GUSTAVO ALFONSO TORRES CÓRDOBA

OSMOCONDICIONAMENTO, SECAGEM E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE Esenbeckia leiocarpa Engl (guarantã), Eucalyptus citriodora Hook e Eucalyptus grandis W. Hill (ex Mainden).

Tese Apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como Parte das Exigências do Curso de Ciência Florestal, para Obtenção do Título de "Magister Scientiae".

VIÇOSA MINAS GERAIS - BRASIL JULHO - 1994 T6930 1994

Torres Córdoba, Gustavo Alfonso, 1960-Osmocondicionamento, secagem e armazenamento de sementes de *Esenbeckia leiocarpa* Engl (guarantã), *Eucalyptus citriodora* Hook e *Eucalyptus grandis* W Hill (ex Mainden)/ Gustavo Alfonso Torres Córdoba. - Viçosa: UFV, 1994. 55p.: il.

Orientador: Rita de Cassia Gonçalves Borges. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

1. Sementes florestais. 2. Esenbeckia leiocarpa - Sementes - Osmocondicionamento. 3. Esenbeckia leiocarpa - Sementes - Armazenamento. 4. Esenbeckia leiocarpa - Sementes - Secagem. 5. Eucalyptus citriodora - Sementes - Osmocondicionamento. 5. Eucalyptus citriodora - Sementes - Armazenamento. 7. Eucalyptus citriodora - Sementes - Secagem. 8. Eucalyptus grandis - Sementes - Osmocondicionamento. 9. Eucalyptus grandis - Sementes - Armazenamento. 10. Eucalyptus grandis - Sementes - Secagem. I. Uni versidade Federal de Viçosa. II. Tītulo.

CDO. adapt. CDD. 634.923231

GUSTAVO ALFONSO TORRES CÓRDOBA

OSMOCONDICIONAMENTO, SECAGEM E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE Esenbeckia leiocarpa Engl (guarantã), Eucalyptus citriodora Hook e Eucalyptus grandis W. Hill (ex Mainden).

> Tese Apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como Parte das Exigências do Curso de Ciência Florestal, para Obtenção do Título de "Magister Scientiae".

APROVADA: 29 de novembro de 1993

Prof. Eduardo Euclydes de Lima e Borges (Conselheiro)

Prof. Júlio César Lima Neves (Conselheiro)

Profa Eveline Mantovani Alvarenga

Prof. Paulo Sant'Anna e Castro

Profa Rita de Cássia Gonçalves Borges

(Orientadora)

Aos meus pais, Maco e Lola, pelo amor e exemplo de humildade.

Aos meus irmãos, pelo estímulo.
À minha esposa, Mimi, e ao
meu filho, Gustavo Miguel,
razão da minha vida.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar o Curso.

Ao Programa de Bolsas CONICIT-BID, pela bolsa de estudos.

Ao Instituto Tecnológico de Costa Rica e à CAPES (Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior), pelo complemento à bolsa de estudos.

Aos professores Júlio César Lima Neves, José Mauro Gomes e Laércio Couto, pela amizade, pelos conselhos, pelos estímulos e pelos múltiplos conhecimentos transmitidos.

Aos professores Rita e Eduardo Borges, pela valiosa colaboração e pelo apoio nas diversas etapas do Curso e durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores Eveline Mantovani Alvarenga e Paulo Sant'Anna e Castro, membros da Banca Examinadora, pela valiosa colaboração e pelas sugestões.

À minha esposa Mimi, pelo amor, pela companhia e pela colaboração, sempre no momento certo.

Ao meu filho Gustavo Miguel, por ter chegado e trazido mais alegria ao nosso lar.

Ao pessoal do Viveiro Florestal e do Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF), em especial aos senhores Leacir Braz da Silva, pela valiosa ajuda na coleta de dados, e João Geraldo de Freitas, pelo apoio logístico.

A meu amigo José Mauro Rocha de Oliveira, pela sincera amizade e incondicional ajuda.

A todos os meus colegas do Curso de Pós-graduação, pelo convívio e pelos inesquecíveis momentos compartilhados, dentro e fora das aulas.

Ao meu sogro, cunhados, sobrinhos e demais familiares, pelo apoio e carinho demonstrados em todos os momentos.

Ao Franz Lopes da Silva, pela amizade e pelos servicos de editoração desta pesquisa.

A todas aquelas pessoas que, de uma ou outra maneira, colaboraram para o sucesso na conclusão desta pesquisa e dos meus estudos.

E a "Negrita", padroeira da Costa Rica, mas sobretudo a Deus, Todo-Poderoso, pelas suas bênçãos e ... por tudo Muito obrigado.

BIOGRAFIA

GUSTAVO ALFONSO TORRES CÓRDOBA, filho de Marco Aurelio Torres Montoya e de Maria Auxiliadora Córdoba Cedeño, nasceu em 10 de dezembro de 1960, na Província de Cartago, Costa Rica.

Em 1983, formou-se Engenheiro Florestal no Instituto Tecnológico de Costa Rica, onde trabalhou durante 1984, como professor substituto.

Em 1985, trabalhou na Empresa Reforetaciones Contemporáneas S.A., como administrador do Projeto Florestal Barú.

Desde 1986, trabalha como professor-pesquisador do Instituto Tecnológico de Costa Rica, no Departamento de Engenharia Florestal, na área de Silvicultura.

Em novembro de 1991, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal, da Universidade Federal de Viçosa-MG.

CONTEÚDO

	Página
EXTRATO	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Descrição do Material	15
Estresse Hídrico	15 o 16
gem e do Armazenamento	
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1. Emergência sob Estresse Hídrico	
se Hídrico	. 23 . 29 . 29 . 35
5. RESUMO E CONCLUSÕES	47
BIBLIOGRAFIA	49

TORRES CÓRDOBA, Gustavo Alfonso, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1994. Osmocondicionamento, Secagem e Armazenamento de Sementes de Esenbeckia leiocarpa Engl (guarantã), Eucalyptus citriodora Hook, e Eucalyptus grandis W. Hill (ex Mainden). Professora Orientadora: Rita de Cássia Gonçalves Borges. Professores Conselheiros: Eduardo Euclydes de Lima e Borges e Júlio César de Lima Neves.

o presente estudo, conduzido no Laboratório de Análise de Sementes Florestais (LASF), do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, teve por objetivo avaliar a emergência de sementes de Esenbeckia leiocarpa (guarantã), Eucalyptus citriodora e Eucalyptus grandis, quando submetidas ao osmocondicionamento em solução de PEG 6000. As sementes foram colocadas para embeber em soluções de polietileno glicol (PEG 6000) com potenciais osmóticos de 0,0; -0,2; -0,4; e -0,6 MPa, e, posteriormente, foram submetidas ou não à secagem ao ar, por três períodos de tempo (0, 15 e 30 dias) e duas temperaturas (5 e 20°C),

sendo o experimento testado em arranjo fatorial. A análise dos dados e a interpretação dos resultados obtidos permitiram concluir que as porcentagens de emergência e os graus de umidade das sementes das espécies estudadas decresceram sensivelmente com o aumento do potencial osmótico. Para obter a maior porcentagem de emergência, as sementes de quarantã, após o osmocondicionamento, devem ser utilizadas imediatamente ou armazenadas no máximo por 15 dias, a 5°C. O osmocondicionamento só será efetivo para E. citriodora, quando a viabilidade das sementes for menor que 70,75%. As sementes de E. grandis responderam positivamente ao osmocondicionamento, com restrição apenas para aquelas que receberam secagem ao ar e foram armazenadas por 30 dias, a 20°C. De maneira geral, nas três espécies estudadas, a melhor conservação das sementes pode ser obtida quando essas não recebem secagem ao ar, após o osmocondicionamento, e são armazenadas a 5°C.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a crescente necessidade de madeira, sobretudo para fins energéticos e celulósicos, tem estimulado a implantação, em grande escala, de reflorestamentos com espécies de rápido crescimento, sobressaindo o gênero Eucalyptus.

Esses reflorestamentos têm sido implantados, em sua maioria, em áreas de cerrado, nas quais a baixa fertilidade do solo e a desuniformidade das chuvas concorrem para um considerável grau de mortalidade de mudas recém-plantadas, assim como para o seu menor crescimento inicial (FAÇANHA, 1983).

Em termos silviculturais, tem-se que a qualidade da floresta a ser produzida depende em muito da qualidade da muda utilizada na sua implantação (CARVALHO, 1992). Quando se trata de propagação a partir de sementes, é necessário que a emergência seja rápida e homogênea, para se ter uniformidade das mudas a serem formadas.

A água é um dos fatores que mais influenciam o processo de emergência. Frequentemente, sementes viáveis são impedidas de germinar, por condições ambientais adversas, como as que ocorrem em períodos secos.

O estresse osmótico e as chuvas esporádicas no início da estação chuvosa podem atuar como pré-tratamento e favorecer a emergência, desde que o solo atinja um déficit hídrico moderado (CORDERO e DI STEFANO, 1991). Esse fenômeno pode ser reproduzido em condições controladas de laboratório e é denominado "priming" ou osmocondicionamento. O osmocondicionamento para sementes de espécies agrícolas, com base nos resultados de pesquisas já realizadas, constitui uma importante técnica, em virtude de sua aplicação prática. No entanto, para sementes de espécies florestais, principalmente as nativas com potencial para reflorestamento, visando sua exploração para serragem, como é o caso de guarantã, há escassez de estudos sobre o comportamento de suas sementes, quando submetidas às condições de estresse ambiental.

Com o objetivo de verificar o comportamento de algumas espécies florestais, quando submetidas ao osmocondicionamento, foi conduzido este trabalho, em que foi avaliado também o efeito da secagem, do tempo e da temperatura do armazenamento das sementes sobre a emergência da radícula.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O osmocondicionamento consiste num pré-tratamento, no qual as sementes são imersas em solução osmótica, sob tempo e temperatura determinados (ANWAR et alii, 1978). potencial osmótico da solução regula a quantidade de água absorvida, no qual é permitido o desenvolvimento das fases iniciais da germinação (fases I e II), mas sem atingir o estado de emergência da radícula (fase III) no padrão trifásico proposto por Bewley e Black, citados por BRADFORD (1986). Após submetidas ao osmocondicionamento, as sementes são lavadas em água pura e secas, sendo novamente colocadas para germinar, sob condições normais, experimentando, então, melhora significativa quanto à germinação (PANDEY, 1989; RAGHAVENDRA, 1991; TALAVERA-WILLIAMS et alii, 1991). resultados positivos do osmocondicionamento, reportados sobretudo para culturas agrícolas, reafirmam o seu grande potencial para melhorar o processo de germinação e o vigor das sementes. Sob condições naturais, essa técnica é de grande utilidade, pois permite a formação de áreas mais uniformes do cultivo (HEYDECKER et alii, 1973; MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989; CLARK e JAMES, 1991). O osmocondicionamento, além de ser utilizado comercialmente, é um método muito conveniente, especialmente quando se refere ao tratamento de grandes quantidades de sementes (até 1000 kg) (FURUTANI et alii, 1986; BUJALSKI et alii, 1989, 1991a;).

O osmocondicionamento constitui uma alternativa viável para favorecer o desempenho sob condições de estresse hídrico, salino ou térmico, principalmente em lotes de sementes de baixa qualidade fisiológica (EIRA, 1988). O estudo do osmocondicionamento representa, assim, uma linha de pesquisa das mais promissoras, não obstante vários de seus aspectos ainda não terem sido elucidados, como, por exemplo, os efeitos da secagem e a possibilidade de reversão dos efeitos dos tratamentos durante o armazenamento das sementes.

A umidade é fator imprescindível, pois é com a absorção de água por embebição que se inicia o processo da germinação. Para que isso aconteça, há necessidade de que a semente alcance um nível adequado de hidratação, que permita a reativação dos processos metabólicos. A absorção, inicialmente, passa por uma fase exponencial, em conseqüência da grande diferença de potencial hídrico entre a semente e o meio. Como a semente encontra-se desidratada, seu potencial mátrico é muito negativo, determinando um potencial hídrico muito baixo, bem menor do que no ambiente, o que resulta num intenso fluxo de água para as sementes (BORGES e RENA, 1993). A semente está também sujeita ao déficit de umidade,

causado pelo potencial osmótico do meio no qual se encontra.

Cada espécie possui um nível crítico de umidade, abaixo do qual não se verifica germinação, muito embora isto não signifique que o metabolismo esteja inativado. As sementes apresentam comportamento variado, quanto ao mecanismo de obtenção da umidade (BORGES et alii, 1991).

Tem-se procurado avaliar a embebição de sementes pela determinação da pressão osmótica em solução salina, capaz de fazer cessar a absorção de água pela semente (LABORIAU, 1983). A diminuição no potencial hídrico do meio está associada a um aumento da pressão osmótica da solução. Esse efeito tem sido reproduzido em soluções, pelo acréscimo de agentes osmóticos como PEG (polietileno glicol) e manitol, compostos que, simultaneamente, aumentam a pressão osmótica do meio e são praticamente inertes em relação ao metabolismo da planta durante a germinação (SANCHEZ e AZUARA, 1980).

A AOSA, citada por EIRA (1988), considera o teste de estresse como um método de determinação do vigor das sementes. Esse teste consiste em submeter a semente a uma ou mais condições de estresse que ela poderia encontrar no solo. Os testes, normalmente, envolvem o monitoramento da germinação sob condições variáveis de estresse, usando soluções osmóticas apropriadas.

Essas soluções têm sido amplamente utilizadas para induzir ao déficit hídrico durante a germinação. Alguns desses sais são mais tóxicos do que outros, dependendo da espécie e da tensão em que são aplicados.

Compostos como manitol, glicerol ou sacarose têm sido utilizados, porém com resultados variáveis. O polietileno

glicol (PEG), por ser fisiologicamente mais inerte que os demais, tem sido mais utilizado (TALAVERA-WILLIAMS et alii, 1991). O PEG simula satisfatoriamente as condições de campo, quanto às condições de umidade para a germinação, podendo decrescer o potencial hídrico no meio radicular da planta (FALUSI et alii, 1983). O PEG é solúvel em água, sendo fácil preparar soluções com potenciais osmóticos acurados e precisos, apresentando baixa toxidez, na maioria dos casos (LAWLOR, 1970). O PEG 6000 tem sido sugerido para trabalhos em escala comercial e para pesquisas com essa finalidade, pois não é absorvido pela semente (TALAVERA-WILLIAMS et alii, 1991).

Embora o déficit hídrico produzido por soluções osmóticas não seja uma reprodução exata do déficit causado pela falta de umidade no meio, essas soluções são usadas em testes de resistência das plantas à seca, com bons resultados (HELMERICK e PFEIFER, 1954; FANOUS, 1967; WILLIAMS et alii, 1967; JONES, 1969).

Em geral, quando a semente é submetida ao estresse osmótico, tanto a porcentagem final de germinação quanto o desenvolvimento inicial da plântula são sensivelmente influenciados pelas tensões das soluções que proporcionam diferentes potenciais hídricos (BARNETT, 1966; BONNER e FARMER, 1966; MACHADO et alii, 1976; HADAS, 1976; Mc CLENDON, 1981; CONOVER e GEIGER, 1984; BRADFORD, 1986; THANOS e SKORDILIS, 1987).

EIRA (1988) considera o estresse hídrico em sementes de culturas agrícolas um assunto que praticamente não tem sido estudado no Brasil.

Em termos de sementes de espécies florestais, existem poucas informações sobre os efeitos do estresse hídrico na germinação (BEWLEY e BLACK, 1982; FALUSI et alii, 1983; BORGES et alii, 1991). A variabilidade existente entre as diferentes espécies proporciona, também, a variabilidade em comportamento. Em espécies do gênero Eucalyptus, a água desempenha grande importância durante a fase inicial da cultura, isto é, na germinação, no enraizamento e no desenvolvimento caulinar, que ficam comprometidos sob condição de deficiência hídrica (Awe et alii, Zohar et alii, citados por FAÇANHA, 1983).

ZOHAR et alii (1975), estudando o efeito da luz, temperatura e do estresse hídrico em sementes de Eucalyptus occidentalis Endl., verificaram que o potencial osmótico -0,91 MPa inibiu a germinação em 23%, à temperatura de 30°C e sob luz contínua; esse efeito aumentou sob temperatura superior ou inferior a 30°C. FAÇANHA (1983), estudando outras espécies de **Eucalyptus** submetidas diversas condições osmóticas, concluiu que todas sofreram decréscimo na germinação, quando colocadas em baixos potenciais hídricos, e que E. camaldulensis e E. clöeziana foram as espécies mais e menos resistentes ao estresse, respectivamente, tanto em solução de manitol quanto em polietileno glicol (PEG). Esse autor inferiu, em relação às diferenças de germinação observadas em relação aos agentes osmóticos, que tinha havido, além do efeito osmótico, um efeito tóxico do manitol, em face de sua penetração nos tecidos e do possível efeito inibitório na respiração das sementes em germinação.

Edgar, citado por BORGES et alii (1991), observou que as sementes de Eucalyptus camaldulensis tiveram a germinação retardada em solução de -6 bars, enquanto as sementes de Eucalyptus regans somente mostraram tal redução em -8 bars. Segundo o autor, a sensibilidade das sementes ao estresse hídrico pode atuar como mecanismo de inibição de germinação, quando as condições de umidade no solo não são adequadas.

Na avaliação do efeito do estresse osmótico induzido por PEG, durante um mês sobre a germinação de sementes de **Tecoma stans**, CORDERO e DI STEFANO (1991) verificaram que a germinação foi fortemente inibida a -1,0 MPa, sendo totalmente bloqueada a -1,5 MPa. Entretanto, nos tratamentos a -0,5, -0,1 MPa e testemunha, a germinação foi de 72,0, 88,0, e 88,6%, respectivamente. O índice de germinação (IG) indicou redução na taxa de germinação, com o decréscimo do potencial osmótico da solução.

BORGES et alii (1991), avaliando o efeito do estresse hídrico na germinação de sementes de Dalbergia nigra (jacarandá-da-Bahia) e Cedrela fissilis (cedro-rosa), concluíram que essas espécies apresentam diferentes capacidades de competir pela água disponível no meio. Os autores sugerem que o jacarandá seja mais eficiente na obtenção de água do que o cedro-rosa, acreditando que essa maior capacidade de competição por umidade seja determinada pelas condições em que está crescendo a árvore-matriz.

FALUSI et alii (1983), utilizando PEG 6000, concluíram que a redução do potencial hídrico no substrato, para valores menores que -2 bar, diminuiu consideravelmente a porcentagem de germinação de sementes de várias

procedências de **Pinus halepensis**. O valor de -2 bar, considerado como de estresse moderado, causou um aumento significativo no tempo médio de germinação.

Em virtude da carência de pesquisas sobre o efeito do estresse hídrico em essências florestais, faz-se necessário considerar resultados de estudos com outras espécies vegetais. Assim, TAKAKI (1990) verificou inibição da germinação de sementes de arroz, em função do decréscimo do potencial hídrico do meio induzido por PEG 6000. Também, YOON (1990) obteve diminuição considerável na porcentagem de germinação de sementes de sete espécies de gramíneas, em resposta ao aumento das tensões de PEG. Nesse trabalho os tratamentos com altas tensões resultaram em efeitos semelhantes às condições de estresse no campo.

Sementes de **Impatiens walleriana**, submetidas a PEG 8000, nas tensões de -0,1; -0,2; -0,4; e -0,6 MPa, sofreram redução na germinação em 13, 49, 91 e 100%, respectivamente (KHADEMI et alii, 1991).

SANTOS et alii (1992) verificaram reduções na germinação de sementes de soja, à medida que o potencial osmótico diminuiu, sendo esta germinação totalmente inibida a -12 e -15 atm.

Verifica-se que, quanto mais negativo o potencial hídrico do substrato, menor a germinação. Isto parece ser em razão do acréscimo no período de tempo correspondente à fase II desse processo, segundo o padrão trifásico proposto por BEWLEY e BLACK (1978), no qual ocorreriam uma elevação na tensão de ácido abscísico nas sementes e a conseqüente inibição do alongamento celular (BRADFORD, 1986; EIRA,

1988). O aumento da tensão osmótica pelo PEG e outros agentes osmóticos inibe a síntese de alfa amilase, reduzindo o metabolismo nas células da camada de aleurona (BEWLEY e BLACK, 1978).

BORGES et alii (1991) concluíram que a pré-indução das sementes oferece como vantagens a redução no tempo para iniciar a germinação, as maiores velocidade e porcentagem final de germinação, além de capacitar as sementes a germinar em ambientes com potenciais osmóticos mais altos que os normalmente suportados.

A rápida e alta germinação das sementes pré-tratadas demonstrou a inexistência de danos metabólicos permanentes, causados pelas soluções de PEG (CORDERO e DI STEFANO, 1991); evidenciando seu potencial como indutor inerte da seca. Portanto, esses autores consideram que, na ausência de outros fatores limitantes, o estresse hídrico e as chuvas esporádicas no início da estação chuvosa podem atuar como pré-tratamento e favorecer a germinação.

FALUSI et alii (1983) reportaram uma resposta muito rápida no tempo de germinação de sementes de **Pinus** halepensis, submetidas a -8 bar, mediante PEG 6000.

A condição ótima requerida para o osmocondicionamento varia entre espécies, variedades, estoques de sementes da mesma variedade, assim como em relação à condição osmótica que se aplica (BEWLEY e BLACK, 1982).

DONALD e LUNDQUIST (1988) verificaram que a estratificação das sementes e o tratamento com PEG antes da
germinação reduziram a dormência das mesmas, para quase
todas as espécies de eucalipto estudadas, e aumentaram a

capacidade germinativa em E. cloeziana, E. fastigata, E. fraxinoides e E. australiana.

BUJALSKI et alii (1989) reportaram que sementes de cebola tratadas com soluções de PEG a -1,5 MPa, por 14 dias, a 15°C, e com uso de ar enriquecido em oxigênio, demonstraram consideráveis aumentos na porcentagem de germinação, em comparação às sementes não-tratadas. Para essa mesma espécie sob precondicionamento, FURUTANI et alii (1986) obtiveram germinações mais rápidas e uniformes, sobretudo sob temperaturas de 10°C, em relação a 24°C.

Sementes velhas de trigo, que precisam de longos períodos para iniciar a germinação, quando tratadas com osmocondicionamento, mediante PEG 6000, têm rápida e uniforme germinação (DELL'AQUILA et alii, 1984; DELL'AQUILA e TARANTO 1986).

ALVARADO e BRADFORD (1988a) obtiveram redução de até 41% no tempo de germinação de sementes de tomate, pré-tratadas em solução de PEG 8000 (-1,25 MPa). Sob condições apropriadas de armazenamento (6% de umidade a 10 e 20°C), essas sementes conservaram alta viabilidade durante 18 meses. Em outros estudos realizados também com sementes de tomate, mas utilizando PEG 6000 em diferentes tensões, foram obtidas redução considerável no tempo médio e elevação da porcentagem de germinação, sendo que a germinação final não foi alterada pelo PEG (LIPTAY e TAN, 1985; TALAVERA-WILLIAMS et al., 1991).

Avaliando o efeito do osmocondicionamento em sementes de quatro espécies de gramíneas, usando tensões na faixa de -1,5 a -7,7 MPa, HARDEGREE e EMMERICH (1992) verificaram

maiores porcentagens de germinação nos tratamentos em que foi aplicado o osmocondicionamento em altas tensões osmóticas e por períodos curtos de embebição (dois a três dias). Entretanto, em baixas tensões e em períodos longos de embebição (até 14 dias), as sementes exibiram menores valores na germinação.

Sementes de sorgo que foram armazenadas a 10, 15 e 20°C, após serem tratadas com PEG 8000, em tensões de 0 até 40%, atingiram sua máxima porcentagem de germinação de 99,6%, a 20°C, quando embebidas por dois dias na tensão de 20% de PEG (HUR, 1990). O osmocondicionamento com PEG 8000 favoreceu o aumento da porcentagem e da taxa de germinação de sementes de sorgo e azevém (HUR, 1991).

Sementes de alface, submetidas tanto à pré-hidratação quanto ao osmocondicionamento, apresentaram taxa de germinação mais acelerada; no entanto, quando armazenadas, as sementes apresentaram alta susceptibilidade à deterioração (TARQUIS e BRADFORD, 1992).

O osmocondicionamento em sementes de Pastinaca sativa resultou em efeitos benéficos na porcentagem e no tempo médio de germinação (GRAY et alii, 1984). Nos tratamentos em que foram aplicadas soluções de PEG 6000 a -1,5 MPa, observaram-se níveis similares de emergência da radícula; sobretudo, experimentou-se uma rápida germinação em comparação com aqueles em que as sementes não foram tratadas.

Estudos semelhantes também foram realizados com alho. BUJALSKI et alii (1991a) embeberam sementes desta espécie em soluções de PEG, a 15°C, seguidas de imediata semeadura, e também aplicando secagem ao ar, por um dia, antes da

semeadura. Os autores obtiveram aumento significativo na porcentagem e maior uniformidade na germinação, quando comparadas à testemunha. Resultados com a mesma espécie foram reportados por BUJALSKI et alii (1991b), que concluíram que a superioridade do osmocondicionamento nas sementes é refletida numa melhor razão germinação/emergência, já que tanto o tempo para emergência da radícula quanto os valores médios do peso fresco das mudas foram signicativamente superiores nas sementes sob osmocondicionamento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição do Material

Foram utilizadas sementes de **Esenbeckia leiocarpa**Engl (guarantã), **Eucalyptus citriodora** Hook e **Eucalyptus**grandis W. Hill (ex Mainden).

As sementes de guarantã foram coletadas em setembro de 1992 e, após a secagem dos frutos ao sol, ficaram armazenadas a 20°C, em caixa de fibra de papel, durante cinco meses.

As sementes das duas espécies de eucalipto foram fornecidas pela Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara (CAF).

As sementes de guarantã foram selecionadas, tendo sido eliminadas aquelas que se apresentavam danificadas. No caso de E. grandis, foram utilizadas as sementes retidas na peneira, com malha de 0,84 mm de abertura. Para E. citriodora, não houve seleção das sementes por tamanho.

Para prevenir a incidência de microrganismos, antes de cada teste, as sementes foram imersas durante 1 minuto em solução de hipoclorito de sódio, a 5%, sendo, a seguir, lavadas com água destilada. As placas de Petri utilizadas nesses testes também foram previamente esterilizadas com álcool etílico.

3.2. Testes Preliminares

3.2.1. Avaliação da Emergência das Sementes sob Estresse Hídrico

As sementes foram submetidas a potenciais osmóticos de -0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; e -1,0 MPa, induzidos por água destilada (testemunha) e polietileno glicol de massa molar 6000 (PEG 6000). A testemunha consistiu de água destilada. A tensão molal de PEG, para cada potencial, foi calculada conforme MICHEL e KAUFMANN (1973).

Cada potencial osmótico correspondeu a um tratamento, constituído por cinco repetições, de 20 sementes cada.

As sementes foram colocadas em placas de Petri, sobre papel "germitest" em folha dupla, umedecido com a respectiva solução ou com água destilada. A quantidade de solução ou água equivaleu a 3 ml/placa, que foi determinada em função do peso do papel, sendo essa igual a três vezes o peso deste. Logo após, cada placa foi hermeticamente fechada, para evitar evaporação da água.

O experimento foi conduzido em germinador, sob temperatura constante de 25°C e luz contínua, tendo sido

avaliada a porcentagem de emergência da radícula.

3.2.2. Teste de Embebição sob Estresse Hídrico

Com base nos resultados dos ensaios descritos em 3.2.1, foram descartados os níveis de potencial osmótico que resultaram em emergência mínima ou nula. Assim, as sementes foram submetidas aos seguintes potenciais: -0,2; -0,4; -0,6; MPa, correspondentes aos tratamentos, e 0,0 MPa, como testemunha. Foram colocadas três repetições de 20 sementes na respectiva solução ou em água destilada, após o qual cada placa foi hermeticamente fechada e colocada no germinador, sob temperatura constante de 25°C e luz contínua. As sementes foram avaliadas 0; 24; 48; 72; 96; 120; 168; 216; 264; e 312 horas após o início dos tratamentos.

Em cada período de tempo, retirou-se uma sub-amostra ao acaso, avaliando a emergência da radícula, e, em seguida, as sementes foram enxaguadas com água destilada e secas superficialmente com papel absorvente, tendo sido determinado o grau de umidade pelo método de estufa a 105°C, por 24 horas, de acordo com BRASIL (1992). Os resultados foram expressos em porcentagen média de umidade e emergência da radícula por amostra.

3.3. Avaliação do Osmocondicionamento, da Secagem e do Armazenamento

Antes de proceder ao osmocondicionamento das sementes das espécies estudadas, foram selecionados lotes de 1000

sementes cada, divididos em dois grupos iguais. As sementes de um dos grupos foram pesadas, devendo, após o osmocondicionamento e a secagem, atingir novamente esse peso inical.

Os potenciais osmóticos utilizados neste teste (0,0; -0,2; -0,4; e -0,6 MPa) foram selecionados sob o mesmo critério descrito em 3.2.2. As sementes foram imersas em 30 ml de cada solução ou água destilada, dentro de caixas gerbox e sobre duas folhas de papel-filtro, fechadas hermeticamente.

O tempo de embebição das sementes em cada condição osmótica foi determinado com base nos resultados do teste de embebição sob estresse hídrico (3.2.2), correspondendo ao período prévio à emergência da radícula, conforme apresentado no Quadro 1.

QUADRO 1 - Tempo Total de Embebição das Sementes de Três Espécies Florestais Sob Diferentes Potenciais Osmóticos e Água Destilada

Espécie	PEG (MPa)			
	0	-0,2	-0,4 t (h)	-0,6
Guarantã	96	120	120	168
E. citriodora	48	48	48	48
E. grandis	48	48	48	48

Decorrido o respectivo tempo de osmocondicionamento, cada lote de sementes foi retirado, e 500 sementes de cada

grupo foram submetidas aos seguintes tratamentos de secagem:

- 1 Secagem superficial com papel-toalha, sob condições normais de ambiente, por 5 minutos, com o intuito de retirar a água superficial das sementes; método adaptado de EIRA (1988).
- 2 Secagem com circulação de ar. Para tanto, construiu-se uma caixa de madeira de 28,0 cm de altura X 23,0 de largura X 28,5 cm de comprimento, com um orifício lateral para a entrada de ar e outro, com diâmetro maior no topo, para sua saída, de modo a ter condições uniformes quanto ao fluxo e à temperatura do ar. Para gerar o fluxo de ar, utilizou-se um secador capilar convencional, regulado na menor velocidade e na condição fria, tendo sido atingida, desta forma, uma temperatura constante de 32ºC. Na abertura do topo, colocaram-se as sementes dentro de peneiras de metal, variando a sua abertura, segundo o tamanho da semente. A secagem foi realizada até que as sementes atingissem o peso inicial. tempo médio de secagem por espécie foi: guarantã, 150 minutos; E. citriodora, 34 minutos, e E. grandis, 17 minutos.

Uma vez secas, as sementes foram armazenadas durante 15 e 30 dias, sob duas diferentes condições: a 5° C em câmara fria e a 20° C em antecâmara.

Os recipientes utilizados para o armazenamento foram vidros, com capacidade para 50 ml. Cada um desses recipientes, com tampa de borracha, após receberem um total de 100

sementes, foi lacrado com "parafilm".

Antes de proceder ao armazenamento, duas amostras de 100 sementes cada, pertencentes a cada tratamento de secagem, foram colocadas para germinar, visando avaliar a resposta na ausência de armazenamento.

3.3.1. Avaliação e Análise Estatística

As sementes, assim condicionadas, secas e armazenadas, constituíram os tratamentos. O parâmetro avaliado foi
a porcentagem final de emergência, e sua determinação foi
conduzida com cinco repetições, de 20 sementes cada, seguindo a metodología descrita em 3.2.1, sendo obtidas as porcentagens médias de emergência da radícula, para cada tratamento.

No teste de osmocondicionamento, os tratamentos, em arranjo fatorial, foram presença e ausência de secagem ao ar, três períodos de tempo (0; 15; e 30 dias) e duas temperaturas de armazenamento (5 e 20°C), dispostos em esquema inteiramente casualizado.

A análise estatística dos dados obtidos foi realizada separadamente para cada espécie, por meio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na UFV.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Emergência sob Estresse Hídrico

Os valores médios das porcentagens de emergência das sementes, para os diferentes níveis de potenciais osmóticos, para cada espécie estudada, estão apresentados na Figura 1.

Com o aumento do potencial osmótico, observou-se, em todas as espécies, inibição da porcentagem final de emergência. FAÇANHA (1983) e SANTOS et alii (1992) encontraram efeito similar ao aqui obtido, em seus estudos com sementes de Eucalyptus spp. e de soja, respectivamente. Por outro lado, CAPRONI et alii (1993) observaram, em sementes de E. citriodora, de tamanho entre 1,68 e 2,38 mm, que a porcentagem de emergência não foi afetada pelo decréscimo do potencial osmótico. Tal fato pode estar relacionado com o maior tamanho dessas sementes, que são menos sensíveis ao meio de germinação (Haper e Benton, citados por CAPRONI et alii, 1993). Como neste trabalho não houve separação das sementes

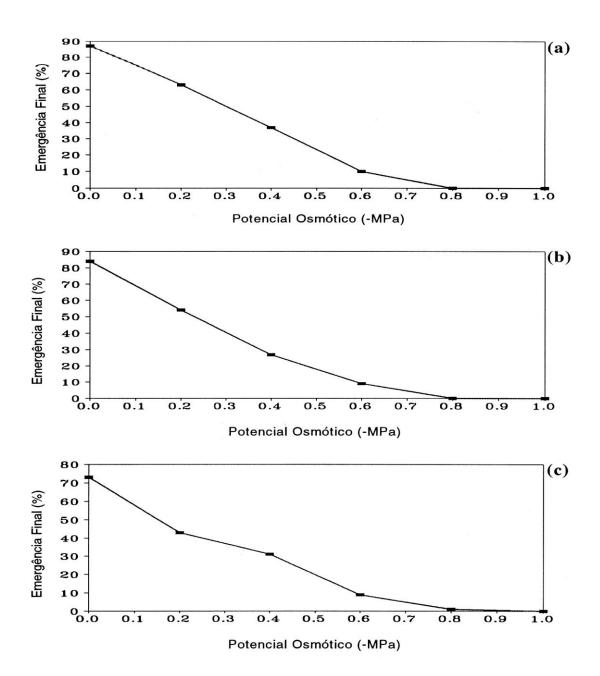


FIGURA 1 - Efeito do Potencial Osmótico sobre a Porcentagem de Emergência Final de Sementes de Guarantã (a), Eucalyptus citriodora (b) e Eucalyptus gandis (c).

pelo tamanho, a presença de sementes menores que as utilizadas por aqueles autores poderia ser a causa das discordâncias encontradas.

Os potenciais osmóticos testados nos ensaios preliminares, que resultaram em valores mínimos ou nulos de gência, para as três espécies estudadas, situaram-se entre -0,8 MPa, para sementes de guarantã e E. citriodora, -1,0 MPa, para as de Eucalyptus grandis, similares aos CAPRONI et alii (1993), que observaram, para sementes de E. grandis, que os potenciais de 0,0; -0,25; e -0,50 MPa apreporcentagens de emergência significativamente sentaram superiores àquelas submetida a -0,75 MPa. Extrapolando esses resultados para condições naturais, espera-se que sementes de qurantã, E. citriodora e E. grandis apresentem emergência muito baixa ou virtualmente nula, quando o potencial osmótico do solo for igual ou inferior a -0,8 MPa.

Assim, a sensibilidade das sementes ao estresse hídrico pode atuar como mecanismo de inibição da emergência, quando as condições de umidade no solo não são adequadas (Edgar, citado por BORGES et alii, 1991).

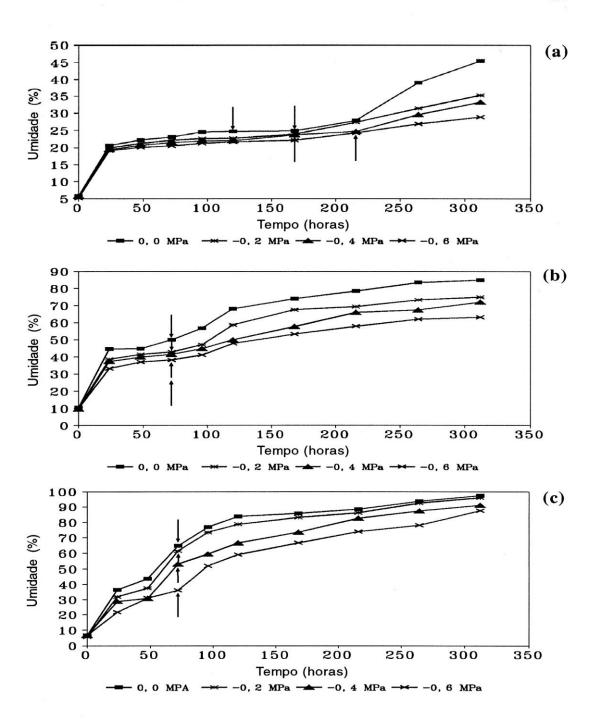
A inibição na emergência da radícula, com a menor disponibilidade de água, está relacionada à redução da atividade enzimática e, consequentemente, à diminuição do metabolismo das sementes, o qual é necessário para digestão de reservas e translocação dos produtos metabolizados (BEWLEY e BLACK, 1978), o que poderia explicar os resultados obtidos nessas três espécies estudadas.

4.2. Umidade e Emergência da Radícula sob Estresse Hídrico

Os valores referentes aos teores de umidade das sementes, expressos em porcentagem média por amostra, são apresentados na Figura 2, mediante curvas de embebição para cada espécie estudada.

As sementes das três espécies apresentaram tendências semelhantes, quanto à variação de absorção de água. As sementes de **E.grandis** demonstraram maior capacidade de absorção de água, seguidas por sementes de **E.citriodora**. As sementes de guarantã embeberam menos que as demais.

Quando observada a tendência geral das curvas de embebição, independentemente do potencial osmótico aplicado, verificou-se que a absorção de água pelas sementes seque o padrão trifásico proposto por BEWLEY e BLACK (1978). Essa curva caracteriza-se por uma primeira fase (fase I), correspondente à rápida absorção de água, em um intervalo curto de tempo, em virtude, principalmente, potencial do mátrico. Nessa fase, tanto as sementes mortas quanto as vivas apresentam o mesmo comportamento. Entretanto, nas sementes vivas, há início do desdobramento de reservas. Segue-se uma segunda fase (fase II), em que a embebição é menos intensa e ocorre a mobilização de reservas para pontos em crescimento. Finalmente, na terceira fase (fase III), há a retomada de absorção, relacionada com a emergência da radícula (BEWLEY e BLACK, 1978). As três fases, bem como a emergência da radícula, estão indicadas por setas, na Figura 2. Essa tendência geral foi mais marcante em quarantã e E. citriodora do que em E.grandis.



^{*} As setas indicam o início da emergência da radícula.

FIGURA 2 - Curvas de Embebição de Sementes de Guarantã (a), Eucalyptus citriodora (b) e Eucalyptus gandis (c) em Diferentes Potenciais Osmóticos, em Função do Tempo.

A seqüência das curvas de embebição, nas três soluções de PEG, para as três espécies, tiveram tendências similares. A porcentagem de umidade foi maior no potencial zero (água), diminuindo com a redução do potencial osmótico, concordando, assim, com as observações em várias espécies agrícolas (REDDY e VEERANJAEYULU 1990; BUJALSKI et alii, 1991a, 1991b; HARDEGREE e EMMERICH, 1992; TARQUIS e BRADFORD, 1992).

Verificou-se que, à medida que diminue o potencial osmótico, durante o processo de embebição da semente, estende-se mais a fase II do padrão trifásico da germinação, implicando atraso no tempo de emergência da radícula. Esse fato, marcante em sementes de guarantã, concorda com observações de HEYDECKER et alii (1973), de que a solução osmótica inibe a emergência da radícula durante a embebição, mas permite suficiente hidratação para o desenvolvimento dos processos metabólicos. Pelo exposto anteriormente, confirmaram-se as informações de BRADFORD (1986), EIRA (1988), BUJALSKI et alii (1991b) e TARQUIS e BRADFORD (1992), concernentes ao acréscimo no período correspondente à fase da germinação. Segundo BEWLEY e BLACK (1978), o aumento concentração osmótica no endosperma pode causar estresse osmótico nas células da camada de aleurona de sementes de gramíneas, reduzindo, assim, o metabolismo nessa fase da germinação. Comprova-se, assim, a afirmativa de POPINIGIS (1977), de que o prazo médio de emergência é maior quando a disponibilidade de água é menor. Por outro lado, evita-se a possibilidade de acontecer danos durante a fase de embebição (FUJIKURA e KARSSEN, 1992). É interessante salientar

diferenças observadas no início de emergência entre as espécies. Se por um lado, as sementes de ambas as espécies de eucaliptos apresentam emergência no início da fase III, o mesmo não ocorre com sementes de guarantã, que têm sementes germinando, aparentemente, no meio da fase II. Por serem espécies em fase de domesticação, os eucaliptos têm sementes emergência mais uniforme, com menor distribuição no tempo. Por outro lado, o guarantã é ainda uma espécie selvapossuindo, provavelmente, maior variação do potencial hídrico entre as suas sementes. Consequentemente, a gência é também distribuída ao longo do período de germinação, pois cada uma das sementes alcançará o grau de umidade ideal de emergência em épocas diferentes, em virtude ajustamento osmótico desigual entre elas, ao longo do tempo. Esta distribuição de emergência ao longo do tempo tem como vantagem o aumento na chance de sobrevivência, uma vez que algumas delas encontrarão condições adequadas para a emergência.

Os valores de emergência das sementes sob diferentes potenciais osmóticos, expressos em termos cumulativos, são apresentados na Figura 3, para cada espécie estudada.

A emergência cumulativa no final do período de medição, para cada espécie, em cada potencial osmótico (Figura 3), assemelha-se aos resultados obtidos no teste de emergência final sob estresse hídrico (Figura 1), evidenciando a similitude esperada entre os valores.

Observou-se, neste teste, que a diminuição da disponibilidade de água resulta em menor porcentagem de emergência. Essa resposta, também detectada por CAPRONI et alii (1993), para sementes de E. grandis, é explicada pela

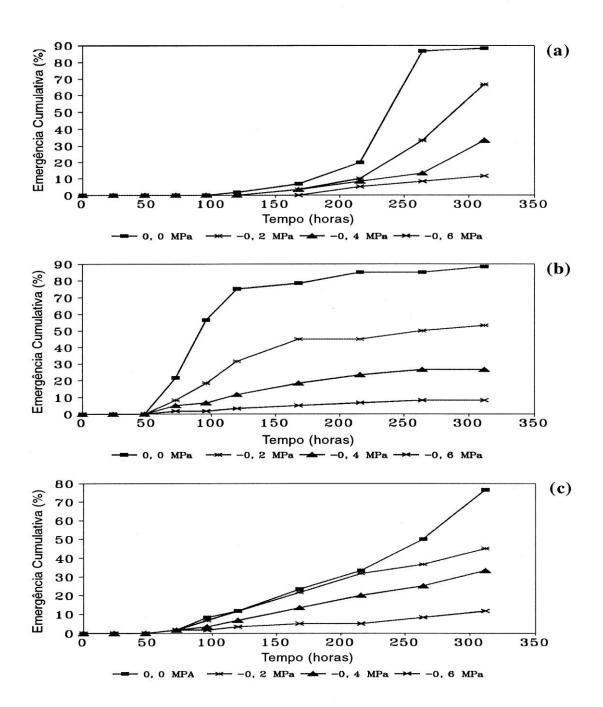


FIGURA 3 - Efeito do Potencial Osmótico sobre a Porcentagem de Emergência Cumulativa em Sementes de Guarantã (a), Eucalyptus citriodora (b) e Eucalyptus gandis (c).

redução na velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos.

Muito embora as sementes das três espécies tenham pouca variação entre si, quanto à resposta à disponibilidade de água e às respectivas emergência, diferentes espécies resistem a diferentes valores de potencial hídrico, ocorrendo uma diminuição drástica ou inibição total da emergência (PEREZ e MORAES, 1991).

Os resultados deste trabalho corroboram os relatos feitos para outras essências florestais, por **THERIOS** (1982), FAÇANHA e OLIVA (1983), FALUSI et alii (1983),CORDERO e DI STEFANO (1991) e BORGES et alii (1991), sementes de Prunus amygdalus, Pinus halepensis, Eucalyptus Tecoma stans e Dalbergia nigra e Cedrela fissilis, spp., respectivamente, de que há uma forte inibição da emergência atraso na sua iniciação, com o aumento do potencial osmótico induzido por PEG. Do mesmo modo, TALAVERA-WILLIAMS et alii (1991) obtiveram resultados com essa mesma tendênquando realizaram o "priming" em sementes de tomate. Esse fato é amplamente relatado, na literatura, para sementes agrícolas e forrageiras (McWILLIAM e PHILLIPS, 1971; WILLIAMS e SHAYKEWICH, 1971; BARRUETO, 1978; BEWLEY e BLACK, EL-SHARKAWI e SPRINGEL, 1979; ETHERINGTON e EVANS, 1978; DELACHIAVE et alii, 1986; SA, 1987; EIRA, 1988; ALTUVE, 1989; TAKAKI, 1990; YOON, 1990).

4.3. Avaliação do Efeito do Osmocondicionamento

Os resultados relativos aos efeitos do osmocondicionamento serão apresentados e discutidos por espécie estudada. Os valores médios de porcentagem de emergência das
testemunhas encontram-se no Quadro 2.

4.3.1. Guarantã

As equações de regressão ajustadas para os valores de emergência das sementes de guarantã, após serem submetidas ao osmocondicionamento, são apresentadas no Quadro 3 e os respectivos gráficos apresentados na Figura 4.

Comparada a emergência das testemunhas (85%) para sementes sem armazenamento e sem osmocondicionamento com a emergência de 87% para sementes armazenadas por 15 dias, a 5°C, o osmocondicionamento das sementes não teria uma promoção da emergência das radículas digna de nota em qualquer dos tratamentos, exceto para T6 e T7 (92,2 e 91,4%, respectivamente).

Analisando a emergência em relação às equações de regressão, na condição com secagem das sementes ao ar, houve efeito do PEG para a interação tempo x temperatura testada. Com exceção do tratamento T1, em que o PEG teria efeito linear, a porcentagem de emergência máxima seria atingida quando PEG fosse aplicado na concentração de -0,43 a -0,44 MPa; valores consistentes com o reportado por BORGES et alii (1991), em que a pré-indução a -4 bar provocou o maior aumento na porcentagem de emergência final em sementes de cedro-rosa.

QUADRO 2 - Valores Médios das Porcentagens de Emergência de Sementes de Guarantã, **Eucalyptus citriodora** e **Eucalyptus grandis**, Submetidas a Diferentes Tempos e Temperaturas de Armazenamento

Espécie	Tempo (Dias)	Temperatura (^O C)	Emergência ^{1/} (%)
	0	(85
	15	5	87
Guarantã	15	20	86
	30	5	85
	30	20	84
	0		85
	15	5	86
E. citriodora	15	20	86
	30	5	84
	30	20	85
-			
	0		72
	15	5	75
E. grandis	15	20	72
	30	5	74
	30	20	75

^{1/} Média de cinco repetições.

QUADRO 3 - Equações de Regressão Ajustadas para os Valores de Emergência (Y) em Sementes de Guarantã, em Função dos Potenciais Osmóticos (X) Obtidos por Solução de PEG

Trata- mento	Tempo Armazenamento (Dias)	Tempe- ratura (°C)	Equações ¹ /	R ²	Valor de X para o o Máximo (MPa)	Emergência Máxima Estimada (%)
			COM SECAGEM AO AR			1
т ₁	0		Ŷ = 13,50 + 2,50 [*] X	0,64	- 0,60	21,00 ²
^T 2	15	5	$\hat{Y} = 13,00 - 8,33^{*}X + 14,00^{*}X^{2} - 3,66X^{3}$	1,00	- 0,44	23,46
T ₃	15	20	$Y = 17,00 - 45,33^{**}X + 64,50^{**}X^2 - 16,16^{**}X^3$	1,00	- 0,44	57,39
T ₄	30	5	$Y = 12,00 - 21,50^{*}X + 39,00^{*}X^{2} - 10,50^{*}X^{3}$	1,00	- 0,43	41,70
T ₅	30	20	$\hat{Y} = 5,00 - 26,66^{*}X + 41,50^{*}X^{2} - 10,83^{*}X^{3}$	1,00	- 0,43	31,90
	V.		SEM SECAGEM AO AR			
Т6	0		Y = 83,80 + 2,80 X	0,89	- 0,60	92,2 ^{2/}
^T 7	15	5	Y = 77,60 + 4,60**X	0,82	- 0,60	91,4 ^{2/}
^T 8	15	20	Ŷ = 5,50 + 4,00**X	0,79	- 0,60	17,5 ^{2/}
Т9	30	5	Ŷ = Ŷ = 0,75			0,75 ^{3/}
T ₁₀	30	20	Ŷ = Ÿ = 0,00		•••	0,00 ^{3/}

^{**} Significativo a 1%.

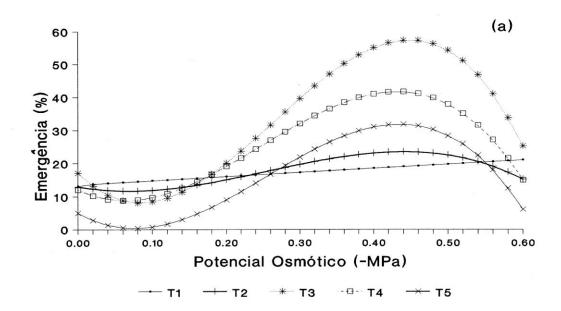
* Significativo a 5%.

Obtida ao considerar X = 0;

** Significativo a 5%.

** Obtida ao considerar X = 0;

X = 3.
2/ Germinação estimada para o maior valor de X estudado.



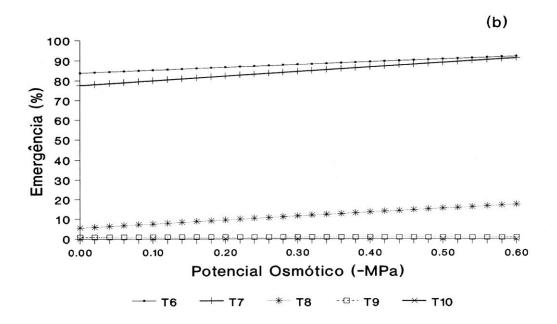


FIGURA 4 - Efeito do Osmocondicionamento na Porcentagem de Emergência de Sementes de Guarantã, na Presença (a) e na Ausência (b) de Secagem ao Ar.

Na condição sem secagem ao ar (secagem superficial com papel absorvente), somente haveria efeito do PEG, e este seria de natureza linear, nos tratamentos T6, T7 e Pode-se observar que as sementes responderam mais ao PEG T7, no potencial de -0,6 MPa, em que se obteria 91,4% de emergência total. No entanto, o T6, embora apresentando menor resposta ao PEG do que o T7, seria capaz de proporcionar 92,2% de emergência total (Figura 4). O efeito natureza linear positiva do PEG, no T1, T6, T7 e T8, indica que maiores porcentagens de emergência podem ser obtidas para PEG acima de -0,6 MPa. Esses resultados corroboram observações em sementes de jacarandá-da-Bahia, feitas por BORGES et alii (1991), em que a pré-indução a -6 bar favoreceu a emergência, mas o maior valor na porcentagem de emergência foi obtido quando as sementes foram submetidas ao potencial de -8 bar.

Ao comparar os tratamentos T6 com T1 e T7 com T2, verifica-se o efeito negativo da secagem ao ar. BUJALSKI e NIENOW (1991), trabalhando com sementes de tomate, e GRAY et alii (1991), com sementes de cebola, cenoura e aipo, registraram resultados semelhantes aos aqui observados, em que a porcentagem de emergência foi afetada negativamente, quando as sementes foram secas.

Comparativamente a T6 e T7, as sementes do tratamento T8, que foram armazenadas por 15 dias, a 20°C, após o osmocondicionamento, apresentaram redução drástica na emergência, alcançando apenas 17,5%. Este valor pode ser aumentado para 57,39%, pela aplicação de secagem combinada à utilização do PEG a -0,44 MPa (T3) (Figura 4).

As sementes de guarantã, quando armazenadas por 30 dias na condição sem secagem ao ar, tanto a 5^OC (T9) quanto a 20⁰C (T10), praticamente não emergiram e, além disto, responderam ao PEG, sendo esses considerados os piores tratamentos. Nesses dois tratamentos, as sementes apresentaram deterioração, em consequência de forte incidência fungos, tanto externa quanto internamente, claramente visíveis a olho nu. Este efeito foi conseqüência do tempo armazenamento das sementes com elevado grau de umidade. relação aos tratamentos T6 e T7, aparentemente, a umidade absorvida durante o pré-tratamento seria suficiente para desencadear processos metabólicos críticos para ocasionar emergência. O estímulo se manteve por um período de 15 dias a 5°C, desde que não tivesse havido secagem, uma vez que ela causou danos e consequente redução na emergência (T1 e T2). Entretanto, a pouca umidade absorvida pela semente, como no caso do tratamento T8, já seria suficiente para reduzir a emergência da radícula, se mantidas as sementes a 20°C. Para que houvesse a manutenção do estímulo promovido pelo osmocondicionamento, foi necessário que se mantivessem as sementes sob potencial osmótico menos negativo (-0,43 e -0,44) e, em seguida, se secassem as sementes.

O osmocondicionamento com PEG (T6 e T7), quando comparado com os valores médios das porcentagens de emergência das testemunhas (Quadro 2), beneficiou a porcentagem de emergência de sementes de guarantã.

ALVARADO e BRADFORD (1988b) sugerem que a interrelação entre o avanço metabólico, proporcionada pelo osmocondicionamento e pela deterioração da semente, ainda não está bem-esclarecida. ALVARADO e BRADFORD (1988a) encontraram efeito positivo quando sementes de tomate foram armazenadas a 10, 20 e 30°C, por um período de um ano depois de
submetidas a osmocondicionamento em PEG e posterior secagem
a 135°C, por 140 minutos. Para sementes de soja submetidas a
20% de PEG, por 48 horas, e armazenadas até um ano após a
secagem, WANG e ZHAO (1990) obtiveram um aumento na porcentagem de emergência. No caso específico de alface, TARQUIS e
BRADFORD (1992) afirmam que a deterioração é causada pelo
prolongamento do tempo de embebição das sementes.

4.3.2. Eucalyptus citriodora

As equações de regressão ajustadas para os valores de emergência das sementes de **E. citriodora**, após serem submetidas ao osmocondicionamento, são apresentadas no Quadro 4 e os respectivos gráficos apresentados na Figura 5.

As sementes submetidas ao osmocondicionamento e secas ao ar não responderam ao PEG, com exceção do tratamento T1, no qual foi observado um pequeno efeito positivo. Ao não aplicar a secagem ao ar, a emergência nos tratamentos T6 e T7 não foi influenciada pelo PEG, embora pudesse responder nos tratamentos T8, T9 e T10 (Quadro 4). A ausência de resposta ao PEG, em termos da porcentagem de emergência final, também foi observada por LIPTAY e TAN (1985), em sementes de tomate.

As sementes do tratamento T6, que não foram armazenadas após a aplicação do PEG, apresentaram os melhores resultados de emergência, sem apresentar, contudo, resposta ao efeito do osmocondicionamento (Figura 5).

QUADRO 4 - Equações de Regressão Ajustadas para os Valores de Emergência $(\stackrel{\P}{Y})$ em Sementes de **Eucalyptus citriodora**, em Função dos Potenciais Osmóticos (X) Obtidos por Solução de PEG

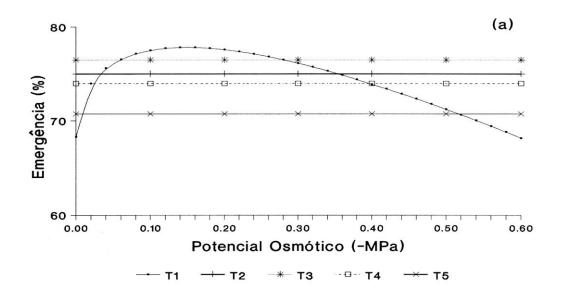
Trata- mento	Tempo Armazenamento (Dias)	Tempera- ratura (^O C)	Equações ^{1/}	R^2	Valor de X para o o Máximo (MPa)	Emergência Máxima Estimada (%)
			COM SECAGEM AO AR —			
т ₁	0	*	Y = 68,30 + 22,05 [*] √X - 12,77 ^{**} X	0,71	- 0,148	77,82
^T 2	15	5	$\hat{Y} = \hat{Y} = 75,00$			75,00 ² /
T ₃	15	20	$\hat{Y} = \hat{Y} = 76,50$			76,50 ²
т ₄	30	5	$\hat{Y} = \hat{Y} = 74,00$			74,00 ²
T ₅	30	20	$\hat{Y} = \hat{Y} = 70,75$			70,75 ²
			SEM SECAGEM AO AR		- 1	
^T 6	0	*	Ŷ = Ŷ = 85,00			85,00 ² /
^T 7	15	5	$\hat{Y} = \hat{Y} = 72,00$	/		72,00 ² /
T ₈	15	20	$\hat{Y} = 12,00 - 18,83X + 62,5X^2 - 18,66X^3$	1,00	- 0,41	75,30
г ₉	30	5	$Y = 62,20 + 17,20^{**}X - 6,00^{**}X^2$	0,92	- 0,28	74,50
^T 10	30	20	$\hat{Y} = -17,33 \text{ x} + 27,50 \text{ x}^2 - 7,17 \text{ x}^3$	1,00	- 0,43	18,63

^{**} Significativo a 1%.

* Significativo a 5%.

* Obtida ao considerar X = 0;

X = 3.



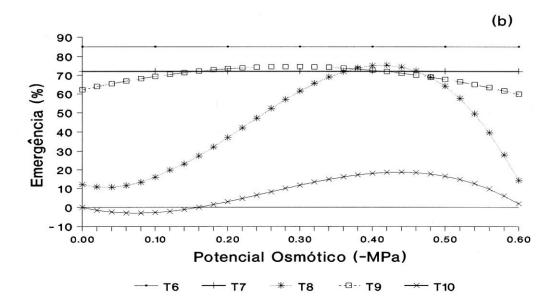


FIGURA 5 - Efeito do Osmocondicionamento na Porcentagem de Emergência de Sementes de **Eucalyptus citriodora**, na Presença (a) e na Ausência (b) de Secagem ao Ar.

Após 15 dias de armazenamento a 5°C, as sementes, tanto com secagem (tratamento T2) quanto sem secagem ao ar (tratamento T7), não responderam ao PEG, sendo inclusive similares os valores da emergência média estimada (75 e 72%, respectivamente).

No tratamento T8, houve alta resposta da semente à aplicação do PEG, já que a -0,41 MPa aumentou a emergência de 12 para 75,3%. Esse tratamento representou, portanto, o melhor tratamento para **E. citriodora** (Quadro 4). Foram obtidas, também, porcentagens de emergência similares nas sementes armazenadas por 30 dias, a 5°C (T4 e T9), nas condições com e sem secagem. Em T9, houve efeito de PEG, mas não tão evidente quanto em T8. O valor do potencial osmótico de -0,4 MPa, determinado neste trabalho, é consistente com o reportado por BORGES et alii (1991), em que a pré-indução a -4 bar em sementes de cedro-rosa provocou o maior aumento na porcentagem de emergência final.

Nas sementes armazenadas por 30 dias, a 20°C, foram obtidos os valores mais baixos de porcentagem de emergência, apesar de no T5 ter havido 70,75% de emergência, sem existir efeito do PEG. Já no T10, houve efeito positivo do PEG, em que o potencial de -0,43 MPa proporcionou aumento da porcentagem de emergência de 0,0 para 18,63%; o T10 foi, assim, o pior tratamento (Figura 5). Os resultados diferem das observações feitas por SAMFIELD et alii (1990), que obtiveram resposta positiva ao armazenamento a 12°C, em duas espécies de flores, por dois meses, após submetidas ao osmocondicionamento.

O efeito positivo do osmocondicionamento nas sementes de E. citriodora foi, inicialmente, na condição sem secagem sem armazenamento das sementes. Posteriormente, melhor conservação, houve a necessidade de secagem para serem armazenadas tanto por 15 quanto por 30 dias, seja a 5 ou a 20°C de temperatura. Quando observada essa tendência, verifica-se de novo que o PEG não teve efeito. À medida que aumentaram o tempo e a temperatura de armazenamento, observou-se, em geral, pequeno decréscimo da porcentagem de emergência das sementes submetidas ao osmocondicionamento. ANWAR et alli (1978) consideraram que fatores como concentração de PEG, duração do período de embebição, temperatura e intensidade de luz durante a emergência, qualidade da semente e tipo de secagem são as principais interferências que podem ocorrer no osmocondicionamento. HARDEGREE e EMMERICH (1992) verificaram que respostas positivas depensobretudo da condição da secagem, que usualmente é dem acompanhada de efeitos reversos, e da temperatura de emergência após o osmocondicionamento.

No presente trabalho, não foi possível determinar a causa da baixa sensibilidade de **E. citriodora** ao osmocondicionamento. Uma possível explicação seria a indução à dormência secundária nas sementes, durante o processo de embebição nos potenciais osmóticos entre -0,2 e -0,6 MPa. EIRA (1988) obteve resultados semelhantes em sementes de alface e sugeriu a adição de reguladores de crescimento à solução osmótica.

Pode-se supor, pelos dados do Quadro 4, que o osmocondicionamento seria mais efetivo para aquelas sementes menos vigorosas, uma vez que somente naquelas onde haveria porcentagem de emergência abaixo de 70%, o osmocondicionamento promoveria aumento na emergência (T1, T8, T9 e T10). É tambem interessante ressaltar que se houver necessidade de armazenar as sementes por 30 dias, a 5 ou 20°C, ou por 15 dias, a 20°C, sem secagem após o osmocondicionamento, a redução na viabilidade será evitada pelo efeito do prétratamento osmótico. As sementes retiradas do PEG e colocadas para germinar tiveram a vantagem de umidade inicial, resultando em maior porcentagem de emergência. Entretanto, tal nível de umidade acarretou clara redução da viabilidade das sementes, quando armazenadas a 20°C, por 30 dias (T10). Nestas, o decréscimo da emergência foi mais acelerado que naquelas armazenadas a 20°C, por 30 dias, mas com secagem (T5).

Comparando o comportamento das sementes de guarantã com as de E. citriodora, verifica-se que as primeiras possuem tamanho maior e respondem mais claramente às variações de umidade do meio. Tal fato discorda de Harper e Benton, citados por CAPRONI et alii (1993), segundo os quais as sementes maiores são menos sensíveis às condições do meio de emergência. Possivelmente, as diferenças de comportamento estejam ligadas mais às condições internas das sementes do que propriamente ao meio externo.

4.3.3. Eucalyptus grandis

As equações de regressão ajustadas para os valores de emergência das sementes de Eucalyptus. grandis, após serem

QUADRO 5 - Equações de Regressão Ajustadas para os Valores de Emergência $(\stackrel{\clubsuit}{Y})$ em Sementes de **Eucalytus grandis**, em Função dos Potenciais Osmóticos (X) Obtidos por Solução de PEG

Trata- mento	Tempo Armazenamento (Dias)	Tempe- ratura (^O C)	Equações ¹ /	R ²	Valor de X para o o Máximo (MPa)	Emergência Máxima Estimada (%)
			COM SECAGEM AO AR -			
т1	0	-	$\hat{Y} = 75,60 + 19,1^{**}X - 5,5^{*}X^{2}$	0,97	- 0,35	92,18
^T 2	15	5	$\hat{Y} = 54,10 + 51,29^{**}\sqrt{X} - 21,18^{**}X$	0,99	- 0,29	85,15
T ₃	15	20	$\hat{Y} = 31,00 + 7,16x + 19,5x^2 - 5,66x^3$	1,00	- 0,49	82,36
т ₄	30	5	$Y = 12,98 + 106,75^* \sqrt{X} - 40,59^{**} X$	0,99	- 0,35	83,17
T ₅	30	20	$\hat{Y} = 2,00 - 65,33x + 82,0x^2 - 18,66x^3$	1,00	- 0,49	59,73
			SEM SECAGEM AO AR			
^т 6	0	-	$\hat{Y} = 65,02 + 17,86^{**}\sqrt{X} - 7,02^{*}X$	0,96	- 0,32	76,38
T ₇	15	5	$\hat{Y} = 73,13 + 25,46^* \sqrt{x} - 10,68^{**} x$	0,99	- 0,28	88,30
т _в	15	20	$\hat{Y} = 72,50 + 20,5^{**}x - 5,5^{**}x^2$	0,97	- 0,37	91,60
т ₉	30	5	Y = Y = 84,75			84,75 ²
T ₁₀	30	20	$Y = 3,92 + 110,17^{**}\sqrt{X} - 41,41^{**}X$	0,99	- 0,35	77,2

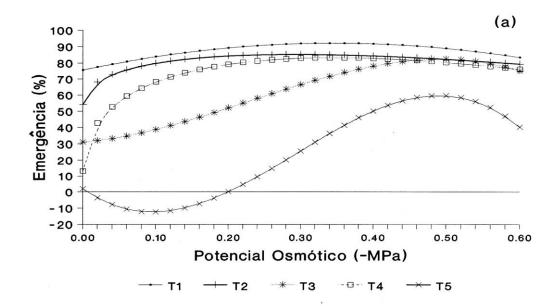
^{**} Significativo a 1%.

* Significativo a 5%.

* Significativo a 5%.

* Obtida ao considerar X = 0;

X = 3.



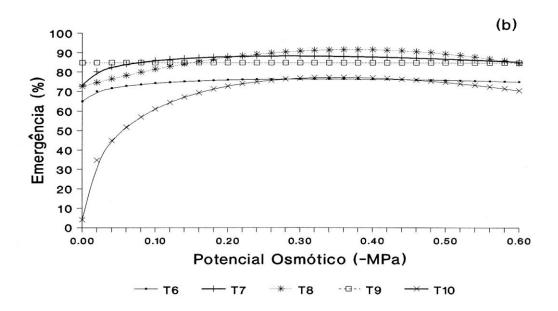


FIGURA 6 - Efeito do Osmocondicionamento na Porcentagem de Emergência de Sementes de **Eucalyptus grandis**, na Presença (a) e na Ausência (b) de Secagem ao Ar.

submetidas ao osmocondicionamento, são apresentadas no Quadro 5 e os gráficos respectivos, na Figura 6.

Com exceção do tratamento T9, as sementes E. grandis mostraram, na quase totalidade dos tratamentos, efeito positivo ao osmocondicionamento, quando comparados os resultados aos valores médios de emergência das testemunhas (Quadro 2). Aparentemente, a alta viabilidade dessas (84,75%), em relação às demais, são responsáveis sementes pela falta de sensibilidade ao osmocondicionamento; comporao observado em sementes tamento semelhante de E. citriodora. Esses resultados confirmam as observações de e LUNDQUIST (1988), para outras DONALD espécies de Eucalyptus, e de vários outros autores, para espécies agrícolas (GRAY et alii, 1984; BRADFORD, 1986; BUJALSKI alii, 1989; WANG e ZHAO, 1990; HUR, 1991; HARDEGREE e EMMERICH, 1992)

Comparando os resultados nas condições com e sem secagem ao ar, verifica-se que as sementes, quando secas, sem posterior armazenamento após o osmocondicionamento (T1), germinaram mais em resposta ao efeito do PEG do que o tratamento T6 (sem armazenamento e sem secagem após o osmocondicionamento) (Quadro 5). No T1, o potencial osmótico de -0,35 MPa aumentou a porcentagem de emergência de 75,6 até o valor máximo de 92,18, constituindo o melhor tratamento dentre os testados para E. grandis (Figura 6). Nota-se que o potencial osmótico de -0,35 MPa também confirma o relato BORGES et alii (1991), para cedro-rosa, já que o aumento porcentagem de emergência, provocado pela pré-indução, -2 e -4 bars. Observou-se um pequeno aumento entre

(aproximadamente 5%) na porcentagem de emergência de sementes de **Tecoma stans**, pré-tratadas em -1,0 e -1,5 MPa de PEG (CORDERO e DI STEFANO, 1991). Sementes de cebola tratadas com PEG a -1,5 MPa, por 14 dias, a 15°C, apresentaram consideráveis aumentos na porcentagem de emergência (BUJALSKI et alii, 1989). HARDEGREE e EMMERICH (1992) também obtiveram altas porcentagens de emergência de sementes de várias espécies de gramíneas em potenciais de -1,5 até -7,7 MPa.

Neste trabalho, quando as sementes de **E. grandis** foram armazenadas após o osmocondicionamento, durante 15 dias, a 5 e a 20°C de temperatura, as respostas ao PEG foram maiores na condição com secagem (tratamentos T2 e T3). No entanto, na condição sem secagem ao ar, correspondente aos tratamentos T7 e T8, o efeito do PEG foi menor, embora a porcentagem de emergência máxima esperada tenha sido superior à obtida na condição com secagem (Quadro 5).

As sementes de **E. grandis** armazenadas por 30 dias, a 5°C (T4), apresentaram resposta ao PEG na condição com secagem, pois, a -0,35 MPa, a porcentagem de emergência aumentou de 12,98 até 83,17%. Contrariamente, no mesmo tratamento, mas na condição sem secagem (tratamento T9), não houve resposta do PEG, sendo a emergência média estimada situada em 84,75%, valor um pouco maior do que o obtido em T4.

Os tratamentos de armazenamento das sementes durante 30 dias, mas a 20°C, apresentaram, em ambas as condições de secagem, efeito positivo do osmocondicionamento na emergência, mas com valores mais baixos na porcentagem de emergência, em relação aos demais tratamentos. Na condição sem

secagem, correspondente ao tratamento T10, o efeito do PEG resultou em aumento da emergência de 3,92 até 77,2% em -0,35 MPa. No entanto, no tratamento T5, correspondente à condição com secagem, o efeito do PEG foi um tanto menor, pois a porcentagem de emergência em -0,49 MPa mudou o seu valor de 2,0 até 59,73, implicando, deste modo, que T5 resultou em pior tratamento entre todos os testados (Figura 6).

O efeito positivo do osmocondicionamento nas sementes de E. grandis, com base na interação tempo x temperatura, foi inicialmente na condição com secagem e sem armazenamento. Para melhor conservação ao pré-tratamento, houve necessidade de não secar as sementes armazenadas, tanto a 15 quanto a 30 dias, seja a 5 ou 20°C de temperatura. As sementes nos tratamentos com secagem ao ar demonstraram valores de porcentagem de emergência decrescentes em relação que foram armazenadas. Tal fato discorda tempo em resultados de ALVARADO e BRADFORD (1988a), com sementes de tomate, mas confirmam as observações de BUJALSKI e NIENOW sementes de cebola. As sementes (1991),emsem secagem, primeiramente, mostraram aumento na porcentagem de emergência até que essas foram armazenadas durante 15 dias, 20°C de temperatura (tratamento T8). Quando o armazenamento aumentou para 30 dias, o valor da emergência declinou (Quadro 5).

Portanto, as sementes de **Eucalyptus grandis** submetidas ao osmocondicionamento tiveram considerável aumento na porcentagem de emergência, com exceção do tratamento T9. As sementes com posterior secagem, mas sem serem submetidas ao

armazenamento (T1), mostraram o melhor resultado.

É interessante observar que, enquanto em sementes de E. citriodora o osmocondicionamento somente estimulou o aumento na porcentagem de emergência para valores abaixo de 70,0%, (Quadro 4) em E. grandis, o osmocondicionamento somente estimulou a emergência em valores abaixo de 84% (Quadro 5), indicando maior sensibilidade ao pré-tratamento. Com exceção do tratamento em que não houve armazenamento, a secagem de sementes de E. grandis, após o osmocondicionamento, resultou em claro decréscimo da emergência; redução esta acelerada pelo aumento de tempo e temperatura de armazenamento. Denota-se que a umidade, nos graus presentes nas sementes, foi necessária para adequada conservação da maior viabilidade das mesmas, especialmente na temperatura de 20°C.

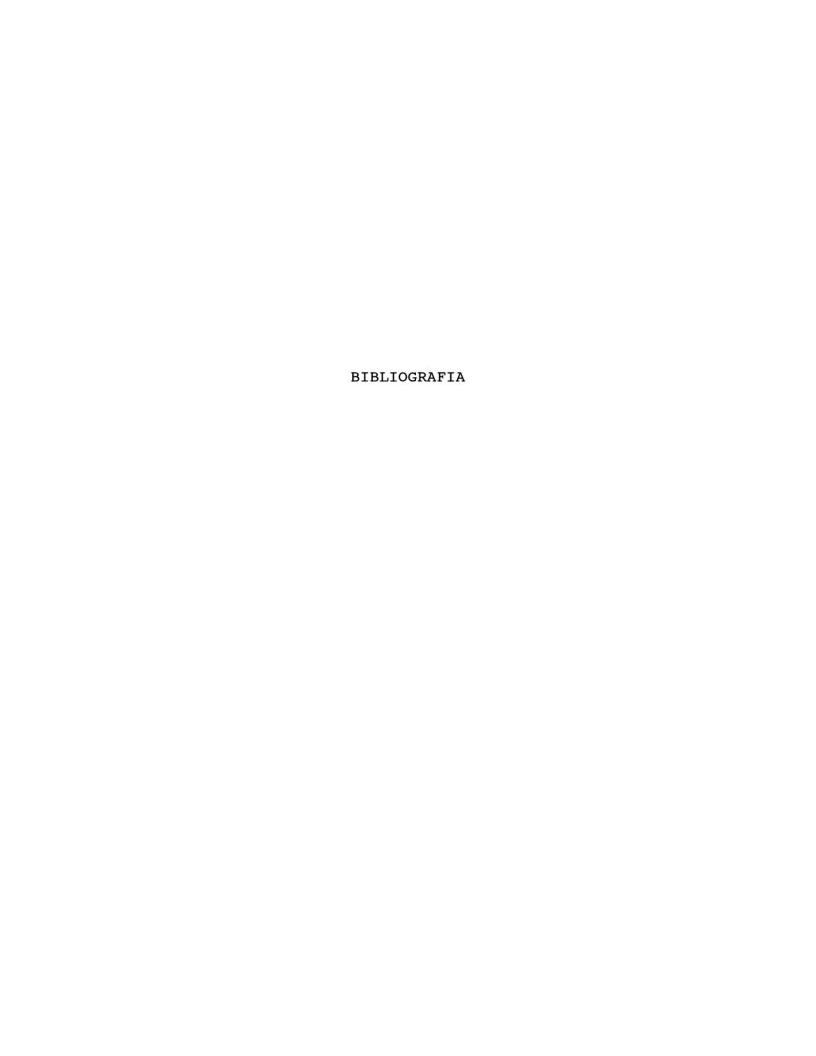
5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Analise de Sementes Florestais (LASF), do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar a emergência de sementes de guarantã (Esembeckia leiocarpa), Eucalyptus citriodora e Eucalyptus grandis, quando submetidas ao osmocondicionamento, ao posterior efeito da secagem, do tempo e da temperatura de armazenamento.

Uma vez determinadas a curva de embebição e a emergência em diferentes potenciais osmóticos, as sementes foram colocadas para germinar em soluções de PEG 6000, com potenciais osmóticos de 0,0; -0,2; -0,4; e -0,6 MPa. Os tratamentos foram a presença e ausência de secagem ao ar, três períodos de tempo de armazenamento (0, 15 e 30 dias) e duas temperaturas de armazenamento (5 e 20°C), testados em arranjo fatorial.

A análise dos dados e a interpretação dos resultados permitiram concluir que:

- As porcentagens de emergência e os graus de umidade das sementes das espécies estudadas decresceram sensivelmente com o aumento do potencial osmótico.
- Para que seja obtida a maior porcentagem de emergência, as sementes de guarantã, após o osmocondicionamento, devem ser utilizadas imediatamente ou armazenadas no máximo por 15 dias, a 5°C.
- O osmocondicionamento só será efetivo para E. citriodora, quando a viabilidade das sementes for menor que 70,75%.
- As sementes de E. grandis responderam positivamente ao osmocondicionamento, com restrição apenas para aquelas que receberam secagem ao ar e foram armazenadas por 30 dias, a 20°C.
- De maneira geral, nas três espécies estudadas, a melhor conservação das sementes pode ser obtida quando essas não recebem secagem ao ar, após o osmocondicionamento, e são armazenadas a 5°C.



BIBLIOGRAFIA

- ALTUVE, S.T. Efeito do potencial hídrico na germinação de sementes de três gramíneas forrageiras de clima tropical. Viçosa, M.G. UFV. 1989. 56p. (Tese M.S.).
- ALVARADO, A.D & BRADFORD, K.J. Priming and storage of tomato (Lycopersicon lycopersicum) seeds.I. Effects of storage, temperature on germination rate and viability. Seed Sci. Technol., 16: 601-612, 1988a.
- ALVARADO, A.D & BRADFORD, K.J. Priming and storage of tomato (Lycopersicon lycopersicum) seeds.II.Influence of a second treatment after storage on germination and field emergence. Seed Sci. Technol., 16: 613-623, 1988b
- ANWAR.A.K; KAR-LING TAO; KNYPL. J.S; BORKOWSKA, B.; LOY.E.P. Osmotic conditioning of seed: Physiological and biochemical changes. **Acta Hortic.**, **83**: 267-278, 1978.
- BARNETT, S.P. Moisture stress affects germination of Longleaf and Slash Pine seeds. For. Sci., 15: 275-276, 1966.
- BARRUETO, C.L.P. Efeito do potencial hídrico sobre a embebição, a respiração e a germinação da leguminosa Cratylia floribunda. Viçosa, MG. UFV, 1978. 44p. (Tese M.S.).
- BEWLEY, J.D & BLACK, M. Physiology and biochemistry of seeds in relations to germination. New York, Springer-Verlag, 1978. v.1, 375 p.

- BEWLEY, J.D & BLACK, M. Physiology and biochemistry of seeds in relations to germination. New York, Springer-Verlag, 1982. v. 2, 306 p.
- BONNER, F.T. & FARMER, R.E. Germination of Sweetgun in response to temperature, moisture stress and length of stratification. For. Sci., 12: 40-43, 1966.
- BORGES, E.E.L & RENA, A.B. Germinação de sementes. In: ABRATES, **Sementes Florestais Tropicais**. Brasilia. p. 83-135, 1993.
- BORGES, E.E.L.; VASCONCELOS, P.C.S.; CARVALHO, D.V.; BORGES, R.C.G. Estudos preliminares sobre o efeito do estresse hídrico na germinação de sementes de Jacarandá-da-Bahia (Dalbergia nigra) e Cedro-Rosa (Cedrela fissilis). R. Bras. Sem., 13(2): 115-118, 1991.
- BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hort. Sci., 21(5): 1105-1112, 1986.
- BRASIL. Ministétio da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasilia, SNAD/DNDV/CLAV. 1992. 365p.
- BUJALSKI, W. & NIENOW, A.W. Large-scale osmotic priming of onion seeds: a comparison of different strategies for oxigenation. Sci. Hort., 46(1-2): 13-24, 1991.
- BUJALSKI, W.; NIENOW, A.W.; GRAY, D. Establishing the large scale osmotic priming of onion seeds by using enriched air. Ann. appl. Biol., 115: 171-176, 1989.
- BUJALSKI, W.; NIENOW, A.W.; MAUDE, R.B.; GRAY, D. Optimisation of the osmotic priming of leek seeds in a bubble column type bioreactor. Med. Fact. Landbouww. Rijksuniv. Gent., 54(4a): 1445-1447, 1991a.
- BUJALSKI, W.; NIENOW, A.W.; PETCH, G.M. The bulk priming of leek seeds. The influence of oxigen-enriched air. **Proc. Bioch.**, **26**:281-286, 1991b.
- CAPRONI, A.L.; VIEIRA, J.L.; DAVIDAE, A.C. Germinação de sementes de Eucalyptus grandis Hill ex Mainden e Eucalyptus citriodora Hook, em dois tamanhos, submetidas a diferentes potenciais osmóticos. IN: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. Anais... Curitiba, 1993. v.1, p. 289-291.
- CARVALHO, M.N. Vigor de sementes. In: CURSO SOBRE TESTES DE VIGOR DE SEMENTES. Jaboticabal, FCAN/UNESP, 1992. n.p.
- CLARK, N.A. & JAMES, P.E. The effects of priming and accelerated ageing upon the nuclei acid content of leek seeds. J. Exp. Bot., 42(235): 261-268, 1991.

- CONOVER, D.G. & GEIGER, D.R. Germination of Australian Channel Millet -Echinochloa turnerana (Domin.) J.M. BLACK-seeds. II Effects of anaerobic conditions, continuous flooding, and low water potential. Austr. J. Plant Physiol., 11: 409-417, 1984.
- CORDERO, S.R.A & DI STEFANO, G.J.F. Efecto del estrés osmótico sobre la germinación de semillas de **Tecoma stans** (Bignoniaceae). R. Biol. Trop., 39(1): 107-110, 1991.
- DELACHIAVE, M.E.; RODRIGES, D.; MORAES, P.; PEDRAS,, J; RODRIGUES, S.; BOARO, C. Germinação de sementes de **Stylosantes guianensis**. IV. Potencila de água e embebição. **R. Bras. Sem.**, **3**: 55-63, 1986.
- DELL'AQUILA, A.; PIGNONE, D.; CARELLA, G. Polyethylene glycol 6000 priming effect on germination of aged wheat seeds lots. Biol. Plant., 26: 166-173, 1984.
- DELL'AQUILA, A & TARANTO,G. Cell division and DNA-synthesis during osmopriming treatment and following germination in aged wheat embryos. **Seed Sci. Technol.**, **14:** 333-341, 1986.
- DONALD, D.G.M. & LUNDQUIST, J.E. Treatment of Eucalyptus seed to maximise germination. S. Afr. For. J., 147: 9-15, 1988.
- EIRA, M.T.S. Condicionamento osmótico de sementes de alface (<u>Lactuca sativa</u> L.): efeitos sobre a germinação e desempenho sob estresse hídrico, salino e térmico. Piracicaba, ESALQ, 1988. 90P. (Teses M.S.).
- EL-SHARKAWI, H.M & SPRINGEL, I.V. Germination of some crop plant seeds under salinity stress. **Seed Sci Technol.**, **7**(1): 27-37, 1979.
- ETHERINGTON, J.R & EVANS, C.E. Technique for ecological studies of seed germination in relation to soil water potencial. **Plant and Soil**, **95**: 285-288, 1986.
- FAÇANHA, J.G.V. Aspectos fisiológicos do crescimento de <u>Eucalyptus</u> spp. submetido à deficiência hídrica. Viçosa, MG, UFV, 1983. 47P. (Tese M.S.).
- FAÇANHA, J.G.V & OLIVA, M.A.C. Germinação de **Eucalyptus** spp. sob condições de "stress" hídrico. **Silv. São Paulo**, (28): 276-277, 1983.
- FALUSI, M.; CALAMASSI, R.; TOCCI, A. Sensitivity of seed germination and seedling root growth to moisture stress in four provenances of Pinus halepensis Mill. Silvae Genét., 32(1-2): 4-9, 1983.
- FANOUS, W.A. Test for drought in pearl millet (Pannisetem typhordeum). Agron. J., 59: 337-340, 1967.

- FUJIKURA, Y & KARSSEN, C. Effects of controlled deterioration and osmopriming on protein synthesis of cauliflower seeds during early germination. Seed Sci. Res., 2: 23-31, 1992.
- FURUTANI, S.C.; ZANDSTRA, B.H.; PRICE, H.C. The effects of osmotic solute composition and duration and temperature of priming on onion seed germination. **Seed Sci. Technol.**, **14**: 545-551, 1986.
- GRAY, D.; BROCKLEHURST, P.A.; STECKEL, J.R.A.; DEARMAN, J. Priming and pre-germination of parsnip (Pastinaca sativa L.) seed. J. Hort. Sci., 59(1): 101-108, 1984.
- GRAY, D.; DREW, R.L.K.; BUJALSKI, W.; NIENOW, A.W. Comparison of polyethylene glycol polymers, betaine and L-proline for priming vegetable seed. **Seed Sci. Technol.**, **19:** 581-590, 1991.
- HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potencial in osmotic solution. J. Exp. Bot., 27:480-489, 1976.
- HARDEGREE, S.T & EMMERICH, W. Effect of matric-priming duration and priming water potential on germination of four grasses. J. Expt. Bot., 43(247): 233-238, 1992.
- HELMERICK, R.H. & PFEIFER, R.P. Differential varietal responses of winter wheat germination and early growth to controlled limited moisture conditions. Agron. J., 46: 560-562, 1954.
- HEYDECKER.W; HIGGINS.J; GULLIVER.R.L. Acelerated germination by osmotic seed treatment. Nature, 246(2): 42-44, 1973.
- HUR, S.N. Effect of osmoconditioning on germination of Italian ryegrass and sorghum. J. Kor. Soc. Grass. Sci., 10(3): 121-128, 1990.
- HUR, S.N. Effect of osmoconditioning on the productivity of Italian ryegrass and sorghum under suboptimal conditions. Kor. J. An. Sci., 33(1): 101-105, 1991.
- JONES, R.L. Inibition of giberelic acid-induced α -amilase formation by polyethylene glicol and mannitol. **Plant. Physiol.**, **44**: 101-104, 1969.
- KHADEMI, M.; KORANSKI, D.S.; HANNAPEL, D.J.; KNAPP, A.D.; GLADON, R.J. Waters stress and storage-protein degradation during germination of impatiens seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 116(2): 302-306, 1991.
- LABORIAU, L.G. Germinação das sementes. Washington, D.C., Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

- LAWLOR, D.W. Absorption of polyethylene glycols by plants and their effects on plant growth. **New Phytol.**, **69:** 501-513, 1970.
- LIPTAY, A. & TAN, C.S. Effect of various levels of available water on germination of polyethylene glicol (PEG) pretreated or untreated tomato seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 110(6): 748-751, 1985.
- MACHADO, C.R.; RENA, C.A.; VIEIRA, C. Efeito da desidratação osmótica na germinação de sementes de vinte cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris, L.). R. Ceres, 23: 310-320, 1976.
- MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYER, A. The germination of seeds. Oxford, Pergamon Press, 1989. 270p.
- McCLENDON, J.H. The osmotic pressure of concentrated solutions of Polyethylene Glycol 6000, and its variations with temperature. J. Econ. Bot., 32: 861-866, 1981.
- McWILLIAM, J.R & PHILLIPS, P.J. Effect of osmotic and matric potencials on the availability of water for seed germination. Austr. J. Biol. Sci., 24: 423-431, 1971.
- MICHEL, B.E & KAUFMANN, M. The osmotic potential of polyetylene glycol 6000. Plant Physiol., 51: 914-916, 1973.
- PANDEY, D.K. Amelioration of the effect of ageing in onion seeds. Ind. J. Plant Physiol., 32(4): 379-382, 1989.
- PEREZ, S.C.J.GA. é MORAES, J.A.P.V. Influência do estresse hídrico e do pH no processo germinativo da Algarobeira. **Pesq. Agropec. Bras.**, **26**(7): 981-988, 1991.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília, AGIPLAN, 1977. 289p.
- RAGHAVENDRA, A.S. Physiology of trees. New York, John Wiley & Sons, 1991. 509p.
- REDDY, P.S & VEERANJAEYULU, K. Influence of water stress on some enzymes of nitrogen metabolism in cowpea Vignia unguiculata (L.) Walp. Nat. Acad. Sci. Lett., 13(6):225-229, 1990.
- SA, M.E. Relações entre qualidade fisiologíca, disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (<u>Glicine max</u> (L.) Merrill.). Piracicaba, ESALQ. SP. 1987. 147p. (Tese M.S.).
- SAMFIELD, D.M.; ZAJICEK, J.M; COBB, B.G. Germination of Coreopsis lanceolata and Echinaceae purpurea seeds following priming and storage. Hort. Sci., 25(12): 1605-1606, 1990.

- SANCHEZ, C.M.P. & AZUARA, P. Estudio y uso de los polietilenglicoles en experimentos con plantas. Anal. Edafol. Agrobiol., 39: 673-688, 1980.
- SANTOS, M.V.L.; CALIL, A.C.; RUIZ, H.A.; ALVARENGA, E.M.; SANTOS, M.C. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. R. Bras. Sem., 14(2): 189-194, 1992.
- TAKAKI, M. Effect of water stress on seed germination and seedling growth in Oryza sativa 1. Biol. Plant., 32(3): 238-240, 1990.
- TALAVERA-WILLIAMS, C.G.; PACKED, A.W.; BUJALSKI, W.; NIENOW, N.A. A feasibility study of the bulk priming and drying of tomato seeds. **Trans. Ind. Chem. Ecol.**, **69**(C): 134-144, 1991.
- TARQUIS, A.M. & BRADFORD, K.J. Prehydration and priming treatments that advance germination also increase the rate of deterioration of lettuce seeds. J. Exp. Bot., 43(248): 307-317, 1992.
- THANOS, C.A. & SKORDILIS, A. The effects of light temperature and osmotic stress on the germination of Pinus halapensis and P. brutia seeds. Seed Sci. Technol., 15: 163-174, 1987.
- THERIOS, L.N. Effects of temperature, moisture stress and pH on the germination of seeds of amond (Prunus amygdalus). Seed Sci. & Technol, 10: 585-594, 1982.
- WANG, X. & ZHAO, Z.Y. Studies on changes in vigour of soyabean seeds in storage and effect of PEG. J. Shenyang Agr. Univ., 21(3): 207-213, 1990.
- WILLIAMS, J. & SHAYKEWICH, C. Influence of soil water matric potencial and hydraulic conductivity on the germination of rape (Brassica napus L). J. Exp. Bot., 22: 586-597, 1971.
- WILLIAMS, T.V.; SNELL, R.J.; ELLIS, J.F. Methods of measuring drought tolerance in corn. Crop. Sci., 7: 179-188, 1967.
- YOON, S.H. Effects of drought by polyethylene glycol solution on seven grasses germination. J. Kor. Soc. Grassl. Sci., 10(2): 70-76, 1990.
- ZOHAR, Y.; KARSCHON, R.; WAISEL, Y. Effects of light, temperature and osmotic estress on seed germination of Eucalyptus occidentalis Endl. Austr. J. Bot., 23: 391-397, 1975.