

PRÉ-GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ DE SEQUEIRO¹

SIMONE MEDIANEIRA FRANZIN², NILSON LEMOS DE MENEZES³, DANTON CAMACHO GARCIA³, MARIAANGELA ANDRÉ TILLMANN⁵

RESUMO - A pré-germinação é um método de condicionamento fisiológico de sementes baseado na hidratação controlada, preparando-as para a germinação e, também para o desenvolvimento inicial das plântulas. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da pré-germinação sobre o potencial fisiológico das sementes e o desenvolvimento inicial das plântulas de arroz, nas temperaturas de 20 e 25°C, com posterior secagem. Sementes da cultivar Primavera foram submetidas à imersão em água por períodos de 8, 16, 24 e 32 h, seguidas de 16, 24, 32 e 40 h de incubação. Nas duas temperaturas, após o condicionamento, foi determinado o teor de água das sementes e aplicados os testes de germinação e primeira contagem. Para a temperatura de 25°C, além destes testes, determinou-se os testes de frio, comprimento e massa seca de plântulas. Concluiu-se que os períodos de 8 h de imersão por 16 h de incubação, na temperatura de 25°C e, 16 h de imersão por 24 h de incubação, na temperatura de 20°C, são os mais indicados para a pré-germinação de sementes de arroz de sequeiro cv. Primavera. A secagem das sementes, após a pré-germinação, pode ser realizada até 17,0%, sem prejuízos da qualidade fisiológica, entretanto, a redução do teor de água até 13,0% anula os benefícios do tratamento, prejudicando o vigor das sementes.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, condicionamento fisiológico, secagem.

PRÉ-GERMINATION OF THE RICE SEEDS

ABSTRACT - Pre-germination is a technique of seed physiological conditioning of seeds that is based on their controlled hydration, preparing them for germination and the initial development of the seedlings. The objective of this study was to evaluate the effects of the physiological conditioning, through the pre-germination at the temperatures of 20 and 25°C, with subsequent drying of the rice seeds cv. Primavera. The seeds were submitted to immersion in water for periods of 8, 16, 24 and 32h, followed by 16, 24, 32 and 40h incubation. At the two temperatures, after conditioning, the germination tests and first count tests were applied. For the temperature of 25°C, in addition, initially, the imbibition curve was determined and, later, the cold test and the length and dried seedling mass tests were applied. At the temperature of 25°C, the treatment of 8 h of immersion and 16h of incubation presented humidity of 30.5%, considered enough for metabolic activation and presenting the best results detected in the vigor tests. It was concluded that the periods of 8 h immersion for 16 h of incubation, at the temperature of 25°C and, 16 h of immersion for 24h of incubation, at the temperature of 20°C, are suitable for the pre-germination of upland rice seeds cv. Primavera. The drying of the seeds, after the pre-germination, can be accomplished up to 17.0%, without damage to the physiological quality, however, the reduction of the water content to 13.0% annuls the benefits of the treatment, harming the seed vigor.

Index terms: *Oryza sativa*, physiologic conditioning, drying.

¹ Submetido em 07/06/2006. Aceito para publicação em 10/01/2007.

² Bióloga, Dra. em Agronomia. Parte de Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Depto. Fitotecnia, CCR, UFSM. Santa Maria – RS. smfranzin@yahoo.com.br

³ Eng. Agro. Dr. Prof. Associado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Depto. Fitotecnia, CCR, UFSM. Santa Maria – RS.

⁴ Eng. Agro. Dra. Profa. Associada Depto. Fitotecnia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. UFPel. Pelotas – RS.

INTRODUÇÃO

A pré-germinação de sementes é um tratamento fisiológico que se baseia na hidratação controlada, preparando as sementes para a germinação rápida e uniforme, favorecendo, também, o desenvolvimento inicial das plântulas. Apresenta inúmeras vantagens como, reestruturação da integridade das membranas e aumento da disponibilidade de metabólitos prontos para serem utilizados na germinação, além de diminuição das perdas de solutos das sementes durante o processo de hidratação (Braccini et al., 1996).

A absorção de água pelas sementes segue, segundo Bewley e Black (1994), um padrão trifásico, onde a primeira fase ocorre de forma rápida, devido à diferença de potencial hídrico entre a semente e o substrato, enquanto a fase II é caracterizada por uma redução drástica na velocidade de absorção, marcada pela reativação do metabolismo, com aumento da difusão de solutos para regiões de marcante metabolismo (Marcos Filho, 2005) e, principalmente, na região do embrião, onde ocorrerá a emissão da raiz (Bradford et al., 2000), que define o início da fase III.

O controle da umidade é fundamental nos tratamentos de condicionamento fisiológico (Marcos Filho, 2005), pois se sabe que teores de água entre 20 a 30% são considerados mínimos para as atividades enzimáticas de reações anabólicas, reestruturação do sistema de membranas e síntese de proteínas e ácidos nucleicos na germinação. As sementes ao atingirem teor de água de 30 a 40%, apresentam síntese de proteínas e ácidos nucleicos, associada à ativação de mecanismos de reparo de membranas e DNA, havendo complementação da germinação quando as sementes atingem teor de água superior a 41%.

A germinação das sementes é influenciada, principalmente, pela velocidade de hidratação e temperatura durante o condicionamento das sementes. Períodos prolongados em condições desfavoráveis de ambiente podem provocar decréscimo acentuado na velocidade de germinação, devido aos seus efeitos sobre a velocidade de hidratação e mobilização de reservas (Marcos Filho, 2005). De acordo com Wielewicky e Barros (2002), em sementes de arroz, a temperatura de 20°C diminui o crescimento das plântulas.

Em relação aos períodos de imersão das sementes, observa-se que a utilização de períodos longos promove redução no teor de O_2 , disponível para o embrião (Franco et al., 1997). A respiração ativada em sementes com teores de água acima de 20,0%, dá início a várias rotas e ciclos metabólicos, como o de Krebs (Ferreira e Borghetti, 2004).

Quando a disponibilidade de O_2 é reduzida, as sementes estão sujeitas a mudanças da via normal aeróbica de suprimento de ATP, para uma via anaeróbica, dificultando a germinação (Lima et al., 2004).

As sementes pré-germinadas podem ser submetidas à secagem no final do processo, a fim de mantê-las preparadas por maiores períodos de tempo. Esse processo é considerado rotineiro no condicionamento de sementes de hortaliças, porém em arroz, a secagem após o condicionamento não é comum. No entanto, poderia facilitar a semeadura ou armazenamento sem causar danos ao embrião (Trigo e Trigo, 1999; Castro e Hilhorst, 2004).

Para sementes de arroz de sequeiro ainda não se aplica o método de pré-germinação, que poderia trazer benefícios à produção, se utilizada a fim de preparar as sementes para a germinação antes de atingirem a fase de formação de plântula. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos do condicionamento fisiológico de pré-germinação de sementes de arroz de sequeiro nas temperaturas de 20 e 25°C, com posterior secagem das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Santa Maria, utilizando-se sementes de arroz de sequeiro cv. Primavera. O condicionamento fisiológico de pré-germinação consistiu da imersão de pequenos sacos de algodão com 80g de sementes em copo de Becker, contendo 2L de água destilada, complementado pela incubação das sementes entre papel úmido, na temperaturas de 25°C, condições normais de laboratório e 20°C, simulando condições de início da época de semeadura em campo. Na temperatura de 25°C, as sementes foram mantidas por períodos de imersão de 8, 16, 24, e 32 horas e incubação de 16, 24, 32 e 40 horas. A 20°C, foram realizados os tratamentos (8x16), (8x24), (8x32), (16x16), (16x24), (16x32) e (24x16), (24x24) - períodos de imersão x períodos de incubação - sendo que os tratamentos acima de 40 horas de incubação e a combinação 24x32 não foram realizadas por terem sido considerados períodos longos.

Na temperatura de 25°C, logo após o condicionamento das sementes, determinou-se o teor de água, após a imersão e depois da incubação e foram realizados os testes de germinação, primeira contagem, frio, comprimento e massa seca de plântulas. Para a temperatura de 20°C foi determinado o teor de água e conduzido os testes de germinação e primeira

contagem. As determinações são descritas a seguir: **teor de água** - determinado com duas repetições de 5g de sementes pelo método de estufa, a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, por 24h (Brasil, 1992); **teste de germinação** - realizado com quatro repetições de 100 sementes, em rolos de papel, umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel substrato e mantidos nas temperaturas constantes de 25 e 20°C . A contagem final foi realizada aos quatorze dias, considerando-se as plântulas normais de cada repetição, obtendo-se a média das repetições; **primeira contagem** - realizada conjuntamente com o teste de germinação, computando-se a percentagem de plântulas normais obtidas no sétimo dias após a instalação do teste, considerando-se a média das repetições, expressa em percentagem de plântulas normais; **teste de frio** - utilizaram-se quatro repetições de 100 sementes distribuídas nos rolos de papel sem solo umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram mantidos em câmara regulada a 10°C , durante sete dias, sendo transferidos para um germinador a 25°C , onde permaneceram por cinco dias, sendo avaliada a percentagem de plântulas normais; **comprimento de plântulas** - utilizou-se o comprimento médio de dez plântulas normais selecionadas ao acaso, obtidas a partir da semeadura de quatro repetições de 15 sementes, em substrato rolo de papel. Os rolos de papel contendo as sementes permaneceram a 25°C por cinco dias, quando foi avaliado o comprimento das plântulas com auxílio de régua milimetrada, com resultados expressos em cm; **massa seca das plântulas** - conduzido com quatro repetições de 10 plântulas normais, originadas do teste anterior, mantidas em sacos de papel, em estufa a 60°C , por 48 horas. Em seguida, as repetições foram pesadas em balança de precisão 0,001g e o valor obtido da soma de cada repetição foi dividido pelo número de plântulas utilizadas, com os resultados expressos em g.plântula⁻¹.

Secagem das sementes: as sementes tratadas na combinação de 24x24 horas, na temperatura de 25°C , atingiram 27,0% de teor de água. Após esse tratamento, foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar forçado, na temperatura de 42°C , até atingirem teores de 21,0, 17,0 e 13,0%. Em seguida, realizaram-se os testes de germinação, primeira contagem, comprimento e massa seca de plântulas, usando metodologia descrita anteriormente.

Análise estatística: para os dados resultantes da pré-germinação, na temperatura de 25°C utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado num bifatorial (4 períodos de imersão x 4 períodos de incubação), com quatro repetições, sendo analisados por meio de superfície de resposta, havendo

interação e, regressão polinomial nos casos de ausência de interação. Na temperatura de 20°C , cada combinação de períodos foi considerada um nível de um fatorial, por se tratar de experimento com intervalos regulares entre os tratamentos, sendo realizada comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os dados obtidos após a secagem, também se utilizou o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo realizada regressão polinomial. Os resultados expressos em percentagem foram transformados em $\arccos(\%/100)^{1/2}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o teor de água das sementes nos diferentes tratamentos de pré-germinação. Nos tratamentos correspondentes ao período de imersão de 8 horas seguida por 16, 24, 32 e 40 horas de incubação, constatou-se que as sementes atingiram 30,5% de umidade, após 8h de imersão e 16h de incubação, iniciando a fase III da hidratação indicada por Bewley e Black (1994). Resultados semelhantes, em relação à rápida absorção de água, foram verificados na hidratação de sementes de milho (Villela et al., 2003). Considerou-se desnecessária a utilização de períodos maiores que 8h de imersão das sementes à pré-germinação porque, como salienta Franco et al. (1997), a utilização de períodos longos de imersão promove redução no teor de oxigênio, disponível para o embrião e com essa redução, as sementes estão sujeitas a mudanças da via normal aeróbica de suprimento de ATP, para a via anaeróbica, que prejudicam a germinação (Lima et al., 2004).

Na Figura 1b, que apresenta os resultados do teor de água das sementes na temperatura de 20°C , observa-se que os maiores resultados foram obtidos nos tratamentos 8x16; 8x24 e 8x32, nos quais as sementes atingiram teor médio de 33,0% de água. Nos demais tratamentos, o teor de água das sementes variou de 32,3% a 35,0%, sem ocorrência de aumento após os períodos de incubação. Esses resultados indicam que o maior volume de água foi absorvido nas primeiras horas (fase I), como haviam indicado Bewley e Black (1994) e complementado gradativamente (fase II), sem necessidade de maiores teores de água para o preparo metabólico das semente, por isto o aumento dos períodos de imersão e incubação não trouxeram benefícios à pré-germinação.

Os dados do teste de germinação das sementes após a pré-germinação, na temperatura de 25°C (Figura 2), indicaram interação significativa entre os fatores, sendo estabelecido

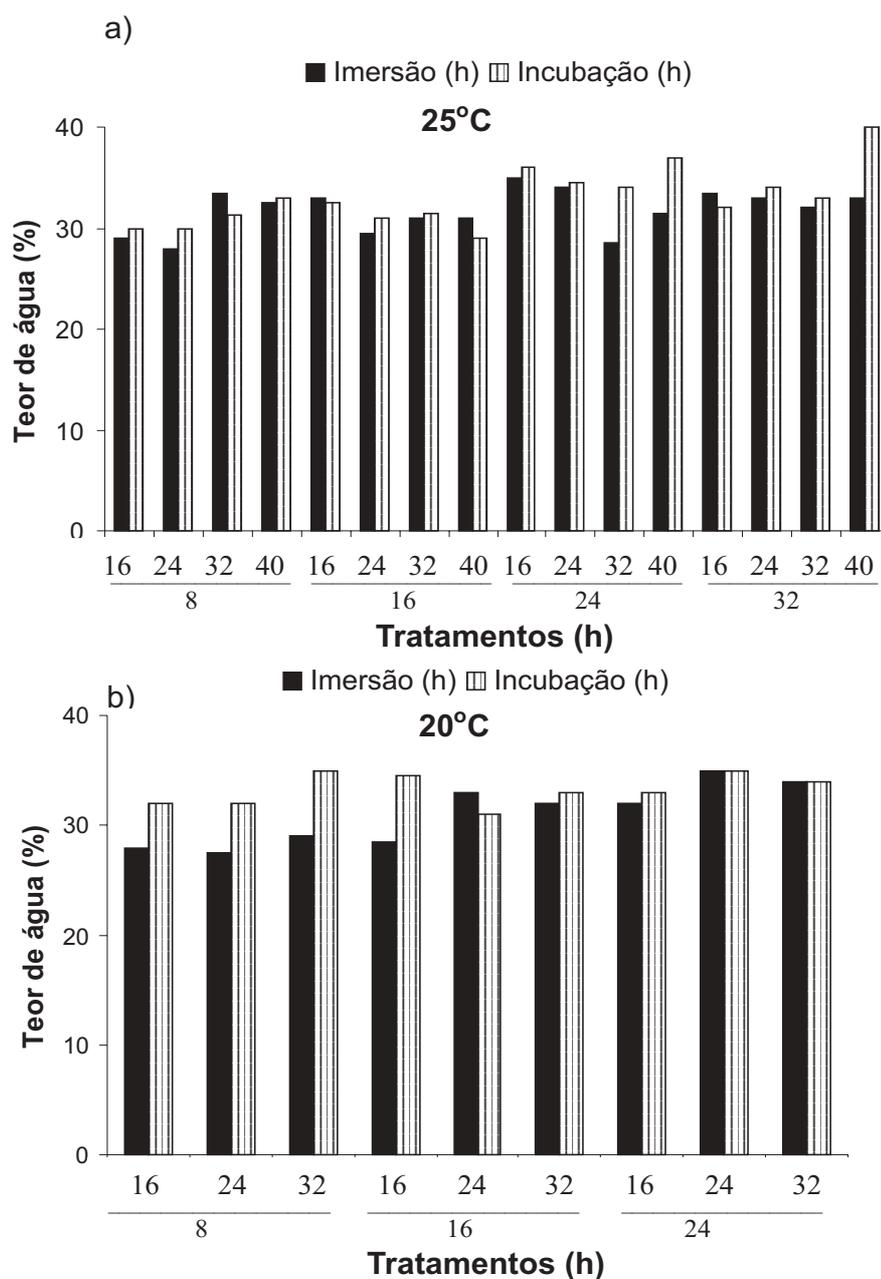


FIGURA 1. Teor de água das sementes de arroz cv. Primavera após a pré-germinação. a) 25°C: combinações de períodos de imersão (8, 16, 24, 32 h) e períodos de incubação (16, 24, 32 e 40 h); b) 20°C: combinações 8x16, 8x24, 8x32, 16x16, 16x24, 16x32, 24x16, 24x24 e 24x32. Santa Maria, RS – 2005.

um ponto de máxima, onde a maior percentagem estimada de plântulas normais formadas (88%) ocorreu além dos períodos de imersão e incubação recomendáveis. Esse tratamento 31h x 20h não foi considerado adequado, porque a função principal da imersão é elevar o teor de água para ativação metabólica das sementes, a sua permanência em água por longos períodos pode ser prejudicial, sendo preferível aumentar o período de incubação, no qual há disponibilidade de água e oxigênio para a formação da plântula. Entretanto, é perfeitamente possível

que períodos longos de imersão, em condições favoráveis, possam permitir germinações ainda elevadas.

Nos resultados do teste de primeira contagem (Figura 3a), não se observou efeitos dos períodos de imersão das sementes na percentagem de plântulas formadas aos sete dias. A Figura 3b indica que não houve diferença significativa entre os períodos de incubação das sementes, sendo possível a utilização de 16 horas, na qual a umidade das sementes foi satisfatória, pois nessa etapa da pré-germinação considerou-

$$Z = 55.583 + 0.845417 * X - 0.007812 * X * X + 1.9167 * Y - 0.033854 * Y * Y - 0.017917 * X * Y$$

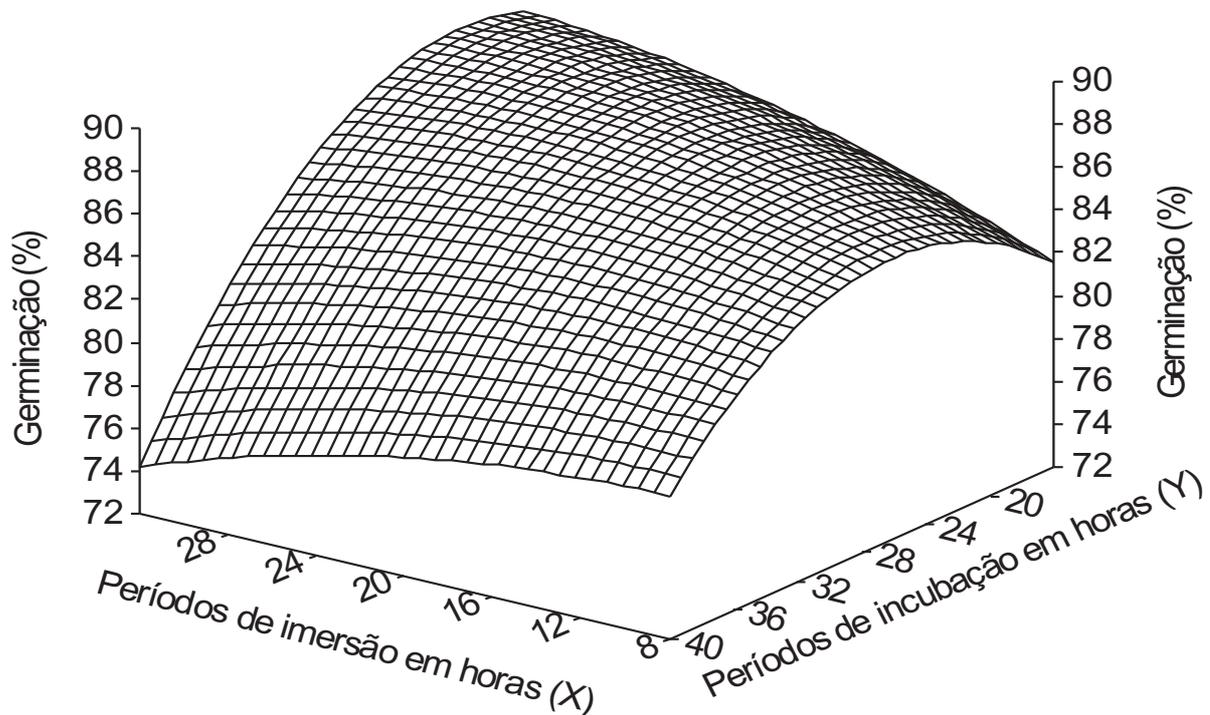


FIGURA 2. Germinação (%) de sementes de arroz cv. Primavera sob diferentes períodos de imersão e incubação na temperatura de 25°C. Santa Maria – RS, 2005.

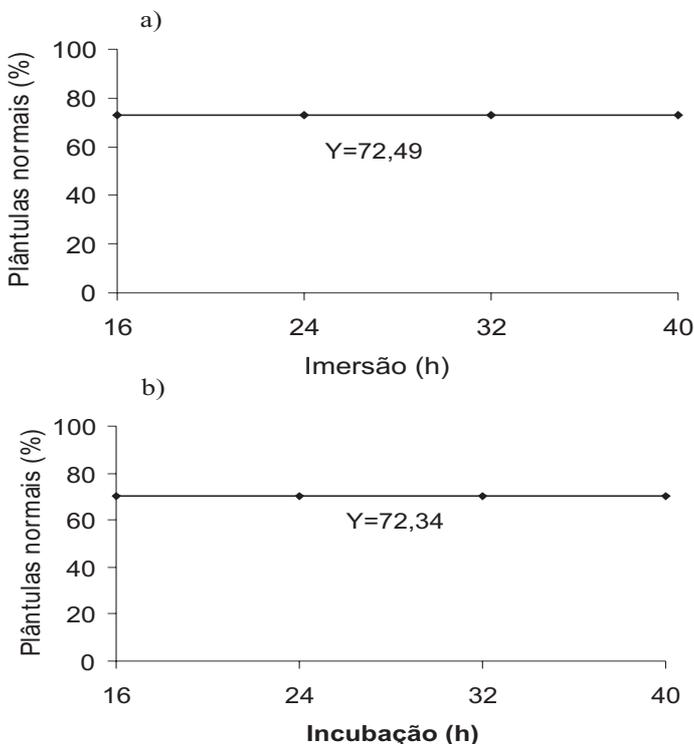


FIGURA 3. Efeito dos períodos de imersão (a) e incubação (b) de sementes de arroz cv. Primavera no teste de primeira contagem (%), sob temperatura de 25°C. Santa Maria – RS, 2005.

se em andamento a fase II da hidratação iniciada após as primeiras horas de imersão.

A maior porcentagem de plântulas normais no teste de frio (Figura 4a) foi observada com a utilização de 8h de imersão. Períodos de imersão superiores prejudicaram gradativamente a germinação das sementes pela adversidade das condições. Sementes vigorosas têm condições de germinar com maior velocidade, mesmo que as condições não sejam as ideais para esse processo (Pill et al., 1991; Bray, 1995). Para os períodos de incubação estudados (Figura 4b) não se verificaram diferenças significativas, provavelmente por se tratar de um complemento à imersão, assim, a utilização do período de 16h pode ser recomendada, para promover benefícios no condicionamento (Motta e Silva, 1997; Trigo e Trigo, 1999).

O comprimento das plântulas indicou que os períodos de imersão (Figura 5a) afetaram a formação de plântulas normais, havendo maiores resultados nos períodos de 16 e 24h. Este fato mostra que em 8h de imersão as sementes atingiram umidade para ativação metabólica, no entanto, a permanência até 16h, favoreceu a complementação entre as fases I e II da hidratação, necessária para a distribuição e translocação de nutrientes do endosperma para o embrião

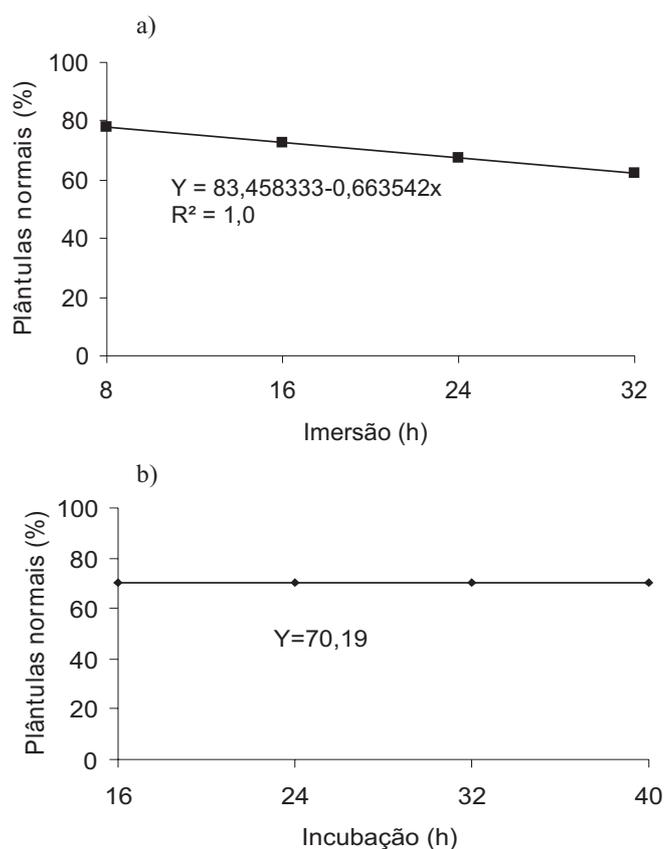


FIGURA 4. Efeito dos períodos de imersão (a) e incubação (b) de sementes de arroz cv. Primavera na percentagem de plântulas normais no teste de frio, sob temperatura de 25°C. Santa Maria – RS, 2005.

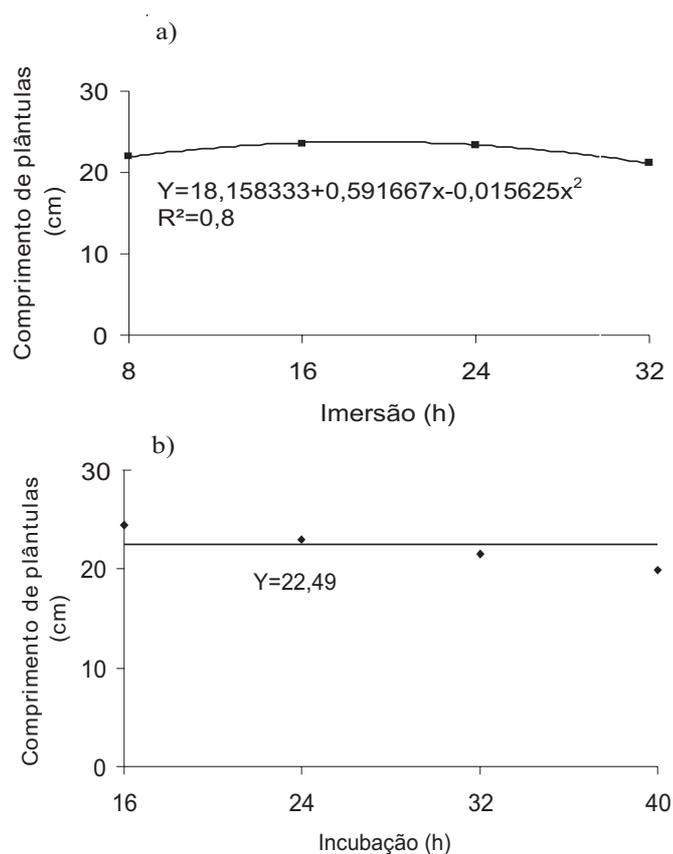


FIGURA 5. Efeito dos períodos de imersão (a) e incubação (b) de sementes de arroz cv. Primavera, no comprimento de plântulas (cm), sob temperatura de 25°C. Santa Maria – RS, 2005.

(Bewley e Black, 1994). Períodos maiores do que 24 horas, no entanto, demonstraram ser prejudiciais ao crescimento das plântulas, assim como relatado por Franco et al. (1997). Para os resultados de incubação das sementes (Figura 5b) não se observou diferença significativa entre os períodos, onde o comprimento das plântulas formadas não foi afetado com o aumento do período de incubação, assim como nos demais testes, destacando-se, portanto, a possibilidade de utilização de períodos de 16 horas, porque períodos maiores tornam-se desnecessários.

A determinação da massa seca das plântulas (Figura 6a) indicou maiores valores de massa seca quando as sementes foram expostas por 16h e 32h de imersão. A massa seca das plântulas (Figura 6b), contudo, sofreu decréscimo com o aumento do período de incubação, sendo os melhores resultados encontrados com 16h.

Os resultados dos testes de germinação e vigor das sementes após o condicionamento de pré-germinação na temperatura de 20°C, são indicados na Tabela 1. No teste de

germinação, os tratamentos 24x24; 16x24 e 16x32 não diferiram entre si, indicando que é possível a utilização de 16 ou 24h de imersão, a fim de promover a ativação do metabolismo. Houve, entretanto, necessidade de maiores períodos de incubação de 24 ou 32h, dependendo da combinação de tratamentos, para complementar a fase de imersão, em termos de ativação metabólica, respiração celular, ativação de enzimas necessárias à quebra de deslocamento de nutrientes, ativação, translocação de nutrientes, característicos da fase II (Bewley e Black, 1994).

A percentagem de plântulas normais formadas no teste de primeira contagem (Tabela 1) indicou que são necessários períodos maiores para os tratamentos na temperatura de 20°C, quando comparados com a temperatura de 25°C. No entanto, períodos relativamente curtos de imersão das sementes já proporcionaram bons efeitos de condicionamento fisiológico das sementes.

Na Figura 7 encontram-se os resultados de secagem das sementes após a pré-germinação, onde os dados do teste de

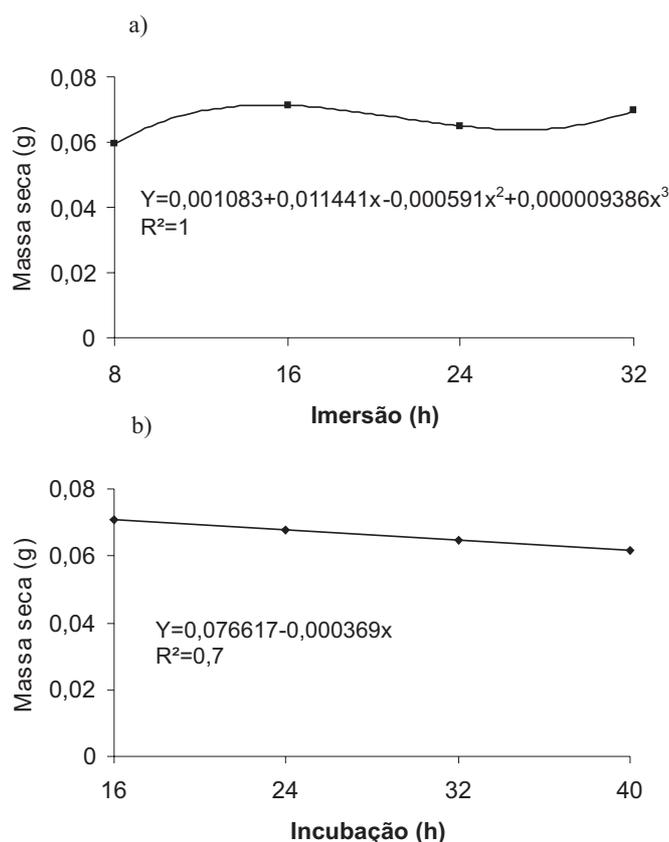


FIGURA 6. Efeito dos períodos de imersão (a) e incubação (b) de sementes de arroz cv. Primavera, na massa seca de plântulas, sob temperatura de 25°C. Santa Maria – RS, 2005.

germinação (Figura 7a) mostraram que a percentagem de plântulas normais formadas se manteve até as sementes atingirem 13,0%. Desta forma, evidenciou-se que não ocorreu efeito secagem em qualquer grau de umidade observado.

TABELA 1. Médias estimadas de tratamentos das variáveis: germinação e primeira contagem de sementes de arroz de sequeiro cv. Primavera em diferentes tratamentos de imersão e incubação de sementes a 20°C. Santa Maria – RS, 2005.

Tratamento (h)	G (%)	PC (%)
24x24	93 a*	89 a*
16x24	92 a	87 a
16x32	91 a	84 a
16x16	89 ab	81 ab
24x16	81 ab	81 ab
8x32	81 ab	75 ab
8x16	64 b	45 b
8x24	61 b	43 b

* Tratamentos com médias não ligadas por mesma letra diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

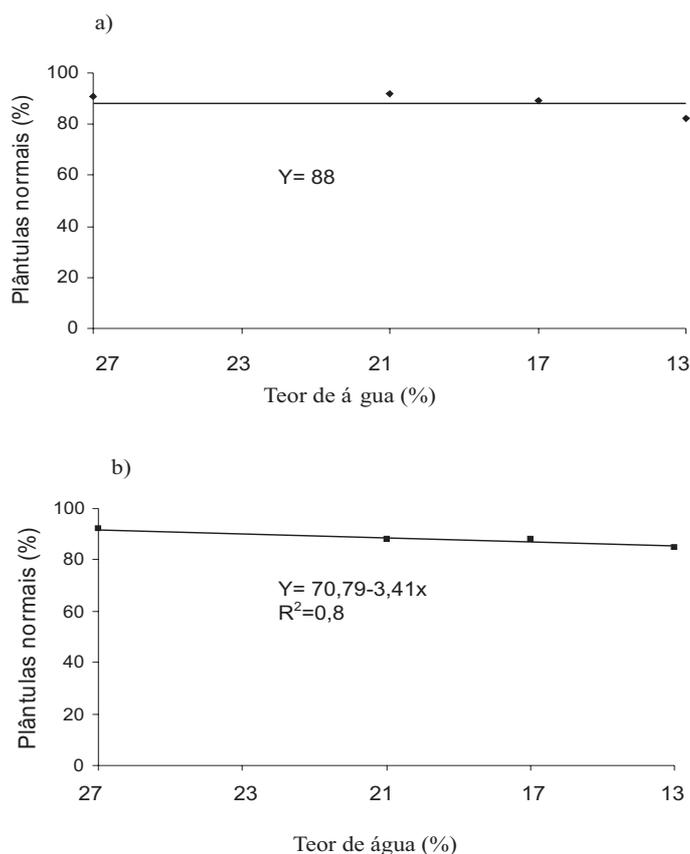


FIGURA 7. Percentagem de plântulas normais no teste de germinação (a) e primeira contagem (b) em sementes de arroz cv. Primavera, submetidas a 24h de imersão e 24h de incubação, a 25°C e submetidas à secagem. Santa Maria – RS, 2005.

Os resultados do teste de primeira contagem (Figura 7b) apresentaram redução da percentagem de plântulas normais, conforme se reduziu a umidade das sementes. Resultados mais drásticos foram encontrados quando as sementes foram submetidas à secagem até atingirem umidade em torno de 13,0%.

Em relação ao comprimento das plântulas formadas, a Figura 8a revela que a secagem até 13,0% é possível, sendo que as vantagens adquiridas na pré-germinação foram mantidas após a retirada de água das sementes. Na Figura 8b, os dados de massa seca das plântulas após a secagem, indicaram que houve diferença na massa seca das plântulas, em função da umidade final atingida. Entretanto, a massa seca encontrada após a secagem até 17,0% foi equivalente aos valores iniciais antes da secagem. Embora não tenha afetado o comprimento das plântulas, os resultados observados para massa seca e primeira contagem indicam que a secagem pode afetar a velocidade de germinação e crescimento de plântulas, sem, no entanto, refletir na percentagem de plântulas normais.

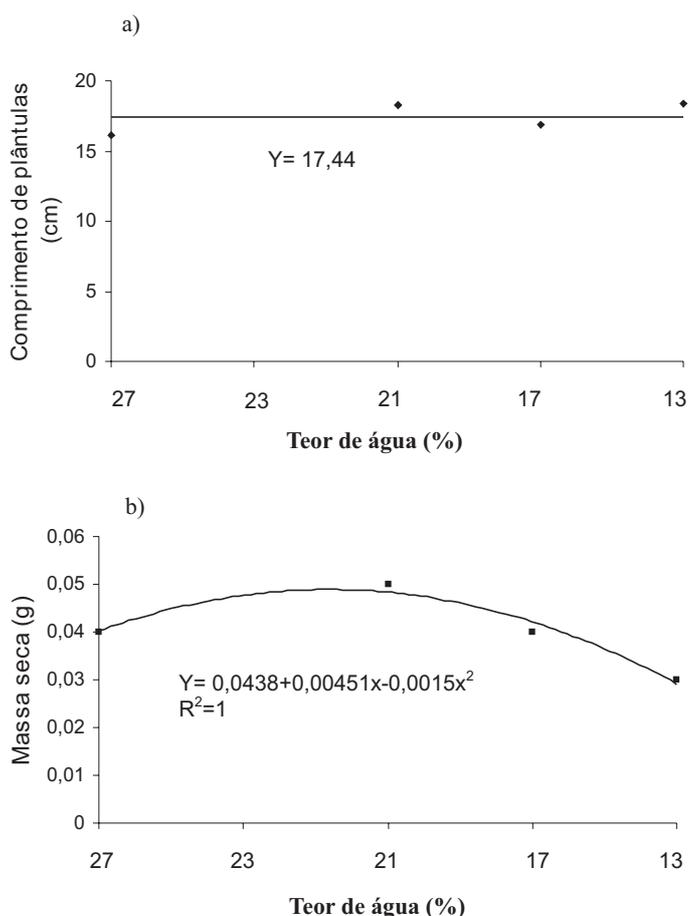


FIGURA 8. Comprimento de plântulas (a) e massa seca de plântulas (b) em sementes de arroz de sequeiro, cv. Primavera, submetidas a 24h de imersão e 24h de incubação, a 25°C e submetidas à secagem. Santa Maria – RS, 2005.

CONCLUSÕES

Os períodos de 8h de imersão por 16h de incubação, na temperatura de 25°C e, 16h de imersão por 24h de incubação, na temperatura de 20°C, são indicados para a pré-germinação de sementes de arroz de sequeiro cv. Primavera.

A secagem das sementes, após a pré-germinação, pode ser realizada até 17,0%, sem prejuízos da qualidade fisiológica, entretanto, a redução do teor de água até 13,0% anula os benefícios do tratamento, prejudicando o vigor das sementes.

REFERÊNCIAS

BEWLEY J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRADFORD, K.J.; KHEN, F.; COOLEY, M.B.; DAHAL, P.; DOWNIE, B.; FUKUNAGA, K.K.; GEE, O.H.; GURUSINGHE, S.; MELLA, R.A.; NONOGAKI, H.; WU, T.; YIM, K.O. Gene expression prior to radicle emergence in imbibed tomato seeds. In: BLACK, M.; BRADFOARD, K.J.; VAZQUEZ-RAMOS, J. (Ed.). **Seed biology: advances and applications**. Wallingford: CAB International, 2000. p.231-251.

BRACCINI, A.L.; DIAS, D.C.F.S.; REIS, M.S. Tratamentos pré-germinativos e sua importância nos estudos de tecnologia de sementes. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.6, n.2/3, p. 51-56, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992.365p.

BRAY.C.M. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: KIEGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Decker, 1995. 853 p.

CASTRO, R.D.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Coord.) **Germinação: do básico ao aplicado**. São Paulo: Artmed, 2004. 323p.

FRANCO, F.; PETRINI, J.A.; RODO, A.; LIVIRA, A.; TAVARES, W. Métodos para superação da dormência em sementes de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.50, n.430, p.11-15, 1997.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. São Paulo: Artmed, 2004. 323p.

LIMA, S.M.P. Efeitos de tempos e temperaturas de condicionamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de café (Coffea arabica, L.) sob condições ideais de estresse térmico. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, n.3, p.505-14, 2004.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MOTTA, C.A.P.; SILVA, W.R. Efeito da hidratação e desidratação no desempenho fisiológico de sementes de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.379-390, 1997.

PIIL, W.G. Low water potential and presowing germination treatments to improve seed quality. In: BASRA, A.S. (Ed.) **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implication**. New York: Food Products Press, 1991. p.319-359.

TRIGO, M.F.O.O.; TRIGO, F.N. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de berinjela (Solanum melongena L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n., p.107-113, 1999.

VILLELA, F.A.; MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A.D.L.C. Estado energético da água na semente de milho no processo de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n.1, p.95-100, 2003.

WIELEWICKI, A.P.; BARROS, A.C.S.A. Temperatura e disponibilidade de oxigênio no crescimento de plântulas de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas, v.24, n.2, p.55-61, 2002.

