

IV. TECNOLOGIA DE SEMENTES

INFLUÊNCIA DO ARMAZENAMENTO, SUBSTRATO, ENVELHECIMENTO PRECOCE E PROFUNDIDADE DE SEMEADURA NA GERMINAÇÃO DE CANAFÍSTULA⁽¹⁾

SONIA CRISTINA JULIANO GUALTIERI DE ANDRADE PEREZ ⁽²⁾,
SILMARA CRISTINA FANTI ⁽²⁾ & CARLOS APARECIDO CASALI ⁽²⁾

RESUMO

A canafistula (*Peltophorum dubium*) é uma espécie arborea nativa de florestas semidecíduas brasileiras, com altura entre 15 e 25 m, estando incluída entre as espécies consideradas em extinção. É freqüentemente usada em programas de recomposição ou como árvore ornamental. Sua madeira oferece a possibilidade de múltiplos usos e é de longa durabilidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de armazenamento e a germinabilidade e vigor das sementes de canafistula em diferentes substratos e profundidades de semeadura. Após a escarificação, as sementes foram postas para germinar em papel, xaxim, areia e algodão. Não se observou diferença significativa entre os substratos com relação à porcentagem e velocidade de germinação. A viabilidade e o vigor não foram alterados após armazenamento em ambiente natural ou a 10°C e com o uso de embalagem de papel ou vidro com tampa plástica após 45 e 70 dias. As sementes de canafistula também se mostraram resistentes ao envelhecimento precoce (45°C e 100% de umidade relativa), com redução significativa do número de plântulas emergidas apenas a partir de 144 horas, mas sem redução significativa da biomassa seca. Vários lotes de sementes (intactas, escarificadas, escarificadas e embebidas em GA₃) foram semeadas em condições de campo (1, 3 e 5 cm de profundidade) e na vermiculita (a 1 cm de profundidade), em laboratório. Em todos os tratamentos, o índice de velocidade de emergência diminuiu significativamente com a profundidade de semeadura. Sementes escarificadas produziram maior população inicial e a embebição com GA₃ aumentou significativamente o desempenho nas profundidades de 3 e 5 cm.

Termos de indexação: *Peltophorum dubium*, sementes, armazenamento, vigor, envelhecimento precoce.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 24 de dezembro de 1997 e aceito em 6 de outubro de 1998.

⁽²⁾ Departamento de Botânica, UFSCar, Caixa Postal 676, 13565-905 São Carlos (SP). E-mail: dscep@power.ufscar.br

ABSTRACT

EFFECTS OF STORAGE, SUBSTRATE, EARLY AGING, AND SOWING DEPTH ON THE GERMINATION OF CANAFISTULA SEEDS

Peltophorum dubium is a tree species native from the Brazilian semideciduous forest considered to be in extinction. It is a 15-25m high perennial tree, often used in recomposition programs or as ornamental. Its wood has a long lifespan and multiple uses. This work aimed at to determine the storage effect on seed germination rate and vigour, using different substrates and the field performance on different sowing depths. After the scarification, the seeds were distributed on different substrates as paper, xaxim, sand and cotton. No significant difference was observed among the substrates in relation to the germination rate. The viability and vigour were not affected after two years in a glass container under 10°C. The seeds were resistant to the induced aging (45°C - 100% relative humidity) until 144 hours, after what a decrease in the final percentage of seedlings was observed, but not on the dry matter. Several groups of seeds (intact, scarified, scarified and imbibed with GA₃) were sowed in the field (1, 3 and 5 cm of depth) and in vermiculite (1cm depth - room temperature). For all treatments, a significant reduction on the initial population was observed with the increase in sowing depth. Scarified seeds resulted in a higher initial population and the use of GA₃ increased seed germination in the field at 3 and 5 cm depth.

Index terms: *Peltophorum dubium*, seeds, storage, vigour, early aging, germination.

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência da devastação florestal para extração de madeira, visando ao atendimento das necessidades do País e da expansão da agricultura, tem-se observado um comprometimento do potencial genético de muitas espécies (Nogueira et al., 1986). Assim, o Instituto Florestal de São Paulo resolveu realizar testes de procedências e progênies de algumas espécies visando à conservação em populações de essências nativas que ocorrem naturalmente no Estado de São Paulo e em outros Estados. Nesse programa, estão incluídas as seguintes espécies: *Pterogyne nitens*, *Dypteris alata*, *Astroneum urundeuva*, *Machaerum velossum*, *Carinianan legalis*, *Gallesia gororema* e *Peltophorum dubium*. Esta última, conhecida como canafistula, é uma planta heliófita, pioneira, característica da floresta latifoliada semidecídua da

bacia do Paraná, podendo ser encontrada, também, nestes Estados: Bahia, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul. Sua madeira é pesada, rija, sujeita a empenamento durante a secagem, mas é de longa durabilidade, sendo empregada na construção civil, marcenaria, tanoaria, carroceria, dormentes, serviços de torno, etc. A árvore, bastante ornamental quando em florescimento, é empregada com sucesso no paisagismo. Como é uma planta rústica e de rápido crescimento, é ótima para composição de reflorestamentos mistos de áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi, 1992).

Um dos aspectos mais pesquisados nos últimos anos tem sido a qualidade fisiológica das sementes, em decorrência de estarem sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física após a sua maturação, as quais estão associadas com a redução do vigor (Alizaga et al., 1990).

Nesse sentido, além das condições ambientais, o tipo de embalagem durante o armazenamento tem influência significativa na qualidade fisiológica das sementes (Carvalho & Nakagawa, 1988).

De acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), além da luz, temperatura, água e oxigênio, a escolha do substrato tem fundamental importância nos resultados do teste-padrão de germinação. Fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água e oxigênio, grau de infestação de patógenos, entre outros, podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes (Scalon et al., 1993).

O teste de envelhecimento acelerado, utilizado para avaliação da viabilidade e vigor, tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente pela sua exposição a condições muito adversas de temperatura e umidade relativa, tidas como os fatores ambientais mais relacionados à deterioração (Vieira & Carvalho, 1994).

Quando se considera o custo de produção de uma cultura, a semente corresponde a cerca de 10% do total. Com isso, o uso de sementes de baixo vigor aumenta consideravelmente os custos da produção pelo aumento da quantidade de sementes utilizadas, além de diminuir a qualidade das sementes ou mudas produzidas. É sabido que o uso de reguladores de crescimento, como o GA₃, durante a germinação, aumenta-lhe a porcentagem, em vista da aceleração da hidrólise das reservas e do aumento de crescimento das plântulas. Assim, os reguladores de crescimento podem realçar o vigor das plântulas, diminuindo o período de emergência e elevando a densidade de plantas, bem como a sua altura (Bevilacqua et al., 1993).

Como os estudos tecnológicos das sementes são efetivamente o ponto de partida para utilização e exploração de forma racional das espécies nativas, este trabalho se propôs a avaliar: a influência de diferentes substratos e do envelhecimento precoce na viabilidade e vigor das sementes; o seu desempenho em campo e o efeito da estocagem, em diferentes condições, na germinação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se sementes recém-colhidas de *Peltophorum dubim* (Spreng) Taubert, provenientes do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF), USP, Piracicaba, com 12% de umidade. Armazenaram-se as sementes empregadas nos experimentos em recipientes de vidro com fundo revestido por sílica gel encoberta com papel-filtro, vedados com filme de polietileno, fechados com tampa de plástico e mantidos à temperatura de 10°C (exceção feita para as sementes do teste de avaliação sob diferentes condições de estocagem).

Para instalação dos testes de germinação, as placas de Petri foram esterilizadas em estufa por três horas a 150°C, e o papel-filtro autoclavado a 120°C para minimizar o efeito de contaminação. As sementes foram selecionadas manualmente, descartando-se aquelas eventualmente injuriadas ou deformadas, usando-se, para cada teste, quatro repetições de 50 sementes. Após escarificadas com ácido sulfúrico durante 20 minutos para quebra de dormência (Perez & Fanti, 1995), esterilizaram-nas com água sanitária por cinco minutos, lavaram-nas em água destilada e dispuseram-nas em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, forradas com duas folhas de papel-filtro qualitativo FRAMA (81g.m⁻²) umedecidas com 6 mL de solução de Capitan (0,2%). Procurando-se manter o volume de água constante, o excesso foi drenado após 24 horas para que todas as sementes se encontrassem embebidas, sendo o papel-filtro substituído quando necessário.

A incubação das sementes foi feita imediatamente após colocadas para embeber, em incubadoras FANEM (Modelo 565 e precisão de $\pm 0,5^\circ\text{C}$), a 27°C e na ausência de luz, recebendo a luz solar por ocasião das leituras.

As sementes foram consideradas germinadas quando apresentaram comprimento radicular maior ou igual a 2 mm e curvatura geotrópica positiva (Brasil, 1992); estas foram contadas e removidas diariamente no mesmo horário, sendo a leitura feita rapidamente e as placas, recolocadas imediatamente no interior das

incubadoras. Os testes foram encerrados quando as sementes já haviam germinado ou quando as remanescentes nas placas se apresentavam deterioradas.

Foram realizados quatro experimentos, com diferentes objetivos específicos.

a) Efeito do armazenamento - As sementes de canafistula, separadas em lotes, ficaram armazenadas nas seguintes condições: (a) acondicionadas em embalagem de vidro, com tampa de plástico, contendo no fundo sílica gel recoberta por papel-filtro, e foram mantidas a 10°C ou em temperatura de ambiente de laboratório; (b) acondicionadas em embalagem de papel a 10°C ou ambiente de laboratório.

Inicialmente e após 45, 90, 150 e 365 dias de armazenamento nessas condições, as sementes foram colocadas para geminar à temperatura de 27°C, para avaliação dos parâmetros germinativos descritos abaixo. Após 150 dias, só se avaliaram as sementes que foram mantidas em embalagem de vidro e a 10°C, uma vez que tal condição de armazenagem foi observada como sendo a mais apropriada.

b) Efeito do substrato - As sementes foram semeadas em caixas tipo gerbox transparentes de 11 x 11 cm, com tampa, sobre os seguintes substratos: algodão hidrofílico, papel-filtro, areia e pó de xaxim. A areia e o xaxim foram lavados em água com hipoclorito de sódio e, a seguir, esterilizados por aquecimento em estufa a 105°C, por 48 horas. Conquanto o volume de água para umedecer os substratos não tenha sido determinado, tomaram-se providências para que não houvesse falta nem excesso de água.

c) Efeito do envelhecimento precoce - Utilizaram-se caixas tipo gerbox com compartimento individual para acomodação das amostras submetidas ao teste (Vieira & Carvalho, 1994). Para cada gerbox, adaptou-se uma tela de alumínio, onde, após a adição de 40 mL de água destilada, foram distribuídas 200 sementes intactas. Estas foram levadas à câmara de envelhecimento, previamente regulada para a temperatura de 45°C, com umidade relativa do ar de 100%, e mantidas durante 24 até 144 horas, em intervalos de 24 horas. Decorridos os períodos de envelhecimento,

as sementes foram submetidas ao teste de germinação, na temperatura de 27°C.

d) Desempenho das sementes em campo - O experimento foi realizado no Jardim Experimental do Departamento de Botânica da UFSCar, em março de 1995. Segundo informações da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), para o período em que foi efetuado o experimento, a temperatura mínima média registrada na área foi de 17,8 °C e a temperatura máxima média, de 27,2°C, com 181,2 mm de precipitação.

Em canteiros de 2,12 m x 1,50 m contendo solo de cerrado, sem adubação, nas profundidades de 1, 3 e 5 cm, plantaram-se sementes intactas, escarificadas, escarificadas e embebidas previamente em GA₃ 20 ou 40 ppm durante quatro horas. Os experimentos foram sempre realizados com quatro repetições de 50 sementes cada um e, a semeadura, feita em linhas espaçadas de 50 cm entre si, com 50 sementes por metro linear. Os canteiros foram irrigados uma vez ao dia, sendo o controle de plantas daninhas feito por capina manual. Para comparação dos resultados obtidos em campo e em laboratório, as sementes foram semeadas a 1 cm de profundidade em bandejas de isopor contendo vermiculita, sob temperatura ambiente, variando de 19 a 28°C. Para esse teste, efetuaram-se contagens diárias do número de plântulas emergidas, considerando, nessa condição, aquelas cuja parte aérea media 2 cm acima do nível do solo. No final de 21 dias, as plântulas foram cortadas rente ao substrato, separadas em normais e anormais segundo as prescrições das Regras para a Análise de Sementes (Brasil, 1992), colocadas em sacos de papel e levadas à estufa a 85°C por 48 horas para secagem. O índice de velocidade de emergência e a porcentagem de plântulas emergidas após 21 dias foram calculados conforme Vieira & Carvalho (1994).

e) Cálculos matemáticos - Os parâmetros do processo germinativo, como porcentagem, velocidade, frequência relativa e entropia informacional (grau de sincronização do processo germinativo) foram obtidos utilizando-se as fórmulas citadas em Labouriau (1978, 1983), Labouriau & Pacheco (1979).

f) Análise estatística dos dados - O método empregado foi o do teste F, conhecido como análise da variância paramétrica (Sokal & Rohlf, 1980).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Efeito do armazenamento na germinabilidade

Com relação à porcentagem de germinação, verificou-se que, com 45 dias de armazenamento, os valores obtidos não diferiram estatisticamente, em todas as condições (Quadro 1). Após 90 dias, os valores de porcentagem foram estatisticamente semelhantes entre si, com exceção das sementes mantidas em embalagem de papel, sob temperatura de ambiente de laboratório (menor valor). Após 150 dias de armazenamento, verificou-se redução da porcentagem de germinação, das sementes mantidas sob temperatura ambiente, em relação ao grupo controle (sementes recém-colhidas). Assim, a temperatura de 10°C

mostrou-se melhor para a conservação das sementes, independentemente do tipo de embalagem.

A velocidade de germinação não se alterou com 45 dias de armazenamento. Após 90 dias de estocagem, notou-se diminuição da velocidade de germinação para as sementes mantidas em temperatura de ambiente de laboratório (Quadro 1). Quando se aumentou o tempo de armazenagem para 150 dias, a velocidade de germinação das sementes mantidas a 10°C, em embalagem de vidro, foi semelhante àquela obtida antes do armazenamento.

Sobre a entropia informacional, verifica-se que, após 45 dias de estocagem, a germinação mais sincronizada foi obtida antes do armazenamento, seguida pela das sementes armazenadas em temperatura de ambiente de laboratório. Decorridos 90 e 150 dias de estocagem, ainda não houve diferença significativa nos valores de entropia para a germinação nas diferentes condições. Também foi possível verificar que, à medida que se aumentou o tempo de armazenagem, houve tendência de redução dos valores de entropia, indicando que o processo germinativo se tornou mais sincronizado (Quadro 1).

Quadro 1. Valores médios de porcentagem [(%G)⁽¹⁾ e velocidade de germinação (V, dias⁻¹) e entropia informacional (E, bits)] de sementes de canafistula armazenadas durante 45, 90 e 150 dias, em diferentes condições. Teor de umidade das sementes durante o armazenamento = 12,8%. Valores de porcentagem, velocidade e entropia informacional após 365 dias de armazenagem foram, respectivamente, 76,5%; 0,38 dia⁻¹ e 1,75 bits

Condições de armazenamento	45			90			150		
	G	V	E	G	V	E	G	V	E
	%	dias	bits	%	dias	bits	%	dias	bits
Sementes recém-colhidas	64,1 a	0,44 a	1,25 a	64,0 b	0,44 b	1,25 a	64,0 a	0,44 a	1,25 a
Vidro 10°C	62,3 a	0,33 a	2,00 b	72,2 a	0,36 ab	1,41 ab	55,5 b	0,33 c	1,28 a
Papel 10°C	61,0 a	0,31 a	2,06 b	70,4 a	0,36 ab	1,47 a	63,2 a	0,41 ab	0,99 a
Vidro (amb. natural)	64,7 a	0,38 a	1,48 ab	63,3 b	0,34 a	1,48 a	40,9 c	0,32 c	1,50 a
Papel (amb. natural)	65,1 a	0,36 a	1,42 ab	51,1 a	0,33 a	1,60 a	45,5 bc	0,36 bc	1,25 a
	Δ = -	Δ = -	Δ = 0,59	Δ = 11,36	Δ = 0,052	Δ = -	Δ = 14,16	Δ = 0,075	Δ = -
	CV=10,7	CV=16,7	CV=16,2	CV=8,67	CV=6,69	CV=16,4	CV=12,04	CV=9,31	CV=17,8

* Médias seguidas pelas mesmas letras, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de probabilidade adotado (P < 0,05).

⁽¹⁾ Valores transformados para arco seno $\sqrt{\%}$.

Pelos gráficos de frequência relativa - Figura 1-A, B e C, observa-se uma diferença muito sutil entre os diferentes polígonos, que representam os diferentes tempos e condições de armazenamento, indicando que o vigor das sementes não foi afetado significativamente a ponto de produzir uma germinação mais lenta e mais distribuída no tempo e no espaço.

Levando-se em conta que o objetivo básico do armazenamento é manter o nível de qualidade fisiológica das sementes, deve-se considerar os fatores que afetam a longevidade das sementes durante o período de estocagem, bem como as melhores condições para tal procedimento. Assim, após a determinação da melhor condição para o armazenamento das sementes de canafístula, que são ortodoxas, a germinabilidade foi somente verificada em sementes que permaneceram sob baixa temperatura, em embalagem impermeável. Nessas condições, a germinabilidade se manteve em torno de 97 % após dois anos de armazenagem.

3.2. Influência do substrato na germinação

A análise da variância para porcentagem e velocidade de germinação de *Peltophorum dubium* revela não haver diferenças significativas entre os diferentes substratos utilizados. Os valores de entropia informacional confirmam ter ocorrido menor sincro-

Quadro 2. Valores médios da porcentagem (G), velocidade de germinação (V) e entropia informacional (E) de sementes de canafístula em diferentes substratos

Substrato	G ⁽¹⁾	V	Entropia
	%	dias ⁻¹	bits
Papel.....	67,9 a	0,45 a	0,73 c
Xaxim.....	68,7 a	0,41 a	1,06 b
Algodão....	63,9 a	0,37 a	1,45 a
Areia.....	64,6 a	0,41 a	1,47 a
	$\Delta = -$ CV = 6,44	$\Delta = -$ CV = 9,75	$\Delta = 0,30$ CV = 8,41

Médias seguidas pelas mesmas letras, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de probabilidade adotado ($P < 0,05$).

⁽¹⁾ Valores transformados para arco seno $\sqrt{\%}$.

nização do processo germinativo para os substratos areia e algodão, seguidos por xaxim e depois papel (0,73 bit) (Quadro 2).

A Figura 2 mostra que os quatro polígonos apresentam uma moda principal e outra, bem menor, à sua direita. O menor tempo médio foi verificado no substrato areia, mas os valores de tempo médio não apresentaram diferenças significativas entre si revelando não existir uma distribuição muito extensa da germinação no tempo e no espaço.

O substrato tem grande influência no processo germinativo, pois fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, entre outros, podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação de sementes (Scalon et al., 1993).

Num teste de germinação, o substrato deve permanecer uniformemente úmido, a fim de suprir as sementes da quantidade de água necessária para sua germinação e desenvolvimento. Deve-se salientar, que em geral, o excesso de umidade provoca decréscimo na germinação, pois impede a penetração de oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante, além de aumentar a incidência de fungos, levando à redução no vigor. O emprego dos substratos xaxim e areia no teste de germinação de sementes de canafístula dificultou a manutenção da umidade, por apresentar desuniformidade de retenção (acúmulo na parte inferior) e distribuição da água.

O papel-filtro ofereceu maior praticidade tanto para esterilização quanto para avaliação da germinação, além de ser o mais econômico.

Por exemplo, com relação ao tamanho de sementes, para aquelas consideradas grandes, como as de alecrim-de-campinas (*Holoclix balansae*), araribás (*Centrolobium* spp) e pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*), bem como para aquelas esféricas, como as de aroeira (*Astroneum urundeuva*), bracatinga (*Mimosa scabrella*), cássias (*Cassia* spp) e jequitibás (*Cariniana* spp), recomenda-se a utilização da vermiculita, pois o contato das sementes e o substrato é bem maior. Já para as de tamanho médio e pequeno associadas à forma achatada, como os angicos (*Anadenanthera* spp, *Parapiptadenia* spp),

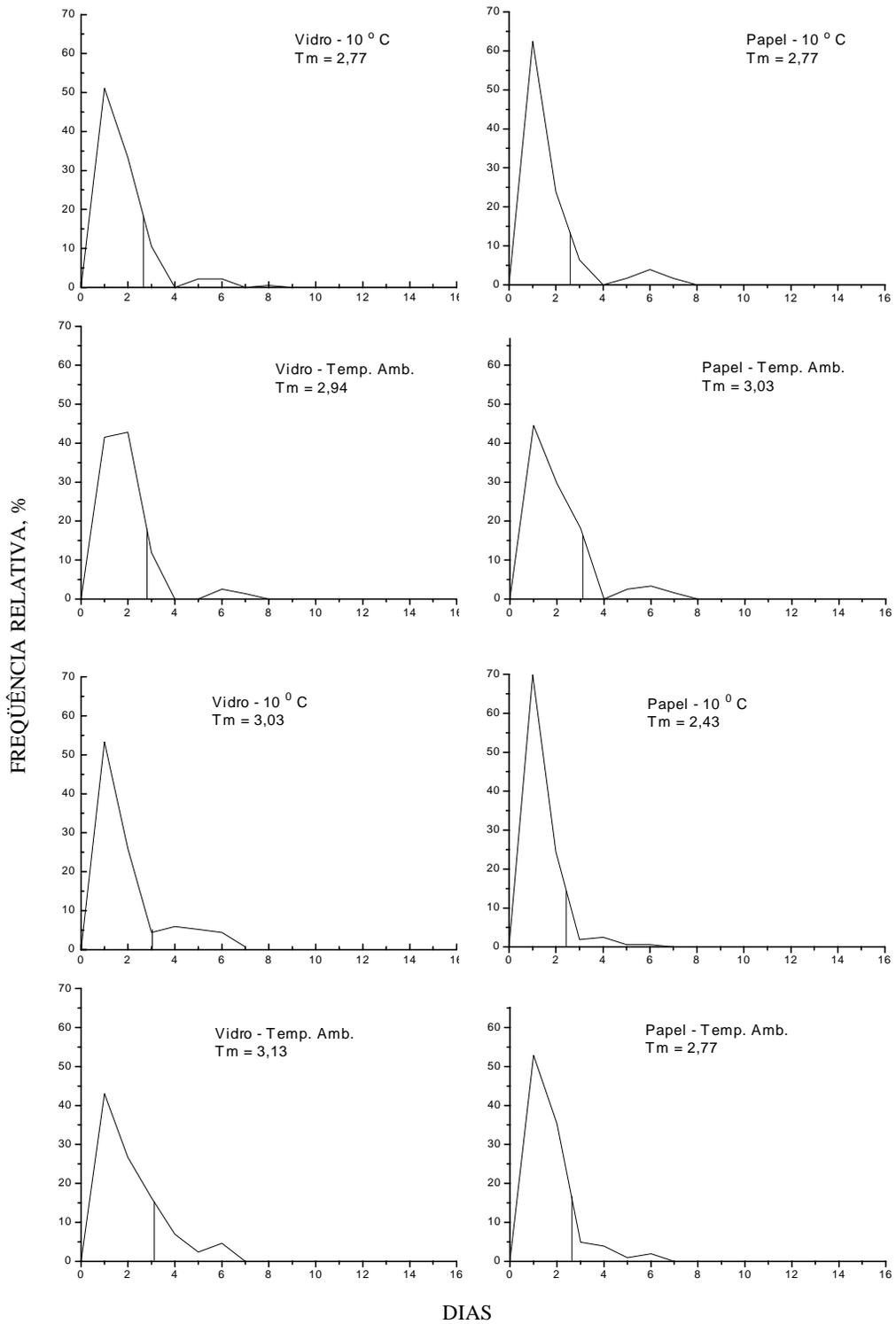


Figura 1. Valores médios da freqüência relativa (FR) de sementes de *Peltophorum dubium* armazenadas a 45 dias (A), 90 dias (B) e 150 dias (C), em diferentes embalagens e temperaturas. (Tm: tempo médio de germinação).

Bahuinia spp e ipês (*Tabebuia* spp), o substrato mais indicado é o papel (Aguiar et al., 1993).

Assim, verifica-se que a escolha do substrato é muito importante para obtenção de melhores resultados em um teste de germinação, em vista, principalmente, da grande variação que existe entre as espécies com relação ao substrato mais adequado.

3.3. Influência do envelhecimento precoce

A influência do envelhecimento acelerado nas sementes de *Peltophorum dubium* foi analisada sob o aspecto da quebra de dormência e redução na viabilidade e vigor. Observou-se redução significativa na porcentagem de plântulas emergidas a partir de 144 horas de permanência na câmara de envelhecimento acelerado a 45°C e 100% de umidade relativa (Quadro 3).

Quadro 3. Desempenho das sementes de canafistula submetidas ao envelhecimento precoce

Período de envelhecimento	Plântulas emergidas ⁽¹⁾	MS/Plant. ⁽²⁾
		g
Controle	47,4 a	0,014 a
24 horas ...	33,0 ab	0,017 a
48 horas ...	41,7 ab	0,013 a
72 horas ...	36,9 ab	0,011 a
96 horas ...	44,9 ab	0,012 a
120 horas ..	42,2 ab	0,013 a
144 horas ..	25,57 b	0,012 a
	$\Delta = 3,15$	$\Delta = 1,22$
	CV = 22,42	CV = 14,99

Médias seguidas pelas mesmas letras, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de probabilidade adotado ($P < 0,05$).

⁽¹⁾ Valores transformados para arco seno $\sqrt{\%}$.

⁽²⁾ Matéria seca/plântula.

No peso seco das plântulas normais, não houve redução significativa nesses números, em relação ao controle. Assim, as sementes de canafistula se mostraram resistentes ao envelhecimento acelerado, e breves períodos de exposição como, por exemplo, 48 horas, podem ser utilizados para superação da dormência, já que produziram redução pouco signifi-

ficativa da viabilidade e vigor. É interessante também que se investigue se a exposição a temperaturas menores, como 40°C, são eficientes para superação da dormência imposta pela casca.

Segundo Marcos Filho et al. (1987), o princípio do método do envelhecimento acelerado baseia-se no fato de que lotes de sementes com alto vigor manterão sua viabilidade quando submetidos, durante curtos períodos, a condições severas de temperatura e umidade relativa em uma câmara apropriada, enquanto as de baixo vigor terão sua viabilidade reduzida sob as mesmas condições.

Vários pesquisadores têm procurado elucidar os mecanismos que determinam a deterioração das sementes e, analogamente, verificar as transformações que ocorrem durante o teste de envelhecimento. Entre esses mecanismos, a exposição das sementes à temperatura e à umidade elevadas provoca sérias alterações degenerativas no seu metabolismo, desencadeadas pela desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares, causadas principalmente pela peroxidação de lipídios. Além da perda da compartimentalização celular, a desintegração do sistema de membranas promove descontrole do metabolismo e das trocas de água e solutos entre as células e o meio exterior, determinando a queda na viabilidade das sementes (Vieira & Carvalho, 1994).

Segundo Mello & Tillman (1987), os efeitos do envelhecimento precoce são atenuados em sementes com baixos teores de umidade, e para Bewley & Black (1994), sementes de leguminosas que possuem a casca dura apresentam maior retenção da longevidade, mesmo em condições estressantes, como as do envelhecimento acelerado. Por exemplo, sementes de *Strynodendron polyphyllum*, após 32 dias de envelhecimento (45°C e 100% de U.R.), mostraram-se muito resistentes, não apresentando variação significativa da porcentagem e velocidade de germinação em relação ao controle (Tambelini, 1994).

Sementes de cedro envelhecidas a 40°C e a 100% de umidade relativa não sofreram grandes variações na porcentagem de germinação, mas deixaram de germinar quando envelhecidas a 50°C e 100% de umidade relativa por mais de 24 horas (Borges et al., 1990).

Sementes de *Prosopis juliflora* mostraram redução significativa da velocidade de germinação, revelando ser essa espécie resistente às condições adversas de temperatura e umidade (Perez & Tambelini, 1995).

Borges et al. (1992) encontraram, para sementes de *Piptadenia communis* submetidas ao envelhecimento (40°C e 100% de U.R.), redução da viabilidade e da velocidade de germinação com o aumento do tempo de envelhecimento.

Tratando do assunto sob o aspecto do comportamento fisiológico das sementes, Matthews (1985) *apud* Vieira & Carvalho (1994) observou que a manifestação mais óbvia do processo de envelhecimento é o declínio da velocidade de germinação das sementes viáveis, ocorrendo, em seguida, redução do tamanho das plântulas e aumento do número de plântulas anormais.

Sementes de *Adenantha pavonina* apresentaram redução significativa da porcentagem e velo-

cidade de germinação em relação ao controle, quando expostas ao envelhecimento precoce, na temperatura de 60°C e na umidade relativa de 100%, tanto para 48 como para 72 horas de envelhecimento. As condições do envelhecimento precoce, impostas às sementes, porém, não foram efetivas para superar a dormência aplicada pela casca, tendo as sementes que ser escarificadas antes de colocadas para germinar sob temperatura ótima (Fanti, 1996).

Mello & Tillmann (1987) comentam a dificuldade da padronização dos testes de envelhecimento em vista da variação de temperatura e do tempo de exposição suportado pelas espécies. Nesse sentido, recomenda-se determinado período de permanência das sementes no interior da câmara capaz de efetuar a identificação de diferentes níveis de vigor, devendo ser essa diferença relacionada a determinado objetivo, como, por exemplo, a avaliação do potencial de armazenamento ou de emergência.

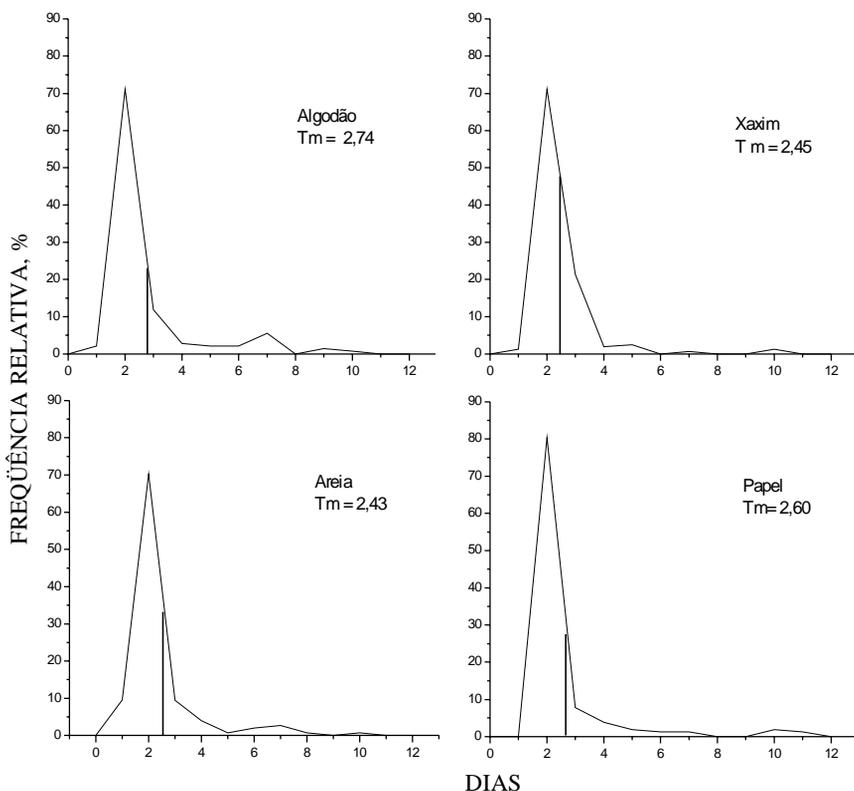


Figura 2. Valores médios da frequência relativa da germinação de *Peltophorum dubium* em diferentes substratos. (T_m: tempo médio de germinação).

3.4. Avaliação do desempenho em campo

Verificou-se redução significativa da porcentagem de emergência de plântulas de canafístula a partir de 3 cm de profundidade de semeadura, para as sementes não escarificadas. O menor valor de índice de velocidade de emergência foi obtido na profundidade de 5 cm. Com relação ao peso seco das plântulas, não foi observada diferença significativa entre as diferentes profundidades (Quadro 4). Ao comparar as

sementes de canafístula escarificadas, semeadas a diferentes profundidades, verificou-se diminuição significativa dos valores de porcentagem, índice de velocidade de emergência e peso seco das plântulas à medida que se aumentou a profundidade. Além disso, o desempenho das sementes escarificadas foi superior ao das não escarificadas, sugerindo a necessidade de superação da dormência mecânica para o plantio em campo. A embebição prévia por 4 horas

Quadro 4. Desempenho em campo de sementes de canafístula, não escarificadas, escarificadas, escarificadas e embebecidas em GA_3 - 4 horas (20 ppm) semeadas nas profundidades de 1, 3 e 5 cm. (Controle = sementes semeadas em vermiculita a 1 cm de profundidade em laboratório)

Tratamento	Plântulas emergidas ⁽¹⁾	Índice de velocidade de emergência	Matéria seca por plântula g
Sementes não escarificadas			
Controle	46,42 a	4,33 ab	0,016 a
1 cm	45,79 a	6,03 a	0,016 a
3 cm	41,93 a	2,99 bc	0,012 a
5 cm	15,27 b	0,35 bc	0,018 a
Δ	14,03	2,74	–
CV	17,89	18,25	24,98
Sementes escarificadas			
Controle	66,86 a	1,08 a	0,017 a
1 cm	67,11 b	5,13 b	0,023 b
3 cm	46,75 c	2,47 c	0,015 a
5 cm	17,00 d	0,32 b	0,003 c
Δ	12,67	2,04	0,006
CV	11,98	19,72	4,72
Sementes escarificadas e embebedas em GA_3 (20 ppm, 4 horas)			
Controle	41,60 b	11,10 c	0,015 a
1 cm	56,37 c	5,06 b	0,023 b
3 cm	33,47 ab	3,28 ab	0,023 b
5 cm	22,72 a	0,80 a	0,011 a
Δ	13,25	2,83	0,004
CV	15,54	4,38	3,29

Médias seguidas pelas mesmas letras, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de probabilidade adotado ($P < 0,05$).

⁽¹⁾ Valores transformados para arco seno $\sqrt{\%/100}$.

em ácido giberélico (20 ppm) também produziu uma redução significativa da porcentagem de plântulas emergidas, índice de velocidade de emergência e peso seco das plântulas, com o aumento da profundidade (Quadro 4).

Comparando-se o desempenho em campo de canafístula, numa mesma profundidade, mas sob diferentes tratamentos, com os resultados do teste de laboratório, a maior porcentagem de plântulas emergidas ocorreu nos lotes "controle", ou seja, plantio em laboratório, em vermiculita, e as sementes que receberam escarificação prévia produziram maior número de plântulas. Entre os lotes de sementes de canafístula semeadas em campo, na profundidade de 1 cm, não se observou diferença significativa na porcentagem de plântulas emergidas (Quadro 4).

Sobre o índice de velocidade de emergência, o maior valor foi obtido para plântulas do lote controle 2 (sementes escarificadas), e esse valor foi estatisticamente diferente dos demais. O peso seco das plântulas não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, embora os maiores valores numéricos tenham ficado com as plântulas oriundas de sementes escarificadas, embebidas ou não em ácido giberélico. Quanto ao desempenho das sementes na profundidade de 3 cm, não se observou diferença entre os três pré-tratamentos utilizados nos parâmetros porcentagem, índice de velocidade de emergência e massa seca. Na profundidade de 5 cm, os maiores valores numéricos de todos os parâmetros avaliados foram maiores para as sementes que receberam escarificação e embebição prévia com GA_3 , porém só foi constatada diferença significativa nas sementes não escarificadas, que apresentaram os menores valores dos parâmetros analisados (Quadro 4).

Resumindo, o melhor desempenho em campo foi observado nas sementes semeadas a 1 cm de profundidade, que receberam a escarificação, pois esta possibilita uma emergência mais rápida e uniforme, diminuindo a exposição às condições adversas, e aumentando, assim, a habilidade competitiva.

De maneira inversa ao observado neste estudo, sementes não escarificadas de *Adenanthera*

pavonina, quando semeadas em campo, não emergiram após 28 dias da semeadura (Fanti, 1996).

A profundidade de semeadura deve ser suficiente para promover boa proteção às sementes, garantir possibilidade de germinação homogênea e rápida emergência de plântulas saudáveis (Passos & Ferreira, 1991). Assim, Hartmann & Kester (1983) sugerem que, em termos práticos, sementes pequenas devem ser espalhadas na superfície do substrato; sementes médias devem ser cobertas por uma camada de espessura aproximada de seu diâmetro e sementes grandes, a uma profundidade de duas a três vezes o seu diâmetro.

Segundo Vieira & Carvalho (1994), um dos objetivos principais do teste de vigor é verificar o potencial germinativo de emergência de plântulas em campo, em condições mais amplas possíveis (favoráveis e desfavoráveis), sendo, portanto, recomendável a validação da porcentagem e velocidade de emergência das plântulas em condições de campo.

4. CONCLUSÕES

1. Sementes de *Peltophorum dubium* constituíram bom material para estudos de germinação, tanto pela facilidade de obtenção e manuseio quanto pela alta germinabilidade e viabilidade apresentadas.

2. A manutenção da viabilidade e vigor se deu por período superior a dois anos, quando a estocagem foi feita em embalagem impermeável, em geladeira.

3. O substrato papel-filtro foi adotado como mais indicado para os testes de germinação, pela praticidade e economia.

4. Para haver redução significativa da viabilidade e do vigor, houve necessidade de exposição ao envelhecimento acelerado (45°C - 100% de U.R.) por um período superior a 120 horas.

5. A profundidade ideal de semeadura em campo foi de 1cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. & FIGLIOLIA, M.B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília, ABRATES, 1993. 350p.
- ALIGAZA, R.L.; MELLO, V.D.C.; SANTOS, D.S.B. & IRIGON, D.L. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, **12**(2):44-58, 1990.
- BEVILACQUA, G.A.P.; SIMART, P.; SANTOS, F.P.G. & BAUDET, L.M. Desempenho de sementes de arroz irrigado tratadas com regulador de crescimento. I. Efeito da emergência em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, **15**(1):67-74, 1993.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. New York, Plenum Press, 1994. 445p.
- BORGES, E.E.L.; CASTRO, J.L.D. & BORGES, R.C.G. Avaliação fisiológica de sementes de cedro submetidas ao envelhecimento precoce. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, **12**(1):56-62, 1990.
- BORGES, E.E.L.; CASTRO, J.L.D. & BORGES, R.C.G. Alterações fisiológicas em sementes de jacaré (*Piptadenia communis*) submetidas ao envelhecimento precoce. *Revista Brasileira de Sementes*. Brasília, **14** (1): 9-12, 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para Análises de Sementes*. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 3.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1988. 424p.
- FANTI, S.C. *Comportamento germinativo sob condições de estresse e influência do sombreamento artificial e adubação química na produção de mudas de Adenanthera pavonina L.* São Carlos, 1996. 153p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - UFSCar, 1996.
- HARTMANN, H.T. & KESTER, D.E. *Plant propagation: principles and practices*. 4.ed. New Jersey, Prentice-Hall, 1983. 727p.
- LABOURIAU, L.G. Seed germination as a thermobiological problem. *Radiation and Environmental Biophysics*, Heidelberg, **15**:345-366, 1978
- LABOURIAU, L.G. *A germinação de sementes*. Washington, Secretaria Geral da OEA, 1983. 173p,
- LABOURIAU, L.G. & PACHECO, A. Isothermal germination rates in seed of *Dolichos biflorus* L. *Separata del Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, 136 (Tomo XXXIV):73-112, 1979.
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, Editora Plantarum, 1992. 352p.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M. & SILVA, W.R. *Avaliação da qualidade das sementes*, Piracicaba, FEALQ, 1987. 230p.
- MELLO, V.D.C. & TILLMANN, M.A.A. O teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, **9**(2): 93-102, 1987.
- NOGUEIRA, J.C.B.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; MORAIS, E. & IWANE, M.S.S. Estudo de progênes e procedências do amendoim-bravo (*Pterogyne nitens* Tul.). *Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo*, São Paulo, **40A**(2): 357-366, 1986.
- PASSOS, M.A.A. & FERREIRA, R.L.C. Influência da cobertura de semeio na emergência e desenvolvimento inicial de algaroba. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, **13**(2):151-153, 1991.
- PEREZ, S.C.J.G.A. & FANTI, S.C. Efeitos do armazenamento, envelhecimento, tratamentos pré-germinativos na porcentagem e velocidade de germinação de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert. (canafistula). *Informativo ABRATES*, Londrina, **5**(2):185, 1995.
- PEREZ, S.C.J.G.A. & TAMBELINI, M. Efeito dos estresses salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **30**(11):1289-1295, 1995.
- SCALON, S.P.Q.; ALVARENGA, A.A. & DAVIDE, A.C. Influência do substrato, temperatura, umidade e armazenamento sobre a germinação de sementes de pau-pereira (*Platycamus regnelli* Benth). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, **15** (1):143-146, 1993.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. *Introducción a la bioestadística*. Barcelona, Editorial Reverté, 1980. 362p.
- TAMBELINI, M. *Tratamentos pré-germinativos e aspectos ecofisiológicos na germinação de sementes de Stryphnodendron polyphyllum Mart.* São Carlos, 1994. 105p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - UFSCar, 1994.
- VIEIRA, R.D. & CARVALHO, N.M. *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal, FUNEP, 1994. 164p.