

COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.), EM CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO.

Antonio C. de S. Medeiros¹
Roger Smith²
Robin Probert³
Rubens Sader⁴

RESUMO

O desaparecimento de espécies vegetais de relevante importância sócio-econômica pela ação do homem, exige, com urgência, o estabelecimento de eficazes tecnologias voltadas para a conservação de genes para as futuras gerações. O objetivo deste trabalho foi o de fornecer subsídios básicos sobre o comportamento fisiológico das sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All. syn. *Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.), espécie madeireira e medicinal, visando sua conservação a longo prazo, em bancos de germoplasma. Especificamente, buscou-se o estudo da viabilidade das sementes de *M. urundeuva*, quando submetidas à secagem (5,9% e 6,0% de umidade, base úmida), reidratação (12,2% e 13,6%, base úmida), baixa (2°C e -13°C) e ultra-baixa temperaturas (-20°C; -30°C; -70°C e -196°C), e definir o seu comportamento fisiológico e forma de conservação. As pesquisas foram realizadas em 1994 no Laboratório Jodrell do Royal Botanic Gardens, Inglaterra. Foram utilizadas câmaras de secagem a 15°C ± 3°C/15% ± 5%UR para desidratação e solução salina saturada de NH₄Cl, para a reidratação das sementes. As sementes foram armazenadas em câmaras frias, "freezers" e botijões com nitrogênio líquido. Os experimentos foram instalados em blocos ao acaso com 4 repetições. Os resultados mostraram que as sementes de aroeira apresentam um comportamento fisiológico ortodoxo, podendo, portanto, ser desidratadas e conservadas hermeticamente em baixas temperaturas,

¹ Eng. Agrônomo, Doutor, CREA nº 9637/D, Pesquisador da *Embrapa Florestas*.

² Pesquisador do Royal Botanic Gardens, Kew, Wakehurst Place, Ardingly, Sussex, Inglaterra.

³ Eng. Agrônomo, Doutor, CREA nº 26.166/D Professor titular do Departamento de Fitotecnia, FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP.

inclusive em nitrogênio líquido.

PALAVRAS-CHAVE: *syn. Astronium urundeuva*, sementes ortodoxas, desidratação, preservação biológica.

PHYSIOLOGICAL BEHAVIOUR OF AROEIRA SEEDS UNDER STORAGE CONDITIONS.

ABSTRACT

The Anacardiaceae tree *Myracrodruon urundeuva* Fr.All. *syn. Astronium urundeuva* (Fr.All.) Engl. was chosen for research. This species is known in Brazil as "aroeira" and is not only an important hardwood but also a medicinal plant. Due to these qualities, *A. urundeuva* has become scarce in the Centre-West and adult trees in large populations are hard to find in most areas of the Northeastern Region of Brazil. For the Brazilian Government, this species is considered vulnerable. The objective of this research was to study the viability of *M. urundeuva* seeds when submitted to desiccation, low temperature including liquid nitrogen (-196°C), and to define their physiological behaviour. Seeds were collected in Brazil's semi-arid Region in September, 1993. The results showed that *M. urundeuva* seeds have an orthodox behaviour and, therefore, it can be desiccated and stored under low temperature or by means of cryopreservation.

KEY WORDS: *Syn. Astronium urundeuva*, orthodox seeds, desiccation tolerance, biological preservation.

1 INTRODUÇÃO

A espécie selecionada para esta pesquisa foi a aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All syn. *Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.). Trata-se de uma espécie arbórea, nativa da região semi-árida do Nordeste brasileiro, de relevante valor sócio-econômico, não somente como planta medicinal ou madeireira mas, também, como fonte de energia (lenha) nas indústrias e nas propriedades rurais.

Diversos trabalhos foram conduzidos, procurando definir o comportamento fisiológico das sementes, com vistas à conservação a longo prazo. Esse aspecto foi, inicialmente, estudado por Roberts (1973), quando definiu duas categorias de sementes em relação ao comportamento no armazenamento. Classificou como 'recalcitrantes' aquelas que não podem ser desidratadas abaixo de um teor crítico de água, sem que ocorram danos fisiológicos e, como 'ortodoxas', as que podem ser submetidas à desidratação, até 5 a 7% de umidade em base úmida (b.u.) e, então, armazenadas por longo prazo em temperaturas baixas.

Em relação às sementes recalcitrantes, Probert & Smith (1996) verificaram que as de espécies de clima frio, como carvalho (*Quercus robur*), podem ser mantidas em temperaturas próximas de zero graus Celcius. Isto ajuda a reduzir a perda de viabilidade e possibilita a manutenção da viabilidade por 2 a 3 anos. Por outro lado, segundo esses autores, muitas sementes recalcitrantes tropicais são danificadas pelo frio e não podem ser armazenadas em temperaturas abaixo de 15-20° C. Sementes recalcitrantes ocorrem em muitas espécies de valor econômico, tanto anuais (Chin & Roberts, 1980) quanto perenes florestais (Pritchard & Prendergast, 1986; Tompsett, 1987; Dickie et al., 1991). Segundo esses autores, espécies do mesmo gênero podem apresentar comportamento fisiológico diferenciado. Eles observaram que sementes de *Acer platanoides* L. ('Norway maple') são tolerantes à desidratação até 7% de umidade (b.u.), mas que os embriões das sementes de *Acer pseudoplatanus* ('Sycamore') morrem quando as sementes são desidratadas a menos de 45% de umidade. Assim, conforme a classificação de Roberts (1973) as sementes de *A. platanoides* foram consideradas como ortodoxas e as de *A. pseudoplatanus*, como recalcitrantes (Dickie et al., 1991).

Estudos têm mostrado que sementes de diferentes gêneros, mas da mesma família, também, podem apresentar variação no comportamento. King & Roberts (1980) classificaram a semente de *Mangifera indica* L., da família Anacardiaceae, como recalcitrante, mas a de outra espécie da mesma família (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) apresenta, segundo Sader & Medeiros (1993), comportamento ortodoxo. As sementes de aroeira, outra espécie da família

Anacardiaceae, também, foram classificadas como ortodoxas por Medeiros & Cavallari (1992).

Algumas sementes, entretanto, apresentam um comportamento fisiológico que não se enquadra exatamente como ortodoxo, nem como recalcitrante (Hong, 1991). Ellis et al. (1991) verificaram que sementes de mamão (*Carica papaya* L.), mesmo após armazenadas por 12 meses a 15° C com 7,9 a 9,4% de umidade (b.u.), não alteraram a germinação. No entanto, quando armazenadas em ambiente mais frio (-20° C) ou seco, perdem a viabilidade mais rapidamente. Esses resultados não são compatíveis com a definição de sementes ortodoxas ou recalcitrantes, fundamentadas por Roberts (1973). Comportamentos fisiológicos similares, em relação ao armazenamento, já haviam sido verificados pelos mesmos autores em sementes de café (Ellis et al. 1990a), sugerindo que sementes com esse tipo de comportamento poderiam ser classificadas como 'intermediárias' (Ellis et al., 1990b).

Em relação ao uso de baixas e ultra-baixas temperaturas na conservação de sementes, Tompsett (1986) verificou não haver diferença aparente entre a longevidade de sementes de *Ulmus carpinifolia* Gleditsch. ('elm'), armazenadas a -13 e a -75° C, desde que o grau de umidade das sementes seja mantido constante. Comportamento semelhante foi verificado em sementes de cebola, quando submetidas a temperaturas entre -20 e -196° C por até 45 meses (Harrison & Carpenter, 1977), não se justificando o uso da criopreservação. Entretanto, Stanwood (1980) verificou que sementes de várias espécies podem ter a viabilidade prolongada sob criopreservação. Segundo Stanwood & Bass (1981), com o uso do nitrogênio líquido na conservação de sementes, todos os processos metabólicos são reduzidos e o processo de deterioração é minimizado ou mesmo cessado. Isto sugere que, em meio a nitrogênio líquido, a semente pode ser preservada por um tempo indeterminado, muito mais longo do que com o método convencional de conservação a longo prazo, ainda que em temperatura de -18° C e 4-6% de umidade das sementes, em que o metabolismo ainda ocorre e, eventualmente, a viabilidade declina.

Dessa forma, é importante que se conheça o comportamento e a fisiologia das sementes, para que se possa definir a forma de conservá-la.

O objetivo desta pesquisa foi de esclarecer determinados aspectos referentes às sementes de *M. urundeuva* como o efeito da secagem e reidratação na germinação, além de verificar a sua viabilidade, quando submetidas à baixa e ultra-baixa temperatura e definir o seu tipo de comportamento fisiológico e a melhor forma de conservação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Sementes e tratamentos

Foram utilizadas sementes de aroeira provenientes de duas regiões típicas de ambiente semi-árido. Uma delas, caracterizada como amostra "A", foi coletada em 27/08/93, em Picos-PI a 535 m de altitude e formada pela mistura das sementes de 15 árvores. A amostra "B" foi coletada em Pereiro-CE a 612 m de altitude, em 31/08/1993, também de 15 árvores. As sementes dessas populações foram enviadas ao Laboratório Jodrell do 'Royal Botanic Gardens', Inglaterra, onde as pesquisas foram realizadas. Cada amostra foi dividida em duas partes e cada parte foi submetida a duas condições de umidade relativa do ar:

- a) câmara seca a $15\% \pm 5\%$ UR e $15^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 14 dias, a fim de reduzir o teor de água das sementes;
- b) ambiente contendo uma solução salina concentrada de NH_4Cl , a $20\text{-}21^{\circ}\text{C}$, por 14 dias, a fim de reidratar as sementes.

Em seguida a esses tratamentos, foi determinada a germinação das sementes e, as remanescentes, embaladas hermeticamente em envelopes trifoliados de papel/alumínio/polietileno. Posteriormente, essas sementes foram transferidas, em 4 repetições de 25 sementes por envelope, para câmaras a 2°C , -13°C , -20°C , -30°C , e -70°C , ou embaladas em criotubos e transferidas para botijão com nitrogênio líquido a -196°C , conforme técnicas descritas em Stanwood (1980), Medeiros & Cavallari (1992), Medeiros et al. (1992a), Touchel & Dixon (1993) e Pritchard (1995). As embalagens foram retiradas do armazenamento a cada 20, 40 e 60 dias e as sementes submetidas ao teste de germinação.

2.2 Testes de germinação

Os testes de germinação foram realizados em incubadores automáticos com alternância de temperatura ($19^{\circ}\text{C}/33^{\circ}\text{C}$) e de luz fluorescente de 40W (12 h de escuro a 19°C e 12 h de luz a 33°C). Utilizou-se ágar a 1% como substrato, colocado em caixas plásticas transparentes do tipo "gerbox" de 10cmx10cmx2,5cm, com 25 sementes em cada uma delas.

Baseado em estudos preliminares, em que Medeiros et al.(1992b) verificaram a ocorrência de fungos contaminando o material, procedeu-se ao tratamento das sementes a seco com "Thiram" ($0,01\text{g.g}^{-1}$), imediatamente antes da instalação de cada teste. Uma única contagem foi realizada no 6° dia após a instalação do teste, considerando como viáveis as sementes que

apresentaram protusão de aproximadamente 2 mm da raiz primária, conforme critério adotado por Pritchard & Prendergast (1986), Tompsett (1986), Feliciano (1989), Finch-Savage (1992) e Dickie & Smith (1993).

2.3 Determinação do grau de umidade

O grau de umidade das sementes foi determinado gravimetricamente na base úmida (b.u.), utilizando-se a metodologia das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), preconizada pela International Seed Testing Association (1985) e por Oliveira et al. (1989), em três repetições de 10-20 sementes, em balança analítica, com precisão de 0,00001g. As sementes foram colocadas para secar em estufa com circulação de ar por 17 h a $103 \pm 2^\circ \text{C}$.

2.4 Delineamento experimental

O experimento foi instalado em blocos ao acaso, com 4 repetições de 25 sementes. Os tratamentos foram constituídos por duas amostras de sementes ("A" e "B"); dois graus de umidade das sementes (baixo= aproximadamente 6%; e alto= aproximadamente 13%); 6 níveis de temperatura (2°C , -13°C , -20°C , -30°C , -70°C e -196°C); e três períodos de armazenamento (20, 40 e 60 dias). Os fatores amostras e graus de umidade foram analisados pelo teste F de Snedecor e o fator período de armazenamento e temperatura por regressão. Os dados de percentagem de germinação foram transformados em arc seno da raiz quadrada de $x / 100$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificaram-se diferenças significativas entre as amostras "A" e "B" (Tabela 1). É normal ocorrer, na natureza, diferenças fisiológicas entre amostras de sementes, em decorrência de diferenças nos níveis de vigor entre elas.

TABELA 1 Testes F dos efeitos das condições de armazenamento sobre a sobrevivência de sementes de duas populações de aroeira.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	Q.M.	F	PROB. > F
Bloco	3			
Amostras (Am)	1	350,5832	15,7229	0,0003
Grau de Umidade (GU)	1	8,1739	0,3666	0,5527
Temperatura (Tp)	5	38,1467	1,7108	0,1322
Período Armazen. (PA)	2	44,9049	2,0139	0,1337
Am*GU	1	287,0017	12,8714	0,0007
Am*Tp	5	11,1474	0,4999	0,7782
Am*PA	2	68,5268	3,0733	0,0468
GU*Tp	5	48,3800	2,1697	0,0577
GU*PA	2	333,6552	14,9637	0,00002
Tp*PA	10	45,14014	2,0244	0,03170
Am*GU*Tp	5	77,2843	3,4660	0,00520
Am*GU*PA	2	59,6893	2,6769	0,6912
GU*Tp*PA	10	27,8328	1,2482	0,26093
Am*GU*Tp*PA	10	25,2485	1,1323	0,33856
Resíduo	223	22,2976		

CV = 8,64%

De modo geral, as sementes da amostra "A", apresentaram germinação superior às da amostra "B", especialmente quando reidratadas após secagem. Ambas passaram de, aproximadamente, 6% para, aproximadamente, 12% de umidade. Nessa situação de elevado grau de umidade, as sementes da amostra "A" apresentaram germinação significativamente maior (69,7%), quando comparadas às sementes do lote "B" (62,7%), conforme Tabela 2.

TABELA 2 Percentagens de água e de germinação (entre parênteses) de sementes de aroeira, *M. urundeuva*, submetidas à desidratação e subsequente reidratação.

TRATAMENTO	AMOSTRA "A"	AMOSTRA "B"
desidratada	5,9% (67,0%) *	6,0% (66,6%) **
reidratada	12,2% (69,7%)	13,6% (62,7%)

= Variação significativa, ao nível de 5% pelo teste F, entre percentagem de germinação, na coluna.

** = Variação significativa, ao nível de 1% pelo teste F, entre percentagem de germinação, na coluna.

Com 20 dias de armazenamento, as sementes da amostra "A" apresentaram maior percentagem de germinação do que as da amostra "B". No entanto, com 40 ou 60 dias de armazenamento, não foram detectadas diferenças entre as amostras "A" e "B" quanto às percentagens de germinação (Tabela 3).

TABELA 3 Percentagens de germinação das sementes das amostras "A" e "B", com 20, 40 e 60 dias de armazenamento.

AMOSTRAS	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO		
	20 dias	40 dias	60 dias
"A"	70,8***	66,6	67,4
"B"	64,1	63,9	66,0

*** = Variação significativa ao nível de 1% pelo teste F, na coluna.

Quando as sementes foram desidratadas para 6% de umidade, não houve diferença entre as amostras "A" e "B" quanto à percentagem de germinação após 20, 40 ou 60 dias de armazenamento (Tabela 4).

TABELA 4 Porcentagens médias de germinação entre as duas amostras de sementes de *M. urundeuva* com 6% e 12% de umidade.

Amostras de Sementes	Grau de Umidade das Sementes		
	6% (base úmida)		
	20 dias	40 dias	60 dias
	Germinação	Germinação	Germinação
"A"	70,7	61,1	69,0
"B"	69,1	62,9	67,9
Valor de F	0,536 NS	0,588 NS	0,247 NS
	12% (base úmida)		
	20 dias	40 dias	60 dias
	Germinação	Germinação	Germinação
	"A"	71,0	72,0
"B"	59,0	65,0	64,1
Valor de F	27,999**	10,121*	0,605 NS

* Diferença significativa entre médias na coluna, ao nível de 5%.

** Diferença significativa entre médias na coluna, ao nível de 1%.

Entretanto, quando as sementes foram reidratadas após a secagem, passando para aproximadamente 12% de umidade, as sementes da amostra "A" germinaram mais do que as da amostra "B", após 20 e 40 dias de armazenamento.

As porcentagens de germinação, aparentemente, não foram afetadas pelos tratamentos de reidratação após a secagem. Isto sugere que a espécie é tolerante à desidratação e reidratação.

Não houve diferença significativa na germinação das sementes submetidas a diferentes temperaturas de armazenamento. As baixas e ultra-baixas temperaturas não reduziram a germinação na amostra "A" (Tabela 5), nem na amostra "B" (Tabela 6), mesmo com reidratação.

TABELA 5 Percentagens de germinação de sementes de *M. urundeuva* (amostra "A") após 20, 40, e 60 dias de armazenamento em temperaturas baixas e ultra-baixas.

TRATA- MENTOS	5,9% DE UMIDADE				12,2% DE UMIDADE			
	PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO (DIAS)			
	20	40	60	Média	20	40	60	Média
2° C	74,3	56,8	69,0	66,7	68,8	66,1	64,8	66,6
-13° C	75,3	62,5	70,3	69,4	62,5	66,6	58,6	62,6
-20° C	66,3	64,3	68,3	66,3	73,3	72,0	66,3	70,5
-30° C	75,8	55,0	73,5	68,1	68,8	78,0	67,3	71,5
-70° C	69,3	59,8	69,0	66,0	72,3	70,7	66,3	69,8
-196° C	61,5	67,8	62,2	63,8	78,8	75,3	71,0	75,0
Tempo 0 (testemunha)				79,5				68,6

TABELA 6 Percentagens de germinação de sementes de *M. urundeuva* (amostra "B") após 20, 40, e 60 dias de armazenamento, em temperaturas baixas e ultra-baixas.

TRATA- MENTOS	6,0% DE UMIDADE				13,6% DE UMIDADE			
	PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO (DIAS)			
	20	40	60	Média	20	40	60	Média
2° C	61,5	61,3	70,6	64,5	54,0	69,5	66,2	63,2
-13° C	66,3	62,0	74,0	67,4	54,8	59,3	68,9	61,0
-20° C	74,0	62,5	68,8	68,4	62,8	60,4	58,9	60,7
-30° C	79,0	70,0	58,8	65,9	69,4	63,1	67,1	66,5
-70° C	64,5	59,8	59,3	61,2	55,8	69,9	63,1	62,9
-196° C	66,8	71,0	74,1	70,6	56,3	66,0	62,6	61,6
Tempo 0 (testemunha)				73,5				71,3

Os resultados neste estudo estão de acordo com aqueles obtidos por Tompsett (1986), que verificou não haver diferença aparente em termos de longevidade para as sementes de *Ulmus carpinifolia*, armazenadas a -13 e a -75° C, quando o grau de umidade das sementes era constante. Observou ainda haver pequena evidência, com respeito à qualidade das sementes, quando empregou temperaturas abaixo de -20° C, e muito pouca vantagem que justificasse o uso de temperaturas super-baixas, inclusive por criopreservação, para a conservação dessas sementes. Forma semelhante de comportamento, também sem apresentar diferença significativa na germinação das sementes, foi verificada entre lotes de sementes de cebola por HARRISON & CARPENTER (1977), quando compararam a temperatura de -20 a -196° C por até 3,75 anos de armazenamento. Entretanto, segundo Kartha (1985), citado por Pritchard (1995), a criopreservação poderia ser adotada como um método alternativo para sementes de comportamento ortodoxo, com vistas à conservação a longo prazo, para as espécies com sementes de vida curta ou para pequenas quantidades de sementes. Medeiros et al. (1992a) consideraram a criopreservação como um método promissor para sementes de aroeira.

É possível que o período de armazenamento adotado no experimento não tenha sido suficientemente longo para a obtenção de informações sobre o melhor método de conservação. Entretanto, foi consistente para a determinação do comportamento fisiológico das sementes de aroeira, quanto ao armazenamento, caracterizando-as como ortodoxas. Eliminou-se, assim, a possibilidade de que sementes de aroeira apresentassem características intermediárias, visto que os resultados foram diferentes dos obtidos por Ellis et al. (1990a, b, 1991). Uma das principais características dessa categoria de sementes, quanto ao armazenamento, é que sementes secas sofrem injúrias quando armazenadas a baixas temperaturas. Isto não aconteceu com as sementes de aroeira. Embora tenha ocorrido uma pequena redução na germinação das sementes após o armazenamento sob baixas temperaturas por 60 dias, estas não responderam de maneira típica à categoria descrita em Ellis et al. (1990a, 1990b, 1991) como intermediária. Definitivamente, estas sementes não responderam como recalcitrantes, como as sementes de *Araucaria hunsteinii*, que morreram ao serem desidratadas abaixo de seu grau crítico de umidade, situado próximo de 30% (Pritchard & Prendergast, 1986). Estes dados, portanto, confirmam que as sementes de aroeira apresentam comportamento ortodoxo, quanto ao armazenamento, da maneira definida por Roberts (1973).

Embora os resultados não tenham apresentado diferença significativa, sugere-se que as sementes de aroeira com de umidade de 6%, sejam fisiologicamente longevas, quando armazenadas a temperaturas desde 2° C até -196° C.

4 CONCLUSÕES

- 4.1 Sementes de *Myracrodruon urundeuva* se mostraram tolerantes à secagem a 5,9% a 6,0%, de umidade sem perderem, significativamente, a viabilidade;
- 4.2 Sementes de *Myracrodruon urundeuva* suportaram os efeitos da reidratação de 6,0%, para 12,0% de umidade, sem perderem a viabilidade;
- 4.3 Sementes de *Myracrodruon urundeuva* podem ser classificadas, fisiologicamente, como ortodoxas pois toleram a desidratação a aproximadamente 6,0% e conservação a baixas temperaturas, inclusive em nitrogênio líquido a -196°C.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.
- CHIN, H.F. ; ROBERTS, E.H. **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980. 152p.
- DICKIE, J.B.; MAY, K.; MORRIS, S.V.A.; TITLEY, S.E. The effects of desiccation on seed survival in *Acer platanoides* L. and *Acer pseudoplatanus* L. **Seed Science Research**, Wallingford, v.1, p.149-162, 1991.
- DICKIE, J.B.; SMITH, R.D. Limits to the survival of essentially orthodox seeds at low moisture contents in some woody species. *In*: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SEEDS, 4., 1992, Angers. **Proceedings...** Paris: ALFIS, 1993.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 41, n.230, p.1167-1174, 1990a.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? II. Effects of provenance, immaturity, and imbibition on desiccation-tolerance in coffee. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.42, n.238, p.653-657, 1990b.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. Effect of temperature and moisture on the germination of papaya seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.1, p.69-72, 1991.

- FELICIANO, A. L. P. **Estudo da germinação de sementes e desenvolvimento de muda, acompanhado de descrições morfológicas, de dez espécies arbóreas ocorrentes no semi-árido nordestino.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 114p. (Tese Mestrado).
- FINCH-SAVAGE, W.E. Seed development in the recalcitrant species *Quercus robur* L.: germinability and desiccation tolerance. **Seed Science Research**, Wallingford, v.2, p.17-22, 1992.
- HARRISON, B.J. ; CARPENTER, R. Storage of *Allium cepa* seed at low temperatures. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.5, p.699-702, 1977.
- HONG, T.D. **The classification of seed storage behaviour.** Reading: University of Reading, 1991. (Doctor Sc. Thesis).
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International Rules for Seed Testing: Rules 1985. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.13, p.299-355, 1985.
- KING, M. W. ; ROBERTS, E. H. Maintenance of recalcitrant seeds in storage. In: H.F. CHIN, H.F.; ROBERTS, E.H. ed. **Recalcitrant crop seeds.** Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980, p.53-89.
- MEDEIROS, A.C. de S. ; CAVALLARI, D.A.N. Conservação de germoplasma de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.) I. Germinação de sementes após imersão em nitrogênio líquido (-196° C). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, p.73-75. 1992.
- MEDEIROS, A.C. de S.; CZARNESKI, C.M.; FREITAS, G. F. de Criopreservação em sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr.All.)Engl.). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.4, p.544-547, 1992a.
- MEDEIROS, A.C. de S.; MENDES; M.A.S.; FERREIRA, M.A.S.V.; ARAGÃO, F.J.L. Avaliação quali-quantitativa de fungos associados a sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr.All.)Engl.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, p.51-55, 1992b.
- OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. Proposta para padronização de metodologia em análise de sementes florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.11, p.1-42, 1989.
- PRITCHARD, H.W. Cryopreservation of seeds. In:DAY, J.G. and MCLELLAN, M. R., ed. **Cryopreservation and freeze-drying protocols.** Totowa: 1995. p.133-144.

- PRITCHARD, H.W.; PRENDERGAST, F.G. Effects of desiccation and cryopreservation on *in vitro* viability of recalcitrant seed species *Araucaria hunsteinii* K. Schum. **Journal Experimental Botany**, Oxford, v.37, p.1388-1397, 1986.
- PROBERT, R.; SMITH, R. Seed viability and the prediction of longevity. In: SEED CONSERVATION TRAINING COURSE, 1996, Jaboticabal. [Course], Jaboticabal: UNESP, 1996. não paginado.
- ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, p.499-514. 1973.
- SADER, R. ; MEDEIROS, A.C. de S. Efeito da desidratação, congelamento e frio na germinação de sementes de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) **Informativo Abrates**, Brasília, v.3, n.3, p.178, 1993. Resumo.
- STANWOOD, P.C. Tolerance of crop cooling and storage in liquid nitrogen (-196°C). **Journal of Seed Technology**, Beltsville, v.5, n.1, p.26-31, 1980.
- STANWOOD, P.C.; BASS, L.N. Seed germplasm preservation using liquid nitrogen. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.19, p.423-437, 1981.
- TOMPSETT, P.B. The effect of temperature and moisture content on the longevity of seed of *Ulmus carpinifolia* and *Terminalia brassii*. **Annals of Botany**, London, v.57, p.875-883, 1986.
- TOMPSETT, P.B. Desiccation and storage studies on *Dipterocarpus* seeds. **Annals of Botany**, London, v.110, p.371-379, 1987
- TOUCHEL, D. H.; DIXON, K. W. Cryopreservation of seed of Western Australian native species. **Biodiversity and Conservation**, London, v.2, p.594-602, 1993.