

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE ARROZ E CAPIM-ARROZ EM FUNÇÃO DO NÍVEL DE UMIDADE NO SOLO¹

Initial Emergence and Growth of Rice and Echinochloa sp. Plants as a Function of Soil Water Level

CONCENÇO, G.², LOPES, N.F.³, ANDRES, A.⁴, SANTOS, M.Q.⁵, RIEFFEL FILHO, J.A.⁵ e GARCIA, C.A.N.⁵

RESUMO - Em anos de baixa precipitação durante o período pós-semeadura, as plantas de capim-arroz tendem a emergir primeiro que as de arroz, promovendo maior competição inicial com a cultura. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do nível de umidade do solo, expresso em potenciais hídricos, no percentual e na velocidade de emergência, bem como no crescimento inicial de plantas de arroz e capim-arroz, em condições controladas. O experimento foi instalado em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. O solo utilizado foi Planossolo Hidromórfico eutrófico típico, para o qual foi previamente construída a curva de retenção de umidade. As unidades experimentais constaram de copos plásticos de 0,5 L, contendo exatamente 400 g de solo seco, e dos tratamentos dos seguintes potenciais hídricos (ψ_w): -0,03, -0,07, -0,1, -0,3 e -0,5 MPa, aos quais foram submetidas plantas de arroz e capim-arroz. Foi construída a curva de emergência para cada potencial hídrico e espécie; 20 dias após o início da emergência para cada espécie, três plantas de cada unidade experimental foram cortadas rente ao solo, sendo avaliados massa fresca e seca, conteúdo de água e emergência total. Plantas de capim-arroz foram mais eficientes na emergência sob potencial hídrico reduzido e menos eficientes no acúmulo de massa no início do desenvolvimento. As plantas não apresentaram estresse com potencial hídrico reduzido, e a faixa de umidade ótima para emergência do arroz foi mais estreita que para capim-arroz, situando-se ao redor de -0,07 MPa.

Palavras-chave: potencial hídrico, *Echinochloa* sp., arroz irrigado.

ABSTRACT - In lower than expected rainfall years during the early post-sowing stage, *Echinochloa* seeds tend to germinate and emerge before rice, increasing the competition along the rice development. The objective of this work was to evaluate the effects of water level in soil, expressed as water potentials, on the emergence level and speed, as well as early growth of rice and *Echinochloa* sp. plants, under controlled environmental conditions. The trial was conducted in a randomized block design with four replications. Lowland soil was used, for which a water retention curve was previously drawn. The experimental units were composed of plastic bottles filled with exactly 400 g of dry soil, and the treatments were water potentials (ψ_w) of -0.03, -0.07, -0.1, -0.3 and -0.5 MPa, where rice and *Echinochloa* plants were grown. The emergence curve was built for each water potential and species, and 20 days after emergence, three plants of each experimental unit were collected for water content, fresh and dry mass, and total emergence evaluations. *Echinochloa* plants showed better emergence levels under reduced water potentials than rice plants, but were less efficient in mass accumulation in the early days of development. Plants of both species did not show water stress under low water potentials, and the optimal water level in the soil was more specific for rice emergence, around -0.07 MPa.

Keywords: water potential, *Echinochloa* sp., irrigated rice.

¹ Recebido para publicação em 2.8.2006 e na forma revisada em 7.2.2007.

² Eng^o-Agr^o, Doutorando em Fitotecnia UFV, bolsista CNPq, <gconcenco@yahoo.com.br>; ³ Prof., Ph.D., Dep. de Botânica, IB/UFPel. ⁴ Eng^o-Agr^o, M.Sc., Pesquisador de Herbologia da Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, <andre@cpact.embrapa.br>;

⁵ Acadêmicos do curso de Agronomia, UFPel/FAEM, Capão do Leão-RS.



INTRODUÇÃO

O desenvolvimento inicial das plantas de arroz sob condições adequadas, entre outros fatores, pode incrementar a capacidade competitiva da cultura com as plantas daninhas. A competição é definida como uma interação entre membros de uma mesma população, ou de populações distintas, por recursos cuja quantidade é limitada (Melo et al., 2006). Durante a fase vegetativa, as plantas estão no auge de suas atividades metabólicas, e a emergência e o crescimento rápidos de parte aérea e raízes serão essenciais na decisão da população predominante na área (Larcher, 2000), pois os indivíduos capazes de expandir primeiro o dossel captarão maior radiação e sua taxa de crescimento será superior à da população sombreada (Bressan et al., 2006).

Além disso, algumas plantas daninhas podem apresentar características fisiológicas que incrementam a competitividade com as plantas da cultura (Noldin, 1988). O capim-arroz é um exemplo, pois é planta C_4 e concorre com plantas de arroz, de metabolismo C_3 . A fotorrespiração em plantas C_4 é mínima, pois todo o carbono fotorrespirado acaba sendo reaproveitado. Apresentam crescimento mais agressivo e, portanto, são plantas daninhas altamente competitivas (Sage & Pearcy, 1987). Além disso, a eficiência fotossintética – e conseqüentemente de acúmulo de massa – de uma planta C_3 pode depender de vários fatores, os quais normalmente não afetam o acúmulo de massa em plantas C_4 em níveis consideráveis (Ehleringer & Björkman, 1977).

A umidade do solo é outro fator importante para o arranque inicial da cultura. Em anos secos, normalmente o período de emergência é maior, bem como a desuniformidade da lavoura e a conseqüente infestação por plantas daninhas. Uma vez que a maioria das culturas é semeada em pequenas profundidades, normalmente ocorre rápida flutuação do nível de umidade no ambiente da semente, principalmente nos meses mais quentes do ano. A bibliografia sobre o papel da umidade na germinação de sementes é extensa; no entanto, raramente se observam comparações diretas, como entre o nível de umidade ideal para a germinação de sementes de uma determinada

cultura e o exigido pela sua principal espécie daninha.

Geralmente, o arroz é considerado planta semi-aquática, podendo ser cultivado tanto em condições de solo submerso como em solos bem drenados (Gomes & Azambuja, 2003). No entanto, com exceção do sistema pré-germinado, a emergência e os primeiros dias de crescimento ocorrem em solo sem irrigação.

Em condições de solos mais secos, a cultura do arroz possui normalmente emergência retardada e estande de plantas desuniforme, possibilitando que algumas espécies daninhas, principalmente o capim-arroz, ocupem o espaço livre, com maior interferência (Fleck et al., 2004). Nesses solos, a eficiência dos herbicidas também é reduzida (Marchiori et al., 2005), e o desenvolvimento inicial das plantas de arroz também não é suficiente para supressão das plantas daninhas.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do nível de umidade do solo, expresso em potenciais hídricos, no percentual e na velocidade de emergência, bem como no crescimento inicial de plantas de arroz e capim-arroz, em condições controladas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Terras Baixas, Capão do Leão/RS, no ano de 2005, em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. O solo utilizado foi Planossolo Hidromórfico eutrófico típico (Pinto et al., 1999), para o qual foi previamente construída a curva de retenção de umidade (Schub et al., 1988) (Figura 1). Os tratamentos constaram dos seguintes potenciais hídricos (ψ_w): -0,03; -0,07; -0,1; -0,3; e -0,5 MPa. As unidades experimentais constaram de copos plásticos de 0,5 L contendo exatamente 400 g de solo seco em estufa a 60 °C, durante seis dias. Com a curva de retenção em mãos, e considerando densidade da água de 1 g cm⁻³, a quantidade de água a ser adicionada em cada unidade experimental foi obtida pela diferença do peso total estimado da unidade experimental (massa do copo plástico (conhecida) + massa do solo (conhecida) + massa de água (calculada)), e a massa da unidade experimental foi



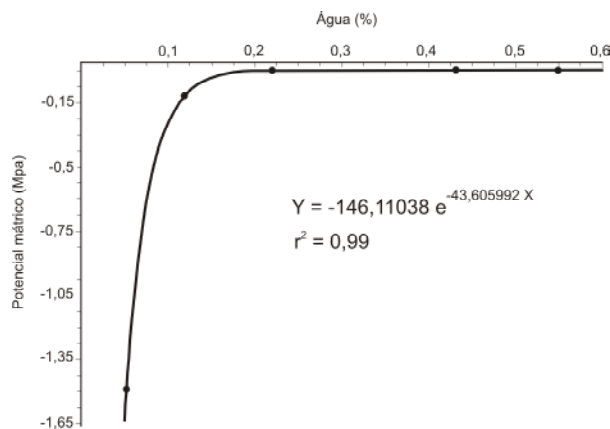


Figura 1 - Curva de retenção de água para o Planossolo Hidromórfico usado no experimento, em função da quantidade de água no solo (%) e do potencial mátrico (MPa). Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2005.

aferida em casa de vegetação. A diferença de massa foi compensada com água, e assim o solo alcançou o potencial hídrico desejado. Cinco sementes de arroz ou capim-arroz foram semeadas radialmente em cada unidade experimental, dependendo do tratamento, com o solo ainda seco.

A partir da semeadura, a massa total das unidades experimentais foi aferida diariamente em balança de precisão, e o volume de água evapotranspirado repostado, de forma que a unidade experimental voltasse a atingir a massa total desejada e, conseqüentemente, o potencial hídrico. A adição da água às unidades experimentais foi feita com o auxílio de seringa, sendo a água injetada nas bordas das unidades experimentais, para que descesse até o fundo do copo pelas paredes e de lá subisse por capilaridade, de forma que garantisse a homogeneidade de potencial hídrico no ambiente das sementes.

Foi construída curva de emergência para cada potencial hídrico e espécie, em função de contagens diárias de plantas emergidas a partir de um dia após a emergência (DAE). Foi considerado dia “um” de emergência para cada espécie quando a primeira plântula emergiu em qualquer uma das unidades experimentais, sendo feitas contagens diárias durante 14 dias. Conseqüentemente, o período de contagem foi independente para arroz e capim-arroz.



Vinte dias após o início da emergência para cada espécie, três plantas de cada unidade experimental foram cortadas rente ao solo, tendo a massa imediatamente aferida em balança de precisão, para obtenção da massa fresca (MF). Posteriormente, foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 60 °C até massa constante, para obtenção da massa seca (MS), sendo ambos os resultados expressos em mg planta⁻¹. O conteúdo de água foi obtido pela fórmula $100 * (MF - MS) / MF$, sendo relacionado com o nível de hidratação da planta viva no momento da coleta, e expresso em porcentagem.

Os resultados foram verificados quanto à normalidade e homogeneidade e submetidos à análise de variância pelo teste F a 5%. No caso de significância estatística, foi efetuada análise de regressão para as curvas de emergência pelo modelo logístico, segundo a fórmula:

$$Y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b}$$

Para comparar potenciais hídricos dentro de cada espécie, foi utilizado o teste de Duncan a 5%, e na comparação das espécies em cada potencial hídrico avaliado foi usado o teste de DMS a 5% (Pimentel-Gomes, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência total de plantas de arroz foi inferior na capacidade de campo (-0,03 MPa) quando comparada ao potencial subsequente (-0,07 MPa), sendo mais seriamente reduzida quando o potencial hídrico atingiu -0,5 MPa, que é considerado limite para muitas espécies (Perez et al., 2001). O capim-arroz, por outro lado, mostrou níveis de emergência similares para potenciais até -0,1 MPa, e a partir deste foi constante até o valor de -0,5 MPa. Embora o arroz tenha mostrado maior acúmulo de massa pós-emergência sob níveis reduzidos de umidade, o capim-arroz foi mais eficiente no processo de emergência, sendo menos afetado pela umidade do solo, tanto em excesso (-0,03 MPa) quanto em falta (até -0,5 MPa).

A massa fresca de plantas de arroz não foi afetada em função do decréscimo do potencial hídrico, ao contrário do observado para capim-arroz, em que o potencial de -0,07 MPa se destacou em relação aos demais. Além disso, arroz e capim-arroz mostraram comportamento semelhante nos dois maiores potenciais hídricos (Tabela 1). O capim-arroz foi considerado como tendo um "ótimo" de crescimento inicial com potenciais ao redor de -0,07 MPa, enquanto o arroz foi capaz de acumular massa proporcional independentemente do potencial hídrico avaliado, desde que tenha conseguido germinar e emergir. Além disso, quando se considerou o potencial referente à capacidade de campo (-0,03 MPa), o arroz apresentou emergências menores que no potencial subsequente (-0,07 MPa), enquanto o capim-arroz mostrou porcentagem similar de emergência (Tabela 1). O arroz foi mais exigente quanto ao nível de umidade do solo, com resultados superiores aos do capim-arroz no potencial de -0,07 MPa. Normalmente a umidade utilizada em testes de frio (vigor de sementes) está em torno de 60% da capacidade de campo (Coraspe et al., 1993), comprovando que o excesso de umidade pode ser fator negativo nos índices de germinação.

O acúmulo de massa seca ao longo dos 20 dias de crescimento foi o mesmo para arroz e capim-arroz, nos dois maiores potenciais hídricos. A partir de -0,1 MPa, ocorreu distanciamento entre arroz e capim-arroz em função da redução do nível de umidade do solo, sendo a média das diferenças nos dois maiores potenciais hídricos de 0,8 mg planta⁻¹, ao passo que para os demais potenciais hídricos a diferença média alcançou 1,8 mg planta⁻¹. O capim-arroz normalmente leva vantagem no desenvolvimento inicial da cultura por ser planta C₄, conseqüentemente, com maior potencial de acúmulo de massa que o arroz C₃ (Brown & Hattersley, 1989). No entanto, quando se fala em germinação e crescimento inicial, a capacidade fotossintética da planta ainda não contribui significativamente para o acúmulo de massa, pois nesses estádios a planta é mais dependente das reservas da semente (Desmaison & Tixer, 1986). O arroz, por ser a planta melhorada, possui reservas na semente muito maiores que as observadas em sementes de capim-arroz.

Deve-se lembrar ainda que o processo de germinação é trifásico, em que a fase 1 corresponde à absorção rápida de água; a fase 2, ao reinício das atividades metabólicas; e a fase 3, ao desencadeamento do processo de germinação. A fase 3 é irreversível; quando a semente atinge este nível, a germinação ocorrerá independentemente do ambiente externo. O maior nível de reservas presentes nas sementes de arroz pode ter atuado como diferencial para sobrepassar as dificuldades do ambiente de baixa umidade que as sementes foram obrigadas a enfrentar nos potenciais hídricos mais baixos, sendo o acúmulo de massa superior para as plantas de arroz do que em capim-arroz, sob reduzida umidade, estatisticamente para massa fresca e seca (Tabela 1).

O conteúdo de água se mostrou constante para as espécies e os níveis de umidade, servindo de indicativo de que a atividade metabólica se encontrava em níveis normais para arroz e capim-arroz, mesmo sob baixa umidade do solo. O conteúdo de água constante permite inferir que, enquanto a planta ainda se nutre, pelo menos em parte, das reservas das sementes e o nível de água na planta está acima de um limiar mínimo exigido, as funções do metabolismo responsáveis pela assimilação do carbono e acúmulo de massa, altamente dependentes de água, ocorrem em níveis normais (Santakumari & Berkowitz, 1990). Mesmo a fotossíntese não ocorreria eficientemente sob déficit de água na planta, pois a água participa desse processo como doadora de elétrons no início da fase fotoquímica, e também como doadora de prótons H⁺, responsáveis pelo gradiente eletroquímico que gera energia para o funcionamento da fase bioquímica da fotossíntese (Brown & Hattersley, 1989).

As curvas de germinação das plantas de arroz, em função de dias após emergência e potencial hídrico (Figura 2), se mostraram mais dependentes do teor de umidade do solo que as curvas de germinação para capim-arroz (Figura 3). O arroz, como planta melhorada, respondeu mais quando em condições de umidade favoráveis, com percentuais de germinação superiores aos do capim-arroz. No entanto, quando as condições de umidade para a germinação foram reduzidas, o capim-arroz mostrou maior constância na evolução da emergência. No nível de umidade mais baixo (-0,05 MPa) o

Tabela 1 - Emergência total, massa fresca, massa seca e conteúdo de água de plântulas de arroz e capim-arroz sob condições controladas, em função do nível de umidade do solo aos 20 DAE. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2005

Ψ_w (MPa)	Emergência total (%)		$ Dif. ^Y$	Ψ_w (MPa)	Massa fresca (mg planta ⁻¹)		$ Dif. ^Y$
	Arroz	Capim-arroz			Arroz	Capim-arroz	
-0,03	60 b ^x	53 a ^x	7 ^{ns}	-0,03	23,4 a ^x	18,0 b ^x	5,4 ^{ns}
-0,07	65 a	54 a	11*	-0,07	25,5 a	22,3 a	3,2 ^{ns}
-0,1	58 b	50 a	8 ^{ns}	-0,1	27,2 a	17,1 b	10,1*
-0,3	56 b	48 b	8 ^{ns}	-0,3	27,0 a	16,4 b	10,6*
-0,5	48 c	46 b	2 ^{ns}	-0,5	25,3 a	16,8 b	8,5*
CV (%)	8,1			CV (%)	12,6		
Ψ_w (MPa)	Massa seca (mg planta ⁻¹)		$ Dif. ^Y$	Ψ_w (MPa)	Conteúdo de água (%)		$ Dif. ^Y$
	Arroz	Capim-arroz			Arroz	Capim-arroz	
-0,03	4,5 a ^x	3,6 a ^x	0,9 ^{ns}	-0,03	80,8 a ^x	80,0 a ^x	0,8 ^{ns}
-0,07	4,6 a	3,9 a	0,7 ^{ns}	-0,07	82,0 a	82,3 a	0,3 ^{ns}
-0,1	4,9 a	3,2 a	1,7*	-0,1	82,0 a	81,2 a	0,8 ^{ns}
-0,3	5,1 a	3,2 a	1,9*	-0,3	81,1 a	81,1 a	0,0 ^{ns}
-0,5	4,7 a	3,0 a	1,7*	-0,5	81,4 a	82,1 a	0,7 ^{ns}
CV (%)	10,9			CV (%)	3,0		

^xMédias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferem pelo teste de Duncan a 5%. ^YMódulo das diferenças entre arroz e capim-arroz sob mesmo potencial hídrico; *Diferença significativa entre arroz e capim-arroz a 5% pelo teste da DMS; ^{ns} Diferença não-significativa.

Ψ_w	● -0,03 MPa	○ -0,07 MPa	▼ -0,1 MPa	▽ -0,3 MPa	■ -0,5 MPa
Parâmetro					
a	68,30	67,40	68,90	67,90	56,00
b	- 2,79	- 3,52	- 2,92	- 2,53	- 3,03
x ₀	6,72	4,76	7,12	7,73	7,36
r ²	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99

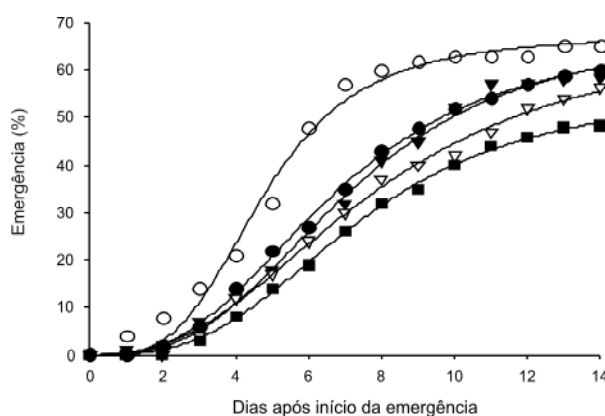


Figura 2 - Curva de emergência de plantas de arroz em função dos dias após início da emergência e do nível de umidade do solo. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2005.

Ψ_w	● -0,03 MPa	○ -0,07 MPa	▼ -0,1 MPa	▽ -0,3 MPa	■ -0,5 MPa
Parâmetro					
A	55,40	58,10	53,60	52,60	50,80
B	- 4,30	- 3,19	- 3,52	- 3,06	- 2,86
x ₀	6,16	5,08	5,53	5,96	6,74
r ²	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

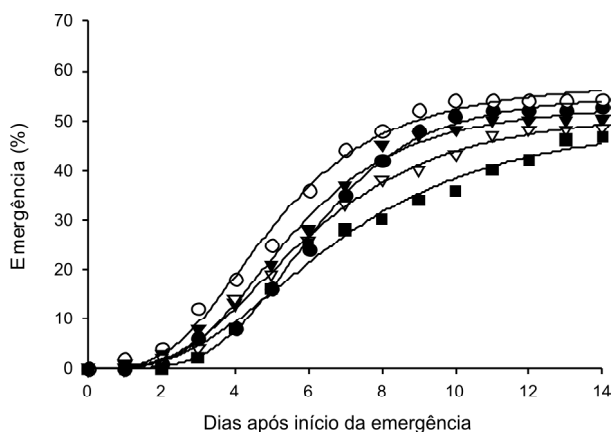


Figura 3 - Curva de emergência de capim-arroz em função dos dias após início da emergência e do nível de umidade do solo. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão-RS, 2005.



processo de embebição das sementes de arroz (fase 1 da germinação) foi mais lento e, consequentemente, a fase 2 (reativação metabólica) também se prolongou, devido à menor disponibilidade de água. A redução do potencial hídrico aumenta o período das fases de embebição, sendo esse fato mais notado com potenciais abaixo de -0,03 MPa (Bradford, 1995). O capim-arroz foi mais constante, e as diferenças observadas no período mediano da germinação (entre 6 e 10 dias após início da emergência) foram muito mais discretas do que para as plantas de arroz. Isso provavelmente se deve, pelo menos em parte, ao menor tamanho das sementes de capim-arroz, em que pode ser necessária menor quantidade de água para que a semente atinja a fase 3 e seja estimulada à germinação.

Um fato importante – que pode alterar o comportamento em condições de campo – é que as sementes da cultura do arroz, normalmente, são semeadas a pequenas profundidades (3 a 5 cm) e em densidade relativamente baixa (normalmente 250 a 350 sementes viáveis por m²), quando comparadas à densidade de sementes de capim-arroz, que podem estar aleatoriamente distribuídas no perfil do solo e superar 2.000 sementes germináveis por metro quadrado em cada ciclo de cultivo (Melo et al., 2004). As sementes de capim-arroz, em condições de campo, acabam emergindo antes que as de arroz, pois estão em maior número, aleatoriamente distribuídas no perfil do solo e, sob baixa umidade, atingem o potencial hídrico ideal para sua germinação mais rapidamente.

Sob condições semelhantes de semeadura, em condições hídricas favoráveis, as sementes de arroz tendem a emergir antes que as de capim-arroz. Em condições de deficiência hídrica, as sementes de capim-arroz conseguem manter os níveis de germinação, enquanto a germinação do arroz é retardada. Quanto ao crescimento inicial, durante os primeiros dias pós-emergência, as plantas de arroz são capazes de acumular maior massa que as de capim-arroz. No entanto, esse crescimento não é dependente somente da capacidade fotossintética, mas provavelmente também das reservas da semente.

Plantas de capim-arroz foram mais eficientes na emergência sob potencial hídrico

reduzido e menos eficientes no acúmulo de massa no início do desenvolvimento. Tanto plantas de arroz como de capim-arroz não apresentaram estresse com potencial hídrico reduzido, e a faixa de umidade ótima para emergência do arroz foi mais estreita que para capim-arroz, situando-se em torno de -0,07 MPa.

LITERATURA CITADA

BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. In: KIEGEL, J.; GALILI, G. (Eds.). **Seed development and germination**. New York: Marcel-Dekker, 1995. p. 351-396.

BRESSAN, G. M. et al. Sistema de classificação fuzzy para o risco de infestação por plantas daninhas considerando a sua variabilidade espacial. **Planta Daninha**, v. 24, p. 229-238, 2006.

BROWN, R. H.; HATTERSLEY, P. W. Leaf anatomy of C₃-C₄ species as related to evolution of C₄ photosynthesis. **Plant Physiol.**, v. 91, p. 1543-1550, 1989.

CORASPE, H. M.; GONZALES, I.; MINAMI, K. Avaliação do efeito da pelotização sobre o vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Sci. Agric.**, v. 50, p. 349-354, 1993.

DESMAISON, A. M.; TIXER, M. Amino acids content in germinating seeds and seedlings from *Castanea sativa* L. **Plant Physiol.**, v. 81, p. 692-695, 1986.

EHLERINGER, J.; BJÖRKMAN, O. Quantum yields for CO₂ uptake in C₃ and C₄ Plants: dependence on temperature, CO₂, and O₂ concentration. **Plant Physiol.**, v. 59, p. 86-90, 1977.

FLECK, N. G. et al. Manejo e controle de plantas daninhas em arroz irrigado. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.) **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004, p. 251-321.

GOMES, A. S.; AZAMBUJA, I. H. V. Uso e manejo de água nas lavouras de arroz do Rio Grande do Sul. In: SIMPOSIO SUL-BRASILEIRO DE QUALIDADE DE ARROZ, 1., 2003, Pelotas. **Anais...** Passo Fundo: ABRAPÓS, 2003. p. 57-81.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.

MARCHIORI Jr., O. et al. Residual effect of isoxaflutole under different dry periods. **Planta Daninha**, v. 23, p. 491-499, 2005.



MELO, P. T. B. S. et al. Fluxo de emergência de plantas daninhas em áreas de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004, São Pedro. **Anais...** Jaboticabal: SBCPD/UNESP, 2004. CD-ROM.

MELO, P. T. B. S. et al. Comportamento de populações de arroz irrigado em função das proporções de plantas originadas de sementes de alta e baixa qualidade fisiológica. **R. Bras. Agroc.**, v. 12, p. 37-43, 2006.

NOLDIN, J. A. Controle de arroz vermelho no sistema de semeadura em solo inundado. **Lav. Arroz.**, v. 41, p. 11-13, 1988.

PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. **Bragantia**, v. 60, p. 155-166, 2001.

PIMENTEL-GOMES, F. P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 160 p.

PINTO, L. F. S. et al. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A.S.; PAULETTO, E.A. **Manejo do solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 11-36.

SAGE, R. F.; PEARCY, R. W. The nitrogen use efficiency of C_3 and C_4 plants II. Leaf nitrogen effects on the gas exchange characteristics of *Chenopodium album* (L.) and *Amaranthus retroflexus* (L.). **Plant Physiol.**, v. 84, p. 959-963, 1987.

SANTAKUMARI, M.; BERKOWITZ, G. A. Correlation between the maintenance of photosynthesis and *in situ* protoplast volume at low water potentials in droughted wheat. **Plant Physiol.**, v. 92, p. 733-739, 1990.

SCHUB, W. M.; CLINE, R. L.; SWEENEY, M. D. Comparison of a laboratory procedure and a textural model for predicting *in situ* soil water retention. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 52, p. 1218-1227, 1988.

