

Germinação de arroz irrigado e de biótipos de arroz-vermelho submetidas a diferentes temperaturas¹

Germination of irrigated rice and red rice biotypes under different temperatures

Gerson Meneghetti Sarzi Sartori^{2*}, Enio Marchesan³, Cristian Fernandes Azevedo³, Lucas Lopes Coelho³ e Maurício Limberger de Oliveira³

RESUMO - O arroz-vermelho é a principal planta daninha do arroz irrigado, pois afeta a produtividade e qualidade. Objetivou-se avaliar a ação de diferentes temperaturas na dinâmica de germinação do genótipo de arroz Puitá INTA CL e de biótipos de arroz-vermelho, com e sem superação da dormência. O trabalho foi realizado em 2011, em câmara B.O.D e Fitotron na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições. O fator (A) foi composto pelas temperaturas 13; 17; 21 e 25 °C e o fator (D) pela cultivar Puitá INTA CL e três biótipos com e sem dormência. Avaliaram-se os parâmetros: germinação de sementes (GS), índice de velocidade de emergência (IVE), coeficiente de uniformidade de emergência (CUE) e comprimento da parte aérea (CPA). Ocorreu aumento da GS, do IVE, do CUE e do CPA dos biótipos de arroz-vermelho com o aumento da temperatura de 13 °C para 25 °C. Nas temperaturas de 13 e 17 °C o genótipo apresentou germinação 64% maior que a média dos biótipos sem superação da dormência, já aos 21 e 25 °C foi de 11% apenas. Os biótipos apresentaram germinação 56% maior nas temperaturas de 21 e 25 °C, comparado aos 13 e 17 °C. As temperaturas de 13 e 17 °C causam menor germinação de arroz-vermelho sem superação de dormência. Como estratégia de controle de arroz-vermelho em áreas de arroz irrigado, é recomendado priorizar a semeadura do arroz no início da época recomendada (setembro e início de outubro), período em que as temperaturas do ar e do solo são mais baixas.

Palavras-chave: *Oryza sativa*. Germinação. Dormência.

ABSTRACT - Red rice is the main weed of the irrigated rice crop because it affects productivity and quality. The object of this study was to evaluate the effect of different temperatures on the germination dynamics of the Puitá INTA CL rice genotype, and on red-rice biotypes, both with and without breaking dormancy. The study was carried out in 2011 in a BOD chamber and phytotron of the Federal University of Santa Maria in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. The experimental design was completely randomised, with four replications. Factor (A) consisted of the temperatures 13, 17, 21 and 25 °C, and factor (D) of the Puitá INTA CL cultivar and three biotypes, both with and without dormancy. The following parameters were evaluated: seed germination (SG), emergence speed index (ESI), emergence uniformity coefficient (EUC) and length of aerial part (LAP). There was an increase in SG, ESI, EUC and LAP in the red-rice biotypes with the increase in temperature of 13 °C to 25 °C. At temperatures of 13 and 17 °C the genotype showed 64% greater germination than the average of the biotypes without breaking dormancy, whereas at 21 and 25 °C it was only 11%. The biotypes presented 56% greater germination at temperatures of 21 to 25 °C compared to 13 and 17 °C. Temperatures of 13 and 17 °C cause less germination of red rice without breaking dormancy. As a strategy for controlling red rice in areas of irrigated rice, giving priority to sowing of the rice earlier in the recommended period (September and beginning of October) is suggested, when the temperatures of the air and of the soil are lower.

Key words: *Oryza sativa*. Germination. Dormancy.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 02/08/2012; aprovado em 03/12/2013

Parte da Dissertação do primeiro autor defendida na Universidade Federal de Santa Maria

²Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, nº 1000, Camobi, Santa Maria-RS, Brasil, 97.105-900, gersonmss@yahoo.com.br

³Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, Brasil, eniomarchesan@gmail.com, cristian.az@hotmail.com, lucas_1_c@hotmail.com, mauriciodeoliveira8@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O arroz-vermelho é uma das principais plantas invasoras em áreas produtoras de arroz (NOLDIN *et al.*, 2004), pois interfere no rendimento de grãos e na qualidade do produto (MARCHESAN *et al.*, 2010; 2011), bem como o preço pago pelo produto (GEALY; SALDAIN; TALBERT, 2000).

O controle do arroz-vermelho torna-se dificultado devido a similaridade fisiológica com o arroz cultivado (SCHWANKE *et al.*, 2008), e devido a diversidade de biótipos com características morfológicas distintas presentes em uma população de arroz-vermelho (FONTANA *et al.*, 2007; MENEZES *et al.*, 2002; SHIVRAIN *et al.*, 2009).

Outra característica importante que dificulta as práticas de controle é a dormência das sementes de arroz-vermelho (AGOSTINETTO *et al.*, 2001; FOGLIATTO; VIDOTTO; FERRERO, 2011; GIANINETTI *et al.*, 2007; MARCHESAN *et al.*, 2011), que proporciona a distribuição da germinação e da emergência ao longo do tempo (BEWLEY, 1997), diminuindo a uniformidade de emergência (SHIVRAIN *et al.*, 2009), dificultando ainda mais o controle.

Existem dois tipos de dormência nas sementes: a dormência primária e a secundária. A dormência primária ocorre após a colheita, estabelecendo-se durante a maturação fisiológica, e pode ser superada pelo período de armazenamento ou através de algum método físico ou químico. Já a dormência secundária ocorre quando não são dadas às sementes condições favoráveis para a germinação (SCHWANKE *et al.*, 2008), sendo essa condição também conhecida por quiescência (AGOSTINETTO *et al.*, 2001). Segundo Menezes, Franzin e Bortolotto (2009) temperaturas baixas no início da maturação e altas, em torno de 30 °C dez a quinze dias após a floração, induzem a dormência em sementes de arroz. Estudo realizado por Schwanke *et al.* (2008) mostrou elevada variabilidade quanto à intensidade e duração da dormência em biótipos de arroz-vermelho provenientes de lavouras dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A duração e a intensidade da dormência apresentam variações referentes ao tipo de biótipo e com as condições ambientais ocorrentes no período de desenvolvimento da semente, sendo o período necessário para a superação da dormência das sementes dependente das condições de temperatura e umidade (DELATORRE, 1999).

Nesse sentido, trabalho avaliando o efeito de diferentes temperaturas diurnas e noturnas, representadas por 15/10, 20/15, 25/20 e 30/25 °C em laboratório, na germinação de biótipos de arroz-vermelho da Coreia e do Sudeste Asiático verificou que a porcentagem de germinação aumenta com o aumento da temperatura,

sendo a temperatura de 25/20 °C, a que apresentou os melhores resultados de germinação (YOUNG-SON CHO, 2010). Em Louisiana, ao avaliarem a germinação de sementes de arroz-vermelho submetidas a diferentes condições de temperatura, Gianinetti e Cohn (2008), observaram germinação superior nas temperaturas de 20 a 35 °C em comparação às temperaturas de 1 a 15 °C. O aumento da temperatura faz com que a velocidade de emergência de arroz-vermelho seja mais rápida (GEALY; SALDAIN; TALBERT, 2000; SHIVRAIN *et al.*, 2009). Neste sentido, são importantes mais estudos para identificar o efeito da temperatura na germinação de biótipos de arroz-vermelho e do arroz cultivado, para que se possa associar esses resultados com práticas de controle em áreas infestadas por arroz-vermelho.

Em vista disso o trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes temperaturas na germinação do genótipo de arroz irrigado Puitá INTA CL e de diferentes biótipos de arroz-vermelho, com e sem superação de dormência.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no ano de 2011, no Laboratório do Grupo de Pesquisa em Arroz Irrigado pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul (RS). Realizou-se um experimento bifatorial no delineamento inteiramente casualizado com um fator qualitativo e outro quantitativo equidistante, com quatro repetições. O fator A foi composto pelas temperaturas 13; 17; 21 e 25 °C, e o fator D pela cultivar Puitá INTA CL e três biótipos de arroz-vermelho com e sem superação de dormência.

Para os tratamentos em que foi necessária a superação da dormência condicionou-se as sementes por 96 horas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 50 °C conforme as Regras de Análises de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). Os biótipos de arroz-vermelho foram coletados no mês de março de 2011 na área experimental de várzea do mesmo departamento.

Após as coletas dos biótipos de arroz-vermelho foi realizada limpeza manual das amostras e posterior secagem com ventilação de ar forçado com temperatura de 37 ± 2 °C, até as sementes atingirem umidade de 13%. As sementes foram colocadas em sacos de papel e armazenadas em Câmara Fria e Seca, com temperatura controlada a 10 ± 2 °C e umidade relativa do ar em torno de 30%. Após, permaneceram armazenadas até a primeira semana de outubro, onde se iniciou a execução do experimento.

Foram realizados dois experimentos, um em câmara B.O.D e o outro em Fitotron, sendo a temperatura

controlada de acordo com cada tratamento. Em B.O.D utilizou-se 50 sementes para cada tratamento, com quatro repetições, semeadas em papel germitest umedecidos com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Aos 14 dias após a semeadura (DAS) avaliou-se a porcentagem de germinação das sementes (GS), considerando semente germinada aquela que emitiu radícula e/ou parte aérea independente de seu comprimento. Utilizando-se as mesmas plântulas do teste de germinação, avaliou-se o comprimento da parte aérea (CPA) aos 14 DAS, com a mensuração da parte aérea de dez plântulas de cada repetição, com auxílio de régua graduada. O comprimento médio das plântulas foi obtido pela soma das medidas de cada repetição, dividindo-se pelo número de plântulas mensuradas, com resultados expressos em centímetros (cm).

Em câmara Fitotron a semeadura foi realizada em bandejas plásticas com dimensões de 6 x 25 x 37 cm de altura, largura e comprimento, respectivamente. Utilizou-se 50 sementes para cada tratamento, com quatro repetições, sendo o substrato utilizado areia na quantidade de 5 kg/bandeja. A esterilização da areia, bem como a quantidade de água para germinação foram realizadas conforme RAS (BRASIL, 2009).

Avaliou-se o índice de velocidade de emergência (IVE) através da contagem diária do número de plântulas emergidas até que esse número permanecesse constante, sendo considerada emergida a plântula visível na superfície da areia. O IVE foi calculado segundo Vieira e Carvalho (1994).

O coeficiente de uniformidade de emergência (CUE) também foi obtido pela contagem diária do número de plântulas emergidas até que esse número permanecesse constante, porém para o cálculo do CUE utilizou-se a equação 2, proposta por Shivrain *et al.* (2009), em que baixo valor de CUE indica menor uniformidade de emergência.

$$CUE = \frac{\sum n}{\sum (t - t_x)^2 n_x}, \quad (1)$$

onde n = número total de sementes emergidas, n_x = número de novas sementes emergidas no t_x e \bar{t} = tempo médio de emergência das sementes.

Os resultados avaliados foram submetidos ao teste das pressuposições do modelo matemático (normalidade e homogeneidade das variâncias), sendo que as variáveis primeira contagem de germinação e CUE foram transformadas para $yt = \sqrt{(y + 0,5)}$. Os valores apresentados são valores não transformados. A análise da variância dos dados do experimento foi realizada através do teste F, e a média do fator quantitativo, quando significativa, submetida à análise de regressão polinomial, testando-se os modelos linear, quadrático e cúbico. Para os resultados expressos graficamente, determinou-se o intervalo de confiança ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise da variância para as variáveis germinação de sementes (GS), índice de velocidade de emergência (IVE), coeficiente de uniformidade de emergência (CUE) e comprimento da parte aérea (CPA), encontram-se na Tabela 1, onde para todas as variáveis houve interação (A*D). Na Figura 1 encontram-se o desdobramento da interação (A*D), sendo as equações das regressões apresentadas na Tabela 2.

Para a germinação de sementes (GS) (Figura 1 a) não houve ajuste para os modelos de regressão polinomiais testados para o genótipo de arroz Puitá INTA CL. Exceto para o biótipo 1 sem superação de dormência que apresentou comportamento linear, os demais biótipos com e sem superação de dormência apresentaram comportamento quadrático nas temperaturas avaliadas.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis: germinação de sementes (VS), índice de velocidade de emergência (IVE), coeficiente de uniformidade de emergência (CUE) e comprimento da parte aérea (CPA).

FV	-----Quadrados médios-----				
	GL	GS	IVE	CUE	CPA
A	3	24711,52**	423,79**	0,39**	520,73**
D	6	3674,76**	3,85**	0,05**	5,20**
A*D	18	1103,60**	0,92**	0,09**	3,42**
erro	84	23,11	0,10	0,00	0,07
CV (%)		7,70	7,15	3,39	5,52

**indica significativo a 5% pelo teste F; FV = Fontes de variação; A = temperaturas; D = genótipo de arroz irrigado Puitá INTA CL e biótipos de arroz-vermelho com e sem superação de dormência

De maneira geral, os biótipos de arroz-vermelho sem superação da dormência apresentaram germinação inferior àqueles com superação da dormência das sementes. O genótipo de arroz irrigado apresentou germinação superior a 80% em todas as temperaturas, sendo essa germinação superior aos biótipos de arroz-vermelho sem superação da dormência nas temperaturas de 13; 17 e 21 °C.

No entanto, aos 25 °C a germinação do genótipo de arroz e dos biótipos de arroz-vermelho com e sem superação das sementes foram semelhantes. Com o aumento da temperatura, os biótipos de arroz-vermelho

apresentaram aumento da germinação de sementes, sendo a temperatura de 21 e 25 °C responsáveis pelos maiores percentuais de germinação. Essa diferença no comportamento da germinação das sementes do genótipo em relação aos biótipos de arroz-vermelho e mesmo entre biótipos está associada à dormência das sementes, pois Schwanke *et al.* (2008), encontraram elevada variabilidade quanto à intensidade e duração da dormência das sementes de biótipos de arroz-vermelho, sendo que alguns biótipos apresentaram dormência maior que 150 dias após a colheita, já os genótipos de arroz irrigado aos 30 dias após a colheita apresentaram germinação superior a 80%.

Figura 1 - Germinação de sementes (GS) (a), índice de velocidade de emergência (IVE) (b), coeficiente de uniformidade de emergência (CUE) (c) e comprimento da parte aérea (CPA) (d) em função do genótipo de arroz Puitá INTA CL e dos diferentes biótipos de arroz-vermelho com e sem superação da dormência. S* = Com superação da dormência das sementes

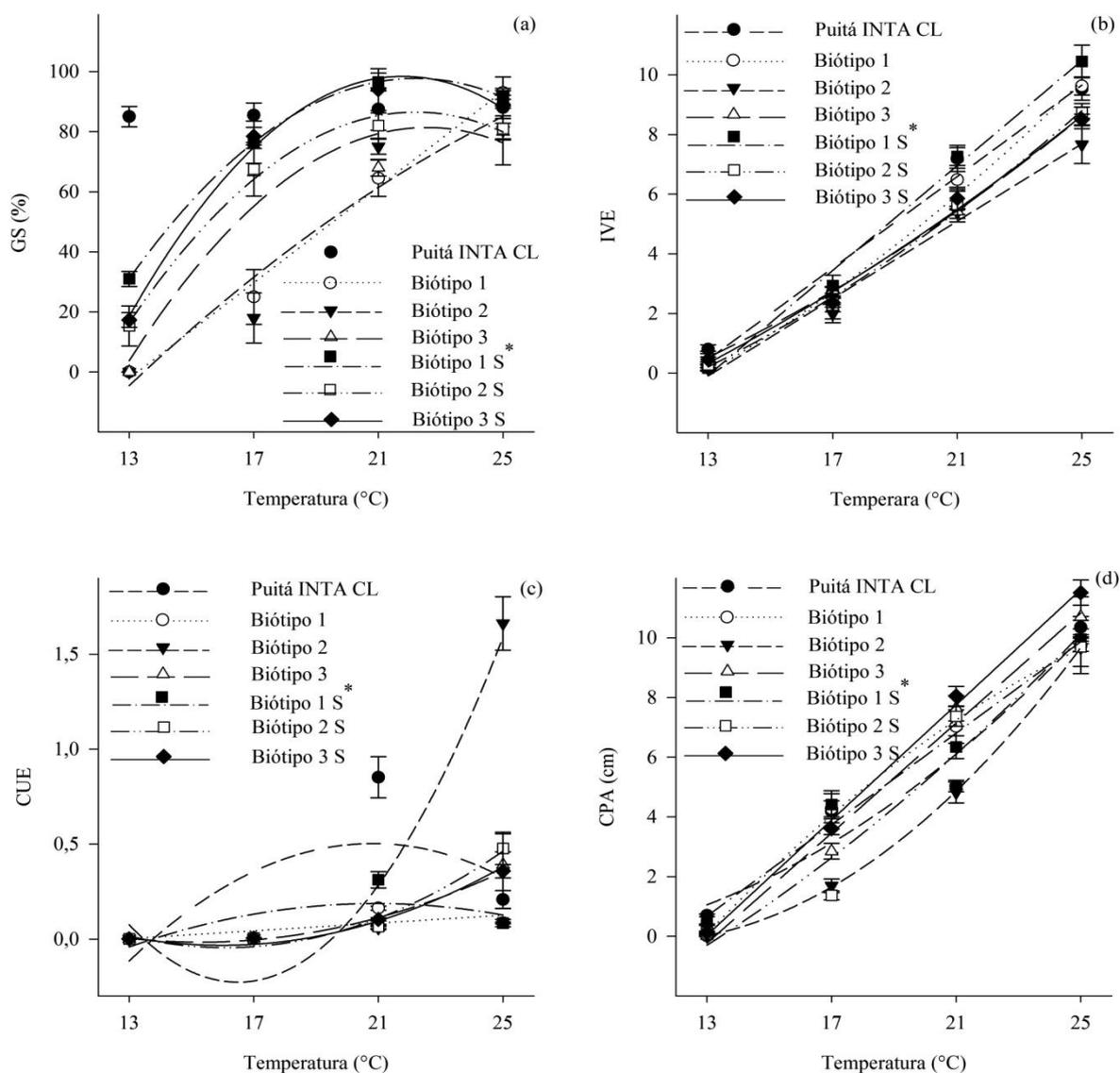


Tabela 2 - Equações das regressões referentes as variáveis, germinação de sementes (GS), índice de velocidade de emergência (IVE), coeficiente de uniformidade de emergência (CUE) e comprimento da parte aérea das plântulas (CPA) em função dos tratamentos utilizados

Tratamentos	Equações	R ²
Germinação de sementes (GS)		
Puitá INTA CL		
Biótipo 1	$Y = -105,641 + 7,961^{**}x$	0,989
Biótipo 2	$Y = -164,926 + 14,876x - 0,195^{**}x^2$	0,749
Biótipo 3	$Y = -351,382 + 38,388x - 0,851^{**}x^2$	0,783
Biótipo 1 S*	$Y = -290,907 + 35,021x - 0,789^{**}x^2$	1,000
Biótipo 2 S	$Y = -322,282 + 36,855x - 0,830^{**}x^2$	0,975
Biótipo 3 S	$Y = -392,323 + 45,049x - 1,033^{**}x^2$	0,974
Índice de velocidade de emergência (IVE)		
Puitá INTA CL	$Y = -9,503 + 0,766^{**}x$	0,963
Biótipo 1	$Y = -4,776 + 0,139x + 0,017^{**}x^2$	0,967
Biótipo 2	$Y = -8,516 + 0,648^{**}x$	0,982
Biótipo 3	$Y = -3,450 + 0,115x + 0,014^{**}x^2$	0,999
Biótipo 1 S*	$Y = -11,494 + 0,878^{**}x$	0,990
Biótipo 2 S	$Y = -3,882 + 0,106x + 0,016^{**}x^2$	0,993
Biótipo 3 S	$Y = -4,869 + 0,250x + 0,011^{**}x^2$	0,976
Coeficiente de uniformidade de emergência (CUE)		
Puitá INTA CL	$Y = -3,886 + 0,422x - 0,010^{**}x^2$	0,439
Biótipo 1	$Y = -0,130 + 0,010^{**}x$	0,476
Biótipo 2	$Y = 6,556 - 0,823x + 0,025^{**}x^2$	0,833
Biótipo 3	$Y = 1,257 - 0,161x + 0,005^{**}x^2$	0,931
Biótipo 1 S*	$Y = -1,408 + 0,152x - 0,003^{**}x^2$	0,455
Biótipo 2 S	$Y = 1,603 - 0,205x + 0,006^{**}x^2$	0,918
Biótipo 3 S	$Y = 0,896 - 0,119x + 0,003^{**}x^2$	0,993
Comprimento da parte aérea das plântulas (CPA)		
Puitá INTA CL	$Y = 0,649 - 0,339x + 0,028^{**}x^2$	0,841
Biótipo 1	$Y = -18,267 + 1,731x - 0,024^{**}x^2$	0,994
Biótipo 2	$Y = 5,690 - 1,079x + 0,049^{**}x^2$	0,999
Biótipo 3	$Y = -12,209 + 0,921^{**}x$	0,984
Biótipo 1 S*	$Y = -9,278 + 0,765^{**}x$	0,976
Biótipo 2 S	$Y = -6,075 + 0,224x + 0,016^{**}x^2$	0,833
Biótipo 3 S	$Y = -12,496 + 0,964^{**}x$	0,996

S* = Com superação da dormência das sementes; **Significativo a 5% pelo teste F

A dormência em arroz-vermelho pode estar ligada à impermeabilidade das estruturas que cobrem as sementes à difusão do oxigênio (AGOSTINETTO *et al.*, 2001). Além disso, ela está associada ao conteúdo de ácido abscísico (ABA) (GIANINETTI; VERNIERI, 2007). O ABA é o principal fator

envolvido na dormência de sementes de arroz, sendo a superação da dormência proporcional a sua degradação endógena nas sementes (HAYASHI, 1987). Além disso, em arroz considera-se que o desequilíbrio entre hormônios reguladores de crescimento, atua de forma direta e indireta no metabolismo de carboidratos,

proteínas e outras reservas das sementes (MENEZES; FRANZIN; BORTOLOTO, 2009), o que pode estar relacionado à imaturidade fisiológica do embrião e apresentar impermeabilidade da cobertura a gases e/ou desequilíbrio de substâncias promotoras e inibidoras da germinação induzida durante o acúmulo de matéria seca das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Nas temperaturas de 13 e 17 °C o genótipo de arroz apresentou germinação média de 85% e a média dos biótipos sem superação de dormência foram de 21% apenas, uma diferença de 64%. Com o aumento da temperatura (21 e 25 °C) a germinação média do genótipo foi de 88% e a dos biótipos foram de 77%, reduzindo a diferença para 11% apenas. Além disso, os biótipos apresentam germinação média de 56% maior nas temperaturas de 21 e 25 °C, comparado à média dos 13 e 17 °C.

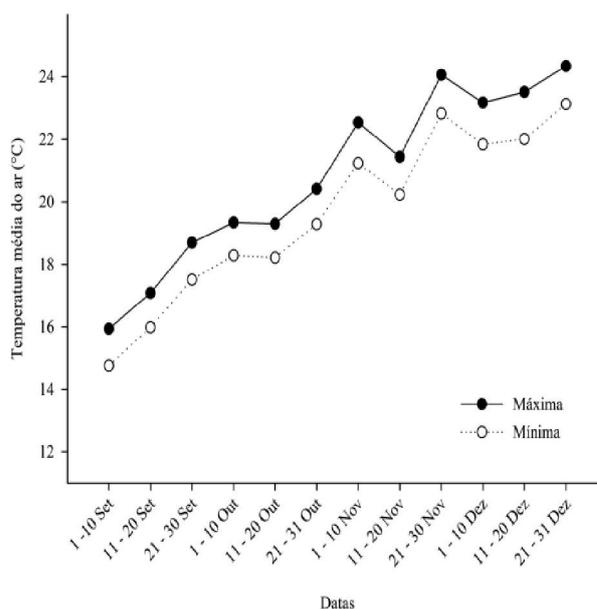
Além da dormência primária, a menor germinação ocorrida nas temperaturas mais baixas 13 e 17 °C, pode estar associado à indução de dormência secundária, pois conforme trabalho realizado por Gianinetti e Cohn (2008) aos 15 °C parte da população de sementes de arroz-vermelho foi induzida à dormência secundária. Segundo os autores, a porcentagem de sementes que são induzidas à dormência secundária diminui com o aumento da temperatura (15 a 25 °C), sendo que na temperatura ótima para germinação (30 °C) os biótipos apresentaram mínima dormência.

Os resultados obtidos no presente estudo de germinação de sementes de arroz-vermelho corroboram com resultados de Young-Son Cho (2010), que obteve maior porcentagem de germinação de arroz-vermelho na temperatura 25/20 °C.

Esses resultados de germinação de sementes em relação à temperatura, podem ser utilizados como uma estratégia importante em termos de controle de arroz-vermelho em áreas de arroz irrigado, pois verificou-se que em temperaturas mais baixas ocorre menor germinação de arroz-vermelho em comparação ao genótipo, estando esta menor germinação em parte relacionado à dormência das sementes. Com isso, como estratégia de manejo para áreas infestadas por arroz-vermelho, deve-se priorizar sementeiras no início do período recomendado (setembro e início de outubro), pois as temperaturas do ar nesse período são mais baixas (Figura 2), o que contribui para inibição da germinação de grande parte dos biótipos de arroz-vermelho. Por outro lado, em sementeiras mais ao final do período (novembro e dezembro), devido à elevação da temperatura, a germinação do arroz-vermelho pode ser igual ou superior ao arroz cultivado, o que aumenta o potencial de competição e danos à cultura.

Segundo trabalho realizado por Gealy, Saldain e Talbert (2000), a maior parte dos biótipos de arroz-

Figura 2 - Temperatura média do ar máxima e mínima ocorrida durante os meses de setembro a dezembro em Santa Maria. Santa Maria - RS. 2011



vermelho emergem na época de sementeira do “tarde”, pois o aumento da temperatura faz com que a emergência de arroz-vermelho seja mais rápida neste período.

Para o índice de velocidade de emergência (IVE) (Figura 1 b) ocorreu maior velocidade de emergência de plântulas com o aumento da temperatura. Além disso, observa-se que em condições de temperatura mais baixa (17 e 21 °C) a velocidade de emergência do genótipo de arroz irrigado é maior do que os biótipos 1 e 2 sem superação de dormência, o que pode estar relacionado à dormência de sementes dos biótipos. Entretanto, nessa mesma condição, o biótipo 3 apresentou similaridade ao genótipo de arroz, demonstrando que há diferenças no comportamento de biótipos de arroz-vermelho. Estudo realizado por Shivrain *et al.* (2009), também constataram variação de emergência entre biótipos de arroz-vermelho em diferentes épocas de sementeiras do arroz irrigado.

Já na condição de temperatura mais elevada a velocidade de emergência do genótipo e dos biótipos de arroz-vermelho apresentaram comportamento semelhante. Segundo Shivrain *et al.* (2009), biótipos de arroz-vermelho que possuem igual ou superior taxa de emergência ao arroz cultivado competem mais pelos recursos naturais disponíveis (luz, água, nutrientes, espaço), podendo causar significativas reduções de rendimento.

Nas temperaturas mais baixas (13 e 17 °C) o genótipo de arroz apresentou velocidade média de

emergência 39% maior em relação à média dos biótipos sem superação de dormência. Por outro lado, com o aumento da temperatura para 21 e 25 °C essa diferença reduziu para 14% apenas, demonstrando que a velocidade de emergência do genótipo de arroz irrigado em condições de temperaturas mais elevadas é muito próxima ao arroz-vermelho, pois a velocidade de emergência dos biótipos de arroz-vermelho nessa condição foram cerca de 82% mais elevadas em comparação à velocidade média de emergência nas temperaturas de 13 e 17 °C.

Esses resultados corroboram com trabalhos de Gealy, Saldain e Talbert (2000), Mertz *et al.* (2009) e Shivrain *et al.* (2009), em que o aumento da temperatura promoveu emergência mais rápida das plântulas de arroz-vermelho e do arroz cultivado. A variação da velocidade de emergência pode estar relacionada à diferença de vigor entre os biótipos e o genótipo de arroz, pois de acordo com Cruz e Milach (2004), a velocidade de germinação está relacionada com alto vigor de sementes, sendo esta a hipótese para o melhor desempenho de alguns biótipos.

Outro comportamento importante relacionado à temperatura é na uniformidade de emergência (CUE). A uniformidade de emergência aumentou com o aumento da temperatura (Figura 1 c). Observa-se que na temperatura de 25 °C os biótipos de arroz-vermelho apresentaram igual ou superior uniformidade de emergência ao genótipo utilizado, estando essa maior uniformidade de emergência relacionada à maior velocidade de emergência ocorrida nas temperaturas mais elevadas. Na temperatura de 21 °C o genótipo apresentou emergência mais uniforme, em comparação aos biótipos, estando a menor uniformidade de emergência dos biótipos relacionada, em parte, à dormência das sementes, o que faz com que amplie o tempo de emergência. Isso porque, na temperatura de 13; 17; 21 e 25 °C iniciou a emergência das plântulas aos 21; 13; 6 e 4 dias após a semeadura, respectivamente, e a estabilização da emergência ocorreu aos 21; 9; 6 e 5 dias após o início da emergência, respectivamente.

Conforme o apresentado, nas temperaturas menores o período para início e estabilização da emergência foi maior quando comparado às temperaturas mais elevadas. Esse maior período de tempo para o início e estabilização da emergência deve-se fundamentalmente à dormência das sementes, o que contribui para a baixa uniformidade (SHIVRAIN *et al.*, 2009). Nesse sentido, se por um lado semeaduras realizadas no início do período recomendado para a cultura traz benefícios em termos de menor emergência de arroz-vermelho, por outro lado, o controle desta planta daninha pode ser dificultado, devido o período de emergência ser prolongado e desuniforme. Ressalta-se aqui, a importância de práticas complementares de controle de plantas daninhas, como a época de semeadura e a uniformidade da irrigação, na sustentabilidade do processo de produção de arroz.

A temperatura também interferiu no comprimento da parte aérea das plântulas (CPA) (Figura 1 d), sendo o maior comprimento observado com o aumento da temperatura. O menor comprimento da parte aérea nas temperaturas mais baixas 13 e 17 °C pode ser reflexo direto da baixa temperatura, pois das três fases que envolvem a germinação das sementes, a temperatura influencia na fase de ativação e crescimento do coleótilo e radícula, sendo que a temperatura ideal para o desenvolvimento do arroz situa-se entre 25 e 30 °C (YOSHIDA, 1981). Temperaturas menores que esse intervalo podem ocasionar um estresse por frio, provocando alterações na germinação, porcentagem de plântulas normais, comprimento do coleótilo, entre outros fatores, principalmente por afetar a expressão isoenzimática como a enzima esterase e desidrogenase, envolvidas na germinação das sementes (MERTZ *et al.*, 2009).

Além disso, verificou-se também variações entre o genótipo e os biótipos de arroz-vermelho utilizados com e sem superação de dormência, principalmente em condições de temperaturas mais baixas (17 e 21 °C). As variações ocorridas nestas condições de temperaturas podem estar relacionadas em parte à diferença de vigor dos biótipos e do genótipo, e também devido à menor uniformidade de emergência, proporcionando plântulas de diferentes comprimentos.

Entre os biótipos de arroz-vermelho, o biótipo 2 apresentou menor comprimento de plântulas. Outro fator importante, é que em condições de temperatura mais elevada (25 °C) os biótipos de arroz-vermelho apresentam comprimento igual ou superior ao genótipo de arroz irrigado, podendo este maior comprimento da parte aérea das plântulas estar associado ao maior crescimento do mesocótilo em temperaturas mais elevadas (GEALY; SALDAIN; TALBERT (2000).

Isso mostra que nessa condição, como ocorre nas semeaduras realizadas nos meses de novembro e dezembro para o estado do RS onde as temperaturas são mais elevadas, muitos biótipos de arroz-vermelho podem ser favorecidos pelo processo de competição pelos recursos naturais disponíveis no solo.

CONCLUSÃO

A temperatura afeta a germinação dos biótipos de arroz-vermelho, com e sem superação de dormência. As temperaturas de 13 e 17 °C causam menor germinação de arroz-vermelho sem superação de dormência. Como estratégia de controle de arroz-vermelho em áreas de arroz irrigado, é recomendado priorizar a semeadura do arroz no início da época recomendada (setembro e início de outubro), período em que as temperaturas do ar e do solo são mais baixas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor e pela bolsa de produtividade em pesquisa para o segundo autor. À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao terceiro autor. Ao CNPq e a FAPERGS pelo auxílio financeiro para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D. *et al.* Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle, **Ciência Rural**, v. 31, n. 2, p. 341-349, 2001.
- BEWLEY, J. D. Seed Germination and Dormancy. **Plant Cell**, v. 9, n. 1, p. 1055-1066, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CRUZ, R, P, da; MILACH, S, C, K. Cold tolerance at the germination stage of rice: methods of evaluation and characterization of genotypes, **Science Agricola**, v. 61, n. 1, p. 1-8, 2004.
- DELATORRE, C. A. Dormência em sementes de arroz vermelho, **Ciência Rural**, v. 29, n. 3, p.565-571, 1999.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.
- FOGLIATTO, S.; VIDOTTO, F.; FERRERO, A. Germination of Weedy Rice in Response to Field Conditions during Winter, **Weed Technology**, v. 25, n. 2, p. 252-261, 2011.
- FONTANA, L.C. *et al.* Controle de arroz-vermelho (*Oryza sp.*) com o herbicida nicosulfuron ou a mistura formulada de imazethapyr + imazapic, **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 783-790, 2007.
- GEALY, D. R.; SALDAIN, N. E.; TALBERT, R.E. Emergence of red rice (*Oryza sativa*) ecotypes under dry-seeded rice (*Oryza sativa*) culture. **Weed Technology**, v. 14, n. 2, p. 406-412, 2000.
- GIANINETTI, A. *et al.* Ethylene Production is Associated with Germination but not Seed Dormancy in Red Rice. **Annals of Botany**, v. 99, n. 4, p. 735-745, 2007.
- GIANINETTI, A.; VERNIERI, P. On the role of abscisic acid in seed dormancy of red rice. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 12, p. 3449-3462, 2007.
- GIANINETTI, A.; COHN, M. A. Seed dormancy in red rice. XIII: Interaction of dry-afterripening and hydration temperature. **Seed Science Research**, v. 18, n. 3, p. 151-159, 2008.
- HAYASHI, M. Relationship between endogenous germination inhibitors and dormancy in rice seeds. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 21, n. 3, p. 153-161. 1987.
- MARCHESAN, E. *et al.* Arroz tolerante a imidazolinonas: banco de sementes de arroz-vermelho e fluxo gênico. **Planta Daninha**, v. 29, n. esp, p. 1099-1105, 2011.
- MARCHESAN, E. *et al.* Carryover of imazethapyr and imazapic to notolerant rice. **Weed Technology**, v. 24, n. 1, p. 6-10, 2010.
- 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.
- MENEZES, N. L.; FRANZIN, S. M.; BORTOLOTTI, R. P. Dormência de sementes em arroz: causas e métodos de superação. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 07, n. 1, p. 35-44, 2009.
- MERTZ, L. M. *et al.* Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 254-262, 2009.
- NOLDIN, J.A. *et al.* Desempenho de populações híbridas F₂ de arroz-vermelho (*Oryza sativa*) com arroz transgênico (*O. sativa*) resistente ao herbicida amonio-glufosinate. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 381-395, 2004.
- SCHWANKE, A. M. L. *et al.* Avaliação de germinação e dormência de ecótipos de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 497-505, 2008.
- SHIVRAIN, V. K. *et al.* Red rice (*Oryza sativa*) emergence characteristics and influence on rice yield at different planting dates. **Weed Science**, v. 57, n. 1, p. 94-102, 2009.
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. Teste de vigor de sementes. Jaboticabal: Funep. 1994. 55 p
- YOUNG-SON CHO. Germination Characteristics of Korean and Southeast Asian Red rice (*Oryza sativa* L.) Seeds as Affected by Temperature. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 9, n. 2, p. 104-107, 2010.
- YOSHIDA, S. **Fundamental of rice crop science**. Los Baños: International Rice Research Institute, 1981. 269 p.