

PRÉ-GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ IRRIGADO CV. IRGA 417

PRÉ-GERMINATION OF IRRIGATED RICE CV. IRGA 417 SEEDS

*Simone Medianeira Franzin¹; Nilson Lemos de Menezes²; Carlos André Bahry³, Ênio Marchezan⁴.

¹ Bióloga, Doutora em Agronomia, Depto. Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), CCR, UFSM. Santa Maria-RS, e-mail:smfranzin@yahoo.com.br.

² Eng. Agro. Doutor, Professor Adjunto Depto. Fitotecnia, PPGA, CCR, UFSM. Santa Maria-RS.

³ Acadêmico de Agronomia, Bolsista FAPERGS, Depto. Fitotecnia, CCR, UFSM. Santa Maria-RS.

⁴ Eng. Agro. Doutor, Professor Adjunto Depto Fitotecnia, PPGA, CCR, UFSM. Santa Maria-RS

(Recebido para Publicação em 07/06/2006, Aprovado em 29/10/2008)

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos do condicionamento fisiológico de sementes de arroz através da pré-germinação nas temperaturas de 25 e 20 °C, com posterior secagem das sementes. Sementes de arroz irrigado cv. IRGA 417 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. Após o condicionamento, determinou-se o teor de água das sementes e realizaram-se os testes de germinação e primeira contagem. A 25 °C, determinou-se, também, a curva de embebição e os testes de frio sem solo, comprimento e massa seca de plântulas. Selecionou-se a combinação de 8 horas de imersão e 24 horas de incubação para aplicação da secagem, porque esse tratamento elevou a umidade (30,5%) e iniciou o metabolismo preparatório à germinação. Conclui-se que os períodos de 8 h de imersão por 24 h de incubação, na temperatura de 25 °C e, 16 h de imersão por 24 h de incubação, na temperatura de 20 °C, são indicados para a pré-germinação de sementes de arroz irrigado cv. IRGA 417. A secagem das sementes, após a pré-germinação, pode ser realizada até 13,0%, sem prejuízos da qualidade fisiológica.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, condicionamento fisiológico, secagem

REVISÃO DE LITERATURA

A pré-germinação de semente é uma técnica de condicionamento fisiológico, utilizada para hidratar as sementes e desencadear os processos fisiológicos, imediatamente anteriores à germinação, como síntese de moléculas de DNA, RNA e proteínas (BRAY, 1995), além do reparo das membranas celulares (CASTRO & HILHORST, 2004).

O período de hidratação das sementes varia com as suas propriedades, nível de hidratação do substrato, permeabilidade do tegumento, tamanho das sementes, além da absorção de O₂ e temperatura (POLLOCK, 1969; PINHO et al., 2004). A determinação adequada de períodos e temperaturas é fundamental para o sucesso da técnica, pois pode promover elevada taxa de lixiviação de solutos nas primeiras horas de hidratação, reduzindo-se com o decorrer do tempo (SIMON & HAJA-HARUM, 1972). Temperaturas elevadas determinam maior atividade metabólica, favorecendo o condicionamento fisiológico das sementes que assim, permanecem menos tempo sujeitas aos danos de embebição (FERREIRA & BORGHETTI, 2004) e ao ataque de microrganismos.

ABSTRACT

The objective of this paper was to evaluate the effects of the physiological conditioning in seeds of rice through pre-germination at the temperatures of 20 °C and 25 °C, with following drying of the seeds. Seeds of irrigated rice cv. IRGA 417 were immersed in water for periods of 8, 16, 24 and 32 hours, followed by a 16, 24, 32 and 40-hour incubation. After the conditioning, the moisture content of the seeds was determined and the germination tests and the first counting were performed. At 25°C, the imbibition curve and the modified cold germination tests, the length and dry matter of seedlings were also determined. The combination of an 8-hour immersion and 24-hour incubation were selected because this treatment increased the moisture (30,5%) and began the preparatory metabolism for germination. It is concluded that an 8-hour immersion period followed by 24 hours of incubation, at 25 °C as well as a 16-hour immersion followed by 24 hours of incubation, at the temperature of 20 °C are indicated for pre-germination of irrigated rice cv. IRGA 417. The drying of the seeds, after the pre-germination, it can be accomplished up to 37.0%, without damages of the physiologic quality.

Key words: *Oryza sativa*, physiological conditioning, drying.

A secagem das sementes após a hidratação pode ser realizada em algumas espécies, favorecendo a sementeira ou armazenamento, por possibilitar a recuperação das funções biológicas, caracterizando a tolerância à dessecação (ALPERT & OLIVER, 2002). Essa técnica apresenta como vantagens, a redução da ação de patógenos, devido ao efeito da secagem sobre microorganismos e ativação dos mecanismos de defesa da semente (KRAFT, 1977; HALLOIN, 1983).

A secagem das sementes após os tratamentos de pré-germinação é entendida como uma fase sensível, devendo ser realizada no início da hidratação, levando em consideração a fase em que se encontram as sementes, ou seja, antes da emissão da raiz (MARCOS FILHO, 2005), havendo danos irreparáveis ao embrião após essa fase (MAY et al., 1962; MCKERSIE & TOMES, 1980). No entanto, MOTTA & SILVA (1999) salientam que para sementes de trigo esse estágio não pode ser considerado adequado para definir a sensibilidade de tolerância à dessecação.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos do condicionamento fisiológico de pré-germinação de sementes de arroz irrigado cv. IRGA 417, nas temperaturas

de 20 e 25 °C com secagem das sementes no final do processo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes (LDPS), do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Santa Maria. Utilizaram-se sementes de arroz irrigado cv. IRGA 417, com as quais foram realizados estudos referentes à pré-germinação das sementes não dormentes. Inicialmente, determinou-se o teor de água das sementes, pelo método de estufa na temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas (BRASIL, 1992).

O tratamento de pré-germinação foi realizado nas temperaturas de 25°C e 20°C, consistindo da imersão de 80 g de sementes, acondicionadas em sacos de algodão, imersos em 2 L de água destilada em copo de Becker, complementado por períodos variáveis de incubação das sementes entre papel úmido. Na temperatura de 25 °C, efetuaram-se as combinações dos períodos de imersão de 8, 16, 24, e 32 horas e períodos de incubação de 16, 24, 32 e 40 horas. Na temperatura de 20 °C, foram realizados os tratamentos 8x16, 8x24, 8x32, 16x16, 16x24, 16x32 e 24x16, 24x24 (períodos de imersão x períodos de incubação). Nesta temperatura, os tratamentos 8x40, 16x40 e as combinações acima de 24x24 não foram realizadas por serem considerados períodos excessivos, que resultaram na germinação visível das sementes, durante os tratamentos.

Na temperatura de 25 °C, realizaram-se os testes de teor de água, germinação, primeira contagem, frio sem solo, comprimento e massa seca de plântulas, enquanto a 20 °C foram realizadas apenas os testes de germinação e primeira contagem, todos descritos a seguir.

Teste de germinação: realizado com quatro repetições de 100 sementes, semeadas em rolos de papel, conforme as RAS (BRASIL, 1992), sob 25 e 20 °C, com a contagem final realizada aos quatorze dias, considerando-se as plântulas normais de cada repetição, obtendo-se a média das repetições em percentagem.

Primeira contagem: realizada conjuntamente com o teste de germinação, computando-se a percentagem de plântulas normais obtidas no sétimo dia após a instalação do teste.

Teste de frio sem solo: utilizaram-se quatro

repetições de 100 sementes distribuídas em rolos de papel, os quais foram umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos, sendo mantidos em câmara regulada a 10 °C, durante sete dias, com transferência, após esse período, para um germinador com temperatura de 25 °C, onde permaneceram por cinco dias, sendo avaliada a percentagem de plântulas normais formadas.

Comprimento das plântulas: utilizou-se o comprimento médio de dez plântulas normais obtidas a partir da semeadura de quatro repetições de 15 sementes, em substrato rolo de papel na temperatura de 25 °C por sete dias, quando então, foi avaliado o comprimento das plântulas com o auxílio de régua graduada em milímetros, com resultados expressos em cm/plântula.

Massa seca das plântulas: conduzido com as plântulas originadas do teste anterior, mantidas em sacos de papel, em estufa a 60 °C, por 24 horas e pesadas em balança de precisão 0,001g, com valor obtido da soma de cada repetição dividido pelo número de plântulas utilizadas e os resultados expressos em g/plântula⁻¹.

Secagem das sementes: sementes pré-germinadas por 8 horas de imersão e 24 horas de incubação foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar forçado, na temperatura 42 °C, até alcançarem 21, 17 e 13% de umidade. Após a secagem, foram realizados os testes de germinação, primeira contagem da germinação, comprimento e massa seca de plântulas.

Análise estatística: para os dados de condicionamento fisiológico, na temperatura de 25 °C, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado num bifatorial (4x4), sendo quatro períodos de imersão e quatro períodos de incubação, com quatro repetições. Os dados foram analisados por meio de superfície de resposta, quando houve interação e regressão polinomial nos casos de ausência de interação. Na temperatura de 20 °C, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado num arranjo fatorial, onde cada combinação de períodos foi considerada um nível do fator, por se tratar de experimento com intervalos irregulares entre os tratamentos (ausência da combinação 8 horas de imersão por 40 horas de incubação), sendo realizada comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para os dados de secagem,

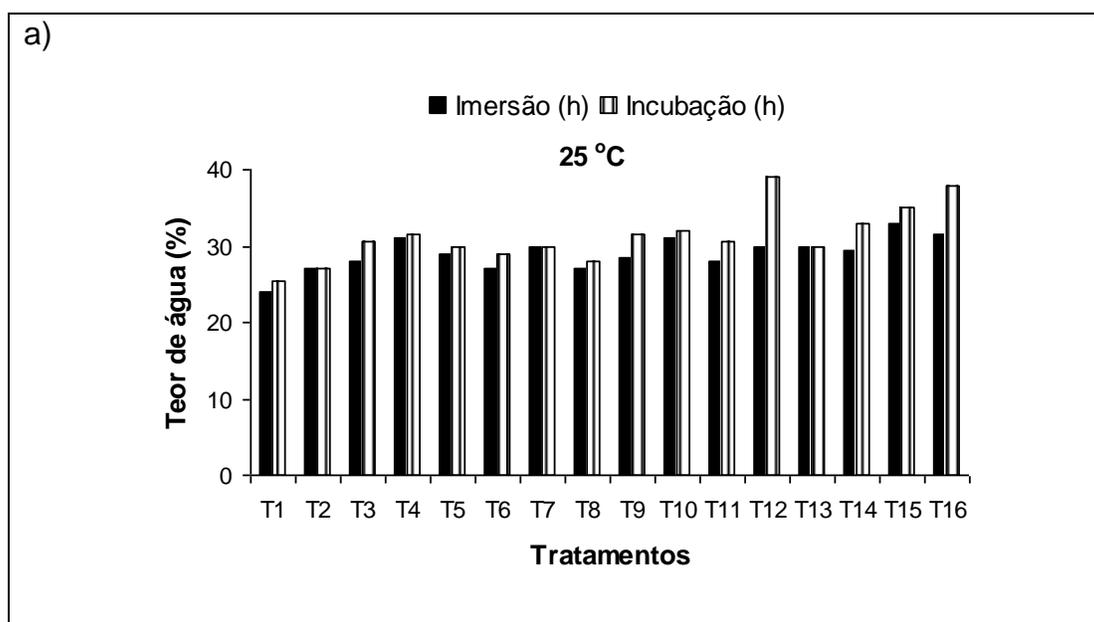
também se utilizou o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo realizada comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os resultados expressos em percentagens foram transformados em arco seno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1a reproduz os teores de água das sementes após os tratamentos de pré-germinação a 25°C, onde as sementes tiveram um acréscimo gradual, a partir do teor inicial de 13,0%, quando submetidas ao aumento dos períodos de imersão e incubação. Assim, nos tratamentos T1 a T4 (8h de imersão x 16, 24, 32 e 40 h de incubação), observou-se rápida absorção de água pelas sementes, que atingiram em média 27,5%.

O tratamento de 8 horas de imersão e 24 horas de incubação apresentou teor de água de 27,0% e foi

considerado adequado para a ativação metabólica e reparo de estruturas, tais como membranas e tonoplastos, conforme indicação de MARCOS FILHO (2005). Nessa condição de umidade, ocorre síntese de moléculas e difusão de solutos, além do início do crescimento embrionário, através de expansão, divisão e alongamento celular, como indicaram CASTRO & HILHORST (2004). No entanto, é importante salientar que a duração de cada fase da hidratação depende da qualidade fisiológica das sementes, pois quanto mais baixo o vigor, maior o requerimento de água para a germinação (ABDUL-BAKI & ANDERSON, 1972), além das características da espécie, das propriedades da semente, das condições de hidratação, bem como da temperatura utilizada (PINHO et al., 2004).



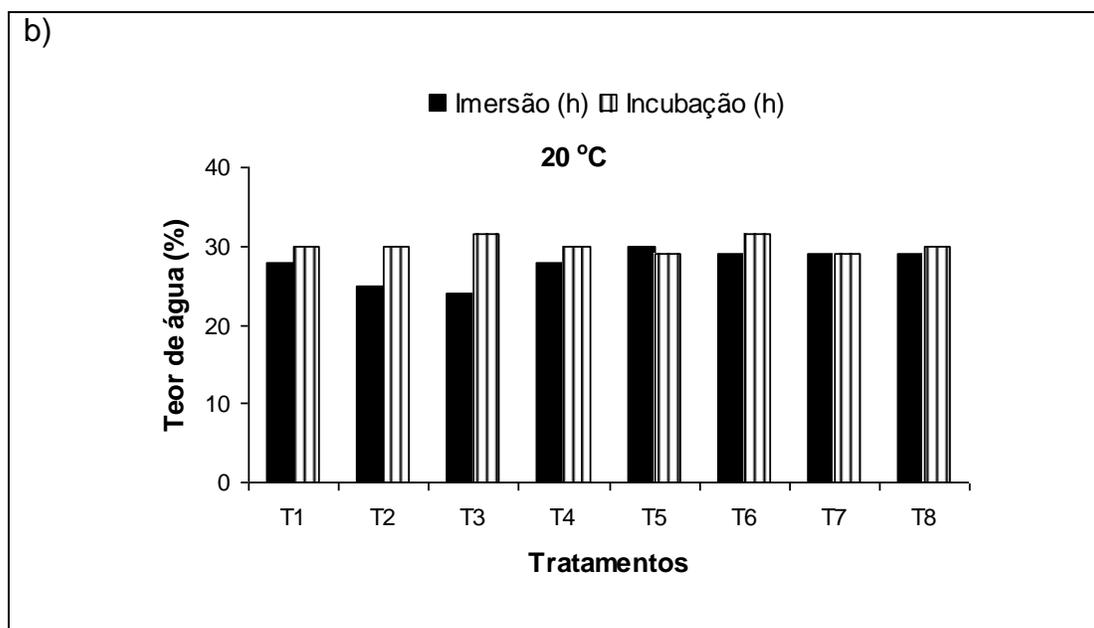


FIGURA 1: Teor de água das sementes de arroz cv. IRGA 417. a) 25 °C: imersão (8, 16, 24 e 32 h), incubação (16, 24, 32 e 40 h); b) 20 °C: combinações 8x16, 8x24, 8x32, 16x16, 16x24, 16x32, 24x16 e 24x24.

O teor de água das sementes nos tratamentos por períodos mais longos, como T5 a T8 e T9 a T12, foi em média de 28,2% e 29,4%, respectivamente. Os resultados indicaram que o aumento do período de imersão não correspondeu na mesma proporção ao aumento do teor de água absorvido pelas sementes. Além disso, as sementes já haviam atingido teor de água necessário para o início do seu metabolismo, conforme sugere MARCOS FILHO (2005), portanto, torna-se desnecessária sua permanência em imersão por períodos maiores que 8 horas. Esse fato justifica-se, pois a utilização de períodos longos de imersão causa redução no teor de O₂ (FRANCO et al., 1997). Afeta, também, em particular o papel das membranas celulares, dificultando a capacidade de seletividade à entrada e saída de água e nutrientes que pode ser comprometida, favorecendo a lixiviação de produtos intracelulares, tais como açúcares, ácidos orgânicos, aminoácidos e íons (MARCOS FILHO, 2005), entre eles P e K (WOODSTOCK, 1988), essenciais para a germinação e manutenção do vigor.

Na Figura 1b encontram-se os teores de água das sementes submetidas à pré-germinação na temperatura de 20 °C, onde se observou que os períodos de imersão de 8h, correspondendo aos tratamentos de T1 a T3, apresentaram teores de água das sementes, em torno de 25,0%, seguido

de um incremento de 5,2%, após a incubação. Destaca-se, entre eles, o tratamento de 8 horas de imersão e 16 horas de incubação, na qual a umidade das sementes de 30,0%, com a rápida absorção de água da fase I (BEWLEY & BLACK, 1994), confirma a quantidade de água necessária para ativação do metabolismo celular, de acordo com MARCOS FILHO (2005).

Os demais tratamentos apresentaram teores de água semelhantes ou superiores a 30,0%, não havendo diferença no teor de água com o aumento dos períodos estudados. Esses dados confirmam que não há necessidade de maiores períodos de tratamento, para que as sementes absorvam água em quantidade suficiente para reiniciar os processos fisiológicos da germinação, além do que os períodos dilatados promovem a lixiviação de solutos importantes para o metabolismo das sementes, como evidenciado por MOTTA & SILVA (1997) em sementes de trigo, devido à ampliação dos períodos de hidratação associado ao avanço no estágio de desenvolvimento das sementes.

Os resultados da germinação a 25 °C (Figura 2) indicaram interação significativa entre os fatores períodos de imersão e períodos de incubação das sementes, tendo sido estimado um ponto máximo para tais resultados. Assim, a

maior porcentagem de plântulas normais formada foi estimada pela equação matemática, nos períodos de imersão de 14 horas e 21 horas de incubação, onde foi encontrada a máxima porcentagem de germinação, correspondente a 98%. Esses dados não invalidam as colocações feitas anteriormente, a partir da umidade das sementes, que indicaram períodos menores como suficientes

para a ativação dos processos fisiológicos da germinação (BEWLEY & BLACK, 1994; CASTRO & HILHORST, 2004). A elevada porcentagem de germinação após períodos longos de hidratação pode ser alcançada, principalmente, pelo fato do arroz ser uma espécie adaptada ao cultivo em solos saturados ou alagados.

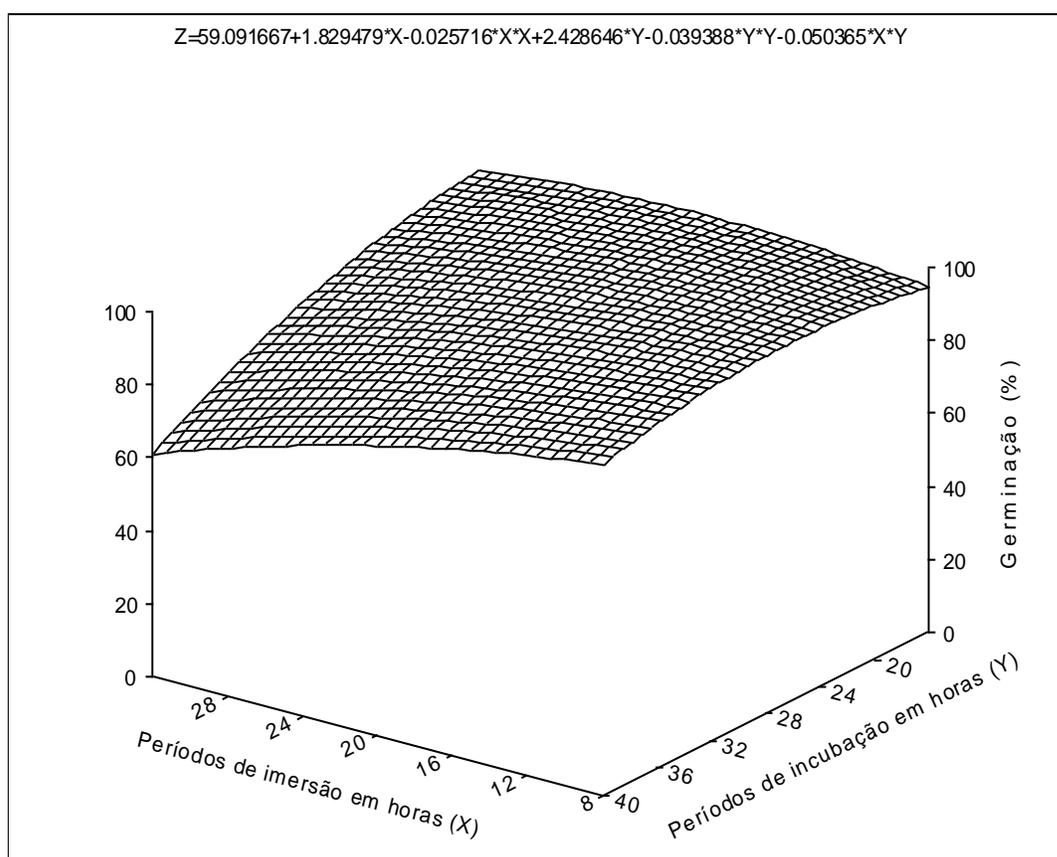


FIGURA 2: Germinação (%) de sementes de arroz cv. IRGA 417 sob diferentes períodos de imersão e incubação a 25 °C.

Os dados do teste de primeira contagem (Figura 3) também indicaram que houve interação entre os tratamentos, sendo o melhor período estimado, o de imersão de 12 horas e incubação de 23 horas, com 96% de plântulas normais formadas. De acordo VERTUCCI (1989), o período de hidratação pode promover elevação na porcentagem de germinação, ou sua redução, se ocorrerem danos nas

organelas celulares durante o processo de hidratação. Portanto, mesmo em períodos curtos, havendo umidade suficiente para o bom desempenho das sementes, provavelmente, são necessárias mais algumas horas de hidratação, para complementação dos processos metabólicos, assim como foi observado no teste de germinação.

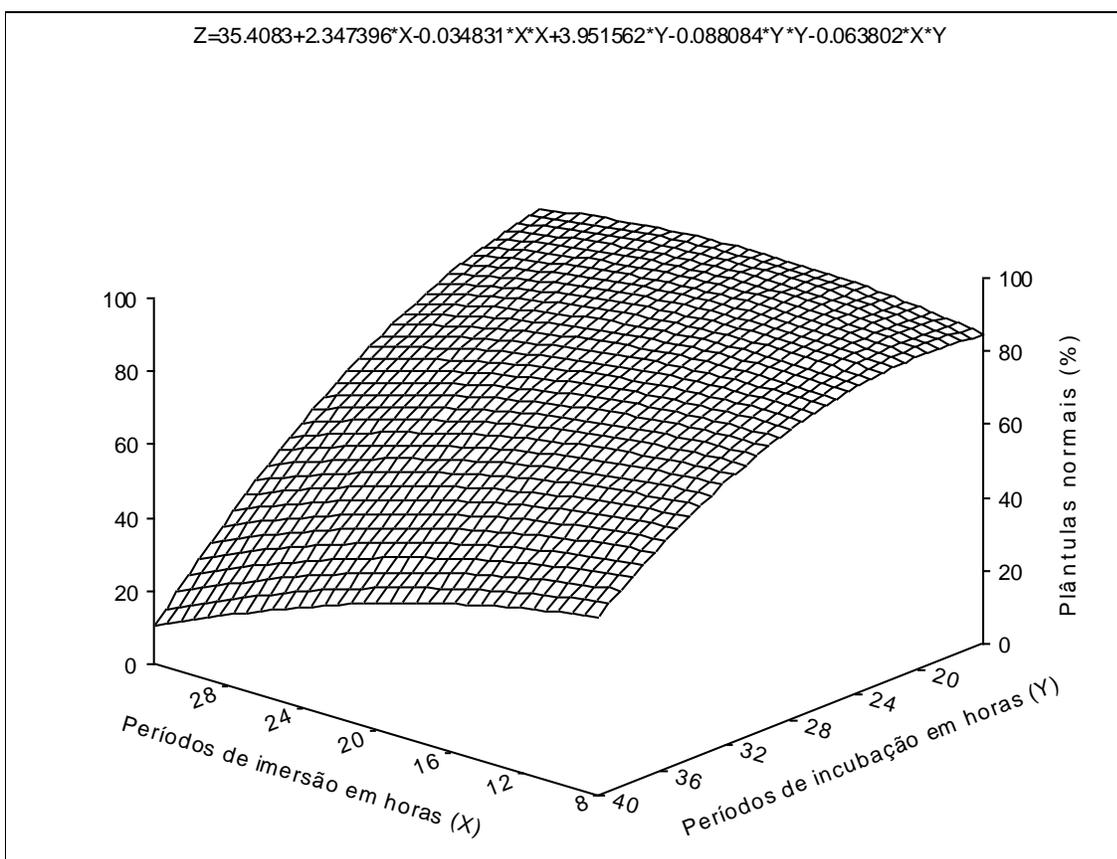


FIGURA 3: Primeira contagem (%) de sementes da cv. IRGA 417 sob diferentes períodos de imersão e incubação a 25 °C.

A Figura 3a apresenta o efeito da imersão em água a 25 °C sobre o desempenho das sementes no teste de frio. Observou-se com o aumento dos períodos de imersão o decréscimo na percentagem de plântulas normais, sendo 8 horas o período que permitiu maior percentagem de plântulas normais formadas. Este teste identificou diferenças entre os tratamentos, provavelmente danos causados pela embebição, capazes de produzir mudanças de conformação de membranas (FERREIRA & BORGHETTI, 2004), as quais afetam a seletividade a solutos (KHAN, 1994; MARCOS FILHO, 2005).

Na Figura 3b observam-se os dados referentes aos efeitos dos períodos de incubação das sementes, onde não houve diferença significativa entre os períodos testados. Assim, pode-se considerar possível a utilização de 16 horas de incubação como suficiente para que ocorra maior uniformidade de emergência entre as sementes, mesmo em temperaturas subótimas.

Os dados de comprimento das plântulas (Figura 4), quando analisados em função dos períodos de imersão das sementes, indicaram que os períodos de 16 e 32 horas proporcionaram maior desenvolvimento das plântulas. Assim como no teste de germinação, isso sugere que, as sementes de arroz irrigado por suportarem, na fase inicial de formação de plântulas, períodos longos de alagamento, podem não sofrer danos imediatos com a hidratação prolongada. Em relação à incubação das sementes, observou-se que o aumento do tempo de exposição promoveu decréscimo no comprimento de plântulas, provavelmente, porque tempos maiores que 16 horas são prejudiciais. Assim, destaca-se que a utilização de períodos maiores de imersão pode promover o desenvolvimento de plântulas com maior comprimento inicial, desde que os períodos de incubação não ultrapassem 16 h, pois pode ocasionar a formação de plântulas fracas e sensíveis, estando mais facilmente suscetíveis a estresses ambientais.

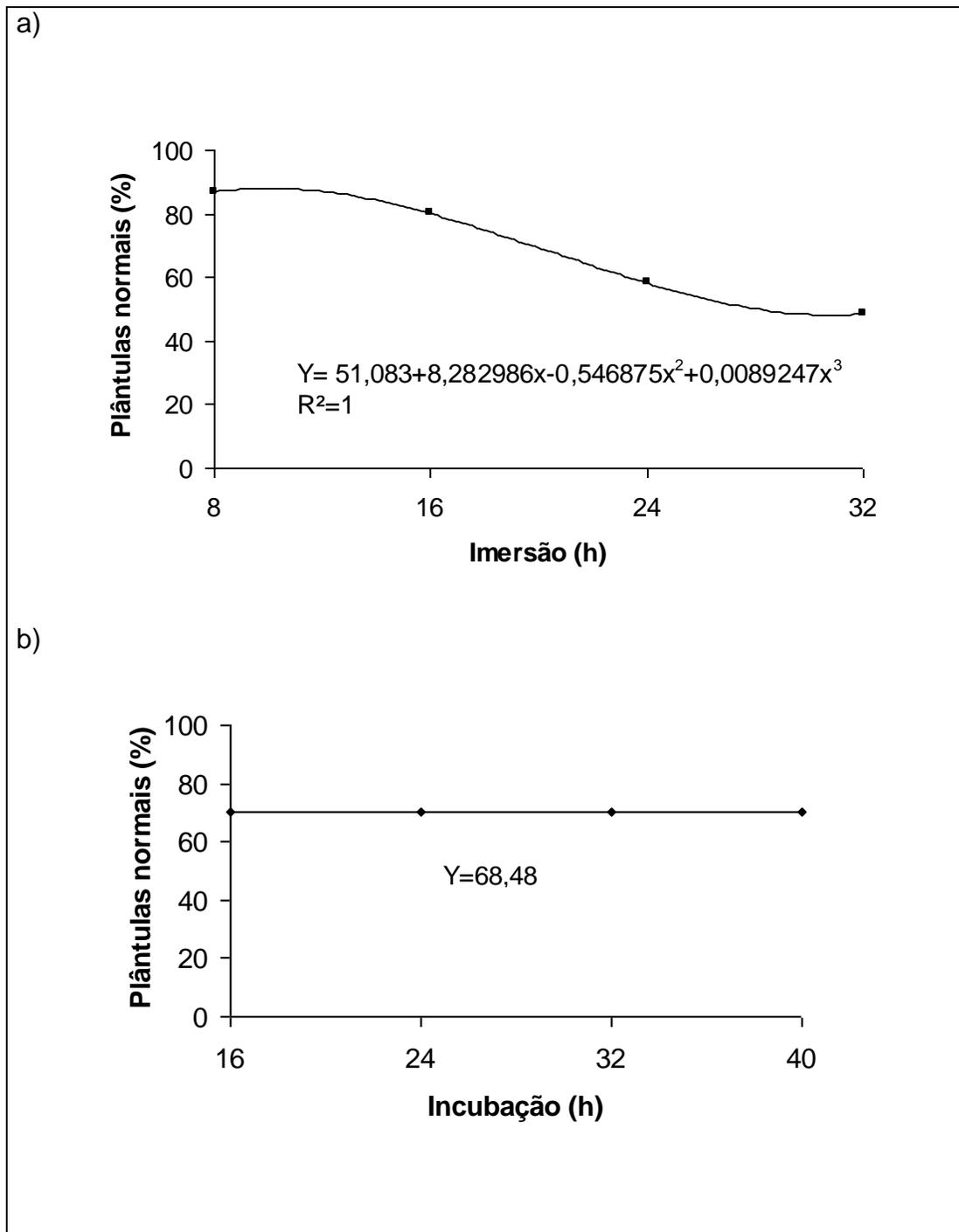


FIGURA 4: Efeito dos períodos de imersão (a) e incubação (b) de sementes de arroz cv. IRGA 417, na formação de plântulas normais no teste de frio, sob temperatura de 25 °C. Santa Maria – RS, 2005.

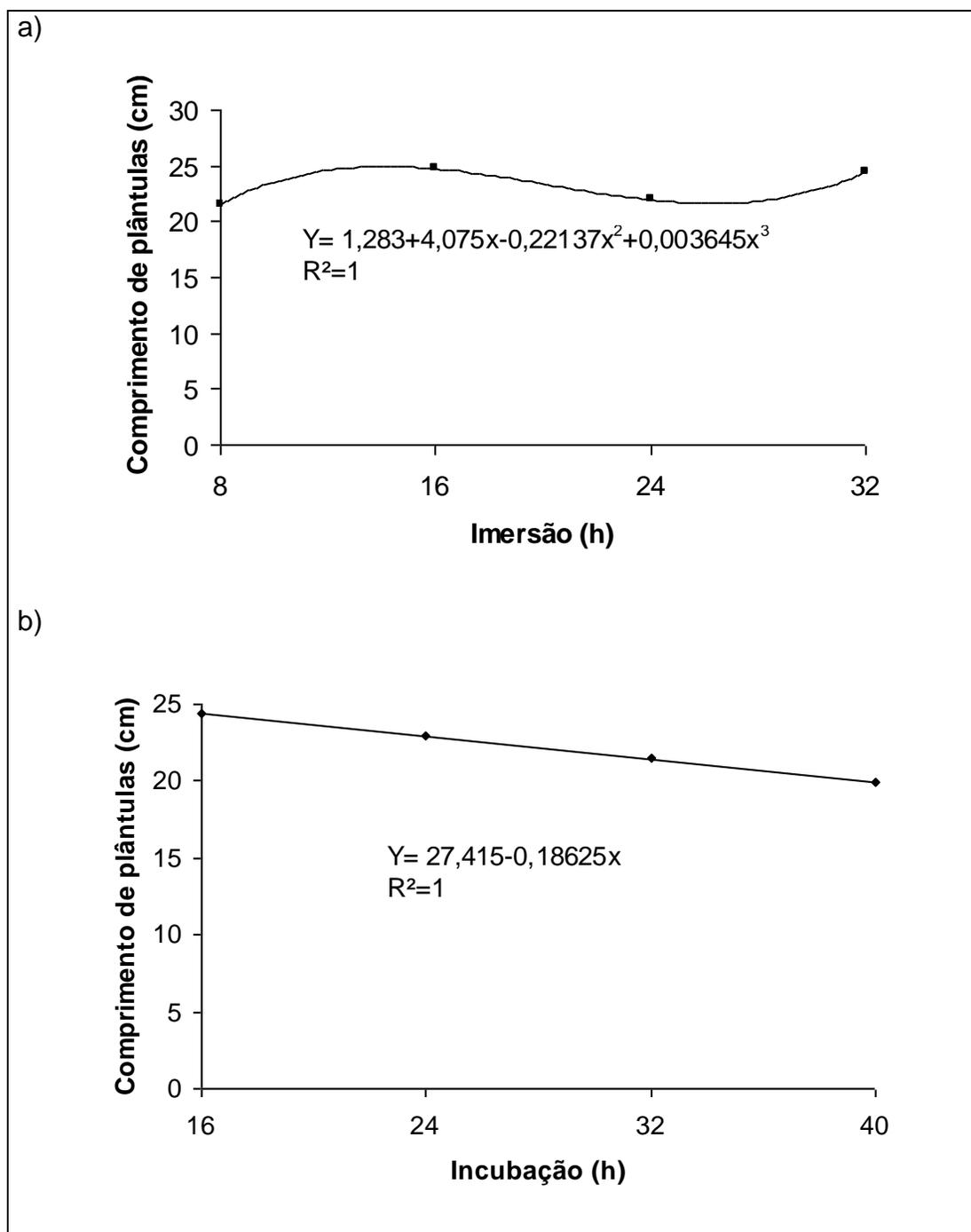


FIGURA 5: Efeito dos períodos de imersão (a) e incubação (b) de sementes de arroz cv. IRGA 417, no comprimento de plântulas (cm) a 25 °C.

Os resultados obtidos para massa seca de plântulas (Figura 5) indicaram interação significativa entre os períodos de imersão e incubação, obtendo-se o ponto estimado de máximo comprimento com 21 horas de imersão combinado com 18 horas de incubação. Isso indica, que a utilização de períodos elevados de imersão pode favorecer o acréscimo

de massa, devido a sua maior atividade inicial, como ativação enzimática, translocação de nutrientes, entre outros fatores (MARCOS FILHO, 2005). Além disso, as sementes testadas pertencem a uma espécie que apresenta adaptação morfofisiológica a ambientes de saturação hídrica e apresentavam alta qualidade fisiológica, o que pode ter

influenciado positivamente no seu desempenho mesmo em

condições pouco favoráveis.

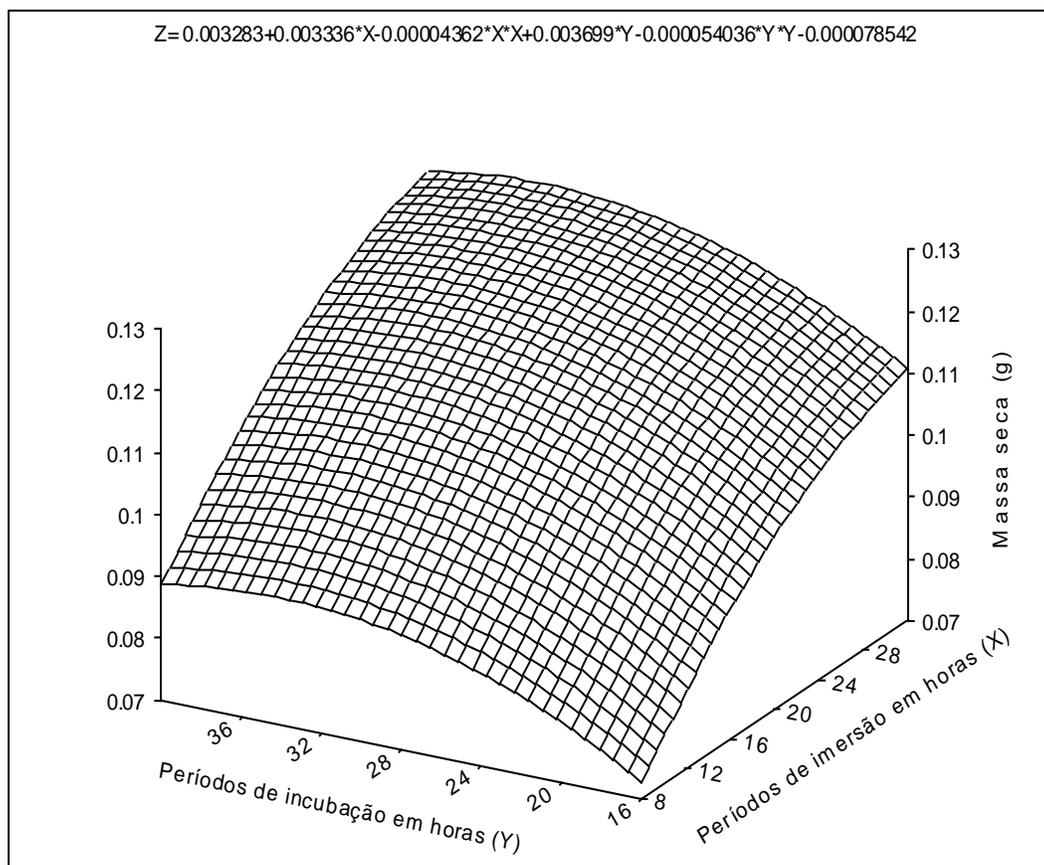


FIGURA 6: Massa seca de plântulas de arroz cv. IRGA 417 sob diferentes períodos de imersão e incubação a 25 °C.

A Tabela 1 apresenta a comparação de médias entre os tratamentos de condicionamento das sementes na temperatura de 20 °C. No teste de germinação, observou-se que os maiores resultados foram encontrados com 24 horas de imersão e 24 horas de incubação, porém sem haver diferença significativa entre os tratamentos T1 a T3. O tratamento de 16 horas de imersão por 24 horas de

incubação, contudo, poderia ser indicado para a pré-germinação de sementes de arroz irrigado cv. IRGA 417, devido à umidade das sementes ter alcançado o nível suficiente para ativação metabólica (MARCOS FILHO, 2005), além de permitir alta percentagem de plântulas formadas.

TABELA 1: Médias estimadas de tratamentos das variáveis: primeira contagem e germinação de sementes de arroz de irrigado cv. IRGA 417 em diferentes tratamentos de imersão e incubação de sementes a 20 °C. Santa Maria – RS, 2005.

<i>Tratamento (h)</i>	<i>G (%)</i>	<i>PC (%)</i>
T1 = 24x24	93 a*	93 a*
T2 = 16x24	92 a	88 ab
T3 = 16x32	91 a	86 ab
T4 = 16x16	89 ab	86 ab
T5 = 24x16	81 ab	84 b
T6 = 8x32	81 ab	83 b
T7 = 8x16	64 c	70 c
T8 = 8x24	61 c	47 d

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

Nos resultados do teste de primeira contagem na temperatura de 20 °C (Tabela 1), a maior percentagem de plântulas formadas dias encontra-se no tratamento T1, correspondente a 24 h de imersão e 24 h de incubação, sem diferir dos tratamentos T2 a T4. Esses dados indicam que a velocidade de formação das plântulas foi reduzida com a imersão por 8 horas, principalmente, quando acompanhada de incubação menor do que 32 horas, porque a temperatura de 20 °C torna o metabolismo das sementes mais lento. No entanto, deve-se salientar que na exposição das sementes por períodos longos de imersão pode haver formação de plântulas anormais ou pouco vigorosas, além do aparecimento de odor característico de putrefação, devido à diminuição da concentração de O₂ presente na água (FRANCO et al., 1997), com lixiviação de substâncias intracelulares (MARCOS FILHO, 2005) essenciais ao desenvolvimento da plântula.

Os resultados do teste de germinação (Figura 6a), após a secagem das sementes previamente hidratadas, indicaram que a germinação se manteve constante acima de 94%, sugerindo que a secagem das sementes até atingirem

teor de água em torno de 13,0%, recomendável para o armazenamento, é possível, sem prejuízo ao potencial de germinação, estando de acordo com MOTTA (2001) em estudos com sementes de café.

Na Figura 7a verifica-se que a secagem não prejudicou o comprimento das plântulas formadas, pois os resultados obtidos não mostraram diferenças significativas e para tanto não houve ajuste de equação matemática para esse comportamento. As sementes que foram secadas até 13,0% mantiveram a qualidade de modo similar às sementes embebidas.

Os dados de massa seca das plântulas (Figura 7b), também, indicam a possibilidade de secagem das sementes até 13,0% sem haver danos às mesmas e nem perdas dos efeitos da pré-germinação. Assim, independentemente do teor de água que as sementes atingiram após secagem, não houve redução da massa seca das plântulas formadas. A secagem das sementes pré-germinadas constitui uma etapa sensível e que exige cuidados principalmente na aplicação das temperaturas e teores finais de água, para não haver perdas na qualidade das sementes.

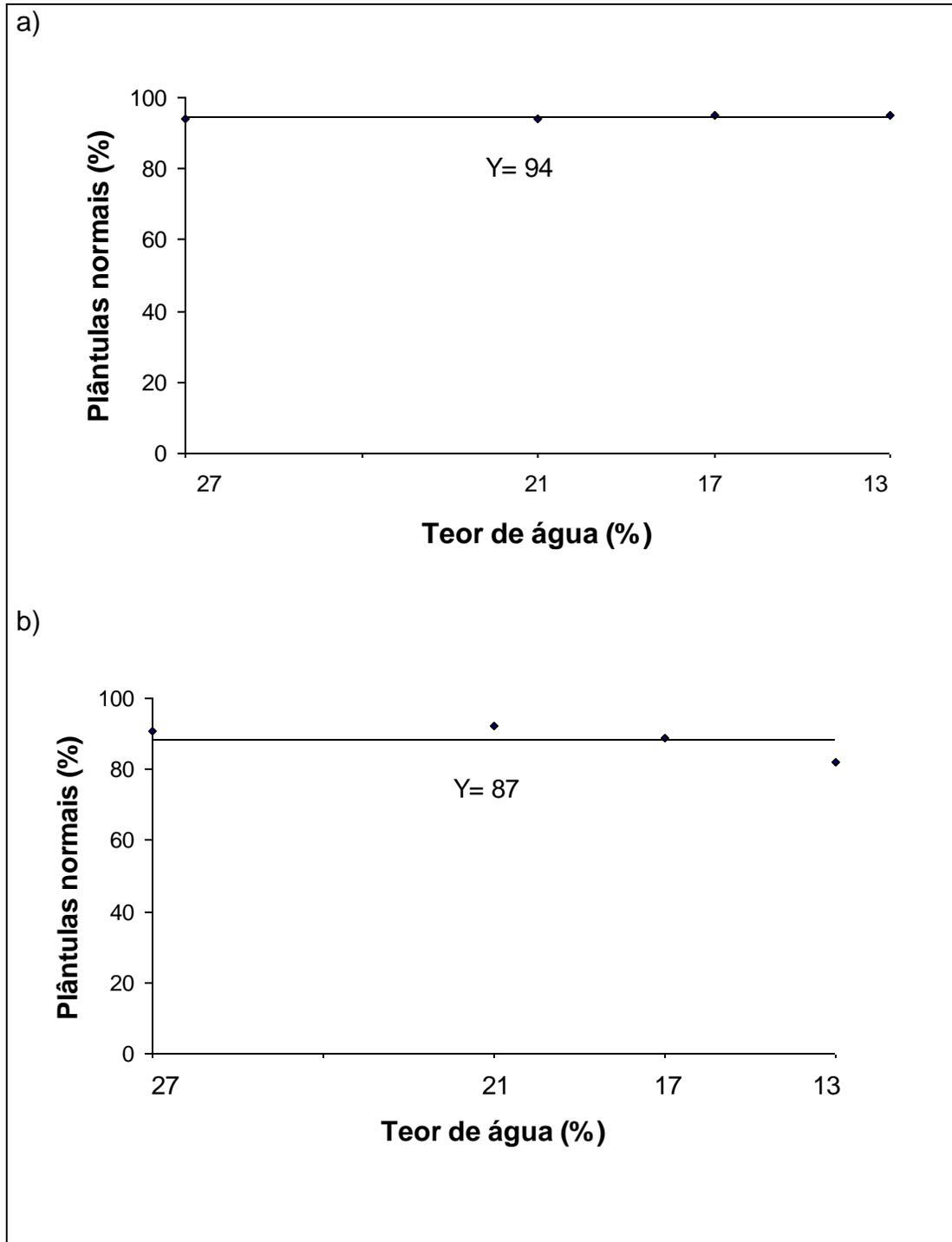


FIGURA 7: Percentagem de plântulas normais no teste de germinação (a) e primeira contagem (b) em sementes de arroz cv. IRGA 417, submetidas a 8 h de imersão e 24 h de incubação e submetidas à secagem.

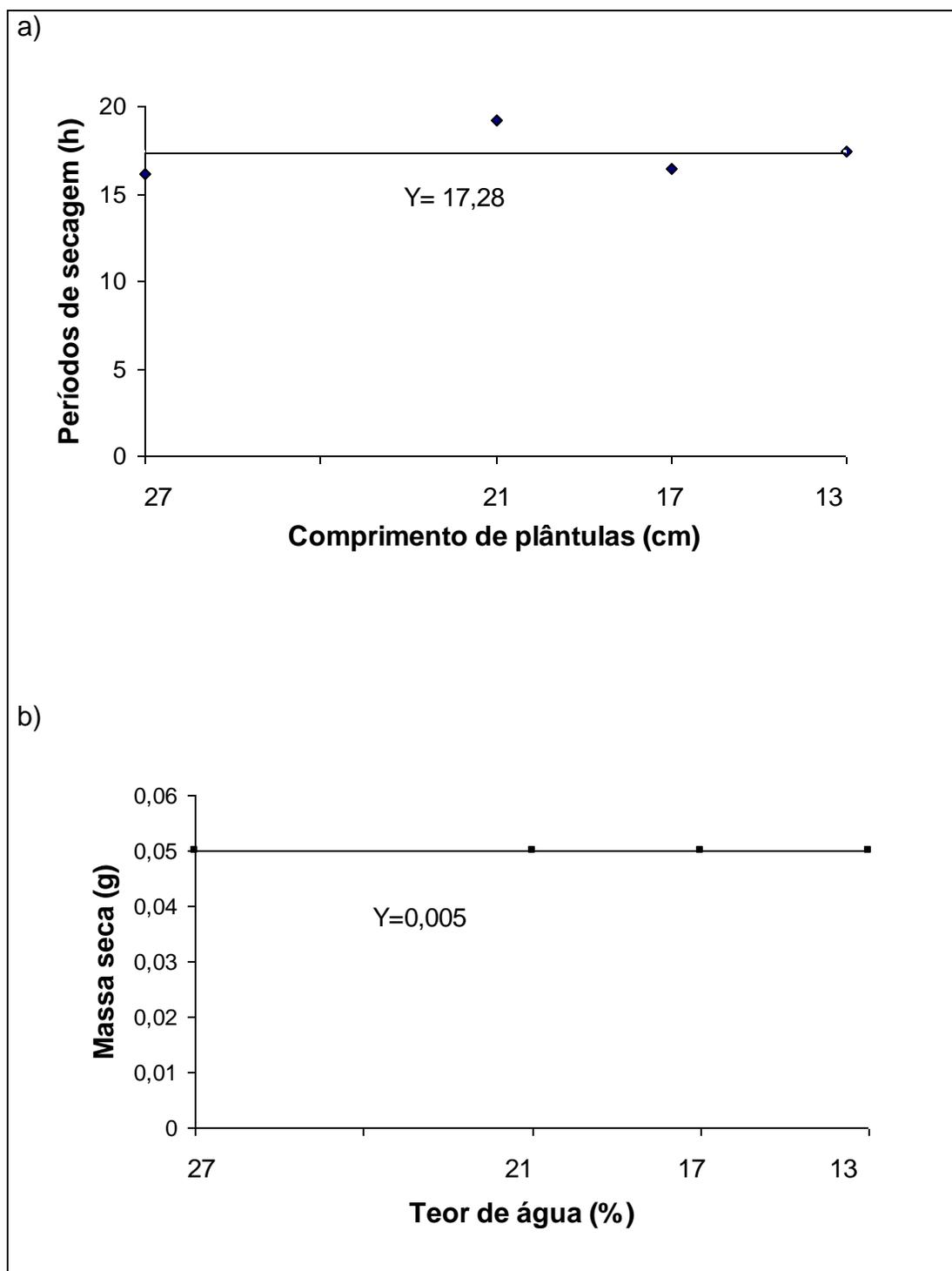


FIGURA 8: Comprimento de plântulas (a) e massa seca de plântulas (b) em sementes de arroz cv. IRGA 417, submetidas a 24 h de imersão e 24h de incubação e submetidas à secagem.

CONCLUSÕES

Os períodos de 8 h de imersão por 24 h de incubação, na temperatura de 25 °C e, 16 h de imersão por 24 h de incubação, na temperatura de 20 °C, são indicados

para a pré-germinação de sementes de arroz irrigado cv. IRGA 417.

A secagem das sementes, após a pré-germinação, pode ser realizada até 13,0%, sem prejuízos da qualidade fisiológica.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. v.2, p.283-315.
- ALPERT, P.; OLIVER, M. Drying without dying. In: Black, M; Pritchard, H.W. (ed). **Desiccation and survival in plants: drying without dying**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p.4-43.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BEVILAQUA, G.A.P; PESKE, S.T.; BENEDITO FILHO, G.S. et al. Efeito da embebição-secagem de sementes de cenoura no vigor e potencial de armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.3, n.3, p. 131-138, set/dez. 1997.
- BRADFORD, K.J.; KHEN, F.; COOLEY, M.B. et al. Gene expression prior to radicle emergence in imbibed tomato seeds. In: BLACK, M.; BRADFOARD, K.J.; VAZQUEZ-RAMOS, J. **Seed biology: advances and applications**. Wallingford: CAB International, 2000. p.231-251.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento 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. **Germinação: do básico ao aplicado**. São Paulo: Artmed, 2004. 323 p.
- FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. São Paulo: Artmed, 2004. 323 p.
- FRANCO, F.; PETRINI, J.A.; RODO, A. et al. Métodos para superação da dormência em sementes de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.50, n.430, p.11-15, jan./fev., 1997.
- HALLOIN, L.M. Deterioration resistance mechanisms in seeds. **Phytopathology**, St. Paul.v.73, n.2, p.235-239, 1983.
- KHAN, A.A. ACC-derived ethylene production, a sensitive test for seed vigor. **Journal American Society of Horticulturæ Science**, Alexandria, v.119, n.5, p.1083-1090, 1994.
- KRAFT, J.M. The role delphinidin and sugars in the resistance of pea seedling of *Fusarium root rot*. **Phytopathology**, St Paul, v.67, n.8, p.1057-1061, 1977.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- McKERSIE, B.D.; TOMES, D.T. Effect of deshydration treatments on germination, seedlings, vigour and citoplasmic leakage in wild oats and birdsfoot trefoil. **Journal of Botany, Canadian**. v.58, n.4, p.471-476, 1980.
- MAY, L.H.; MILTHORPE, E.J.; MILTHORPE, F.L. Pre-sowing hardening o plants to drought: an appraisal of the contributions by P.A. Genke. **Field Crop Abstracts**, Farmham Royal, Inglaterra, v.15, n.2, p.93-98, 1962.
- 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.
- MOTTA, C.A.P; SILVA, W.R. Desempenho fisiológico e sanidade de sementes de trigo submetidas a tratamentos de hidratação/desidratação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.3, p.571-580, 1999.
- MOTTA, C.A.P. Recuperação da viabilidade de sementes de café após tratamentos de hidratação e desidratação. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.25, n.5, p.1142-1149, set./out., 2001.
- PINHO, S.Z.; CARVALHO, L.R.; DELACHIAVE, M.E.A. Limit between stages I and II of a seed imbebiton curve. **Scientia Agricola**, Piracicaba. v. 61, n.1, p.17-20, jan./fev. 2004.
- POLLOCK, B.M. Vigour of garden bean seeds and seedlings influenced by initial seed moisture, substrate, oxygen and imbibition temperature. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria. v. 51, p.577-584, 1969.
- SIMON, E.W; HAJA-HARUM, R.M. Leakage during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford. v.23, n.77, p.1076-1085, 1972.
- VERTUCCI, C.W. The kinetics of seed imbibition: controlling factors and relevance to seedling vigor. In: Stanwood, P.C.; McDonald, M.B. (ed). **Seed Moisture**. Madison: Crop Science society of America, 1989. p.93-115. (CSSA Special Publication, 14).
- WOODSTOCK, L.W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p.1-15, 1988.