

AVALIAÇÃO DE GERMINAÇÃO E DORMÊNCIA DE ECÓTIPOS DE ARROZ-VERMELHO¹

Seed Germination and Dormancy of Red Rice Ecotypes

SCHWANKE, A.M.L.², ANDRES, A.³, NOLDIN, J.A.⁴, CONCENÇO, G.⁵ e PROCÓPIO, S.O.⁶

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo avaliar aspectos relativos à germinação e dormência de 16 ecótipos de arroz-vermelho provenientes de lavouras comerciais dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Os ecótipos foram estudados e comparados com os cultivares BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, IRGA 417 e El Paso L 144, em condições de casa de vegetação. Os experimentos foram realizados durante o ano agrícola 2001/02, na Embrapa Clima Temperado – Estação Experimental de Terras Baixas, no município de Capão do Leão, RS. Foram avaliadas em laboratório a biometria e a massa de mil grãos, além de testes de germinação e dormência aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a colheita dos genótipos. Os resultados evidenciaram grande variabilidade nas características morfofisiológicas dos ecótipos estudados. Os ecótipos de arroz-vermelho avaliados, procedentes de lavouras de arroz irrigado do RS e SC, apresentaram alta variabilidade quanto às características das sementes e à intensidade e duração da dormência. Alguns ecótipos avaliados apresentaram sementes com período de dormência maior que 150 dias após a colheita. Os resultados deste trabalho confirmam também que o êxito no manejo do arroz-vermelho em lavouras infestadas depende da recomendação e adoção por parte dos produtores não de medidas isoladas, mas de um grupo de medidas complementares que, quando adotadas conjuntamente, permitem minimizar os problemas com o arroz-vermelho.

Palavras-chave: arroz irrigado, arroz-daninho, viabilidade de sementes.

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate aspects related to the phenotypic characterization of red rice ecotypes collected in the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina. The ecotypes were studied and compared to the commercial rice cultivars BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, IRGA 417, and El Paso L 144. In the laboratory experiment, seed biometry, 1000 seed-weight and seed germination and dormancy 30, 60, 90, 120, and 150 days after harvesting were evaluated. The red rice ecotypes from the rice fields evaluated showed wide variability in seed characteristics and dormancy intensity and duration. Some ecotypes showed dormancy period above 150 days after harvesting. The results of this study confirm that red rice populations infesting rice fields are quite diverse, and appropriate control of red rice is only achieved when growers adopt not only isolated control measures, but also several management practices to reduce red rice yield losses.

Keywords: irrigated rice, weedy rice, and seed viability.

¹ Recebido para publicação em 24.8.2006 e na forma revisada em 3.1.2008.

² Eng^a-Agr^a, M.Sc. em Fitossanidade FAEM-UFPel, Pesquisador da RiceTec, Porto Alegre-RS, <aschwanke@ricetec.com.br>;

³ Eng^a-Agr^a, M.Sc., Pesquisador da Área de Herbologia da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS; ⁴ Eng^a-Agr^a, Ph.D., Pesquisador da Área de Plantas Daninhas, Epagri-EEL, Itajaí-SC; ⁵ Eng^a-Agr^a, Doutorando em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa - UFV; ⁶ Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, 49025-040, Aracaju-SE, <procopio@cpatc.embrapa.br>.



INTRODUÇÃO

O arroz-vermelho (*Oryza sativa*) destaca-se como a mais importante planta daninha das lavouras de arroz irrigado no Sul do Brasil, em razão das perdas econômicas causadas à produção de arroz, tanto em rendimento como em qualidade, e da elevação dos custos de produção devido à necessidade de controle e a problemas operacionais na colheita, secagem e beneficiamento (Eberhardt & Noldin, 2005).

Nos sistemas convencionais de manejo químico, o arroz-vermelho é a planta daninha de mais difícil controle, já que fisiologicamente é similar ao arroz cultivado, pois pertencem à mesma espécie. Um outro fator importante que contribui para agravar a infestação do arroz-vermelho é a ocorrência de populações com características divergentes (Noldin et al., 1999a; Menezes et al., 2002), dificultando as recomendações de manejo. A ocorrência de cruzamentos naturais que vêm ocorrendo entre o arroz comercial e o vermelho contribui para aumentar a diversidade nas populações e favorece o aparecimento de ecótipos com comportamento e características similares às dos cultivares utilizados nas lavouras.

Além disso, a maioria das populações apresenta alta suscetibilidade ao degrane e pode permanecer latente e viável no solo por mais de dez anos (Goss & Brown, 1939, 1940). Essa capacidade de permanecer viável no solo é conhecida como dormência, sendo definida como um estado físico e/ou fisiológico que previne a germinação das sementes viáveis sob condições favoráveis para a germinação (Nikolaeva, 1977). Existem duas situações que caracterizam a dormência. A primária ocorre após a colheita, é estabelecida durante a maturação fisiológica e pode ser superada pelo período de armazenamento ou através de métodos físicos e/ou químicos. A dormência secundária ocorre quando não são dadas às sementes condições favoráveis para a germinação. Um exemplo seriam as condições de estresse, como a ocorrência de temperaturas extremas, altas ou baixas (Bewley & Black, 1985).

Cohn et al. (1988) estudaram o desempenho de promotores do processo germinativo para superação de dormência em arroz-vermelho e concluíram que a atividade real de muitos

dos produtos testados para superação de dormência se deve, em geral, à sua lipofilicidade nos poros e membranas, e não à sua atividade química propriamente dita. Cohn & Castle (1984), seguindo a mesma linha de estudo, identificaram pela primeira vez a utilização do gás dióxido de nitrogênio (NO_2) como forma de superação de dormência em sementes de arroz-vermelho sem utilizar a embebição das sementes em solventes líquidos.

A ocorrência do fenômeno de dormência pode ser fator importante na infestação das lavouras por arroz-vermelho. Semelhantemente a outras plantas daninhas, a dormência distribui a germinação ao longo do tempo e reduz a eficiência das práticas de controle (Noldin et al., 1999a). Estabelecer a distribuição dos diferentes ecótipos, bem como suas características de dormência e germinação, constitui-se em prática primordial para aprimorar as técnicas de controle (Noldin et al., 1999b).

Objetivou-se com este trabalho avaliar diferenças morfológicas entre sementes de vários ecótipos de arroz-vermelho, provenientes de áreas de lavoura do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, bem como avaliar características de germinação e dormência inerentes aos ecótipos, comparativamente a cultivares comerciais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ecótipos de arroz-vermelho foram coletados em áreas de lavoura nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, no ano agrícola 2000/01. As amostras, constituídas de aproximadamente dez panículas, foram trilhadas manualmente, colocadas em sacos de papel e acondicionadas em caixas de isopor, visando protegê-las de variações de umidade e temperatura.

Os 16 ecótipos obtidos (Tabela 1) foram avaliados em conjunto com quatro cultivares em casa de vegetação. As sementes foram colhidas no ponto médio de maturação (umidade de 20 a 24%), acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em temperatura ambiente. Trinta dias após a colheita, iniciaram-se as análises biométricas e os testes de germinação e dormência, que foram realizados aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após colheita (DAC).



Tabela 1 - Código de identificação, município de coleta e características das sementes dos ecótipos de arroz-vermelho e cultivares de arroz avaliados. Capão do Leão-RS, 2001/02

Ecótipo/genótipo	Município de coleta	Cor da gluma
IT	Itajaí-SC	Palha
MA	Massaranduba-SC	Palha
CA	Cachoeirinha-RS	Preta
SL	São Lourenço do Sul-RS	Palha
RG1	Rio Grande-RS	Palha
RG2	Rio Grande-RS	Palha
RG3	Rio Grande-RS	Palha
TA	Taim-RS	Palha
PE	Pelotas-RS	Dourada
PO	Pedro Osório-RS	Palha
CL	Capão do Leão-RS	Dourada
SAP1	S ^{le} Antônio da Patrulha-RS	Palha
SAP2	S ^{le} Antônio da Patrulha-RS	Acinzentada
AG	Arroio Grande-RS	Palha
DP	Dom Pedrito-RS	Preta
RS	Rosário do Sul-RS	Palha
BR-IRGA 409	*	Palha
BR-IRGA 410	*	Palha
IRGA 417	*	Palha
El Paso L 144	*	Palha

As determinações incluíram as medidas de comprimento, largura e espessura das sementes dos ecótipos, bem como dos cultivares comparativos. Para a tomada dos dados biométricos, foram medidas ao acaso 20 sementes por ecótipo, por meio de um paquímetro digital (Starret – 727), sendo os resultados expressos em milímetros. Quanto à determinação da “classe de grão”, utilizou-se a escala de avaliações do IRRI (1980). Na determinação da massa de mil grãos foram usadas cinco repetições de 100 sementes por ecótipo.

Os testes de germinação e superação de dormência foram realizados no ano de 2001, no Laboratório de Sementes da Estação Experimental de Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão/RS, em delineamento experimental completamente casualizado, com quatro repetições.

Para os testes de germinação e dormência, 50 sementes foram colocadas para germinar em caixas gerbox, sendo realizadas duas contagens: aos 7 e 14 dias após a semeadura. As sementes firmes remanescentes após 14 dias

foram submetidas à quebra de dormência com hipoclorito a 2,5% por 16 horas e colocadas novamente para germinar por período de dez dias, quando se realizou nova contagem. As sementes que ainda permaneceram duras (sem absorção de água) foram submetidas ao teste de tetrazólio, a fim de quantificar as sementes viáveis e não-viáveis. Esses testes seguiram as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Os dados de germinação e dormência para os ecótipos de arroz-vermelho e os cultivares foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, e, quando significativos, realizou-se análise de regressão. O modelo escolhido para os ecótipos de arroz-vermelho foi o logístico de três parâmetros, por melhor representar o comportamento de evolução de germinação e dormência ao longo do tempo, sendo descrito pela equação:

$$Y = \frac{a}{1 + (X^b/X_0)}$$

Para os cultivares comerciais, o modelo mais adequado foi o polinomial linear, sendo usada a equação:

$$Y = Y_0 + aX$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados biométricos dos grãos são apresentados na Tabela 2, onde se constata que os ecótipos estudados apresentaram alta variabilidade em relação ao tipo de grão, tendo variado de grão curto até extralongo. Esses resultados evidenciam que os processos de separação do arroz-vermelho e cultivado utilizando-se peneiras podem apresentar baixa eficiência, pois alguns ecótipos apresentam dimensões muito próximas às dos cultivares atualmente usados nas lavouras gaúchas e catarinenses (Tabela 2). Andres & Machado (2004) afirmaram que os diferentes ecótipos de arroz-vermelho encontrados nas lavouras gaúchas apresentam variabilidade para as características morfológicas e fisiológicas, o que também foi observado no presente trabalho, mesmo entre ecótipos provenientes da mesma região, como os três ecótipos da cidade de Rio Grande - RG 1, RG 2 e RG 3 e dois de Santo Antônio da Patrulha



Tabela 2 - Comprimento, largura, espessura, classe de grãos e massa de mil grãos de 16 ecótipos de arroz-vermelho e quatro cultivares de arroz. Capão do Leão-RS, 2002. Dados obtidos pela escala IRTP-IRRI

Ecótipo/genótipo	Comprimento*	Largura *	Espessura*	Classe**	Massa de mil grãos (g)*
	----- mm -----				
IT	9,80 a	3,01 d	2,16 c	longo	33,27 e
MA	9,08 f	3,28 a	2,22 b	médio	30,52 f
CA	9,47 c	3,22 b	2,20 b	médio	34,34 d
SL	9,30 d	3,39 a	2,41 a	longo	37,24 b
RG1	9,57 b	2,71 g	2,14 c	extralongo	28,71 g
RG2	7,78 i	3,17 c	1,83 e	curto	25,40 k
RG3	7,95 h	3,14 c	2,08 d	curto	25,53 j
TA	9,11 e	3,39 a	2,32 a	médio	35,57 c
PE	8,81 g	2,88 e	1,98 f	médio	25,61 j
PO	7,69 i	3,15 c	2,03 e	curto	24,61 k
CL	8,79 g	2,79 f	1,86 h	médio	25,14 k
SAP1	9,26 d	2,89 e	2,13 c	longo	30,59 f
SAP2	9,14 e	3,14 c	2,12 c	médio	32,53 e
AG	9,24 d	3,25 a	2,32 a	médio	37,69 a
DP	8,17 h	2,99 d	1,94 f	curto	28,27 h
RS	9,34 d	3,42 a	2,32 a	médio	36,57 b
BR-IRGA 409	9,41 c	2,43 h	1,97 f	extralongo	26,04 j
BR-IRGA 410	9,99 a	2,29 i	1,96 f	extralongo	27,36 i
IRGA 417	9,95 a	2,31 i	1,96 e	extralongo	25,15 k
El Paso L 144	9,69 a	2,46 h	1,94 g	extralongo	26,53 i
CV (%)	3,67	4,95	4,78	-	3,65

* Médias seguidas da mesma letra, na coluna, pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

** Escala adotada pelo IRTP - IRRI (1980), levando em consideração as três dimensões do grão. Valores obtidos nesta escala maiores que 7,5 = grão extralongo; 6,61 a 7,5 = grão longo; 5,51 a 6,6 = grão médio; < 5,51 = grão curto.

- SAP 1 e SAP 2 (Tabela 2). Além disso, o tipo mais daninho de arroz-vermelho é o resultante do cruzamento natural entre arroz-vermelho e cultivado, originando um ecótipo com características semelhantes às do arroz cultivado, chamado por alguns de “arroz-vermelho tipo agulhinha” (Marchezan, 1994).

Segundo Seshu & Sorrells (1986), a dormência em sementes pode estar ligada a fatores fisiológicos (imaturidade do embrião, inibidores endógenos), mecânicos (impermeabilidade das membranas de proteção) e ambientais. A intensidade e a duração do período de dormência foram variáveis entre os ecótipos de arroz-vermelho. Aos 30 DAC, as sementes de todos os ecótipos de arroz-vermelho apresentavam dormência em porcentagens que variaram de 70 a 100% (Figuras 1, 2 e 3).

Vale destacar que nove dos 16 ecótipos apresentaram sementes totalmente (100%) dormentes aos 30 DAC (Figuras 1 a 3). Inversamente à porcentagem de dormência, o percentual inicial de germinação (30 DAC) foi próximo de zero para a maioria dos ecótipos. Na mesma avaliação, aos 30 DAC, dois cultivares comerciais (BR-IRGA 409 e El Paso L 144) mostraram porcentagem de germinação superior a 90%, e apenas para os cultivares BR-IRGA 410 e IRGA 417 a porcentagem de sementes dormentes foi de 12 e 18%, respectivamente (Figura 4).

À medida que aumentou o período de armazenagem das sementes, houve aumento da porcentagem de germinação e redução da dormência. No entanto, a velocidade desse processo diferenciou-se entre os ecótipos de arroz-

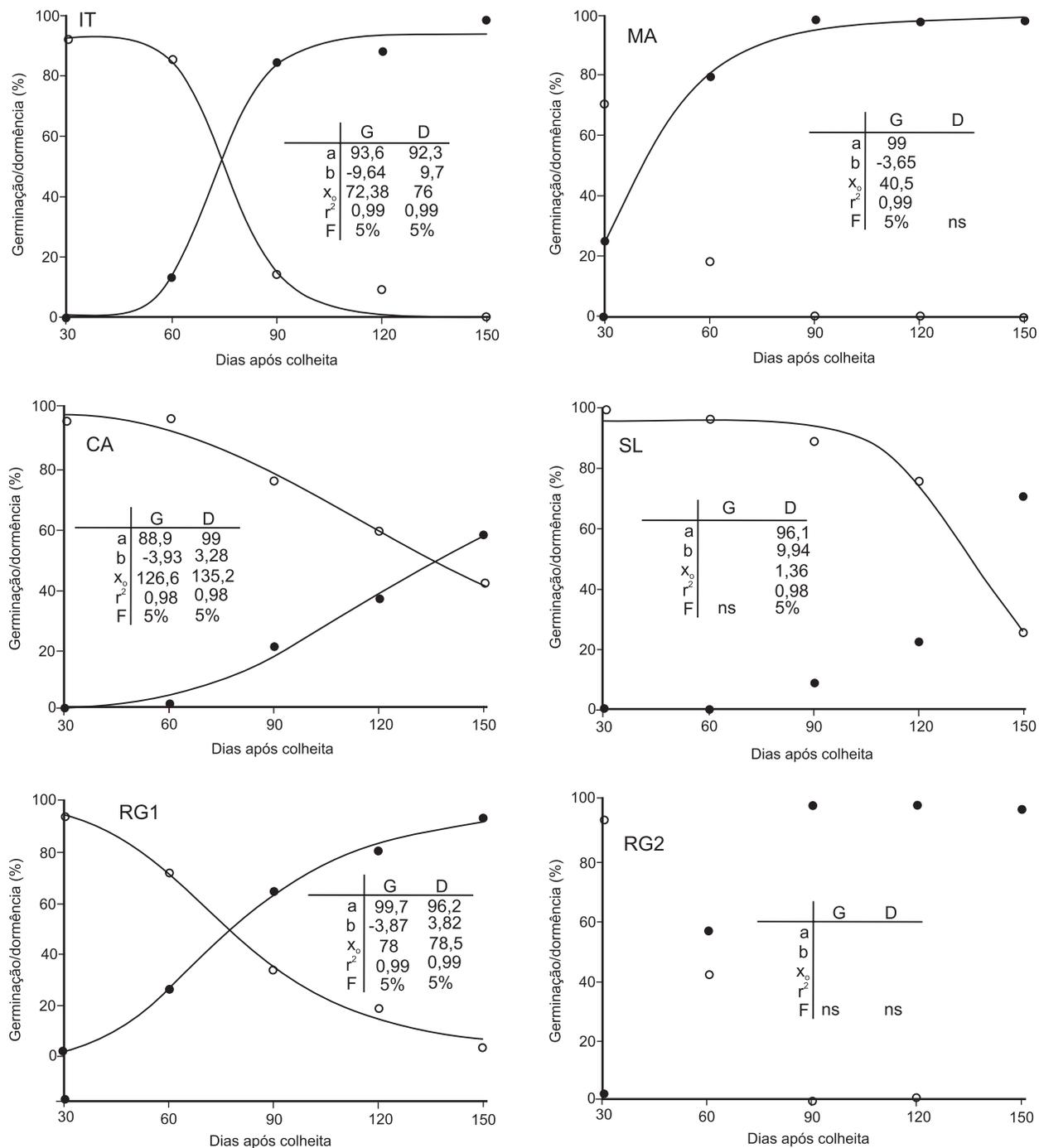


Figura 1 - Porcentagem de germinação (●) e dormência (○) de sementes de diferentes ecótipos de arroz-vermelho armazenadas em temperatura ambiente em diferentes períodos pós-colheita (IT: Itajaí-SC; MA: Massaranduba-SC; CA: Cachoeirinha-RS; SL: São Lourenço do Sul-RS; e RG1 e RG2: Rio Grande-RS).



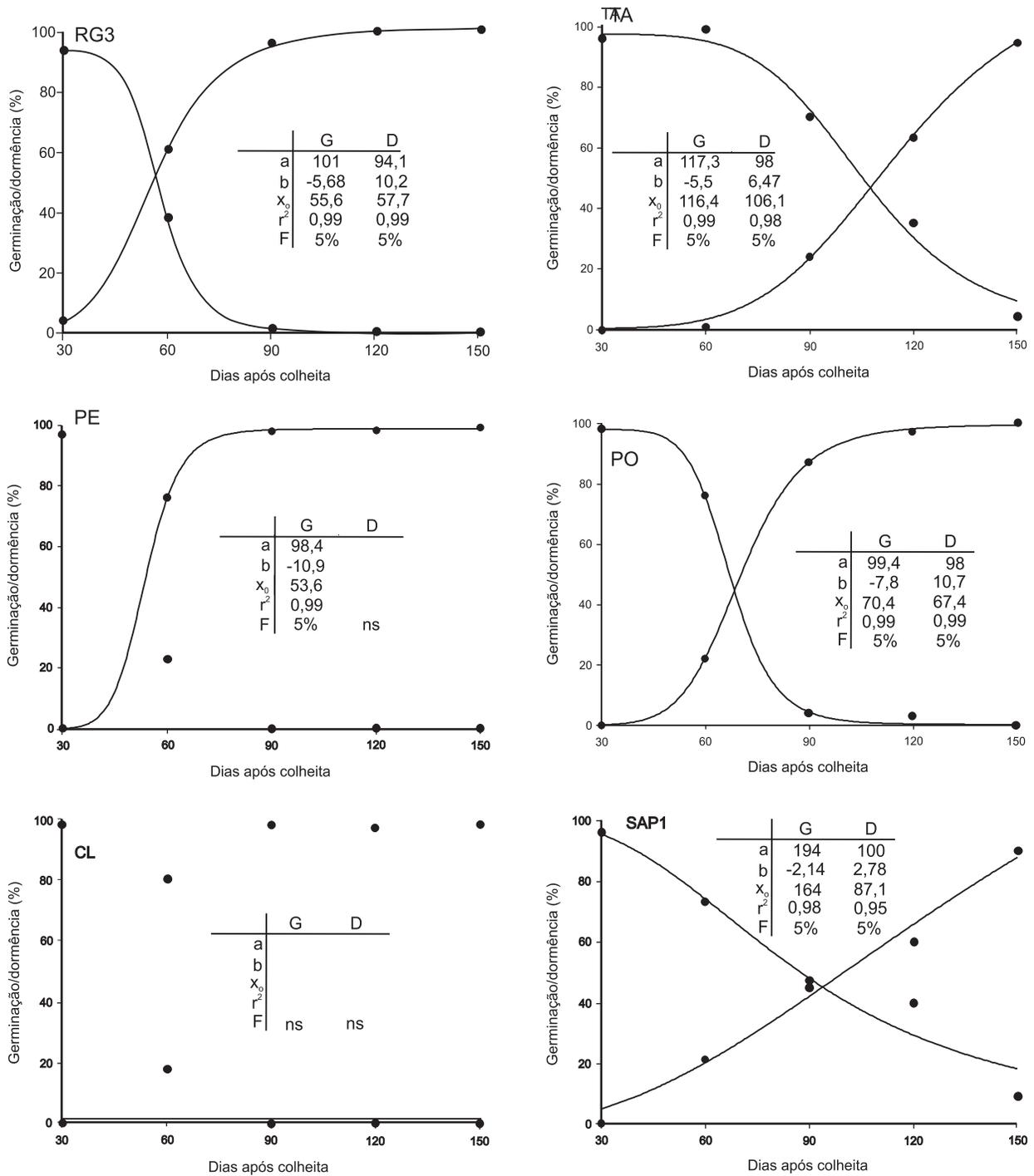


Figura 2 - Porcentagem de germinação (●) e dormência (○) de sementes de diferentes ecótipos de arroz-vermelho armazenadas em temperatura ambiente em diferentes períodos pós-colheita (RG3: Rio Grande-RS; TA: Taim-RS; PE: Pelotas-RS; PO: Pedro Osório-RS; CL: Capão do Leão-RS; e SAP1: Santo Antônio da Patrulha-RS).



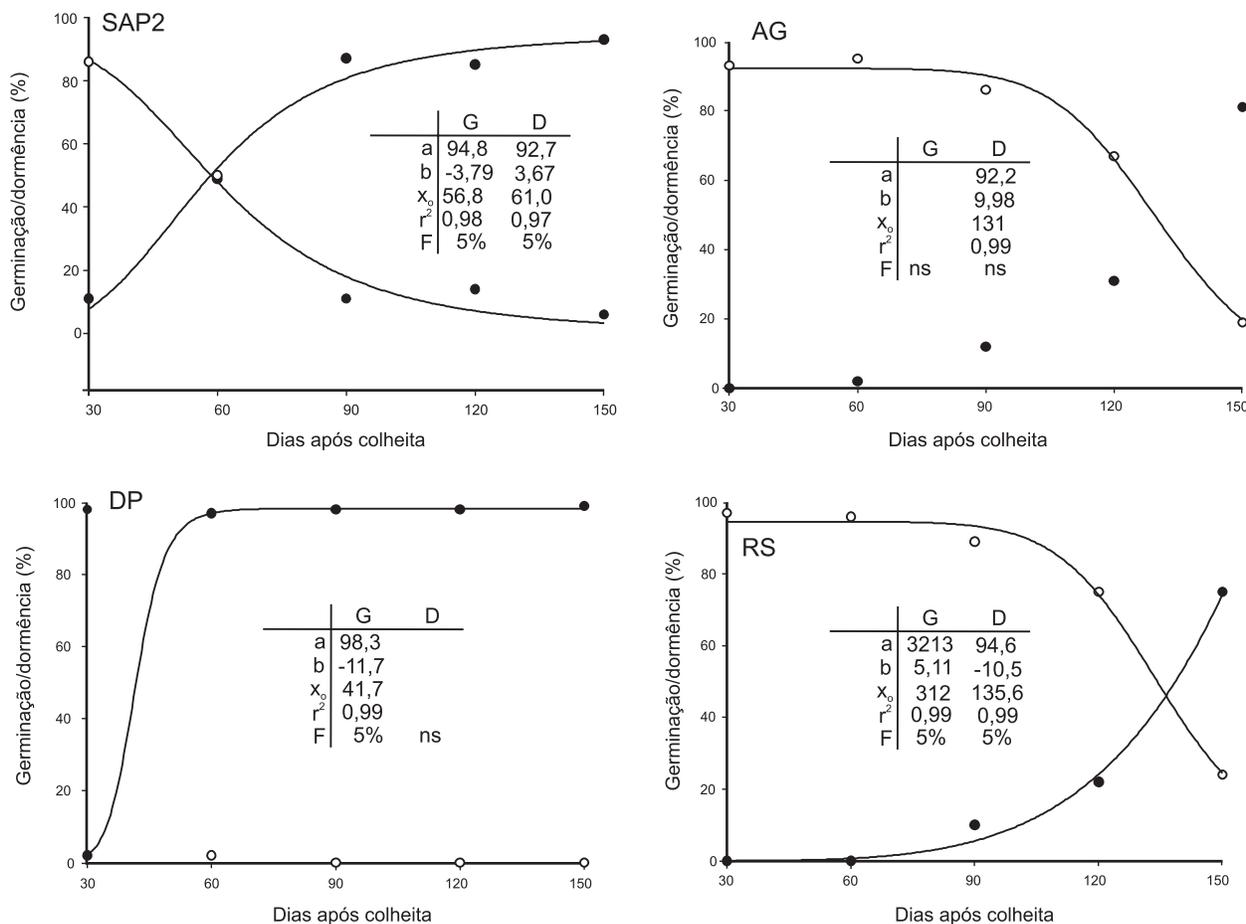


Figura 3 - Porcentagem de germinação (●) e dormência (○) de sementes de diferentes ecótipos de arroz-vermelho armazenadas em temperatura ambiente em diferentes períodos pós-colheita (SAP2: Santo Antônio da Patrulha-RS; AG: Arroio Grande-RS; DP: Dom Pedrito-RS; e RS: Rosário do Sul-RS).

vermelho. Para os ecótipos CL, MA, RG 3 e PE, a porcentagem de germinação superou a dormência aos 60 DAC, enquanto, para outros ecótipos (CA, SL, AG e RS), apenas aos 150 DAC a germinação superou o percentual de dormência (Figuras 1 a 3). Aos 150 DAC, a dormência da maioria dos ecótipos de arroz-vermelho era baixa, porém os ecótipos CA, SL, AG e RS ainda mostravam porcentagem de dormência variando de 19 a 42%. Os demais apresentaram dormência inferior a 10%. A partir dos 60 DAC, a porcentagem de germinação de todas as cultivares foi superior a 90%, com percentual de dormência próximo de zero (Figura 4).

Resultados similares foram encontrados por Vidotto & Ferrero (2000), os quais mencionaram que em condições de laboratório foram necessários 180 dias para que dois biótipos de

arroz-vermelho estudados superassem a dormência e apresentassem porcentagens de germinação superiores a 80%. Larinde (1979) relatou que os tratamentos das sementes de arroz embebidas em água destilada, 0,1% de etileno chlorohydrin e 0,25% de hipoclorito de sódio a 40 °C tiveram eficiência na superação da dormência do cultivar Nato, ao passo que 0,1% de etileno chlorohydrin obteve a completa superação da dormência no arroz-vermelho com glumas pretas. Para o arroz-vermelho casca-palha, todos os tratamentos de embebição, exceto água, foram eficientes na superação da dormência.

Os ecótipos CA, SL (Figura 1), AG e RS (Figura 3) foram os materiais que apresentaram maior duração no período de dormência. Observaram-se, ainda, resultados bastante



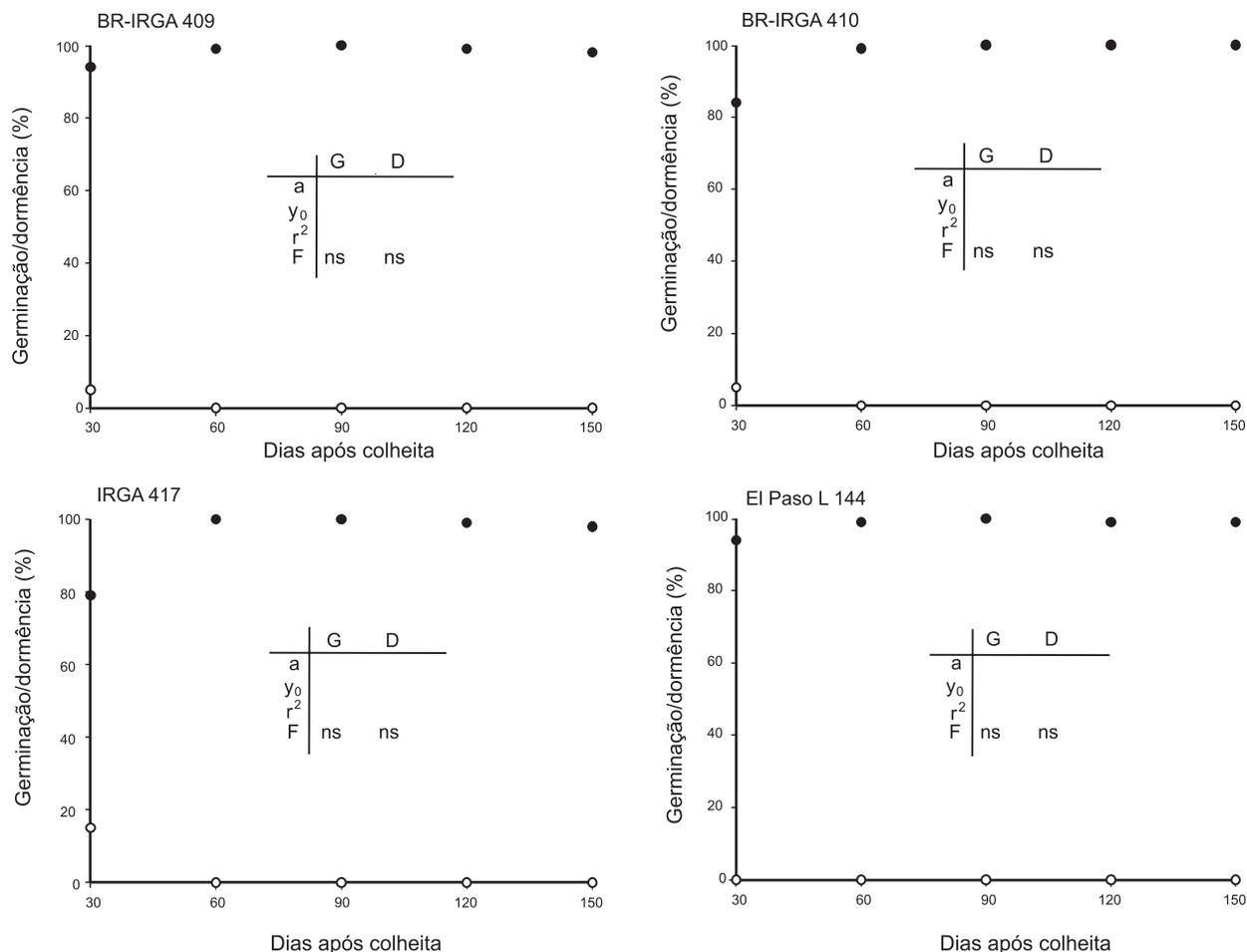


Figura 4 - Percentagem de germinação (●) e dormência (○) de sementes dos cultivares BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, IRGA 417 e El Paso L 144 armazenadas em temperatura ambiente em diferentes períodos pós-colheita.

similares entre os ecótipos SL (Figura 1) e RS (Figura 3) quanto à evolução na superação de dormência, indicando, provavelmente, a existência de fortes correlações para o caráter dormência entre estes dois ecótipos.

Os resultados deste trabalho confirmam dados da literatura sobre o comportamento diferenciado entre populações de arroz-vermelho quanto à intensidade e duração do período de dormência das sementes (Noldin et al., 1999a) e para outros caracteres morfofisiológicos, como sensibilidade a herbicidas e taxa de cruzamento natural (Noldin et al., 1999b, 2002; Menezes et al., 2002). Também é importante que em áreas infestadas por arroz-vermelho o produtor retarde o preparo do solo, pois a condição de maior estresse na sua camada superior facilitará o processo de superação da

dormência e, conseqüentemente, a perda de viabilidade e germinação das sementes de arroz-vermelho. O preparo intensivo do solo no verão também consiste numa medida alternativa para reduzir a população em áreas infestadas, pela mobilização do solo através de gradagens sucessivas, em área de pousio (Avila et al., 2000).

Deve-se destacar que os métodos de controle necessitam ser estabelecidos com base no conhecimento dos ecótipos existentes na área. Entende-se que o cultivo continuado de uma mesma área, utilizando-se um mesmo manejo, selecionará ecótipos de arroz-vermelho que tenham melhor adaptação àquela situação. As observações morfológicas isoladas não são suficientes para classificação do arroz-vermelho, pois sua diversidade é muito maior

que o previamente assumido. Além disso, essa diversidade deve ser considerada quando do desenvolvimento de técnicas e estratégias de manejo.

Os resultados deste trabalho confirmam também que o êxito no manejo do arroz-vermelho em lavouras infestadas depende da recomendação e adoção por parte dos produtores não de medidas isoladas, mas de um grupo de medidas complementares que, quando adotadas conjuntamente, permitem minimizar os problemas com o arroz-vermelho.

LITERATURA CITADA

- ANDRES, A.; MACHADO, S. L. O. Plantas daninhas em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JR., A. M. (Eds.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 457-546.
- AVILA, L. A. et al. Banco de sementes de arroz-vermelho em sistemas de semeadura de arroz irrigado. **Ci. Rural**, v. 30, p. 773-777, 2000.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1985. 365 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- COHN, M. A.; CASTLE, L. Dormancy in red rice. IV. Response of unimbibed and imbibing seeds to nitrogen dioxide. **Physiol. Plant.**, v. 60, n. 4, p. 552-556, 1984.
- COHN, M. A. et al. Seed dormancy in red rice. **Plant Physiol.**, v. 89, n. 3, p. 879-882, 1988.
- EBERHARDT, D. S.; NOLDIN, J. A. Dano causado por arroz-vermelho (*Oryza sativa* L.) em lavouras de arroz irrigado, sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Orium, 2005. p. 184-186.
- GOSS, W. L.; BROWN, E. Buried red rice seed. **J. Am. Soc. Agron.**, v. 31, n. 7, p. 633-637, 1939.
- GOSS, W. L.; BROWN, E. Buried red rice seed. **J. Am. Soc. Agron.**, v. 32, n. 9, p. 974, 1940.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE - IRRI. **Descriptors for rice *Oryza sativa* L.** Los Baños: 1980. 21 p.
- LARINDE, M. A. **Seed maturation, development and release of dormancy in red rice**. 1979. 54 f. Dissertation (Master of Science) – Mississippi State University, 1979.
- MARCHEZAN, E. Arroz vermelho: Caracterização, prejuízos e controle. **Ci. Rural**, v. 24, n. 2, p. 415-421, 1994.
- MENEZES, V. G. et al. Caracterização de biótipos de arroz-vermelho em lavouras de arroz no Estado do Rio Grande do Sul. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 221-227, 2002.
- NIKOLAEVA, M. G. Factors controlling the seed dormancy pattern. In: KHAN, A. A. (Eds.) **The physiology and biochemistry of seed development and germination**. Amsterdam: Elsevier Biochemical Press, 1977. p. 51-71.
- NOLDIN, J. A.; CHANDLER, J. M.; McCAULEY, G. N. Red rice (*Oryza sativa*) biology: I. Characterization of red rice ecotypes. **Weed Technol.**, v. 13, n. 1, p. 12-18, 1999a.
- NOLDIN, J. A. et al. Red rice (*Oryza sativa*) biology: II. Ecotypes sensitivity to herbicides. **Weed Technol.**, v. 13, n. 1, p. 19-24, 1999b.
- NOLDIN, J. A. et al. Potencial de cruzamento natural entre o arroz transgênico resistente ao herbicida glufosinato de amônio e o arroz daninho. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 243-251, 2002.
- SESHU, D. V.; SORRELLS, M. E. **Genetic studies on seed dormancy in rice**. Los Banos: IRRI, 1986. 390 p.
- VIDOTTO, F.; FERRERO, A. Germination behaviour of red rice (*Oryza sativa* L.) seeds in field and laboratory conditions. **Agronomie**, v. 20, p. 375-382, 2000.

