILVA et al. (1998), que verificaram grande eficiência do sistema de semeadura em solo inundado na redução da infestação de sementes de arroz vermelho no solo.

O mix de pré-germinado, com redução de 37% no primeiro ano, 14% no segundo ano e 51% no total do 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 no sistema pré-germinado 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.

Na Tabela 9 é apresentada a evolução do banco de grãos e de sementes acumuladas em dois anos de cultivo na mesma área (1996 - 1998). E na Figura 7, pode-se verificar que após dois anos de cultivo a semeadura convencional e a semeadura direta promoveram acréscimos no banco de sementes de arroz vermelho. O mix de pré-germinado reduziu o banco de sementes, restando apenas 38% do inicial. Nos tratamentos alternativos ao arroz irrigado (pousio do solo, sorgo e preparo de verão), apesar de terem sido encontrados alguns grãos de arroz vermelho no solo (Tabela 9), estes não estavam viáveis. Com isto ocorreu redução de 100% do banco de sementes de arroz vermelho do solo (Figura 7).

TABELA 9 - Número médio de grãos e sementes viáveis de arroz vermelho (AV), antes da instalação do experimento (novembro de 1996) e após dois anos consecutivos de cultivo (maio de 1998). Santa Maria, RS. 1999.

Tratamentos ^I	Grãos de arroz vermelho /m ² ^{II}		Sementes viáveis de arroz vermelho /m ² ^{II}	
	Antes (Nov. 1996)	Após (Maio 1998)	Antes (Nov. 1996)	Após (Maio 1998)
[T1] Convencional	836 ^{ns}	5.558 a	533 ^{ns}	4.345 a
[T4] Mínimo/Direto	545	2.374 ab	448	1.410 ab
[T5] Mix	783	348 bc	467	159 bc
[T9] Pousio	987	97 c	460	0 c
[T10] Sorgo	488	8 c	287	0 c
[T11] Prep. verão	443	4 c	283	0 c
Média	680	1.398	413	986
CV(%)	36,3	71,5	32,9	81,9

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

* Médias não seguidas por mesma letra, diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro.

^I Média de três repetições.

^{II} Dados transformados para $\sqrt{x + 0,5}$

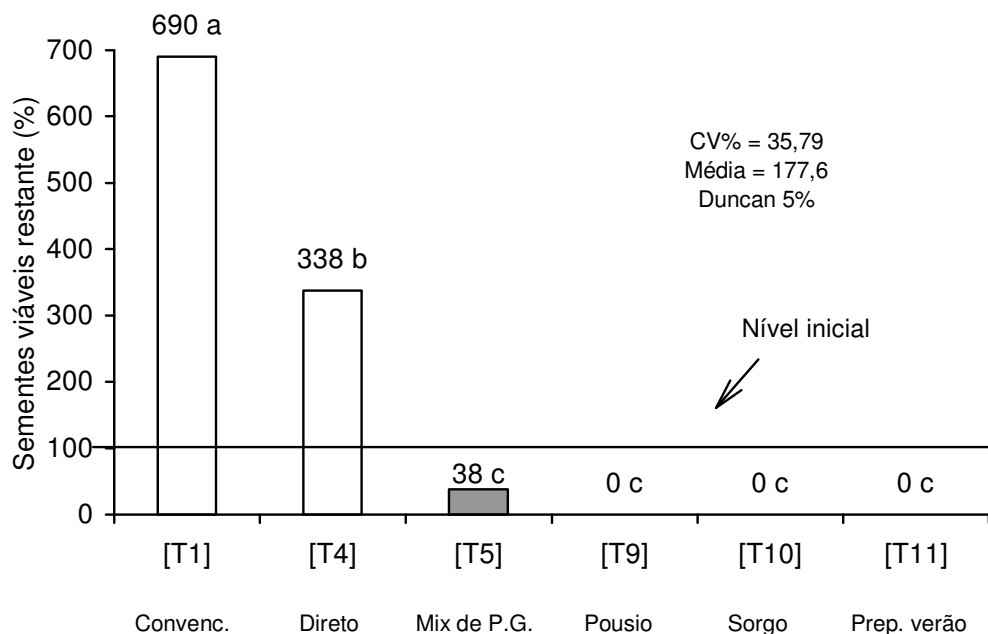


FIGURA 7 - Evolução do banco de sementes, avaliado através do percentual de sementes viáveis de arroz vermelho (A.V.) restantes no solo após dois anos consecutivos de cultivo (1996 a 1998). Santa Maria, RS. 1999.

A redução "total" do banco de sementes de arroz vermelho em apenas dois anos, comparada a relatos de literatura, onde foi constatado a viabilidade das sementes de arroz vermelho por mais de 10 anos (GOSS & BROWN, 1939) apresenta-se contrastante. Em trabalho mais recente, NOLDIN et al. (1995), verificaram que a sobrevivência destas sementes foi bem menor, em torno de 17 meses, quando localizadas na superfície do solo. Uma possível explicação 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. 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 et al. (1995), em que a manutenção das sementes de arroz vermelho na superfície do solo favorecem 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) e de SONNIER (1978).

CONCLUSÕES

A semeadura convencional de arroz irrigado é um sistema que promove aumento no banco de sementes de arroz vermelho.

A semeadura em solo inundado (mix de pré-germinado, pré-germinado ou transplante de mudas) é tão eficiente quanto a rotação com sorgo, o pousio do solo sem a presença de animais e o preparo de verão na redução do banco de sementes de arroz vermelho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, J. K. Avaliação do sistema de semeadura direta no controle de arroz vermelho em arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, v. 40, n. 371, 36 p. p. 8-15, 1987.
- ABUD, J. K. Efeitos competitivos do arroz vermelho nos componentes do rendimento e rendimento de grãos em casca na cultivar BR-IRGA 412. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 17., Pelotas, 1988. **Anais ...** Pelotas: EMBRAPA-CPATB, 1988, 417p. p. 291-296.
- ABUD, J. K. Efeitos competitivos do arroz vermelho nos componentes do rendimento de grãos em casca na cultivar de arroz BR-IRGA 412. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18., 1989, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: Instituto Riograndense do Arroz, 1989. p. 550-555.
- AMARAL, A. dos S. Manejo de herbicidas para o controle do arroz daninho. **Lavoura Arrozeira**, v.50, n.433, p.13-16, 1997.
- AMARAL, A. dos S., TERRES, A.L. Estudo preliminar de controle químico de arroz vermelho. In: REUNIÃO ANUAL DO ARROZ IRRIGADO, 9., Pelotas, 1979. **Anais ...** 1979, p.129-131.
- ANDERSON, W. P. **Weed Science Principles**, Second edition, West Publishing Company, São Francisco, 1984.
- ANDRADE, V. A. de. Arroz irrigado no sistema de plantio direto. **Lavoura Arrozeira**, v.35, n.338, 1982.
- ANDRES, A., LOPES, S. I. G., MACEDO, V. R. M. et al. Avaliação de sistemas de cultivo de arroz irrigado. **Lavoura Arrozeira**, v. 49, n. 428, p. 25-26, 1996.
- 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.
- BAKER, H. G. Some aspects of natural history of seed banks. In: Leck, M.A., Parker, V.T. & Simpson, R.L. (ed.) **Ecology of Soil Seed Banks**. Academic Press, New York, p. 9-21, 1989.
- BAKER, J. B. & SONNIER, E. A., Red rice and its control. In: CONFERENCE ON WEED CONTROL. 1981, Manilla. **Proceedings ...**, Manilla, 1981, p.327-331.
- BALDWIN, F. L. Red rice control in alternate crops. In: RED RICE RESEARCH AND CONTROL. 1978, Beaumont. **Proceedings ...** Beaumont: Texas A & M University, 46p. 1978.

- BANTING, J. D. Studies on the persistence of *Avena fatua*. **Canadian Journal of Plant Science**. v. 46, p.129-140, 1966.
- BARROS, A. C. S. A. **Sobrevivência de sementes de arroz vermelho depositadas em solo e água**. Pelotas: UFPEL, 1994, 105p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 1994.
- BEACHELL, H. M., ADAIR, C. R., JODON, N. E. et al. Extent of natural crossing in rice. **Journal American Society Agronomy**. v.30, p.743-753, 1936.
- BEBAWI, F. F., EPLEE, R. E. Efficacy of ethylene as a germination stimulant of *Striga hermanthica* seeds. **Weed Science**, v.34, p.694-698, 1986.
- 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. Yermal. 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.
- BLANCO, H. G., BLANCO, F. M. G., Efeito do manejo do solo na emergência de plantas daninhas anuais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.2, p.215-220, 1991.
- BOLLICH, P. K., BRAVERMAN, M. P., JORDAN, D. L. et al. Conservation tillage studies. **Annual Research Report 87th**, Rice Research Station, Crowley, Louisiana, p.218-232, 1995.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim técnico, 30).
- BRAVERMAN, M. P., LAVY, T. L., TALBERT, R. E. Effects of metolachlor residues on rice (*Oryza sativa*). **Weed Science**, v. 33, n.6, p. 819-824, 1985.
- BRENCHKEY, W. E., WARRINGTON, K. The weed seed population of arable soil. II. Influence of crop, soil and methods of cultivation upon the relative abundance of viable seeds. **Journal Ecology**. v.21, p.103-127, 1933.
- BURNSIDE, O. R. G., WILSON, G. A., WICKS, F. W. et al. Weed seed decline and buildup under various corn management systems across Nebraska. **Agronomy Journal**. v.78, p.451-454, 1986.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v.40, n.12, p.5-16, 1992.
- CARMONA, R. de C., REZERA, F., MARIOT, C. H. P. et al. Interferência do Arroz vermelho no rendimento de engenho de cultivares de arroz irrigado. In: Salão de Iniciação Científica. 1996. Porto Alegre, RS. **Anais**

- ... UFRGS, Porto Alegre, 1996, 405p. p.95.
- CATALA-FORNER, M. del Mar. Chemical and cultural practices for rice control in rice fields in Elbro Delta (Spain). **Crop. Prot. Kidlington**, v.14, n.5, p.405-408, 1995.
- 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**. Academic Press, New York, p. 309-328, 1989.
- CHEPIL, W. S. Germination of weed seeds: II the influence of tillage treatments on germination. **Sci. Agric.** n.26, p.347-357, 1946.
- CHOU, C. H., LIN, H. J. Autointoxication mechanism of *Oryza sativa* L.: phytotoxic effects of decomposing rice residues in soil. **Journal of Chemical Ecology**, v.2, n.3, p. 353-367, 1976.
- CIROLINI, F., VIZZOTTO, V., XAVIER, F. M. et al. Relação entre a quantidade de sementes de arroz vermelho no solo e o número de plantas emergidas. In: JORNADA INTEGRADA DE PESQUISA EXTENSÃO E ENSINO, 2., Santa Maria, RS. **Anais ...** Santa Maria: UFSM, 1036p., p.402, 1995.
- COHN, M. A., BUTERA, D. L., HUGLES, J. A. Seed dormancy in rice. III. Response to nitrite, nitrate, and ammonium ions. **Plant Physiology**. v.73, p.381-384, 1983.
- CONN, J. S., DECK, R. E. Seed viability and dormancy of 17 weed species after 9,7 years of burial in Alaska. **Weed Science**. v.43, p.583-585, 1995.
- 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.
- CRAIGMILES, J. P. Introduction. **Red Rice Research and Control**. Texas Agric. Exp. Stn. Bul. 1270. 46p., p.5-6, 1978.
- 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 lo'evolution 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.
- DERKSEN, D. A., THOMAS, A. G., LAFORD, H. A. et al. Impact of agronomic practices on weed communities: fallow withim tillage systems. **Weed Science**, v.42, p.184-194, 1994.
- DIARRA, A., SMITH, Jr., R. J., TALBERT, R. E. Interference of red rice (*Oryza sativa*) with rice (*O. sativa*). **Weed Science**, v.33, p.644-649, 1985a.
- DIARRA, A., SMITH, Jr., R. J., TALBERT, R. E. Red rice (*Oryza sativa*) control in drill-seeded rice (*O. sativa*). **Weed Science**, v. 33, p.703-707,

1985b.

- DYER, W. E. Exploiting weed dormancy and germination requirements through agronomic practices. **Weed Science**, v.43, p.498-503, 1995.
- 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. Stimulation of weed seed germination in soil. **Reviews of Weed Science**, v.2, p.67-89, 1986.
- EGLEY, G. H., DALE, J. E. Ethylene, 2-chlorethyl-phosphonic acid, and witch weed germination. **Weed Science**, v.18, p.586-589, 1970.
- EVANS, A. S., CABIN, R. J. Can dormancy affect the evolution of post-germination traits? The case of *Sesquerella fendleri*. **Ecology**, v.76, p. 322-334, 1995.
- FERNANDEZ-QUINTANILLA, C. Studying the population dynamics of weeds. **Weed Research**. v.28, p.443-447, 1988.
- FLECK, N. G., NEVES, R., SILVEIRA, C. A. et al. Efeito de partes de plantas de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) sobre o desenvolvimento inicial do arroz comercial semeado em sucessão. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú, SC. **Anais ... Itajaí: EPAGRI**, 1997. 580p., p.397-399.
- FOOTITT, S., COHN, M. A. Seed dormancy in red rice (*Oryza sativa*). IX. Embryo Fructose-2,6-biphosphate during dormancy breaking and subserquent germination. **Plant Physiology**, v.107, p.1365-1370, 1995.
- FROUD-WILLIAMS, R. J., CHANCELLOR, R. J., DRENNAN, D.S.H. Influence of cultivation regime upon buried weed seeds in arable cropping systems. **Journal Applied Ecology**. v. 20, p. 199-208, 1983.
- FROUD-WILLIAMS, R. J., CHANCELLOR R. J., DRENNAN, D. S. H. The effects of seed burial and soil disturbance on emergence of arable weeds in relation to minimal cultivation. **Journal of Applied Ecology**, v.21, p.629-641, 1984.
- GOMES, A. da S., KRAUSE, E. da R. Ação alelopática do azevém sobre o vigor de sementes de três espécies de gramíneas. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO. 18., Porto Alegre, RS. 1989. **Anais ... Porto Alegre: IRGA**, 1989, p.592-600.
- GOSS, W. L., BROWN, E. Buried red rice seed. **Journal American Society Agronomy**. v.31, n.7, p.633-637, 1939.
- GRIFFIN, J. L., HARGER, T. R. Red rice (*Oryza sativa*) an junglerice (*Echinochloa colonum*) control in solid-seeded soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, v.34, n.4, p.582-586, 1986.
- HARLAN, J. R. The possible role of weed races in the evolution of cultivated plants. **Euphytica**, v. 14, p. 173-176, 1965.

- HARPER, J. L. The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF PLANT PROTECTION. Hamburg, v.1, p. 415-420, 1957.
- HOAGLAND, R. E. Isolation and some properties of a n-acyl acylamidase from red rice, *Oryza sativa* L., that metabolizes 3', 4' - dichloropropionanilide. **Plant and Cell Physiology**, v.19, p.1019-1027, 1978.
- HOAGLAND, R. E., PAUL, R. N. A comparative SEM study of red rice and several commercial rice (*Oryza sativa*) varieties. **Weed Science**, v.26, n.6, p.619-625, 1978.
- 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.
- INFELD J. A., SILVA, J. G. C. Semeadura de arroz pré-germinado e manejo d'água no controle do arroz vermelho. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18., 1989, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre:IRGA, 1989, 641 p., p. 530-535.
- ISHIY, T., NOLDIN, J. A. Controle de misturas varietais através do manejo de água de irrigação na cultura do arroz irrigado, sistema pré-germinado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú, SC. **Anais ...** Itajaí: EPAGRI, 1997. 580p., p.478-480.
- KELLMAN, M. Micro distribution of viable weed seed in two tropical soils. **Journal of Biogeography**, v.5, p.291-300, 1978.
- KLOSTERBOER, A. D. Red rice control in Texas. In: RED RICE SYMPOSIUM HELD AT TEXAS A&M UNIVERSITY, 1978, Beaumont, Texas. **Proceedings ...** Texas, 1978.
- KROPFF, M. J. Modelling the effects of weed on crop production. **Weed Research**. Osney Mead, v.28, p.465-471, 1988.
- KWON, S. L., SMITH, R. J., TALBERT, R. E. Comparative growth and development of red rice (*Oryza sativa*) and rice (*O. sativa*). **Weed Science**. v.40, n.1, p.57-62, 1992.
- 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, 1991a.
- KWON, S. L., SMITH, R. J., TALBERT, R. E. Red rice (*Oryza sativa*) control and suppression in rice (*O. sativa*). **Weed Technology**. v.5, p.811-816, 1991b.
- LEITÃO FILHO, F. H., BANZATO, N. V., AZINI, L. E. et al. Estudos de competição entre o arroz vermelho e o arroz cultivado. **Bragantia**, v.31, n.21, p.249-258, 1972.

- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: Terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 2º ed. Nova Odessa, SP : Editora Plantarum, 1991.
- MACEDO, V. R. M., CORRÊA, N. I., LOPES, M. S. et al. Rendimento de grãos, características físicas e consumo de água num solo sob sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú, SC. **Anais ... ITAJAÍ: EPAGRI**, 1997, 580p., p.184-186.
- 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. Arroz vermelho: Caracterização, prejuízos e controle - Revisão Bibliográfica. **Ciência Rural**, v.24, n.2, p.415-421, 1994.
- 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., CHAVIER, 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.
- MARIOT, C. H. P., RIEFFEL NETO, S., MENEZES, V. G. et al. Efeito de sistemas de cultivo no rendimento de grãos do arroz irrigado e no controle de arroz vermelho. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 10., e FEIRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4. 1998, Porto Alegre. **Livro de Resumos ... Porto Alegre: UFRGS**, 1998, 503p. p.125.
- MARQUES, J. B. B. Controle de inços do arroz irrigado. **Suplemento da Lavoura Arrozeira**, v.39, n.365, 1986.
- MENDT, R. D., BRAVERMAN, M. P. Influence of weed biomass, tillage, and rice seedling rates on no-till water-seeded rice (*Oryza sativa* L.) **Annual Research Report 87th**, Rice Research Station, Crowley, Louisiana, p.333-336, 1995.
- MENEZES, V. G. Avaliação do sistema de cultivo mínimo em arroz irrigado no controle de arroz vermelho. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 19., 1991, Balneário Camboriú, SC. **Anais ... Florianópolis:**

- EMPASC, 1991, 350p., p.276-279.
- MENEZES, V. G., SILVA, P. R. F. da, CARMONA, R. et al. Interferência do arroz vermelho no rendimento de engenho de cultivares de arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 27, n.1, p.27-30, 1997a.
- MENEZES, V. G., SILVA, P. R. F. da, MARIOT, C. H. P. et al. Efeito de espécies de inverno sobre cultivares de arroz irrigado em semeadura direta. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú, SC. **Anais ... ITAJAÍ: EPAGRI**, 1997b, 580 p., p.177-179.
- MOHLER, C. L. A model of the effects of tillage on emergence of weed seedlings. **Ecological Applications**, v.3, p.53-73, 1993.
- MOHLER, C. L., GALFORD, A. E. Weed seedling emergence and seed survival: separating the effects of seed position and soil modification by tillage. **Weed Research**, v.37, p.147-155, 1997.
- 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.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seccção de Geografia, 46p. 1961.
- NOLDIN, J. A. Controle de arroz vermelho no sistema de semeadura em solo inundado. **Lavoura Arrozeira**, v.41, n.377, 1988.
- 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.
- NOLDIN, J. A., CHANDLER, J. M. Viabilidade e dormência de sementes de ecotipos de arroz vermelho em função do teor de umidade na colheita. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú, SC. **Anais ... Itajaí: EPAGRI**, 1997. 580p., p.443-446.
- NOLDIN, J. A., CHANDLER, J. M., McCAULEY, G. N. Longevidade de sementes de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) no solo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, Porto Alegre, RS, 1995. **Anais ... Porto Alegre: IRGA**, p. 233-235, 1995.
- NOLDIN, J. A., ISHIY, T. A presença do arroz vermelho. **Agropecuária Catarinense**, v.1, n.3, p. 38-39, jun. 1988.
- 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.
- OLIVEIRA, M. A. B., BARROS, I. de A. I. Influência da quantidade de arroz vermelho no percentual de grãos inteiros. **Lavoura Arrozeira**, v. 39, n. 368, p.26-27, 1986.

- 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. (EMBRAPA - CPACT. Documento, 1.).
- PETRINI, J. A., XAVIER, F.E., SILVA, O. 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, 1994. **V2. Pôsteres e Grupos de Trabalho** Embrapa-CNPAF: Goiânia, GO., 1994, p.193.
- 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-CNPAF, 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-CNPAF, 1998a. 514p, p.373-376. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 85).
- PETRINI, J. A., RAUPP, A. A., PARFITT, J. M. B. Controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) com o uso de culturas em rotação com arroz irrigado no 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-CNPAF, 1998b. 514p, p.377-380. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 85).
- PULVER, E. Dano econômico ocasionado por arroz vermelho. **Lavoura Arrozeira**, v.39, n.368, p.20-23, 1986.
- ROBERTS, E. H. The effects of some organic growth substances and organic nutrients on dormancy in rice seed. **Physiologia Plantarum**.

v.16, p.745-755, 1963.

ROBERTS, H. A. Seed banks in soils. **Advances in Applied Biology**, v.6, p.1-55, 1981.

ROBERTS, H. A., DAWKINS, P. A. Effect of cultivation on the number of viable weed seeds in soil. **Weed Research**, v.7, p.290-301, 1967.

ROBERTS, H. A., FEAST, P. M. Fate of seeds of some annual weeds in different depths of cultivated and undisturbed soil. **Weed Research**, v.12, p.316-324, 1972.

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.

SAINI, H. S., BASSI, P. K., SPENCER, M. S. Use of ethylene and nitrate to break seed dormancy of common lambsquarters (*Chenopodium album*). **Weed Science**, v.34, p.502-506, 1986.

SANTOS, D. S. B. I. B, Influência do descasque na germinação de arroz (*Oryza sativa* L.) daninho e cultivado, no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, Porto Alegre, RS, 1995, **Anais ...**, Porto Alegre:IRGA, 1995, p.284-287.

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.

SILVEIRA, C. A. de, MENEZES, V. G., ANDRES, A. et al. Características morfológicas e desenvolvimento fenológico de biótipos de arroz vermelho (*Oryza sativa*). In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú, SC. **Anais ...** Itajaí: EPAGRI, 1997. 580p., p.431-434.

SILVEIRA, C. A., FLECK, N. G., VIDAL, R. A. Avaliação do crescimento Inicial de Arroz Cultivado em resteva de Arroz Vermelho Dessecado com Herbicidas Não-seletivos. In: Salão de Iniciação Científica. 1996. Porto Alegre, RS. **Anais ...** UFRGS, Porto Alegre, 1996, 405p. p.95-96.

SMITH Jr., R. J. Crop and herbicide systems for red rice control in rice. **Weed Science**. v. 29, p.164, 1976.

SMITH Jr., R. J. Control of red rice (*Oryza sativa* L.) in water - seeded rice (*Oryza sativa* L.). **Weed Science**, v.29, p.663-666, 1981.

SMITH Jr., R. J. Cropping and herbicide systems for red rice (*Oryza sativa* L.) control. **Weed Technology**. v.3, p.414-419, 1989.

SMITH, K. A., RESTALL, S. W. F. The occurrence of ethylene in anaerobic

- soil. **Journal of Soil Science**, v.22, n.4, p.430-443, 1971.
- SONNIER, E. A. Red rice control. In: RED RICE SYMPOSIUM HELD AT TEXAS A&M UNIVERSITY, 1978, Texas. **Proceedings ...** Texas, 1978.
- SONNIER, E. A. Red rice studies: Water manegement experiment. **Ann. Prog. Rep. Louisiana Rice Experimental Station**, 66, p.133, 1974.
- SOUZA, D. M. Plantas invasoras encontradas na cultura do arroz e seu controle. **Contribuições técnicas da delegação brasileira à 2ª Reunião do Comitê de arroz para as américas, da comissão internacional do arroz da FAO**, M.A.-D.N.P.E.A. Divisão de Pesquisa Fitotécnica, Brasília, D.F., 1972.
- SOUZA, P. R. de, FISHER, M. N. Arroz vermelho: danos causados à lavoura gaúcha. **Lavoura Arrozeira**, v. 39, n. 368, p.19-20. 1986.
- STEVENSON, F. J. Organic acids in soil. In: McLAREN, A.D., PETERSON, G.H. **Soil Biochemistry**, New York, Marcel Decker, p.111-142, 1967.
- STOLLER, E. W., MAX, L. M. Dormancy changes and fate of some annual weed seeds in the soil. **Weed Science**, v.22, p.151-155, 1974.
- STORCK, L., LOPES, S. J. **Experimentação II**. Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 197p., 1997.
- TAYLORSON, R. B. Changes in dormancy and viability of weed seeds in soils. **Weed Science**, v.18, p.265-269, 1970.
- TAYLORSON, R. B. Environmental and chemical manipulation of weed seed dormancy. **Review Weed Science**, v.3, p.135-154, 1987.
- THEISEN, G. Influência da palha de aveia preta em papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch.) e seu impacto na soja. Porto Alegre: UFRGS, 1998, 88p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
- THOMPSON, K., GRIME, J. P. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten constrasting habitats. **Journal of Ecology**, v.67, p.893-921, 1979.
- VIZZOTTO, V. R., MARCHEZAN, E., XAVIER, F. M. et al. Potencial de reinfestação de arroz vermelho. In: JORNADA INTEGRADA DE PESQUISA EXTENSÃO E ENSINO, 1., Santa Maria, RS, 1994. **Anais ...** Santa Maria: UFSM, 1994, 775p., p.525.
- VOLL, E., GAZZIEIRO, D. L. P., KARAN, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch. Sob manejos de solo e de herbicidas. 2. Emergência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.1, p.27-35, 1996.
- 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.

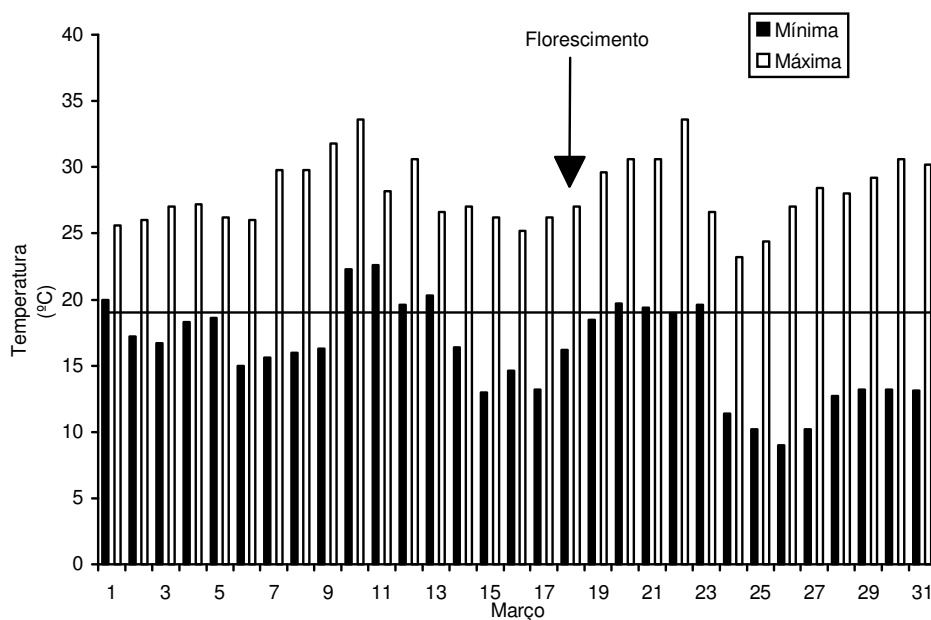
WORSHAM, A. D. Tillage effects on agricultural weed populations. In: SOUTH. WEED SCI SOC., Atlanta (GA), 1982. **Weed Science Society. America**, p.300, 1982.

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.

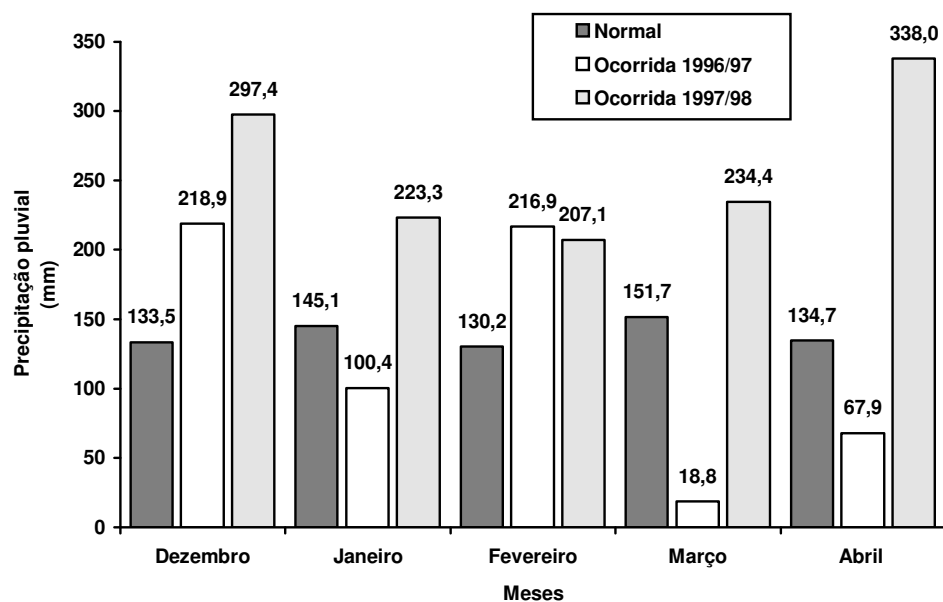
ANEXOS

ANEXO I - Resultado da análise do solo da área do experimento. Santa Maria, RS. 1999.

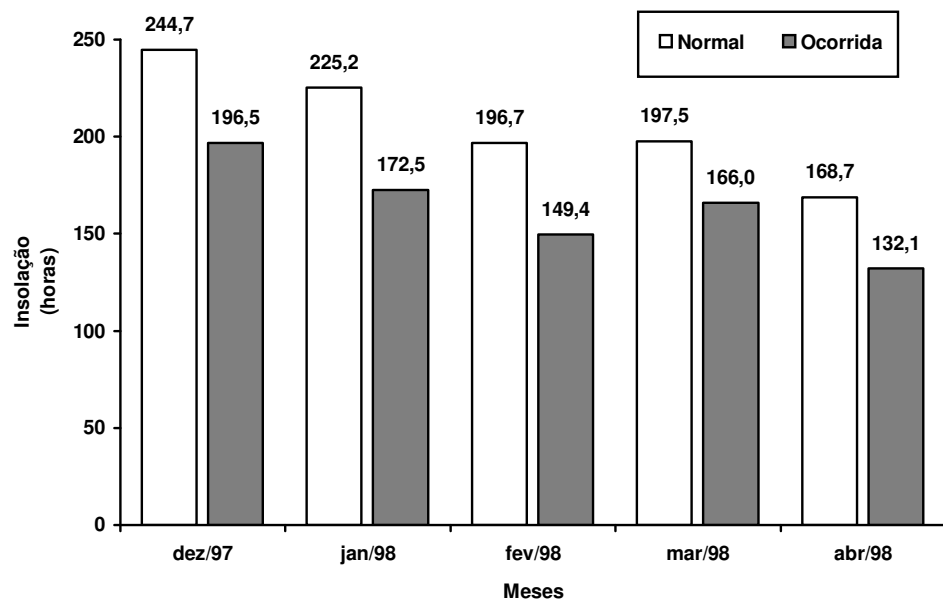
Argila	pH H ₂ O	P	K	%M.O.	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC		Saturação	
									Efetiva	pH 7,0	Al	Base
28	4,7	5,5	66	2,1	1,7	4,3	2,0	8,0	82	14,5	21	45



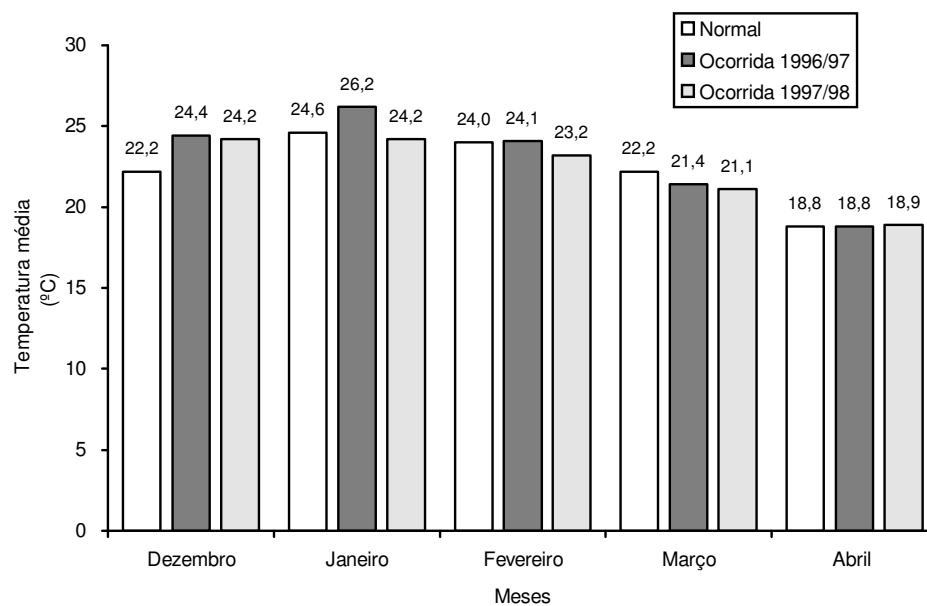
ANEXO II - Temperaturas mínimas e máximas ocorridas durante o mês de março de 1997. Santa Maria, RS. 1999.



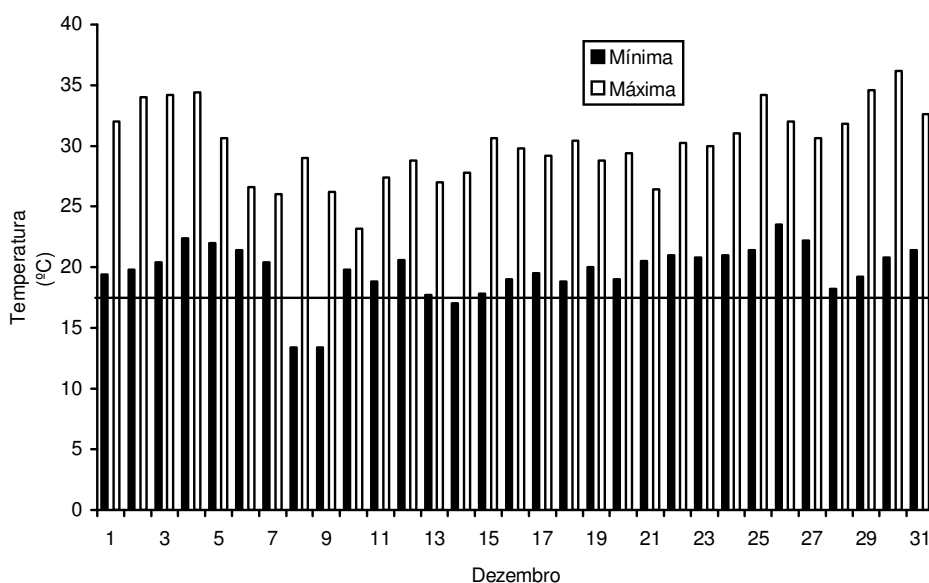
ANEXO III - Precipitação pluvial, normal e ocorrida nos meses de condução do experimento nos anos agrícolas 1996/97 e 1997/98. Santa Maria, RS. 1999.



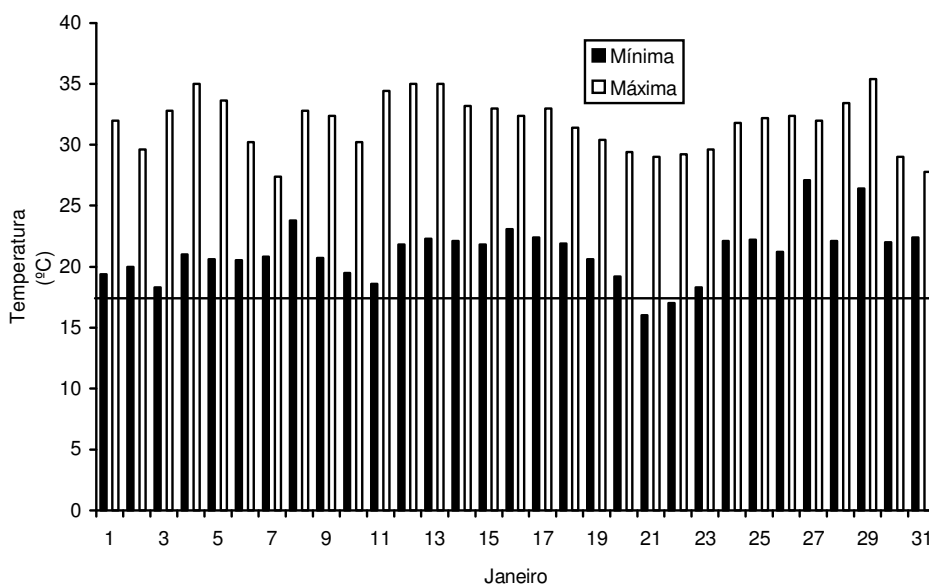
ANEXO IV - Insolação (horas), normal (1961 a 1990) e ocorrida nos meses de condução do experimento no ano agrícola 1997/98. Santa Maria, RS. 1999.

APÊNDICE GERAL

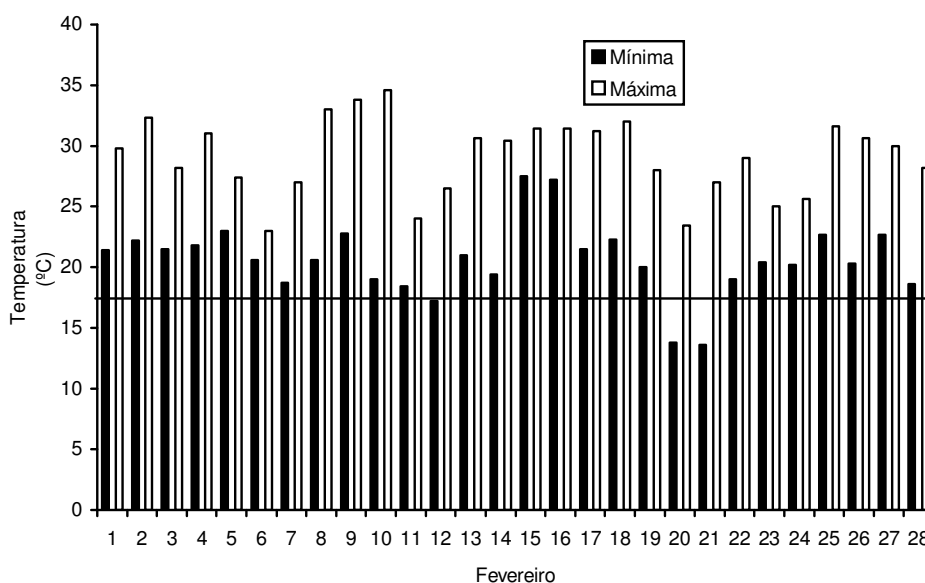
APÊNDICE A - Temperatura média normal (1961 a 1990) e ocorrida, durante o período de condução do experimento, nos anos agrícolas de 1996/97 e 1997/98. Santa Maria, RS. 1999.



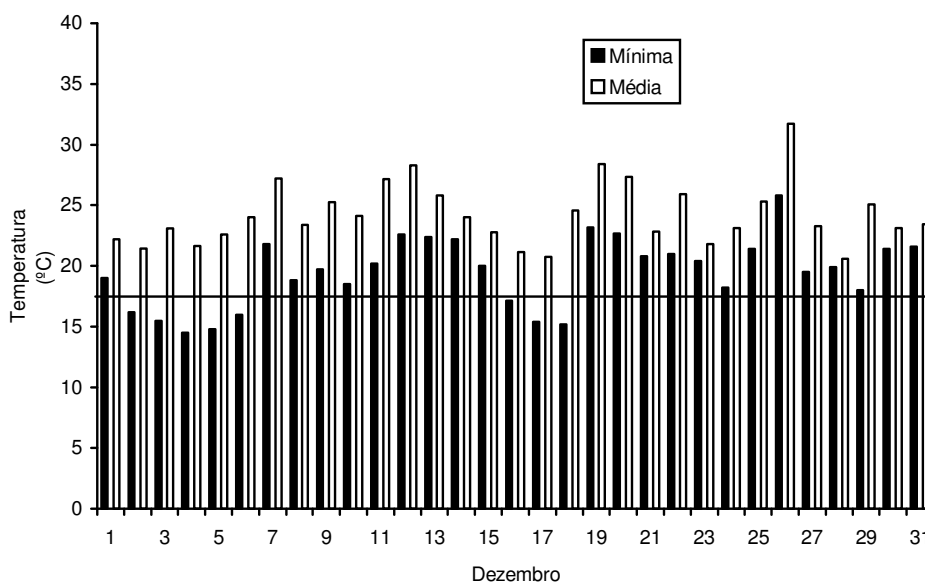
APÊNDICE B - Temperaturas mínimas e máximas ocorridas durante o mês de dezembro de 1996. Santa Maria, RS. 1999.



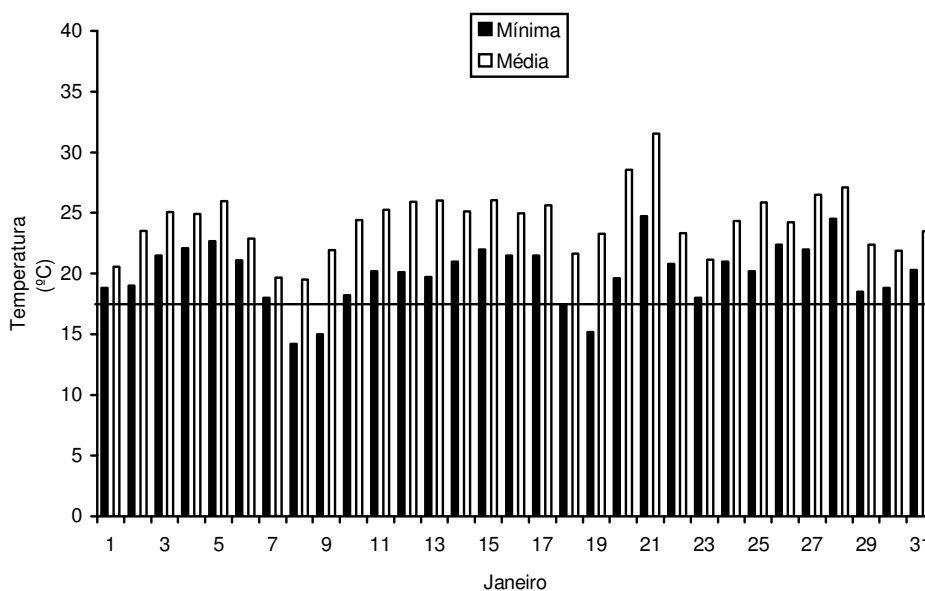
APÊNDICE C - Temperaturas mínimas e máximas ocorridas durante o mês de janeiro de 1997. Santa Maria, RS. 1999.



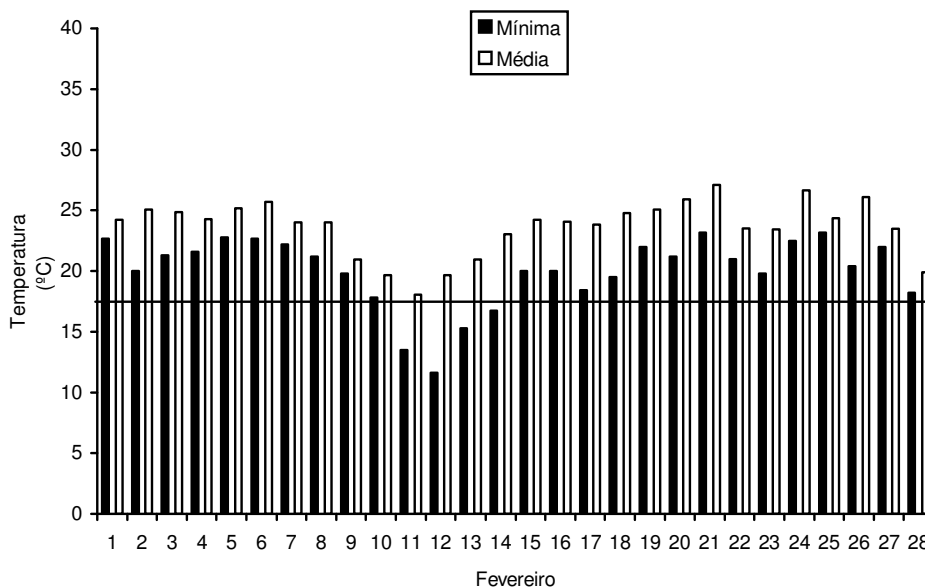
APÊNDICE D - Temperaturas mínimas e máximas ocorridas durante o mês de fevereiro de 1997. Santa Maria, RS. 1999.



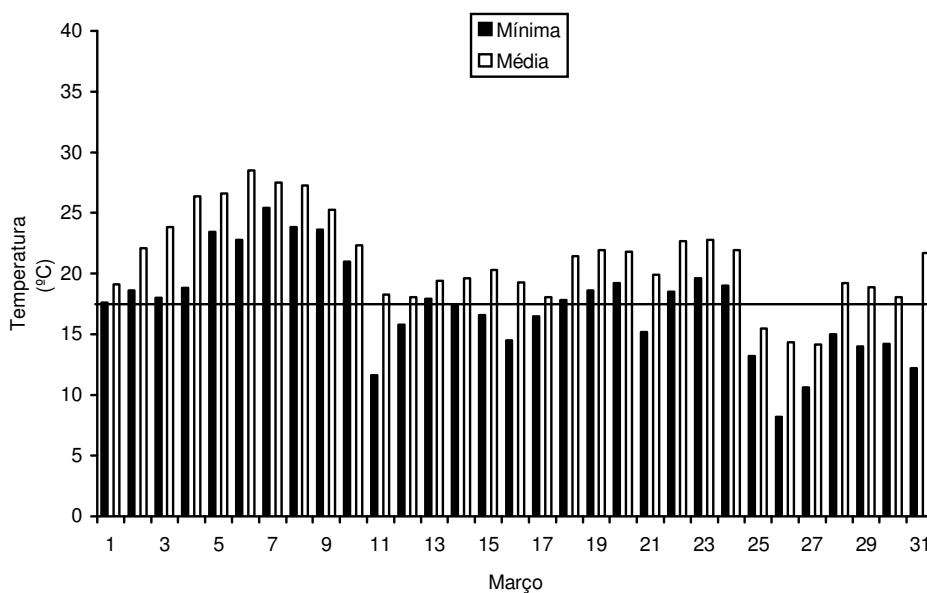
APÊNDICE E - Temperaturas mínimas e médias ocorridas durante o mês de dezembro de 1997. Santa Maria, RS. 1999.



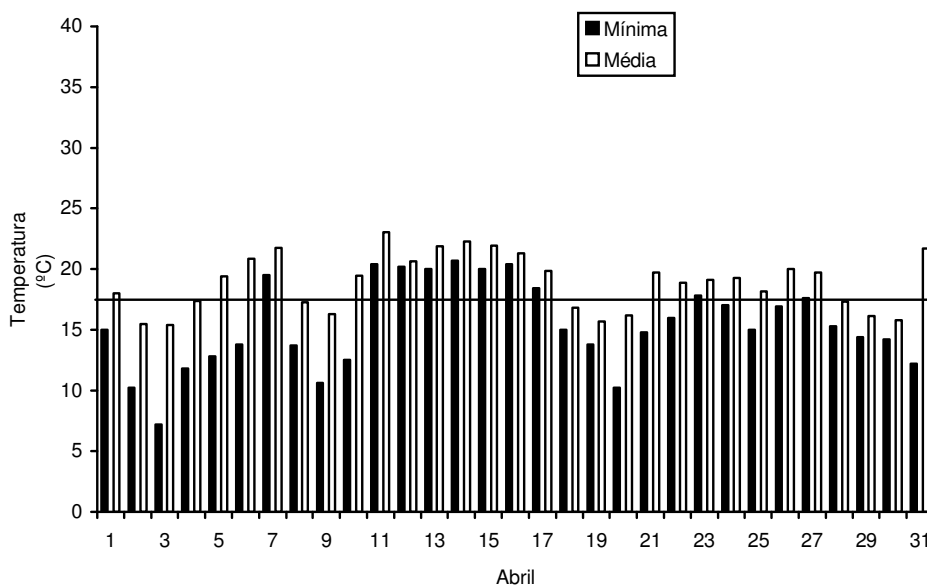
APÊNDICE F - Temperaturas mínimas e médias ocorridas durante o mês de janeiro de 1998. Santa Maria, RS. 1999.



APÊNDICE G - Temperaturas mínimas e médias ocorridas durante o mês de fevereiro de 1998. Santa Maria, RS. 1999.



APÊNDICE H - Temperaturas mínimas e médias ocorridas durante o mês de março de 1998. Santa Maria, RS. 1999.



APÊNDICE I - Temperaturas mínimas e médias ocorridas durante o mês de abril de 1998. Santa Maria, RS. 1999.