

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE CONDICIONAMENTO OSMÓTICO NA VIABILIDADE E NO VIGOR DE SEMENTES DE *Pterogyne nitens* TULL.¹

GLAUCIA ALVAREZ TONIN², ANA BEATRIZ GATTI², BERNARDETE PRIMIERI CARELLI², SONIA CRISTINA JULIANO GUALTIERI DE ANDRADE PEREZ³

RESUMO – O trabalho teve por objetivo comparar o efeito da temperatura e do período de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tul. Sementes escarificadas em ácido sulfúrico durante 10 minutos, foram pré-embebidas em solução mista de PEG + KNO₃ (-1,0MPa) em temperaturas constantes de 10°C e 27°C durante 0 (controle), 6, 12 e 24 h. Decorridos estes períodos, as sementes foram secas em condição de ambiente de laboratório até atingirem os níveis iniciais de umidade apresentados antes do condicionamento. Foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes que foram submetidas aos testes: a) efeitos da temperatura sub-ótima (10°C), ótima (27°C) e supra-ótima (35°C); b) reserva teste de exaustão, com a submersão das sementes em água durante 24, 48 e 72h, e posterior germinação a 27°C; c) integridade das membranas, avaliada pelo teste de condutividade elétrica; d) envelhecimento acelerado, empregando sementes primeiramente envelhecidas durante 24, 48 e 72h e em seguida, condicionadas a 10°C, e sementes submetidas ao condicionamento a 27°C, depois envelhecidas durante 24, 48 e 72h e em seguida colocadas para germinar a 27°C. Foi realizada análise de variância e de regressão polinomial em função dos tempos de condicionamento. Os resultados mostraram que o condicionamento osmótico a 10°C é mais eficiente que a 27°C porém, não é possível padronizar o melhor tempo de pré embebição na avaliação da viabilidade e vigor de sementes osmocondicionadas de *Pterogyne nitens*.

Termos para indexação: condicionamento osmótico, envelhecimento acelerado, KNO₃ + PEG 6000.

PRIMING TEMPERATURE EFFECTS ON VIABILITY AND VIGOR OF *Pterogyne nitens* Tull SEEDS

ABSTRACT - Selected and scarified seeds of *Pterogyne nitens* were osmoconditioned in PEG + KNO₃ (-1,0MPa) solutions at constant temperatures: 10 or 27°C for 0 (control), 6, 12, 24 h. Afterwards, the seeds were dried at room temperature until the initial moisture content present before the osmopriming was reached. The experiments were carried out with four simultaneous replicates of 20 seeds each. In order to observe the temperature effects the seeds were incubated at 10°C (suboptimal), 27°C (optimal) and 35°C (supra optimal). The exhaustion test was carried out and evaluated after submersion for 24, 48, 72 h, followed by germination at 27°C. Seed aging for 24, 48, 72 h at 45% and 100% R.U. was evaluated in seeds primed after or before aging, electrical conductivity was evaluated after seed submersion for 24 h in deionized water at 20°C. The results indicated that the osmopriming carried out at 10°C was more efficient than that realized at 27°C, but it was not possible to fix the best period of osmopriming in all tests.

Index terms: osmopriming, accelerated aging, KNO₃ + PEG 6000.

¹ Submetido em 05/03/2004. Aceito para publicação em 23/06/2005.

² Aluna do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Bolsistas CAPES e CNPq, UFSCar, D. Botânica, C.P. 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP.

³ Bióloga, Dr^a. Prof^a Adjunta, Bolsista CNPq, D. Botânica, UFSCar, C.P.676, CEP 13565-905, São Carlos, SP. dscp@power.ufscar.br

INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas para o uso de pequenas sementes de várias espécies vegetais, tanto hortícolas quanto florestais é a falta de uniformidade na germinação em decorrência de exigências específicas de luminosidade, umidade e temperatura ou da presença de tegumento impermeável. Assim sendo, dentro de um mesmo lote de sementes, no processo de hidratação encontram-se indivíduos em diferentes fases da curva de embebição, proporcionando assim, uma germinação heterogênea.

Para contornar esta situação, a técnica de condicionamento osmótico é utilizada, e neste caso, as sementes são submetidas, a uma pré-embebição em água ou em uma solução de potencial osmótico conhecido, durante intervalo de tempo e temperatura determinados, permitindo o controle da disponibilidade hídrica. Em seqüência, as sementes podem sofrer secagem ou serem imediatamente utilizadas. Desta forma, ao final do condicionamento todas as sementes estariam na mesma fase da curva de embebição, sem atingir a fase de emergência da radícula (fase III). A secagem posterior agiria para interromper os processos metabólicos que culminariam com a emissão da raiz primária, mas ao serem recolocadas em condições favoráveis à germinação, esta se daria de forma mais rápida e uniforme (Bewley e Black, 1994).

O efeito benéfico do condicionamento osmótico está associado ao aumento da atividade respiratória, bem como da síntese de proteínas, de RNA e DNA, convertendo 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC) em etileno (Chojnowski et al., 1997).

Agentes osmóticos inorgânicos como NaCl, KNO₃ e MgSO₄ e orgânicos como polietilenoglicol (PEG), manitol e sacarose são utilizados para aumentar a concentração da solução, diminuindo desta forma, o potencial hídrico da mesma. O PEG com alto peso molecular (6000, 8000, 20000) é muito utilizado uma vez que produz uma solução caracterizada como inerte, estável e sem efeitos tóxicos (Somers et al., 1983). Além disso, a combinação de sais contendo nitrato e fosfato, pode ser mais efetiva no condicionamento das sementes que as soluções puras de PEG 6000 (Haigh et al., 1986).

O condicionamento osmótico pode ser afetado por condições do meio (temperatura e luminosidade); contaminação microbiana; secagem ou não das sementes e disponibilidade de oxigênio (Rovieri José et al., 1999). Para a obtenção de uma resposta eficiente com o uso do

condicionamento osmótico, todos os fatores envolvidos e anteriormente citados, necessitam serem ajustados adequadamente para cada uma das espécies analisadas.

Pterogyne nitens Tul. (amendoim do campo) é uma espécie florestal que se encontra na lista das espécies nativas recomendadas para programas de recomposição de florestas em áreas de preservação permanente do estado de São Paulo e, no entanto, é ainda pouco estudada. Esta espécie pertence a família Fabaceae, sub-família Caesalpinioideae, encontrando-se distribuída desde o nordeste ao Brasil até o oeste de Santa Catarina. A árvore atinge cerca de 15 metros de altura, apresenta ampla e descontínua dispersão tanto na mata primária quanto em formações secundárias, em vários estágios de sucessão vegetal (Lorenzi, 1992).

O objetivo deste trabalho foi comparar o efeito da temperatura e do período de condicionamento osmótico, realizado com solução mista de PEG + KNO₃ na viabilidade e no vigor de sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tul.).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no laboratório de Ecofisiologia de Sementes do Departamento de Botânica da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP. Foram utilizadas sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens* Tul.) coletadas em Piracicaba - SP, com teor de água de 12%. Inicialmente, as sementes foram selecionadas descartando-se aquelas furadas e trincadas, depois escarificadas em ácido sulfúrico durante 10 minutos (Nassif e Perez, 2000); em seguida, lavadas em água corrente durante três minutos e secas em condições de ambiente de laboratório durante 18 horas. Estas sementes foram divididas em quatro amostras, pesadas (peso inicial) e condicionadas em PEG 6000 (-1,0 MPa) + KNO₃ (-1,0MPa) em diferentes tempos e temperaturas. O cálculo para a concentração de PEG 6000 foi obtido de acordo com a equação de Michel e Kaufmann (1973), descrito por Villela et al. (1991) e a concentração de KNO₃ de acordo com a equação de Van't Hoff (Hillel, 1971). Para a mistura de KNO₃ e PEG 6000 desconsiderou-se a interação entre os dois produtos.

As sementes foram, inicialmente, pesadas e colocadas para a pré embebição em bandejas forradas com papel de filtro umedecidas com solução mista de PEG + KNO₃ e depois cobertas com filme plástico, para evitar a evaporação. Em seguida, estas bandejas foram colocadas em câmaras de germinação (BOD) em temperaturas de 10°C (± 2°C) e a 27°C

($\pm 2^{\circ}\text{C}$) durante 0h (controle), 6h, 12h e 24h. Decorridos estes períodos, as sementes foram retiradas das câmaras de germinação, lavadas, secas superficialmente e permaneceram em condições de ambiente de laboratório até atingirem o peso inicial apresentado antes do condicionamento. Assim, as sementes condicionadas em diferentes tempos e temperaturas formaram os diferentes grupos a serem submetidas aos testes descritos a seguir e, em todos eles foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes cada.

Efeito da temperatura: as sementes foram distribuídas em placas de Petri forradas com duas folhas de papel de filtro umedecidas em solução de Captan (0,2%). As placas foram então seladas com filme plástico, tampadas e colocadas para germinar em temperaturas sub ótimas (10°C), ótimas (27°C) e supra-ótimas (35°C) (Nassif e Perez, 2000). **Teste de exaustão:** as sementes foram submersas em água destilada, a 20°C , durante 24, 48 e 72 horas e, em seguida, submetidas à germinação em temperatura ótima (27°C). **Teste de condutividade elétrica:** as sementes pré-condicionadas ou não foram colocadas em copos plásticos contendo 75mL de água deionizada para cada 20 sementes e permaneceram nesta condição durante 24 horas a 20°C . Decorrido este período, foi realizada a leitura de condutividade elétrica da água de embebição das sementes em condutímetro, de acordo com a metodologia descrita pela AOSA (1983). Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. **Teste de envelhecimento acelerado:** foi utilizada a metodologia proposta por Marcos Filho (1994) e as sementes foram divididas em duas amostras. As sementes da primeira amostra foram submetidas ao condicionamento a 27°C e em seguida envelhecidas por 24, 48 e 72 horas. As sementes da segunda amostra foram submetidas primeiramente, ao envelhecimento acelerado durante 24, 48 e 72 horas e em seguida condicionadas a 10°C . Para o envelhecimento acelerado, 80 sementes foram acondicionadas em caixa gerbox contendo 40mL de água e mantidas em câmara de envelhecimento acelerado a 45°C e umidade relativa de 100%. Decorridos estes períodos, as sementes foram colocadas para germinar a 27°C (Temperatura ótima).

Para os testes de germinação em diferentes temperaturas, exaustão e envelhecimento acelerado avaliaram-se a porcentagem e a velocidade de germinação (dias^{-1}), de acordo com fórmulas citadas em Labouriau e Valadares (1980), considerando germinadas as sementes que apresentassem comprimento mínimo da raiz primária de dois milímetros e curvatura geotrópica positiva (Labouriau, 1983).

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado e

os dados foram submetidos à análise de variância (com uma ou duas entradas) e à regressão polinomial em função do tempo de condicionamento. Foram utilizados os modelos linear, quadrático e cúbico, sendo o escolhido àquele que melhor se ajustou aos dados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência da técnica de condicionamento para obtenção do máximo desempenho das sementes, sob baixas temperaturas, depende do agente osmótico, do potencial osmótico empregado, da duração do tratamento (Bodsworth e Bewley, 1981), bem como da espécie e entre sementes de um mesmo lote (Heydecker et al., 1975).

Com relação as diferentes temperaturas para a pré embebição, pode-se observar que o condicionamento a 10°C foi mais eficiente do que a 27°C . De acordo com o padrão trifásico de embebição, a duração da Fase II, fase de ativação de processos metabólicos e na qual os potenciais hídricos do meio e da semente estão muito próximos, irá depender da temperatura e do potencial hídrico da semente (ϕ), cujas baixas temperaturas e baixo potencial hídrico da solução aumentam a duração dessa fase, não permitindo a entrada na Fase III. Portanto, no condicionamento das sementes em baixas temperaturas, a embebição é lenta e há tempo suficiente para que as membranas das células, que são compostas por uma camada dupla de fosfolípídeos e que ao se desidrataram passam de um estado fluído para um estado de gel, voltem ao estado cristalino líquido, sem ocorrer danos celulares e lixiviação (Castro e Hilhorst, 2004).

Não se verificou uma tendência de melhora da viabilidade das sementes, tanto com o aumento do tempo de exposição do condicionamento, quanto com a germinação nas diferentes temperaturas (sub, ótima ou supra), conforme Figura 1. No entanto, estes dados diferem de Suñe, et al. (2002), que observaram incremento significativo na porcentagem de emergência e no índice de velocidade de emergência em sementes de *Adesmia latifolia*, condicionadas em solução de PEG 6000, em relação ao controle, e isso poderia ser explicado pelo fato de as sementes osmocondicionadas apresentarem maior viabilidade e vigor em relação às não osmocondicionadas, quando são expostas às condições desfavoráveis de temperaturas. Esta superioridade das sementes condicionadas pode ser explicada do ponto de vista da respiração e intercâmbio de CO_2 , já que estas sementes apresentam maior atividade metabólica, justificando o melhor desempenho em condições adversas (Duran, 1998).

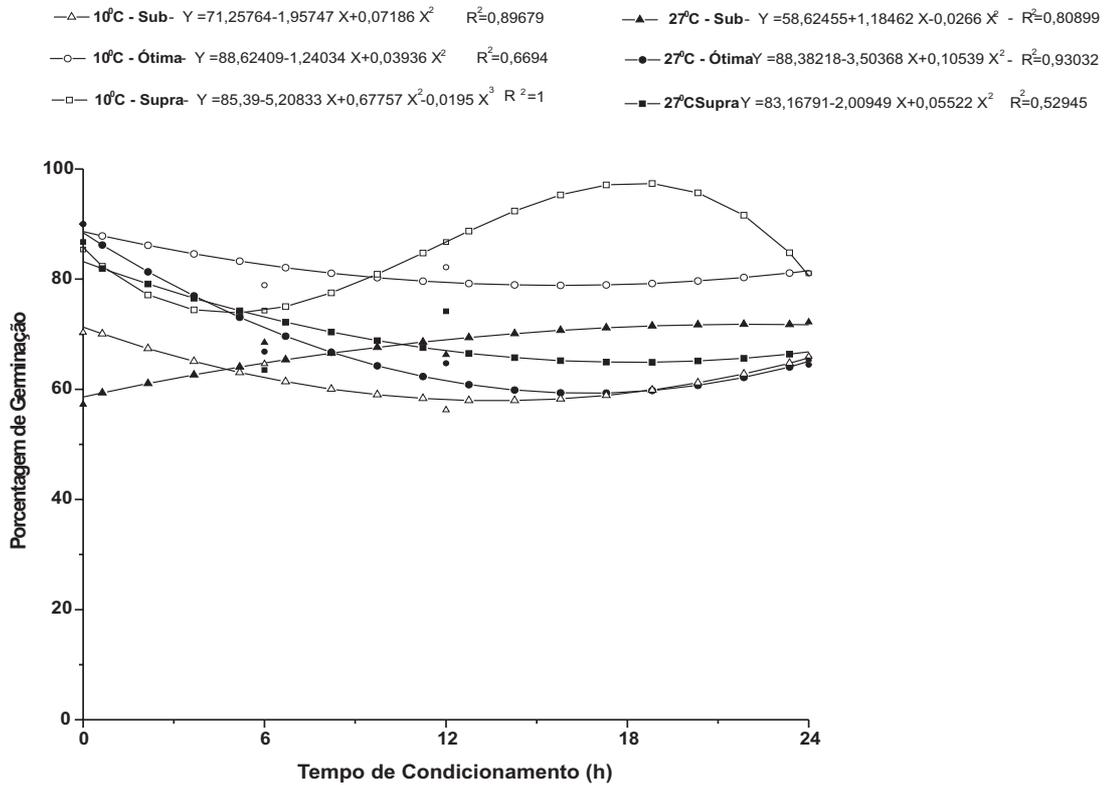


FIGURA 1. Porcentagem de germinação de sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens*) condicionadas em PEG+KNO₃ em diferentes temperaturas (10 e 27°C) e tempos (0, 6, 12, 24h) de exposição e em diferentes temperaturas de germinação (sub-10°C; ótima-27°C; supra-35°C). Foi verificada a interação entre os fatores (temperatura e tempo de condicionamento) para o parâmetro porcentagem de germinação.

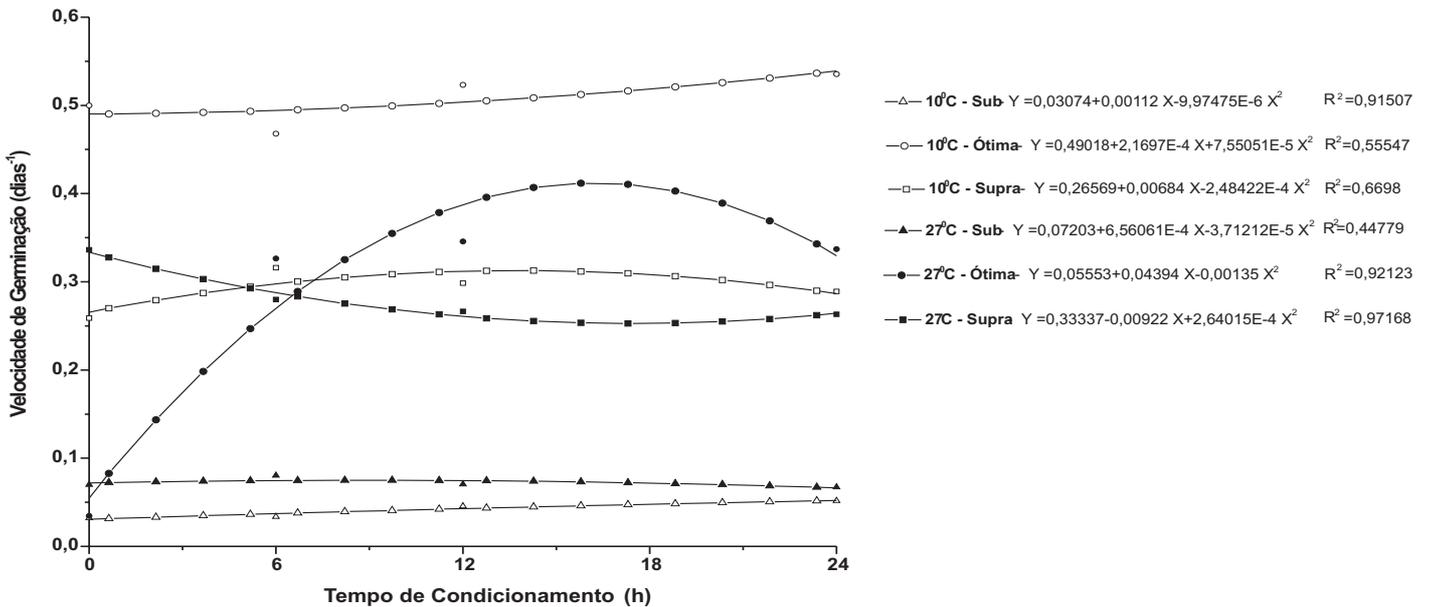


FIGURA 2. Velocidade de germinação de sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens*) condicionadas em PEG+KNO₃ em diferentes temperaturas (10 e 27°C) e tempos (0, 6, 12, 24h) de exposição e em diferentes temperaturas de germinação (sub-10°C; ótima-27°C; supra-35°C). Foi verificada a interação entre os fatores (temperatura e tempo de condicionamento) para o parâmetro velocidade de germinação.

Na Figura 2 observa-se que a temperatura de condicionamento interferiu na velocidade de germinação, quando as sementes foram colocadas para germinar em temperatura ótima (27°C) e supra-ótima (35°C), havendo aumento significativo da velocidade quando condicionada à 10°C e germinada em temperatura ótima (27°C).

De acordo com os dados contidos na Figura 3, observa-se que as sementes condicionadas em temperatura mais baixa apresentam uma porcentagem de germinação maior que aquelas condicionadas a 27°C. O condicionamento a 10°C proporcionou um aumento do limite de tolerância a hipóxia. No entanto, quando o condicionamento foi realizado a 27°C, as sementes não resistiram à exposição a baixos níveis de O₂ durante 72h. Pode também ser observado que os maiores valores de velocidade de germinação foram registrados para as sementes condicionadas a 10°C, quando comparados com os valores obtidos com o condicionamento a 27°C (Figura 4).

A baixa disponibilidade de oxigênio contribui para a

desestruturação do sistema de membranas das sementes e esta desestruturação pode ser revertida pela adequação às variáveis do condicionamento osmótico. Este fato também foi observado por Perez e Negreiros (2001), em sementes de canafístula condicionadas em água, que apresentaram membranas melhor estruturadas. Assim, a temperatura de 10°C, ao permitir uma embebição mais lenta, provavelmente tenha possibilitado a garantia de melhor integridade das membranas das sementes de amendoim do campo.

O princípio do teste de envelhecimento acelerado é aumentar a taxa de deterioração das sementes, através de sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa. Este processo de deterioração promove uma perda da compartimentalização celular e uma desintegração do sistema de membranas, que produzem um descontrole do metabolismo e das trocas de água e solutos entre as células e o meio exterior (Marcos Filho, 1994). Este processo pode ser revertido, em alguns casos, através do condicionamento osmótico, como por exemplo, em estudo realizado por Lanteri

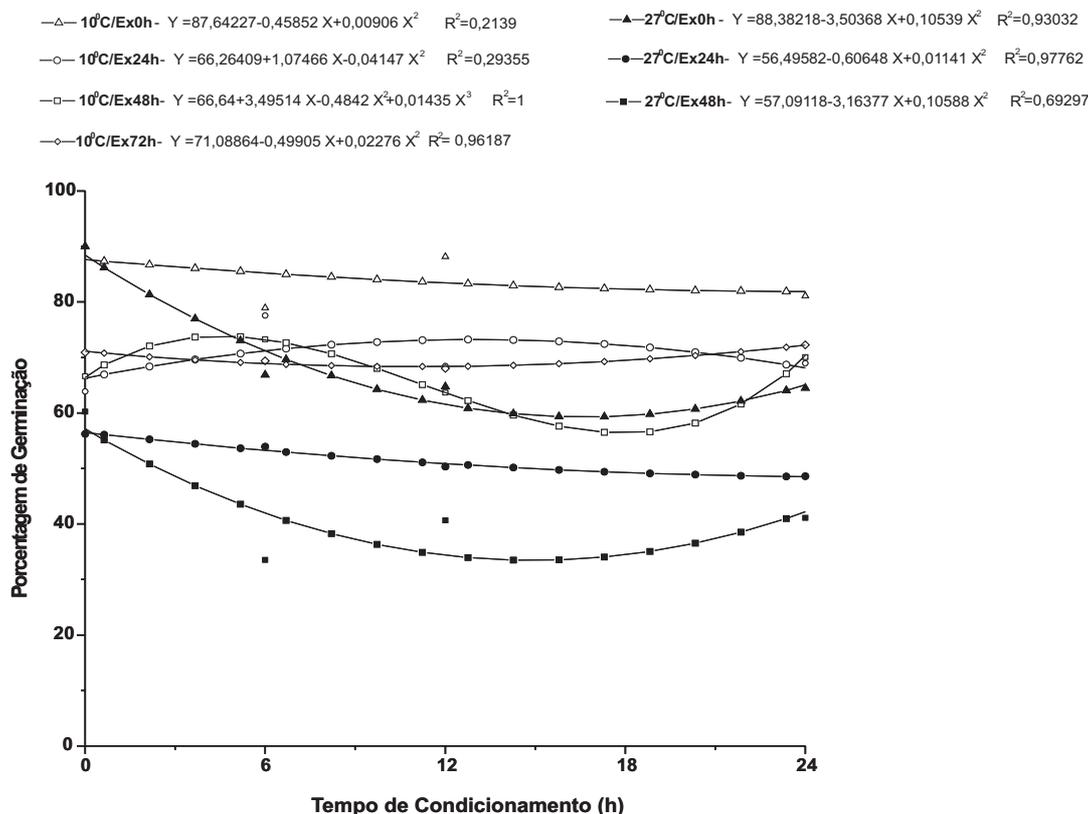


FIGURA 3. Porcentagem de germinação de sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens*) condicionadas em PEG+KNO₃ em diferentes temperaturas (10 e 27°C) e tempos (0, 6, 12, 24h) de exposição e em diferentes tempos de exaustão (0, 24, 48, 72h). Foi verificada a interação entre os fatores (temperatura e tempo de condicionamento) para o parâmetro porcentagem de germinação.

$$\begin{aligned}
 & \text{---}\triangle\text{---} 10^{\circ}\text{C/Ex0h} - Y = 0,49018 + 2,1697\text{E-}4 X + 7,55051\text{E-}5 X^2 \quad R^2 = 0,55547 & \text{---}\blacktriangle\text{---} 27^{\circ}\text{C/Ex0h} - Y = 0,3451 - 0,00849 X + 0,00109 X^2 - 3,10378\text{E-}5 X^3 \quad R^2 = 1 \\
 & \text{---}\circ\text{---} 10^{\circ}\text{C/Ex24h} - Y = 0,42084 + 0,00588 X - 1,46907\text{E-}4 X^2 \quad R^2 = 0,59026 & \text{---}\bullet\text{---} 27^{\circ}\text{C/Ex24h} - Y = 0,31869 + 0,00676 X - 1,08523\text{E-}4 X^2 \quad R^2 = 0,86166 \\
 & \text{---}\square\text{---} 10^{\circ}\text{C/Ex48h} - Y = 0,42683 + 0,00359 X - 3,54167\text{E-}5 X^2 \quad R^2 = 0,99831 & \text{---}\blacksquare\text{---} 27^{\circ}\text{C/Ex48h} - Y = 0,23426 + 0,01403 X - 4,30556\text{E-}4 X^2 \quad R^2 = 0,99918 \\
 & \text{---}\diamond\text{---} 10^{\circ}\text{C/Ex72h} - Y = 0,45383 + 0,00817 X - 5,53472\text{E-}4 X^2 \quad R^2 = 0,99822
 \end{aligned}$$

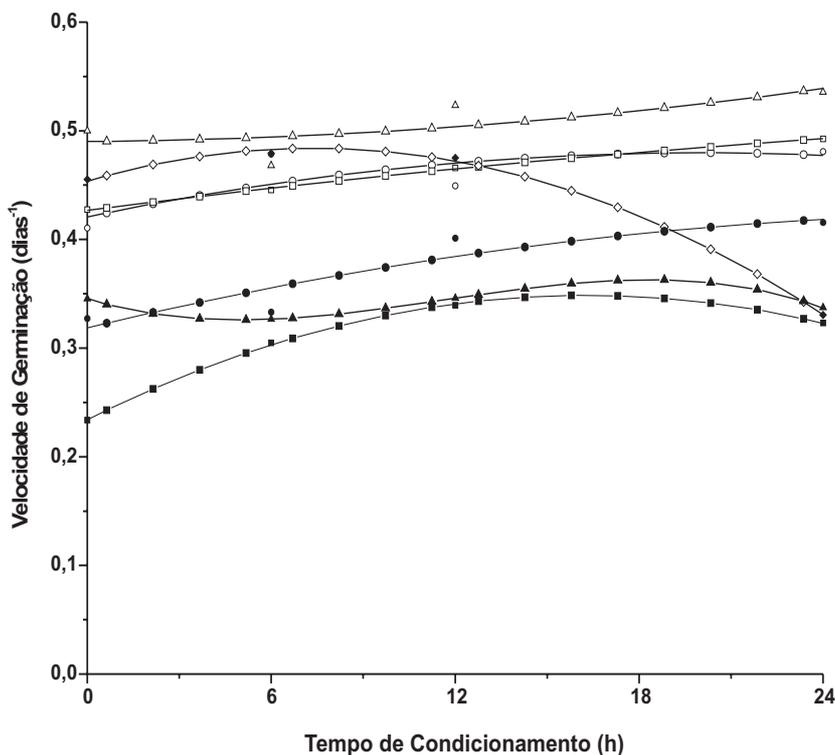


FIGURA 4. Velocidade de germinação de sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens*) condicionadas em PEG+KNO₃ em diferentes temperaturas (10 e 27°C) e tempos (0, 6, 12, 24 h) de exposição e em diferentes tempos de exaustão (0, 24, 48, 72h). Foi verificada a interação entre os fatores (temperatura e tempo de condicionamento) para o parâmetro velocidade de germinação.

et al. (1996) com sementes de *Capsicum annuum* L. O condicionamento osmótico, realizado com PEG e água do mar, também permitiu um aumento da germinação de sementes de aspargo com baixa qualidade fisiológica (Bittencourt et al., 2004).

A Figura 5 apresenta os dados de porcentagem de germinação de sementes envelhecidas e em seguida condicionadas a 10°C. Não ocorreu germinação de sementes envelhecidas durante 48 e 72h em nenhum dos tempos de condicionamento. Ocorreu germinação quando as sementes foram envelhecidas durante 24h e depois condicionadas a 10°C, nestas condições, observa-se um aumento na porcentagem de germinação com o aumento do tempo de condicionamento, no entanto, esses valores foram inferiores comparativamente aos do grupo controle.

Não houve germinação em sementes condicionadas a 27°C e em seguida envelhecidas durante 24, 48 e 72 horas. Desta forma, o condicionamento a 10°C, realizado posteriormente ao envelhecimento, foi mais eficiente do que o condicionamento a 27°C, anterior ao envelhecimento acelerado.

Com relação à velocidade de germinação não houve interação entre os tempos de condicionamento e envelhecimento acelerado. Contudo, os maiores valores de velocidade foram registrados no grupo controle em comparação com as sementes envelhecidas por 24h, independentemente do período de condicionamento. Os maiores valores de velocidade foram registrados entre 12 e 24 horas de condicionamento, independentemente do tempo de envelhecimento acelerado (Figura 6).

Em estudo realizado com sementes de pimenta (*Capsicum annuum* L.) foi observado que em sementes envelhecidas e posteriormente condicionadas em PEG 6000 a 20°C houve redução no tempo médio de germinação e desprezível aumento na porcentagem de germinação (Lanteri et al., 1996). No entanto, em estudos realizados por Wanli et al. (2001) com sementes de canafístula condicionadas em PEG 6000 e posteriormente envelhecidas durante 24, 48 e 72h houve acentuada redução do vigor e da viabilidade nos três períodos de envelhecimento em comparação às sementes não condicionadas.

O teste de condutividade elétrica tem sido proposto para a avaliação do vigor das sementes, e está relacionado com a integridade das membranas celulares (Dias e Marcos Filho, 1996).

Neste estudo, verificou-se que houve aumento dos valores de condutividade elétrica quando as sementes foram

condicionadas a 27°C e este aumento, também é evidente ao aumentar-se o tempo de condicionamento (Figura 7). Este comportamento está coerente com os resultados obtidos nos testes descritos anteriormente, que em sua maioria, o condicionamento a 27°C não promoveu aumento na porcentagem nem na velocidade de germinação. Isso provavelmente se deve ao fato de o condicionamento, quando realizado em temperaturas elevadas, acelerar a velocidade de embebição e promover desorganização, em maior escala, das membranas celulares, aumentando desta forma, a quantidade de eletrólitos liberados na solução (Bewley e Black, 1994). Este aumento nos valores de condutividade é um indicativo do decréscimo na germinação e no vigor das sementes e este decréscimo é diretamente proporcional ao aumento da concentração de eletrólitos liberados pelas sementes de diversas espécies (Marcos Filho et al., 1990).

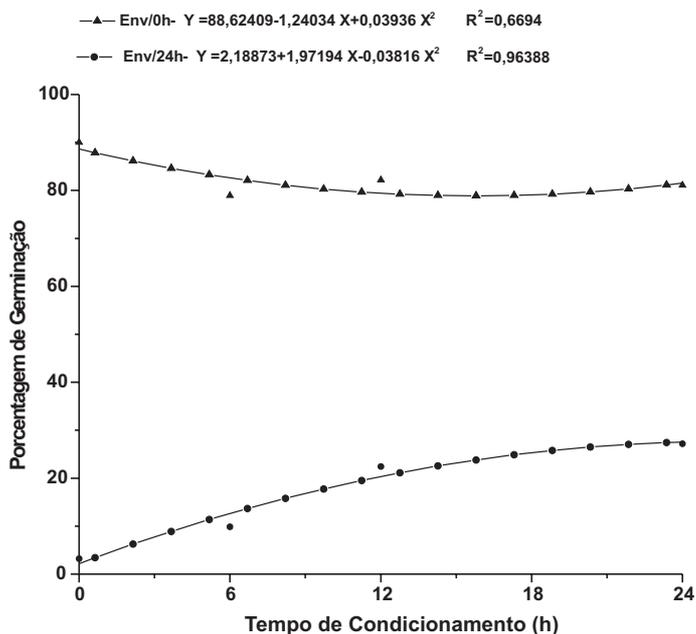


FIGURA 5. Porcentagem de germinação de sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens*) submetidas ao envelhecimento acelerado (0, 24, 48, 72h) e em seguida, ao condicionamento a 10°C em tempos diferentes (0, 6, 12, 24h) de exposição em PEG+KNO₃. Foi verificada a interação entre os fatores (temperatura e tempo de condicionamento) apenas para o parâmetro porcentagem germinação. Nos tempos de 48 e 72h de envelhecimento acelerado não houve germinação.

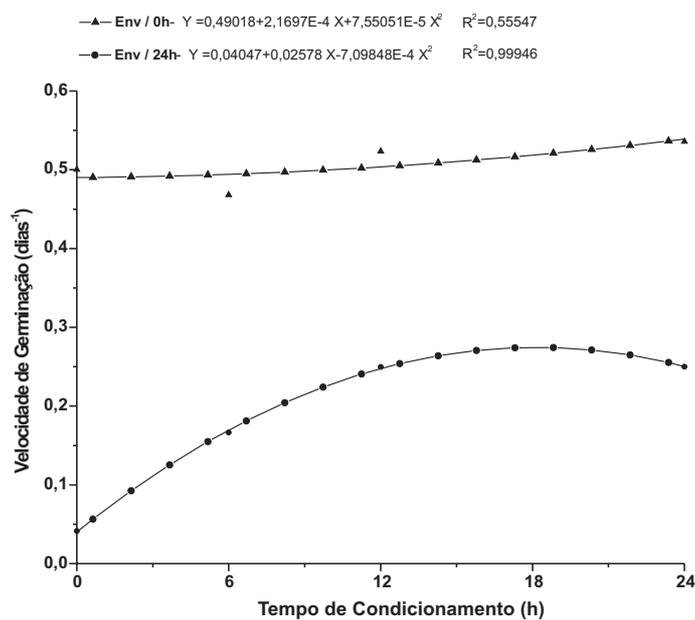


FIGURA 6. Velocidade de germinação de sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens*) submetidas ao envelhecimento acelerado (0, 24, 48, 72h) e em seguida, ao condicionamento a 10°C em tempos diferentes (0, 6, 12, 24h) de exposição em PEG+KNO₃. Foi verificada a interação entre os fatores (temperatura e tempo de condicionamento) apenas para o parâmetro porcentagem de germinação. Nos tempos de 48 e 72h de envelhecimento acelerado não houve germinação.

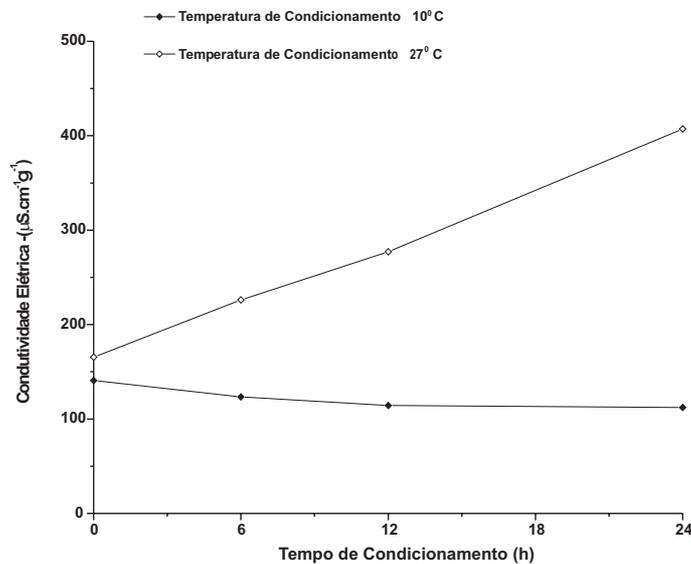


FIGURA 7. Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens*) condicionadas em PEG+KNO₃ em diferentes temperaturas (10 e 27°C) e tempos (0, 6, 12, 24 h) de exposição.

CONCLUSÕES

O condicionamento osmótico de sementes de *Pterogyne nitens* realizado a 10°C é mais eficiente do que a 27°C.

Não é possível padronizar o melhor tempo de pré embebição, na avaliação da viabilidade e vigor de sementes osmocondicionadas de *Pterogyne nitens*.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEEDS ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: 1983. 93p.

BITTENCOURT, M.L.C.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.50-56, 2004.

BODSWORTH, S.; BEWLEY, J.D. Osmotic priming of seeds of crop species with polyethylene glycol as a means of enhancing early and synchronous germination at cool temperatures. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 59, n.4, p. 672-676, 1981.

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

CASTRO, R.D.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico do aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.149-162.

CHOJNOWSKI, M.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. **Seed Science Research**, Wallingford, v.7, n.4, p.323-331, 1997.

DIAS, D.C.F.; MARCOS FILHO, J. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.1, p.31-42, 1996.

DURAN, J.M. Acondicionamento e revestimento de sementes. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMENTES, 15., 1998, Gramado. **Resumos...** Gramado: CESM/RS; FELAS, 1998. p.107-115.

GRAPHPAD. **InSTAT**, Software, Inc. Copright. Versão 3.0, 32 bit for win 95/NT, 1999. 123p.

HAIGH, A.M.; BARLOW, E.W.R.; MILTHORPE, F.L.; SINCLAIR, P.J. Field emergence of tomato, carrot and onion seeds primed in aerated salt solution. **Journal of American Society of Horticultural Sciences**, Geneva, v.111, p.660-665, 1986.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y.J. Invigoration of seeds? **Seed Science and Technology**, Zürich, v.3, n.3/4, p.881-888, 1975.

HILLEL, D. **Soil and water: physical principles and process**. New York: Academic Press, 1971. 288p.

LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes**. Washington: O. E. A, 1983. 174p.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, n.2, p.263-284, 1980.

LANTERI, S.; NADA, E.; BELLETTI, P.; QUAGLIOTTI, L.; BINO, J. Effects of controlled deterioration and osmoconditioning on germination and nuclear replication in seeds of pepper (*Capsicum annuum* L.). **Annals of Botany**, New York, v.77, n.6, p.591-597, 1996.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-149.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMA, H.C.P.C. Estudos comparativos de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.8, p.1805-1815, 1990.

NASSIF, S.M.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos da temperatura na germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.1-6, 2000.

PEREZ, S.C.J.G.A.; NEGREIROS, G.F. Efeitos do pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de Canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) em condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.175-183, 2001.

ROVIERI JOSÉ, S.C.B.; VIEIRA, M.G.G.C.; GUIMARÃES, R.M.; RODRIGUES, R. Alterações fisiológicas e bioquímicas de sementes

de pimentão submetidas ao condicionamento osmótico, utilizando diferentes agentes osmóticos e meios de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.217-223, 1999.

SOMERS, D.A.; ULLRICH, S.E.; RAMSAY, M.F. Sunflower germination under simulated drought stress. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, n.2, p.570-572, 1983.

SUÑÉ, A.D.; FRANKE, L.B.; SAMPAIO, T.G. Efeitos do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. **Revista Brasileira de**

Sementes, Brasília, v.24, n.1, p.18-23, 2002.

VILLELA, F. A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potenciais osmóticos em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n. 11/12, p.1957-1968, 1991.

WANLI, Z.; LEIHONG, L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Pré-condicionamento e seus efeitos em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.146-153, 2001.

