

EFEITO DO CONGELAMENTO SOBRE A VIABILIDADE DE SEMENTES DE *ANADENANTHERA PEREGRINA* (L.) SPEG. COM DIFERENTES CONTEÚDOS DE UMIDADE¹

ALESSANDRA MARIA MOREIRA REIS² e ROZANE DA CUNHA³

RESUMO - O angico vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.), espécie arbórea da família Leguminosaeae, subfamília Mimosoideae, ocorre desde a Região Amazônica até o Sudeste brasileiro, em matas, campos altos e cerrados. Esta espécie é comumente usada em arborização urbana e curtime, devido ao alto teor de tanino (15-20%) de sua casca. O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento das sementes de angico vermelho, sob diversas condições de umidade e armazenamento, visando ao estabelecimento de métodos para a conservação de seu germoplasma. As sementes foram submetidas a quatro tratamentos: sementes com o conteúdo de umidade inicial de 5,56% (testemunha); sementes hidratadas até 8,24% de umidade; sementes hidratadas (8,24%) e desidratadas até 4,37%, e sementes hidratadas (8,24%) e desidratadas até 3,51%. Após os tratamentos, as sementes foram acondicionadas em embalagens herméticas e armazenadas por 72 horas às temperaturas ambiente, -20°C (freezer) e -196°C (N líquido). Os parâmetros avaliados foram o poder germinativo, o vigor e a absorção de água das sementes. A viabilidade foi mantida após todos os tipos de armazenamento, destacando-se, no entanto, o melhor desempenho das sementes hidratadas (8,24%) e armazenadas em nitrogênio líquido. Os resultados obtidos indicam que as sementes dessa espécie apresentam comportamento ortodoxo, pela tolerância a baixos conteúdos de umidade e ao congelamento nas temperaturas abaixo de zero grau.

Termos para indexação: criopreservação, armazenamento, hidratação, dessecação.

SUB-FREEZING EFFECT ON VIABILITY OF *ANADENANTHERA PEREGRINA* (L.) SPEG. SEEDS WITH DIFFERENT MOISTURE CONTENTS

ABSTRACT- Angico (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.) is a forest species, Leguminosaeae-Mimosoideae, occurring from the Amazon Region down to the Southeast of Brazil, mainly in the savannas. It is used in urban landscaping and tannage, due to the high tannin content (15-20%) of its bark. The purpose of this work was to study angico seed behaviour under different moisture contents and storage conditions, aiming at the establishment of methods for germplasm preservation. Seeds were submitted to the following treatments: seeds with 5.56% initial moisture content (control); seeds hydrated until reach 8.24% moisture content; seeds hydrated (8.24%) and dehydrated to 4.37%, and seeds hydrated (8.24%) and dehydrated to 3.51%. After these treatments, seeds were packed in sealed trifoliated bags and stored for 72 hours at environmental temperature, -20°C (freezer) and -196°C (liquid nitrogen). Seed parameters evaluated were germination, vigor and water uptake. Viability was maintained in each one of the storage methods, distinguishing, however, the better performance of hydrated seeds (8.24% moisture content) stored at liquid nitrogen. It was evident from the results obtained that seeds of this species presented orthodox behaviour, as they were tolerant to drying and freezing at sub-zero temperatures.

Index terms: criopreservation, storage, hydration, desiccation.

INTRODUÇÃO

Os países subdesenvolvidos tropicais são os q detêm o maior acervo genético e, paradoxalmente onde ocorrem as maiores perdas de recursos fitogenéticos (FAO, 1984).

¹ Aceito para publicação em 26 de fevereiro de 1997.

² Eng^a Florestal, SHIS QI 19, Cj. 5, casa 17, CEP 71655-050 Brasília, DF. Bolsista do CNPq.

³ Eng^a Agr^a, Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), Caixa Postal 2372, CEP 70849-970 Brasília, DF.

Uma das estratégias de ação para a conservação *ex-situ* de germoplasma é o armazenamento de sementes a longo prazo (International Board for Plant Genetic Resources, 1976; FAO, 1983). Durante a conservação, o conteúdo de umidade das sementes é um dos fatores que mais influencia a longevidade, e a garantia de um armazenamento seguro está relacionada com a desidratação (Harrington, 1972; Ellis et al., 1985).

Uma das mais importantes e difíceis tarefas no processo de conservação é superar a deterioração fisiológica da semente. Sistemas de refrigeração mecânica, que mantêm a semente desidratada sob temperatura de -20°C aumentam seu período de armazenamento (International Board for Plant Genetic Resources, 1976). Entretanto, a essa temperatura, o metabolismo da semente não é completamente interrompido e, com o aumento do período de armazenamento, a deterioração ainda pode ocorrer, resultando na perda de precioso material genético (Stanwood, 1985).

A criopreservação, isto é, o armazenamento em nitrogênio líquido (NL, -196°C), oferece potencial para uma preservação sem limites de tempo, com a redução do metabolismo a níveis tão baixos que todos os processos bioquímicos são significativamente reduzidos e a deterioração biológica é virtualmente paralisada (Kantha, 1985). Essa técnica tem sido proposta para a conservação a longo prazo de germoplasma (Stanwood & Bass, 1978). O aumento na longevidade da semente reduziria a frequência das atividades de multiplicação, diminuindo o risco de contaminação e modificações na composição genética do acesso original (Stanwood & Roos, 1979).

Trabalhos realizados nos últimos 80 anos, citados por Stanwood (1985), indicam que sementes de 155 espécies agrícolas sobreviveram ao congelamento em nitrogênio líquido após breve período de armazenamento nessas condições.

Resultados obtidos após congelamento em nitrogênio líquido de sementes de espécies florestais indicam que sementes de aroeira (*Astronium urundeuva*) (Medeiros et al., 1992) e joazeiro (*Ziziphus joazeiro*) (Salomão, 1995) podem ser criopreservadas.

No entanto, para se adotar o armazenamento de sementes dessas espécies em NL como rotina de preservação de germoplasma, é necessário avaliar sua resposta fisiológica ao processo de desidratação, uma vez que o conteúdo de umidade é o mais crítico fator relacionado com a criopreservação. Existe um limite máximo de umidade para o congelamento, acima do qual ocorre a redução da viabilidade da semente durante congelamento e descongelamento em NL (Stanwood, 1985).

Foi sugerido que a hidratação/desidratação com água pura ou com soluções de compostos químicos pode reverter certos processos degenerativos que ocorrem durante o armazenamento, estendendo, assim, a longevidade das sementes (Woodstock, 1988). Basu et al., citados por Hegarty (1978), reportaram que o tratamento hidratação-desidratação estendeu o período de vida de várias sementes no armazenamento, em condições de ambiente ou durante envelhecimento precoce sob diferentes regimes de temperatura e umidade. Esse tratamento pode ser aplicado antes, durante e após o armazenamento (Basu, 1994). Guang-Hua (1991) observou que a hidratação/desidratação foi um pré-tratamento eficiente para impedir danos à estrutura morfológica e celular de sementes de várias espécies, submetidas a conteúdos de umidade inferiores a 5% (ultra-seca-gem).

O angico vermelho, *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg., segundo a mais recente classificação botânica, pertence à família Leguminosae, subfamília Mimosoideae. É uma espécie das Antilhas e da Região Amazônica, ocorrendo ainda em Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Rio de Janeiro, em matas, campos altos e cerrados. Segundo Heringer (1947), essa espécie é adaptada às variações climáticas e cresce desde os solos férteis até os sáfaros. Sua madeira é recomendada para a fabricação de móveis finos, confecção de artefatos para a construção civil, moirão de cerca, postes, dormentes e outros. Da casca, principalmente, é obtido o tanino (15% a 20%), largamente utilizado no curtimento de couros. É ainda uma planta melífera e com potencial para uso em arborização urbana e paisagismo (Candido & Gomes, 1993).

Segundo Fonseca Filho (1948), as sementes de angico não mantêm seu poder germinativo por mais

de seis meses e devem ser usadas dentro de um mês após a colheita. A germinação delas, todavia, foi mantida em 57% após 10 meses de armazenamento em geladeira, acondicionadas em sacos de plástico (Candido, 1974).

Silva (1990) observou que a viabilidade e o vigor de sementes dessa espécie foram mais prejudicados em condições de ambiente do que em câmara fria (7°C, 22% UR) ou antecâmara (20°C, 50% UR), onde permaneceram viáveis por período superior a 120 dias, acondicionadas em sacos de plástico ou caixas de papelão.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade e o vigor de sementes de angico vermelho, sob diversas condições de umidade após congelamento em freezer (-20°C) e nitrogênio líquido (-196°C).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Controle de Qualidade da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisas de Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), de setembro de 1994 a janeiro de 1995.

As sementes de angico (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.) provenientes de cinco indivíduos plantados em uma chácara no município de Ponte Alta, DF, foram colhidas embaixo das árvores, em setembro de 1994.

No laboratório, as sementes foram limpas, retirando-se as visivelmente danificadas, homogeneizadas e submetidas à determinação de umidade, porcentagem e velocidade de germinação e absorção de água.

Parte das sementes teve sua umidade inicial mantida, correspondendo à testemunha. Outra parte foi submetida a um período de hidratação, pela absorção de vapor d'água em câmara de germinação, com aproximadamente 80% de umidade relativa e 15°C, por 96 horas. Após esse tratamento, foram avaliadas a umidade, a porcentagem e a velocidade de germinação e a absorção de água.

Parte das sementes hidratadas foi desidratada em câmara a 22°C e 15% de umidade relativa, por 72 e 408 horas. Após a secagem, foram avaliados o conteúdo de umidade, a porcentagem e velocidade de germinação e a absorção de água.

As sementes da testemunha, as sementes hidratadas e as sementes hidratadas e desidratadas foram acondicionadas em sacos impermeáveis trifoliados (alumínio, papel e polietileno) e armazenadas por 72 horas em ambiente de laboratório (25 ± 2°C), freezer (-20°C), e nitrogênio líquido (NL, -196°C). Após o armazenamento, foram ava-

liadas a porcentagem e velocidade de germinação e absorção de água.

Os testes de umidade foram realizados em duas repetições de 10 sementes, em estufa a 105±3°C por 24 horas, adaptando-se às recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Os testes de germinação foram conduzidos em quatro repetições de 25 sementes, em substrato rolo de papel toalha, incubados à temperatura de 20-30°C e fotoperíodo de oito horas. Foram feitas contagens diárias, retirando-se as plântulas normais, assim consideradas quando apresentavam completo desenvolvimento da parte aérea e radicular. O final dos testes ocorreu aos 23 dias, quando não se observou a presença de plântulas normais por quatro dias consecutivos, na maioria dos tratamentos.

Para se avaliar o vigor das sementes, utilizou-se o método proposto por Czabator (1962):

$VG = GMD \times PC$, onde:

VG = valor de germinação;

$GMD = \frac{\text{número de plântulas normais}}{\text{dias de duração do teste}}$ (germinação média diária do último dia);

$PC = \frac{\text{germinação acumulada}}{\text{n}^{\circ} \text{ de dias correspondente}}$ (ponto culminante da germinação).

A absorção de água foi monitorada mediante pesagem das sementes antes de se instalar os testes de germinação (0 horas), e durante as primeiras 12 horas após a semeadura, a cada 2 horas. Após 24 horas, quando já havia ocorrido emissão de radícula, fez-se uma última pesagem. A marcação desses pontos em um gráfico gerou curvas de embebição.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Para a análise de variância, os dados foram transformados para arco-seno [raiz (%)]. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos após os tratamentos de hidratação e desidratação seguida de secagem sobre o conteúdo de umidade, germinação e vigor de sementes de angico. O conteúdo inicial de umidade da semente foi de 5,56%,

TABELA 1. Umidade, germinação e valor de germinação de sementes de *Anadenanthera peregrina* após hidratação e hidratação seguida de secagem.

Tratamento	Conteúdo de umidade (%)	Germinação (%) ¹	Valor de germinação
Testemunha	5,56	86a	27,41
Hidratação	8,24	87a	55,98
Hidrat. + 72 h secagem	4,37	75a	24,99
Hidrat. + 408 h secagem	3,51	78a	17,90
F (5%)	-	3,87*	-
CV (%)	-	7,09	-

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

valor considerado dentro dos limites ideais para um armazenamento seguro a longo prazo. Após a hidratação, o conteúdo de umidade atingiu 8,24%. O dessecamento por 72 e 408 horas das sementes hidratadas reduziu o conteúdo de umidade para 4,37 e 3,51% respectivamente. De acordo com o International Board for Plant Genetic Resources (1976), as sementes com 4 a 6% de umidade podem ser seguramente armazenadas a temperaturas abaixo de zero.

Embora tenham apresentado porcentagens mais baixas nos dois períodos de secagem, os testes de germinação não demonstraram diferenças significativas entre as sementes hidratadas e a testemunha. Drew & Dearman (1993) citam que efeitos benéficos na porcentagem de germinação nem sempre são observados após tratamentos de hidratação. No entanto, os benefícios da hidratação na qualidade inicial das sementes foi observado pelo teste de vigor, no qual o valor de germinação (VG) das sementes hidratadas foi superior ao da testemunha. Os parâmetros relacionados com o vigor das sementes tendem a aumentar após tais tratamentos; tanto a hidratação quanto o condicionamento osmótico apresentaram efeitos positivos na velocidade de germinação de sementes de várias espécies (Hegarty, 1978). Segundo Bewley & Black (1978), quando sementes que já passaram por uma embebição são colocadas novamente em contato com a água, ger-

minam mais rápido, uma vez que não é necessária a reiteração dos processos já ocorridos na primeira hidratação. Vários estudos citados por Sung & Chang (1993) relacionaram o aumento da germinabilidade das sementes hidratadas ao reparo das membranas e à formação de metabólitos de germinação.

O efeito positivo da hidratação sobre as sementes (VG = 55,98) não foi mantido após os tratamentos de secagem, ou seja, a hidratação seguida de secagem não aumentou o valor de germinação (VG) das sementes em relação à testemunha, ao contrário de experimentos anteriores que demonstram ser essa uma técnica eficiente no envigoramento de sementes de algumas espécies (Fujikura et al., 1993; Sung & Chang, 1993; Groot et al., 1996). No entanto, para Heydecker & Coolbear (1977) nesse tratamento há sempre o risco de que a secagem reverta o efeito positivo da hidratação.

A análise estatística das porcentagens de germinação não revelou interação significativa entre os tratamentos e ambientes de armazenamento (Tabela 2). Comparando-se as médias obtidas nas três condições de armazenamento, observa-se que o NL foi estatisticamente superior ao freezer e que não houve diferença significativa entre ambiente e NL e ambiente e freezer. Embora as médias da testemunha e da hidratação tenham sido superiores em valor absoluto aos tratamentos de secagem, não houve diferença significativa entre aqueles valores e os de secagem durante 408 horas.

O teste de germinação, embora tenha apresentado valores relativamente altos, não se mostrou como o melhor indicador da qualidade fisiológica das sementes de *Anadenanthera peregrina* submetidas aos diferentes tratamentos. A influência benéfica da hidratação só foi detectada, em todos os ambientes de armazenamento, pelo teste de vigor (Tabela 3). O VG das sementes hidratadas foi superior ao da testemunha e aos dos tratamentos de secagem. O VG das sementes submetidas aos tratamentos de NL foi superior ao das armazenadas na temperatura ambiente e no freezer. Enquanto os dados de germinação (Tabela 2) não foram estatisticamente convincentes em relação ao efeito negativo da secagem, os resultados do valor de germinação (VG) evidenciaram nitidamente que o dessecamento das sementes removeu o efeito benéfico da hidratação (Tabela 3).

TABELA 2. Porcentagem de germinação de sementes de *Anadenanthera peregrina* submetidas à hidratação e hidratação seguida de secagem, e armazenadas por 72 horas em diferentes ambientes de armazenamento¹.

Tratamento	Ambiente (laboratório)	-20°C	-196°C	Médias
Testemunha	88	88	91	89A
Hidratação	87	89	91	89A
Hidrat. + 72 h secagem	80	78	86	81B
Hidrat. + 408 h secagem	84	78	88	83AB
Média	85ab	83b	89a	

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula (linha) ou maiúscula (coluna) não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; F (5%) armazenamento = 4,21*; F (5%) tratamento = 4,76*; F (5%) armazen. x trat. = 0,26 n.s.; C.V. = 7,87%.

TABELA 3. Valor de germinação de sementes de *Anadenanthera peregrina* submetidas à hidratação e hidratação seguida de secagem, e armazenamento por 72 horas em diferentes ambientes.

Tratamento	Ambiente (laboratório)	-20°C	-196°C	Média
Testemunha	26,32	29,70	49,60	35,21
Hidratação	55,98	57,25	68,25	60,49
Hidrat. + 72 h secagem	35,27	24,69	49,35	36,44
Hidrat. + 408 h secagem	18,99	18,99	44,00	27,33
Médias	34,14	32,65	52,80	

Segundo Popinigis (1985), o vigor detecta as modificações deletérias mais sutis, não reveladas pelo teste de germinação. Muito antes que a germinação seja afetada, o vigor sofre reduções significativas.

Na Tabela 4 são apresentados os dados de emergência de radícula nas sementes submetidas aos diferentes tratamentos e tipos de armazenamento, 24 horas após a semeadura. A ocorrência de protrusão radicular em tempo muito curto após o início da embebição é, provavelmente, consequência de fatores fisiológicos aliados a sua estrutura morfológica. O embrião de angico vermelho, na semente madura, apresenta plúmula dividida em pinas e radícula bem próxima ao ponto onde o tegumento da semente é rompido durante a germinação. Como o tegumento dessa semente não é impermeável à água (Rizzini, 1971), o embrião prontamente embebe a

quantidade de água necessária à germinação e a emissão da radícula ocorre entre 12 e 24 horas de embebição. As sementes hidratadas foram as que apresentaram maior número de radículas emitidas, independentemente do tipo de armazenamento, o que confirma a eficiência da hidratação como tratamento de envigoramento. Entre os ambientes de armazenamento, as porcentagens de radículas emitidas foram superiores nas sementes armazenadas em nitrogênio líquido.

A Fig. 1 mostra as curvas de absorção de água por sementes de *Anadenanthera peregrina*, submetidas aos tratamentos de hidratação e hidratação seguida de secagem, obtidas antes e após o armazenamento dessas sementes em ambiente de laboratório, freezer (-20°C) e NL (-196°C). A medição da absorção de água não foi feita no intervalo

TABELA 4. Protrusão radicular (%) ocorrida de 12 a 24 horas após o plantio de sementes submetidas a diferentes tratamentos e condições de armazenamento¹.

Tratamento	Ambiente	-20°C	-196°C	Médias
	(laboratório)			
Testemunha	17	15	37	19,2B
Hidratação	36	33	57	40,5A
Hidratação + 72 h secagem	28	13	42	25,0B
Hidratação + 408 h secagem	24	14	40	24,0B
Médias	26,2b	18,8b	44,0a	

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula (linha) ou maiúscula (coluna) não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; F (5%) armazenamento = 29,2 * ; F (5%) tratamento = 9,2 * ; F (5%) armazen. x trat. = 0,6 n.s.; C.V. = 19,2%.

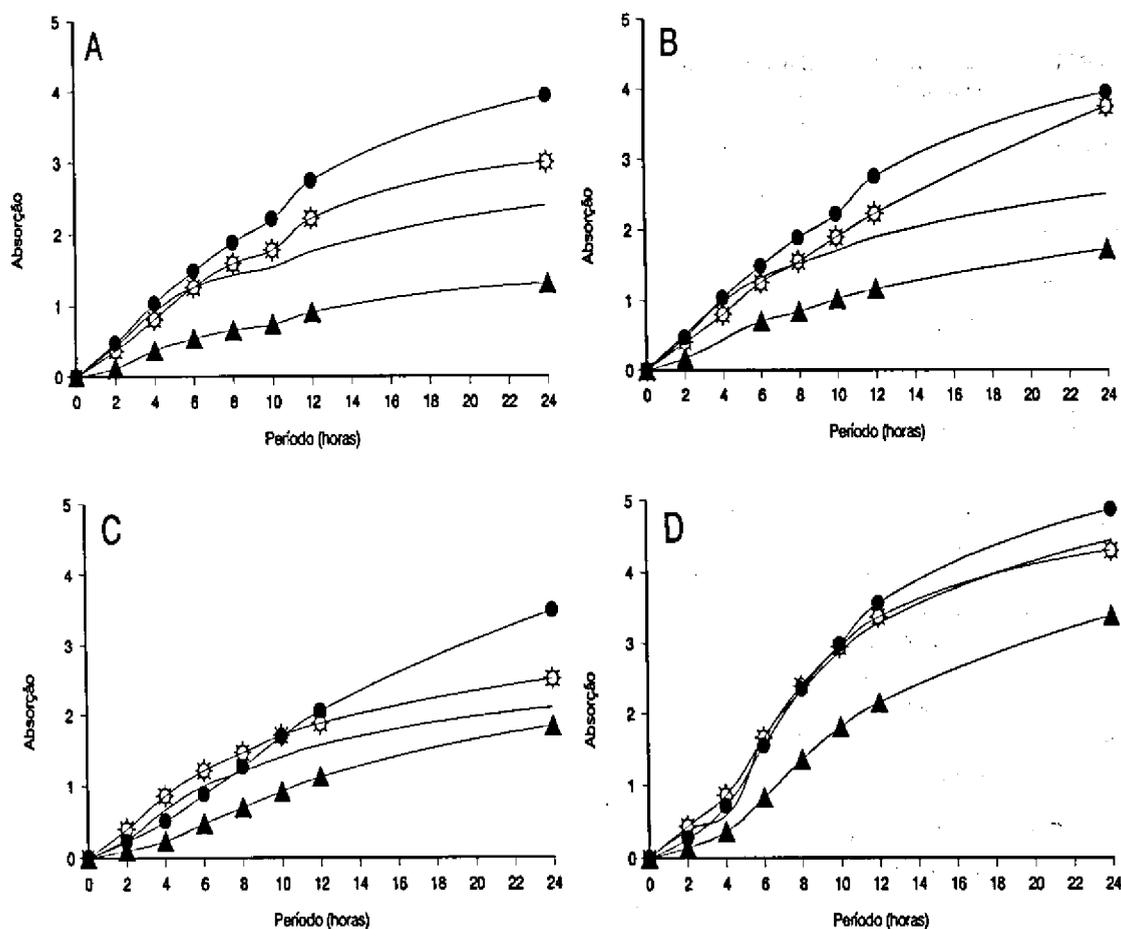


FIG. 1. Absorção de água (g) por sementes de *Anadenanthera peregrina* submetidas aos tratamentos: testemunha (▲); hidratação (●); hidratação + 72 horas de secagem (◐); hidratação + 408 horas de secagem (—) e armazenadas por 0 horas (A) e por 72 horas em ambiente (B), freezer (C) e nitrogênio líquido (D).

entre 12 e 24 horas de embebição, portanto, a parte da curva referente a esse período é resultado de ajuste feito com base nos pontos obtidos na 12ª e 24ª hora. Pode-se observar que a inclinação das curvas diminui com o ganho de água. Essa configuração deve-se ao fato de as sementes antes da embebição terem potencial hídrico muito negativo e, quando em contato com a água, a primeira fase é de rápida absorção, pela diferença de potencial existente entre a semente e o meio. Esse gradiente de umidade diminui com um concomitante declínio na taxa de absorção (Vertucci, 1989).

As sementes, com umidade de 5,56% (testemunha), absorveram menor quantidade de água até a germinação, enquanto as hidratadas (8,24% de umidade) foram as que absorveram maior quantidade de água. Esse comportamento se repetiu antes e após o armazenamento nos três ambientes (Fig. 1). A velocidade de embebição das sementes-testemunha também foi inferior à das sementes submetidas a qualquer tratamento, como pode ser observado pela inclinação das curvas. De acordo com Vertucci & Leopold (1983), apesar de o potencial de água das sementes mais secas ser muito menor, elas têm condutividade hidráulica menor que as mais úmidas, justificando a absorção mais lenta.

As sementes hidratadas seguidas de secagem por 72 e 408 horas absorveram maior volume de água e com maior velocidade que a testemunha. Esse efeito dos tratamentos na absorção de água até a germinação ocorreu independentemente do tipo de armazenamento. Segundo Côme (1970), quando a semente é hidratada e depois dessecada, ocorre um aumento nos espaços intercelulares e muitas células se descolam umas das outras, gerando essas fissuras que permitem maior absorção de água em nova embebição.

Kidd & West, citados por Hegarty (1978), concluíram que sementes umedecidas e plantadas com esse nível de umidade germinaram mais rapidamente que as não tratadas, e que as sementes umedecidas em quantidade mínima de água e em seguida secas lentamente, embeberam água e desenvolveram-se mais rapidamente quando colocadas para embeber.

As sementes armazenadas em NL (Fig. 1D) apresentaram aumento na velocidade de absorção de água após a 4ª hora; até a 24ª hora embeberam quantidade de água superior à das sementes armazenadas nos

outros ambientes. Nesse tipo de armazenamento, as sementes hidratadas e as desidratadas e secas tiveram padrões de absorção de água semelhantes, gerando curvas sobrepostas. A exposição ao NL causa um aumento na absorção de água através de fissuras na testa da semente, formadas durante o congelamento, provocando um aumento da taxa de absorção de água e um incremento na germinação (Jordan et al., 1982; Pritchard et al., 1988).

O melhor desempenho das sementes após o armazenamento em NL mostrado na Tabela 2 e evidenciado nas Tabelas 3 e 4, pode estar relacionado com o maior volume de água embebida (Fig. 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Barton & Busse, citados por Jordan et al. (1982). As sementes hidratadas tiveram a mesma porcentagem de germinação das sementes-testemunha, após o armazenamento em NL (Tabela 2), porém o valor de germinação das sementes com maior umidade foi superior (Tabela 3). Esses resultados, indicam que, entre os tratamentos testados, a melhor alternativa foi o armazenamento de sementes de *Anadenanthera peregrina* em NL com 8,24% de umidade (sementes hidratadas), uma vez que, segundo Aguiar (1984), os dados de viveiro se aproximam mais dos observados em laboratório quando se trata de sementes com elevado vigor.

Os resultados obtidos mostraram que embora os tratamentos de secagem tenham causado certo dano fisiológico às sementes hidratadas de angico, a resposta germinativa a todos os tratamentos indica comportamento de semente ortodoxa. A baixa umidade inicial (5,56%) e a tolerância às temperaturas de congelamento (-20°C e -196°C) são características que reforçam tal afirmação.

Segundo Stanwood (1985), se uma amostra de sementes pode ser congelada em NL e descongelada sem danos, o armazenamento por dias, semanas, anos ou séculos não deverá causar alteração em sua viabilidade. Portanto, a conservação a longo prazo das sementes de *Anadenanthera peregrina* pode ser realizada com essa técnica.

CONCLUSÕES

1. As sementes de angico vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Sp.) apresentam comportamento ortodoxo.

2. As sementes hidratadas até 8,24% de umidade apresentam mais vigor em todos os ambientes de armazenamento.

3. Os tratamentos de hidratação e hidratação seguida de secagem aumentam a absorção de água pelas sementes.

4. O teste de vigor revela-se mais sensível às alterações nas sementes do que o teste de germinação.

5. O congelamento em nitrogênio líquido (-196°C) aumenta a absorção de água, a velocidade de germinação e o poder germinativo das sementes; esse ambiente mostra-se como a melhor alternativa para a conservação a longo prazo das sementes de angico vermelho.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, I.B. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes florestais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. Curitiba: UFPR, 1984. p.277-290.
- BASU, R.N. An appraisal of research on wet and dry physiological seed treatments and their applicability with special reference to tropical and sub-tropical countries. *Seed Science and Technology*, v.22, p.107-126, 1994.
- BEWLEY, J.B.; BLACK, M. *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. Berlin: Springer Verlag, 1978. v.1, 308p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regras para análise de sementes*. Brasília: LANARV/SNDA, 1992. 188p.
- CANDIDO, J.F. Angico vermelho. *Folha Florestal*, Viçosa, maio/jun., 1974. p.1-5.
- CANDIDO, J.F.; GOMES, J.M. Angico Vermelho (*Piptadenia peregrina*). In: CANDIDO, J.F.; GOMES, J.M.; BERNARDO, A.L. (Eds.). *Cultura de espécies florestais II*. Viçosa: [s.n.], 1993. p.1-42. (Documento SIF, nº 11).
- CÔME, D. *Les obstacles à la germination*. Paris: Masson et cie, 1970. p.22-23.
- CZABATOR, F.J. Germination value: an index combining speed and completeness of Pine seed germination. *Forest Science*, Madison, v.8, n.4, p.386-396, 1962.
- DREW, R.L.K.; DEARMAN, J. Effect of osmotic priming on germination characteristics of celeriac (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum*). *Seed Science and Technology*, v.25, p.411-415, 1993.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. *Handbook of seed technology for genebanks: principles and methodology*. Roma: International Board for Plant Genetic Resources, 1985. v.1, 238p.
- FAO (Roma). *Conservación e desarrollo de los recursos forestales tropicales*. Roma, 1983. 134p.
- FAO (Roma). *Conservación "in situ" de recursos fitogenéticos selvajes: revista de la situación y plan de acción*. Roma, 1984. (FORGEN/Misc/84/3).
- FONSECA FILHO, C.A. Reflorestamento com finalidade exclusiva de produção rápida de linha para combustível e carvão vegetal. *Revista Ceres*, v.7, n.4, p.429-437, 1948.
- FUJIKURA, V.; KRAAK, H.L.; BASRA, A.S.; KARSEN, C.M. Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. *Seed Science and Technology*, v.21, p.639-642, 1993.
- GROOT, S.P.C.; VAN PIJLEN, J.G.; BERGERVOET, J.H.W.; KRAAK, H.L.; BINO, R.J. Seed storage behaviour in relation to cell cycle progression. In: QUEDRAOGO, A.S.; POULSEN, K.; STUBSGAARD, F. (Eds.). *Intermediate / recalcitrant tropical forest tree seeds*. Roma: IPGRI, 1996. p.98-102. Proceedings of workshop on Improved Methods for Handling and Storage of Intermediate/Tropical Forest Tree Seeds, 1995, Hunileback, Denmark.
- GUANG-HUA, Z. *Research on ultra-dry seeds*. Roma: IBPGR, 1991. 53p. 4th Progress report.
- HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOSLOWSKI, T.T. (Ed.). *Seed Biology*. New York: Academic Press, 1972. p.145-245.
- HEGARTY, T.W. The physiology of seed hydration and dehydration and the relation between water stress and the control of germination: A review. *Plant Cell and Environment*, v.1, p.101-119, 1978.
- HERINGER, E.P. *Contribuição ao conhecimento da flora da zona da mata de Minas Gerais*. [S.l.]: INPA, 1947. 1987p. (Boletim, 2).
- HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance. Survey and attempted

- prognosis. *Seed Science and Technology*, v.5, p.353-425, 1977.
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. Report of IBPGR working group on engineering, design and cost aspects of long term storage facilities. Rome: IBPGR, 1976. 96p.
- JORDAN, J.L.; JORDAN, L.S.; JORDAN, C.M. Effects of freezing to -196°C and thawing on *Setaria lutescens* seeds. *Cryobiology*, v.19, p.435-442, 1982.
- KARTHA, K.K. (Ed.). *Cryopreservation of plant cell and organs*. Boca Raton: CRC Press Inc, 1985. 276p.
- MEDEIROS, A.C.S.; CZARNESKI, C.M.; FREITAS, G.F. Criopreservação de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr.All.) Engl.) *Revista do Instituto Florestal*, v.4, p.544-547, 1992.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: [s.n.], 1985. 289p.
- PRITCHARD, H.W.; MANGER, K.R.; PRENDERGAST, F.J. Changes in *Trifolium arvense* seed quality following alternating temperature treatment using liquid nitrogen. *Annals of Botany*, v.62, p.1-11, 1988.
- RIZZINI, C.T. Aspectos ecológicos de regeneração em algumas plantas do Cerrado. In: FERRI, M.G. (Ed.). *Simpósio sobre o Cerrado*, 3. São Paulo: Edgard Blucher / EDUSP, 1971. p.61-64.
- SALOMÃO, A.N. Effects of liquid nitrogen storage on *Ziziphus joazeiro* seeds. *Cryo-Letters*, v.16, p.85-90, 1995.
- SILVA, D. Efeito das condições de armazenamento no vigor de sementes de angico vermelho (*Piptadenia peregrina*, Benth). Viçosa: UFV, 1990. 41p. Tese de Mestrado.
- STANWOOD, P.C.; BASS, L.N. Ultracold preservation of seed germplasm. In: LI, P.; SAKAI, A. (Eds.). *Plant cold hardiness and freezing stress*. [S.l.]: Academic Press, 1978. p.361-371.
- STANWOOD, P.C. Cryopreservation of seed germplasm for genetic conservation. In: KARTHA, K.K. (Ed.). *Cryopreservation of plant cell and organs*. Boca Raton: CRC Press Inc, 1985. p.200-266.
- STANWOOD, P.C.; ROOS, E.E. Seed storage of several horticultural species in liquid nitrogen (-196°C). *Hortscience*, v.14, p.26-31, 1979.
- SUNG, F.J.M.; CHANG, Y.H. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. *Seed Science and Technology*, v.4, p.301-311, 1993.
- VERTUCCI, C.W. The effects of low water contents on physiological activities of seeds. *Physiologia Plantarum*, v.2, p.172-176, 1989.
- VERTUCCI, C.W.; LEOPOLD, A.C. Dynamics of imbibition by soybean embryos. *Plant Physiology*, v.72, p.190-193, 1983.
- WOODSTOCK, L.W. Seed imbibition: A critical period for successful germination. *Journal of Seed Technology*, v.12, n.1, p.1-15, 1988.