

CONTROLE DA HIDRATAÇÃO PARA O CONDICIONAMENTO OSMÓTICO DE SEMENTES DE ASPARGO¹

MÁRIO LÚCIO CARVALHO BITTENCOURT², DENISE CUNHA FERNANDES DOS SANTOS DIAS³, EDUARDO FONTES ARAÚJO³, LUIZ ANTÔNIO DOS SANTOS DIAS⁴

RESUMO - Como o aspargo apresenta a germinação da semente e a emergência da plântula lentas, justifica-se o uso de técnicas que acelerem a germinação, como o condicionamento osmótico das sementes. Inicialmente, para definir as melhores condições de condicionamento das sementes, é necessário conhecer os padrões de embebição dessas sementes para se ter um controle adequado da hidratação. Assim, este trabalho teve como objetivo conhecer o padrão de embebição das sementes de aspargo com vistas ao seu condicionamento osmótico. Utilizaram-se quatro lotes de sementes de aspargo, cultivar Mary Washington, determinando-se as curvas de embebição das sementes, para cada lote, em água destilada, em PEG 6000 a -1,0MPa e -1,2MPa e em água do mar a -3,3MPa, em BOD a 25°C. Para tanto, determinou-se o grau de umidade das sementes após 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 336, 504 e 672 horas de embebição em PEG 6000 a -1,0MPa e -1,2MPa e em água do mar a -3,3MPa. Para o condicionamento em água destilada, o grau de umidade das sementes foi determinado após 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas de embebição. Para a determinação do grau de umidade, adotou-se o método da estufa a 130°C/1 hora. Verificou-se que em água destilada houve rápida hidratação das sementes, com a protrusão da raiz primária a partir das 120 horas (5º dia) de embebição. No condicionamento em PEG 6000 a -1,0MPa, a partir das 504 horas (21 dias) de embebição, houve lento incremento no grau de umidade das sementes, iniciando-se a protrusão da raiz primária. Um controle eficiente da hidratação foi obtido nas sementes embebidas em PEG 6000 a -1,2MPa e em água do mar a -3,3MPa, onde não ocorreu protrusão da raiz primária até 672 horas (28 dias) de embebição.

Termos para indexação: *Asparagus officinalis*, teor de água, PEG 6000.

HYDRATION CONTROL FOR PRIMING OF ASPARAGUS SEEDS

ABSTRACT – As asparagus seeds present slow germination and emergence, the use of techniques to speed up germination as priming is very important. Initially, to define the best conditions for seed priming, it is necessary to know the seed imbibition standard and the influence of the main factors involved in this process. The objective of this study was to determine the standard of imbibition of asparagus seeds. Four seed lots of asparagus cv. Mary Washington were used. The imbibition curves for each seed lot were determined in distilled water, PEG 6000 at -1.0MPa and -1.2MPa and in sea water at -3.3MPa, in BOD at 25°C. Seed moisture contents were determined after the imbibition periods of 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 336, 504 and 672 hours in PEG 6000 solutions at -1.0MPa and -1.2MPa and in sea water at -3.3MPa. For priming in distilled water, the seed moisture content was determined after 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144 and 168 hours. The seed moisture content was determined in an oven at 130°C/1 hour. It was verified that in distilled water there was fast seed hydration, with the primary root protrusion after 120 hours (fifth day) of imbibition. In the priming in PEG 6000 at -1.0MPa after 504 hours (21th day) of imbibition, there was slow increment in the seed water contents, initiating the primary root protrusion. Efficient hydration control was obtained in the seeds imbibed in PEG 6000 at -1.2MPa and in sea water at -3,3MPa, where there was no primary root protrusion until 672 hours (28th day) of imbibition.

Index terms: *Asparagus officinalis*, water content, PEG 6000.

¹ Submetido em 04/11/2003. Aceito para publicação em 16/06/2004. Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Viçosa (UFV).

² Engº Agrº, Dr., Depto. de Fitotecnia - ESACMA, 37.750-000, Machado, MG; mlucio.esacma@fem.com.br

³ Engº Agrº, Dr., Prof. Adjunto do Depto. de Fitotecnia - UFV, 36.571-000, Viçosa, MG.

⁴ Engº Agrº, Dr., Pesquisador do Depto. de Biologia Geral / BIOAGRO - UFV, 36.571-000, Viçosa, MG.

INTRODUÇÃO

O tempo decorrido da semente até o estabelecimento da plântula de aspargo é relativamente longo, podendo levar de quatro a seis semanas, dependendo da temperatura e da umidade do solo, justificando o uso de técnicas que acelerem a germinação. Entre as várias pesquisas que têm sido realizadas, objetivando reduzir o período de tempo entre a semente e a emergência das plântulas, destacam-se os estudos sobre o condicionamento osmótico (“priming”) das sementes.

Esta técnica consiste em pré-embeber as sementes em água ou em uma solução osmótica por determinado período de tempo, até essas entrarem em equilíbrio com o potencial osmótico da solução. Assim, as sementes absorvem água até um nível que permite a ativação de eventos metabólicos essenciais à germinação, sem, contudo, emitir a raiz primária (Khan, 1992). A seguir, as sementes são secadas até atingirem o grau de umidade original. Assim, quando semeadas, a emergência das plântulas será rápida, sincronizada e em maior porcentagem. Há grande variação em termos de resposta ao condicionamento osmótico entre as espécies, variedades e mesmo entre os lotes de sementes de uma mesma variedade (Brocklehurst & Dearman, 1983).

Embora sementes de aspargo apresentem germinação lenta, a absorção de água é relativamente rápida, aproximadamente 50% do peso da semente em 80 horas (Krarup, 1991) e 43% do peso da semente também em 80 horas segundo Borthwick (1925), que já havia demonstrado que as sementes de aspargo embebidas previamente em água germinaram mais rapidamente que aquelas não embebidas.

Havendo condições favoráveis de temperatura e de umidade, o processo de embebição, para a maioria das sementes, ocorre segundo um padrão trifásico. A primeira fase (Fase I), conhecida como embebição, é rápida, durando de uma a duas horas, sendo um processo físico que ocorre devido à diferença de potencial hídrico entre a semente e o meio. Assim, é consequência das forças matriciais das paredes celulares e do conteúdo celular das sementes secas, que pode chegar a valores de até -100 MPa. Essa absorção de água ocorre mesmo que a semente esteja dormente (excluindo a impermeabilidade do tegumento à água) ou inviável (Bewley & Black, 1994).

No geral, quando as sementes endospermicas atingem teores de água de 25% a 30% e as cotiledonares de 35% a 40%, a absorção de água se estabiliza ou aumenta muito pouco, começando uma fase estacionária (Fase II ou fase lag), na

qual vai ocorrer a digestão e o transporte ativo das substâncias de reserva. Nessa fase, os potenciais hídricos do meio e da semente ficam muito próximos e, com isso, a absorção de água pela semente se estabiliza. Durante essa fase, ocorre ativação de processos metabólicos pré-germinativos, pois, enzimas, membranas e organelas como as mitocôndrias, tornam-se funcionais nas células hidratadas para as sementes completarem a germinação. Essa fase pode durar oito a dez vezes mais que a fase I, caracterizando-se por um período de repouso, cuja duração é dependente da temperatura e do potencial hídrico da semente, pois, baixa temperatura e baixo potencial hídrico aumentam a duração dessa fase (Taylor, 1997).

Na terceira e última fase (Fase III) ocorre um novo aumento no grau de umidade com o crescimento visível do eixo embrionário (início da protrusão da raiz primária). Nessa fase, a maior absorção de água deve-se a uma redução no potencial osmótico, causada pela degradação de materiais de reserva em moléculas menores e osmoticamente ativas. Assim, ocorre a reorganização das reservas digeridas nas fases I e II em substâncias mais complexas para formar novas células, permitindo, então, o crescimento do eixo embrionário. Em função disso, ocorre a retomada rápida na absorção de água e somente sementes viáveis e não dormentes atingem a fase III (Powell & Matthews, 1979; Bewley & Black, 1994 e Carvalho & Nakagawa, 2000).

À medida que embebem água as sementes vão se tornando menos tolerantes à desidratação. Assim, desidratar a semente até a fase II da embebição não resulta em danos irreparáveis ao embrião, de tal forma que a germinação pode ter continuidade quando houver novamente possibilidade de hidratação. Porém, a partir da fase III, a secagem pode acarretar danos irreparáveis sobre o embrião, que já atingiu a fase de divisão celular perdendo sua habilidade para resistir à dessecação (Parera & Cantliffe, 1994). Portanto, secar as sementes depois da protrusão da raiz primária resultará na sua morte, enquanto sementes secadas durante a fase I ou II, geralmente não têm sua viabilidade comprometida (Taylor, 1997). Portanto, para manter as sementes hidratadas nas Fases I e II, por um determinado período de tempo, sem atingir a fase III, recorre-se ao uso de soluções osmóticas.

Evans & Pill (1989) aumentaram a velocidade de emergência da plântula para as sementes de aspargo através da embebição em água por três dias seguida pelo condicionamento em solução de PEG 8000 a -0,6 MPa, a 25°C. O condicionamento de sementes de aspargo em PEG 6000 e MgSO₄ por nove dias a 25°C também favoreceu a

velocidade de emergência (Krarup, 1991). Já, Frett et al. (1991) verificaram que a água do mar sintética foi tão efetiva quanto o PEG no condicionamento de sementes de aspargo, aumentando a velocidade de emergência da plântula, o que pode ser atribuído à tolerância dessas sementes aos sais (Francois, 1987).

Inicialmente, para definir as melhores condições de condicionamento das sementes, é necessário conhecer os padrões de embebição dessas sementes e a influência dos principais fatores envolvidos nesse processo até o início da emissão da raiz primária e, principalmente, a melhor combinação de potencial osmótico, agente condicionador, temperatura e período de condicionamento.

Assim, este trabalho teve como objetivo conhecer os padrões de embebição de sementes de aspargo de modo a se obter um controle adequado da hidratação dessas sementes visando o condicionamento osmótico.

MATERIALE MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de janeiro a novembro/2000. Foram utilizados quatro lotes comerciais de sementes de aspargo (*Asparagus officinalis* L.), cultivar Mary Washington, com germinação inicial de 40,0% (lote 1), 90,0% (lote 2), 92,0% (lote 3) e 80,5% (lote 4) e grau de umidade inicial de 7,8% (lote 1), 8,2% (lotes 2 e 3) e 7,5% (lote 4).

As sementes de cada lote foram embebidas em água destilada, em solução osmótica de polietileno glicol 6000 (PEG 6000), a $-1,0\text{MPa}$ e a $-1,2\text{MPa}$ (concentrações definidas segundo Villela et al., 1991) e em água do mar natural (colhida no litoral de Vila Velha – ES), no potencial osmótico de $-3,3\text{MPa}$ (determinado via osmômetro).

Duas folhas de papel toalha, colocadas em caixas plásticas (11cmx11cmx4cm), foram umedecidas com 20mL de cada solução condicionadora (PEG 6000, água do mar e água destilada), sendo esse volume suficiente para cobrir apenas a terça parte das sementes, ficando parte da superfície exposta à atmosfera do interior das caixas. Todas as soluções de PEG e água do mar, bem como a água destilada, foram previamente acrescidas do fungicida Captan 750 TS na forma de suspensão, à concentração de 0,15% do ingrediente ativo.

Adotaram-se períodos de embebição de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 336, 504 e 672 horas para as soluções de PEG 6000 a $-1,0\text{MPa}$ e $-1,2\text{MPa}$ e água do mar a $-3,3\text{MPa}$. Para o condicionamento em água destilada

foram utilizados períodos de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas. Foram usadas subamostras de 10 g de sementes de cada lote, distribuindo duas subamostras de 5g em camada única sobre duas folhas de papel toalha colocadas no fundo das caixas, para cada tratamento de condicionamento. As caixas plásticas foram envolvidas por sacos plásticos transparentes para evitar perdas por evaporação e contaminações externas, sendo, a seguir, colocadas em BOD a 25°C.

Após cada período de condicionamento, foi determinado o grau de umidade das sementes. Para cada uma das duas subamostras, por solução condicionadora, foram retiradas 15 sementes da caixa e colocadas sobre papel toalha para secagem superficial e, logo a seguir, foi determinado o grau de umidade em estufa a 130°C por uma hora, sendo os resultados expressos em porcentagem (base úmida), segundo Brasil (1992).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados referentes ao grau de umidade obtido após cada período de embebição, para cada lote e tratamento, foram submetidos à análise de regressão, obtendo-se as curvas de embebição das sementes em água destilada, em água do mar a $-3,3\text{MPa}$ e em solução de PEG nos potenciais de $-1,0\text{MPa}$ e $-1,2\text{MPa}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O padrão de absorção de água pelas sementes de aspargo foi semelhante para os quatro lotes, considerando-se cada um dos tratamentos (Figuras 1, 2, 3 e 4). Verifica-se nas primeiras 24 horas, a velocidade rápida de embebição, para as sementes de todos os tratamentos. A velocidade de embebição e o grau de umidade foram, de modo geral, iguais para os quatro lotes, tanto na solução de PEG quanto nas águas do mar e destilada. Essa rápida absorção de água caracteriza a fase I do processo de embebição da semente, o que segundo Bewley & Black (1994), é consequência das forças matriciais das paredes celulares e do conteúdo celular das sementes secas, que pode chegar a valores de até -100MPa , o que justifica a rápida velocidade de embebição mesmo em água do mar, cujo potencial osmótico é de $-3,3\text{MPa}$.

A partir das primeiras 24 horas, considerando-se os quatro lotes, tanto a velocidade de embebição quanto o grau de umidade atingido pelas sementes embebidas em água destilada foram maiores que aqueles obtidos na embebição em PEG e em água do mar, comprovando a eficiência desses

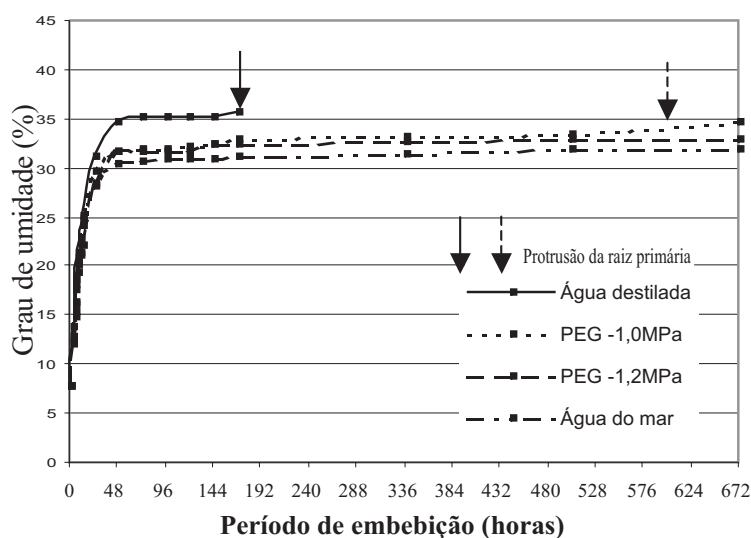


FIGURA. 1. Grau de umidade das sementes de aspargo do lote 1 após diferentes períodos de embebição em água do mar, PEG 6000 a $-1,0\text{MPa}$ e $-1,2\text{MPa}$ e água destilada.

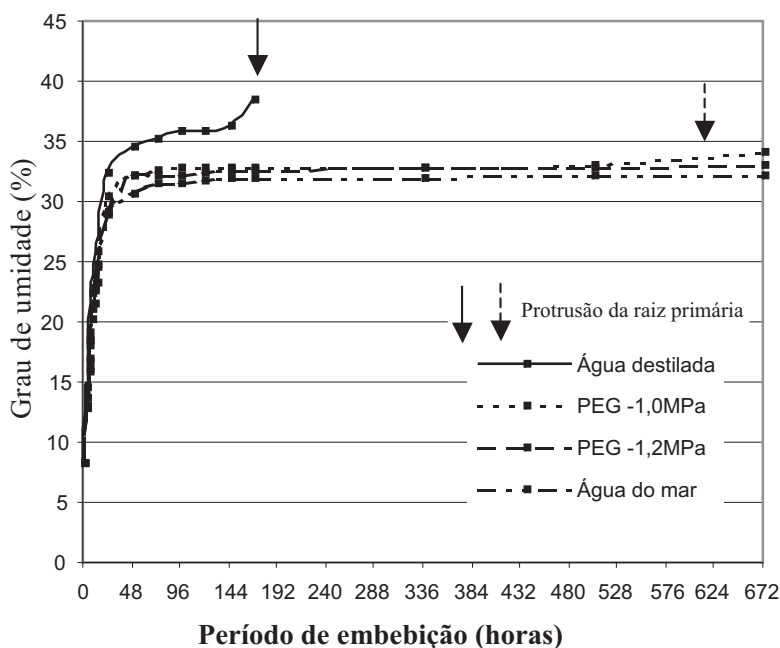


FIGURA. 2. Grau de umidade das sementes de aspargo do lote 2 após diferentes períodos de embebição em água do mar, PEG 6000 a $-1,0\text{MPa}$ e $-1,2\text{MPa}$ e água destilada.

últimos tratamentos em restringir a absorção de água pelas sementes. Já a partir de 48 horas de embebição, para todos os tratamentos, inicia-se a fase II, com estabilização na absorção de água, estando mais atuante o Y parede, já que as células estão túrgidas (Figuras 1, 2, 3 e 4).

No entanto, quando se compara a velocidade de embebição e o grau de umidade atingido pelas sementes em PEG $-1,0\text{MPa}$ e $-1,2\text{MPa}$ e em água do mar até as 504 horas

(21 dias), verifica-se comportamento semelhante para os quatro lotes. Já a partir das 504 horas (21 dias), de modo geral, verifica-se lento incremento no grau de umidade das sementes condicionadas em PEG $-1,0\text{MPa}$, iniciando-se a protrusão da raiz primária, o que caracteriza o início da fase III de embebição, ajustando-se segundo o padrão trifásico de embebição proposto por Bewley & Black (1994). Verifica-se nas Figuras 1, 2, 3 e 4, para os tratamentos PEG $-1,2\text{MPa}$ e

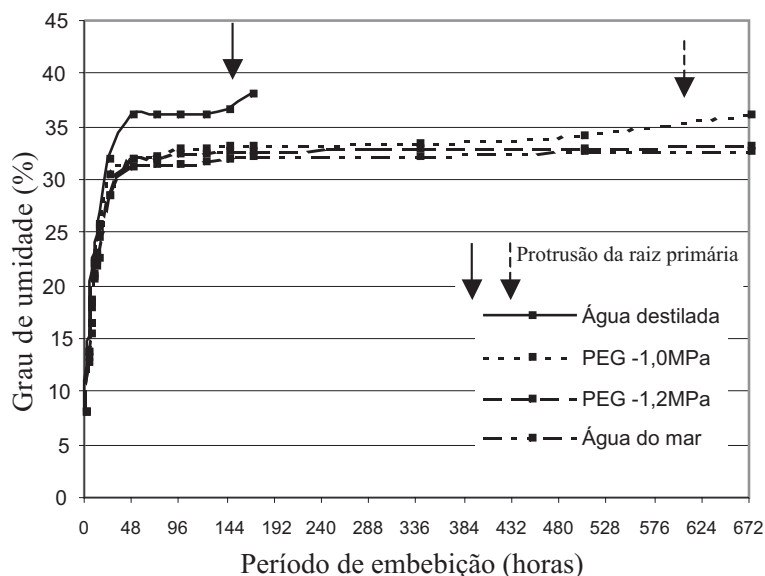


FIGURA. 3. Grau de umidade das sementes de aspargo do lote 3 após diferentes períodos de embebição em água do mar, PEG 6000 a $-1,0\text{MPa}$ e $-1,2\text{MPa}$ e água destilada.

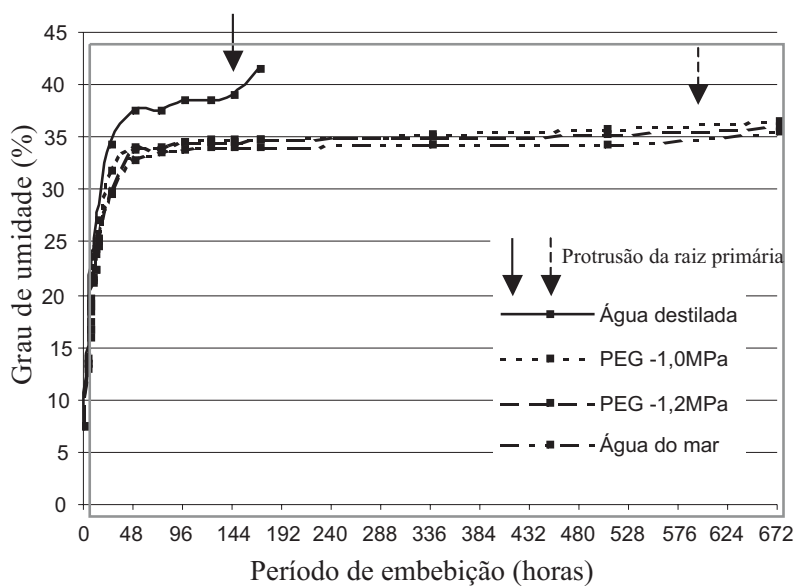


FIGURA. 4 – Grau de umidade das sementes de aspargo do lote 4 após diferentes períodos de embebição em água do mar, PEG 6000 a $-1,0\text{MPa}$ e $-1,2\text{MPa}$ e água destilada.

água do mar, que mesmo após 504 horas (21 dias) de embebição, o conteúdo de água das sementes praticamente permaneceu em equilíbrio com o potencial osmótico da solução, impedindo a continuidade do processo germinativo até 672 horas (28 dias) de embebição, permanecendo as sementes na fase II de embebição descrita por Bewley &

Black (1994).

Nas Figuras 1, 2, 3 e 4 verifica-se, respectivamente, que para as sementes dos lotes 1, 2, 3 e 4 embebidas em água destilada ($0,0\text{MPa}$), a absorção de água ajustou-se segundo o padrão trifásico, proposto por Bewley & Black (1994), pois, no geral, a partir das 120 horas (5° dia) de embebição, iniciou-

se a protrusão da raiz primária, caracterizando o início da fase III. A ausência de emissão da raiz primária, após o osmocondicionamento das sementes em PEG a $-1,2\text{MPa}$ e em água do mar até as 672 horas (28 dias) de embebição, pode ser atribuída ao fato de ser necessário para que a protrusão ocorra, que as células da raiz primária se expandam, rompendo barreiras, como o endosperma e o tegumento (Bewley & Black, 1994 e Baskin & Baskin, 1998).

No entanto, as curvas de embebição em água destilada apresentaram o padrão trifásico típico, quando comparadas às soluções de PEG e água do mar, pois, nessas últimas soluções houve a tendência de se manter constante o grau de umidade das sementes. Dias et al. (1999) verificaram também o melhor ajuste ao padrão trifásico nas curvas de embebição para as sementes de quiabo condicionadas em água. Segundo Bewley & Black (1994) o padrão trifásico se caracteriza por uma fase inicial de absorção rápida de água, seguida por uma fase estacionária, finalizando com um novo aumento que coincide com a protrusão da raiz primária. Esse padrão está muito bem representado nas curvas de embebição em água destilada para os quatro lotes (Figuras 1, 2, 3 e 4).

No caso da água do mar, devido ao potencial osmótico menor ($-3,3\text{MPa}$), a restrição à absorção de água foi ligeiramente maior que àquela na solução de PEG a $-1,2\text{MPa}$, especialmente para as sementes do lote 1 (Figuras 1, 2, 3 e 4). Hegarty (1977) verificou não haver protrusão da raiz primária em sementes de cenoura sob pressões osmóticas menores que $-1,5\text{MPa}$, trabalhando com potenciais de zero a $-2,0\text{MPa}$.

Assim, considerando-se a embebição em água destilada, verifica-se a emissão da raiz primária a partir do quinto dia de condicionamento (Figuras 1, 2, 3 e 4), o que é indesejável, já que as sementes tornam-se intolerantes à secagem.

Com base nas curvas de embebição (Figuras 1, 2, 3 e 4), pode-se verificar que o condicionamento com PEG 6000 a $-1,0\text{MPa}$ só deve ser indicado por período de até 504 horas (21 dias), uma vez que após esse período já se inicia a emissão da raiz primária.

Já com o uso de PEG a $-1,2\text{MPa}$ e água do mar, é possível indicar períodos de condicionamento de até 672 horas (28 dias), sem que ocorra emissão da raiz primária em sementes de aspargo, o que é importante de se considerar quando se extrapola a prática de condicionamento à empresa de sementes. Se o período de condicionamento ideal permitisse emissão da raiz primária em parte das sementes, isso já representaria uma porcentagem de perda, uma vez que após a protrusão da raiz primária a semente não poderia mais ser submetida à secagem (Akers & Holley, 1986).

CONCLUSÕES

As curvas de embebição em água destilada apresentaram o padrão trifásico típico, havendo rápida hidratação das sementes, com a protrusão da raiz primária a partir das 120 horas (5º dia) de embebição;

No condicionamento em PEG 6000 a $-1,0\text{MPa}$, a partir das 504 horas (21 dias) de embebição, houve lento incremento no grau de umidade das sementes, iniciando-se a protrusão da raiz primária, o que caracteriza a fase III de embebição;

Para os tratamentos PEG 6000 a $-1,2\text{MPa}$ e água do mar a $-3,3\text{MPa}$ houve maior controle da hidratação das sementes, não ocorrendo protrusão da raiz primária até 672 horas (28 dias) de embebição, permanecendo as sementes na fase II de embebição.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo;
À Dr^a. Sandra Regina da Silveira, da TOPSEED Sementes, pelo fornecimento das sementes de aspargo.

REFERÊNCIAS

- AKERS, S.W.; HOLLEY, K.E. SPS: A system for priming seeds using aerated polyethylene glycol or salt solutions. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.3, p.529-531, 1986.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 1998. 666p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BORTHWICK, H.A. **Factors influencing the rate of germination of seed of *Asparagus officinalis***. California: Agr. Exp. Station 1925. 17p. (Tech. Paper, n.18)
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BROCKLEHURST, P.A.; DEARMAN, J. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. I. Laboratory germination. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.102, n.3, p.577-584, 1983.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- DIAS, D.C.F.; PAIXÃO, G.P.; SEDIYAMA, M.A.N.; CECON, P.R. Pré-condicionamento de sementes de quiabo: efeitos na qualidade fisiológica e no potencial de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.21, n.2, p.224-231, 1999.
- EVANS, T.A.; PILL, W.G. Emergence and seedling growth from osmotically primed or pregerminated seeds of asparagus

- (*Asparagus officinalis* L.). **The Journal of Horticultural Science**, London, v.64, n.3, p.275-282, 1989.
- FRANCOIS, L.E. Salinity effects on asparagus yield and vegetative growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.112, n.3, p.432-436, 1987.
- FRETT, J.J.; PILL, W.G.; MORNEAU, D.C. A comparison of priming agents for tomato and asparagus seeds. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.9, p.1158-1159, 1991.
- HEGARTY, T.W. Seed activation and seed germination under moisture stress. **New Phytologist**, Cambridge, v.78, n.2, p.349-359, 1977.
- KHAN, A.A. Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Reviews**, New York, v.13, n.1, p.131-181, 1992.
- KRARUP, A. Germinacion, emergencia y evaluacion de coronas de esparragos producidas a partir de semillas acondicionadas com polietilenglicol y sulfato de magnésio. **Agro Sur**, Valdivia, v.19, n.2, p.88-93, 1991.
- PARERA, C.A.; CANTLIFFE, D.J. Presowing seed priming. **Horticultural Reviews**, New York, v. 16, n.1, p. 109-141, 1994.
- POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. The influence of testa condition on the imbibition and vigour of pea seeds. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.30, n.114, p.193-197, 1979.
- TAYLOR, A.C. Seed storage, germination and quality. In: WIEN, H.C. (Ed) **The physiological of vegetable crops**. New York, 1997, p.1-36.
- VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.

