

# ENVELHECIMENTO ACELERADO COMO TESTE DE VIGOR PARA DIÁSPOROS DE AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem)<sup>1</sup>

Sidney Fernando Caldeira<sup>2</sup> e Sonia Cristiana Juliano Gualtieri de Andrade Perez<sup>3</sup>

**RESUMO** – Este estudo objetivou determinar a temperatura e o período de exposição adequados para o teste de envelhecimento acelerado com diásporos de aroeira provenientes de uma área de Cerrado em Mato Grosso. Foram avaliados o teor de água e a germinação, antes e depois do envelhecimento, nas temperaturas de 40 °C, 41 °C, 42 °C e 45 °C, combinadas com os períodos de 12, 18, 24, 30 e 36 h. Para cada tratamento, 12 g de diásporos foram envelhecidos em minicâmaras com 40 mL de água destilada. Foram germinados 100 diásporos, divididos em quatro repetições, em caixas de plástico, sobre duas folhas de papel mata-borrão, em germinadores a 25 °C e 8 h de fotoperíodo. Em todos os tratamentos, o teor de água dos diásporos envelhecidos foi superior a 20% e se estabilizou entre 25% e 28% a partir de 18 h de exposição. Independentemente dos períodos testados, o envelhecimento a 40 °C, 41 °C e 42 °C não afetou a germinação. Após o envelhecimento a 45 °C, a germinação não diferiu entre os períodos de 12, 18 e 24 h, mas em todos esses intervalos foi inferior ao controle e superior aos tempos de 30 e 36 h. Nesses dois últimos períodos foi constatada a presença de fungos. O envelhecimento de diásporos de aroeira deve ser conduzido na temperatura de 45 °C, durante 12 a 24 h de exposição.

Palavras-chave: Germinação, Padronização e Vigor.

## **ACCELERATED AGEING LIKE A VIGOUR TEST TO DIASPORAS OF *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.**

**ABSTRACT** – This work established the adequate temperature and the period of exposition for the accelerated ageing test with diaspores of *Myracrodruon urundeuva* from an area of the Cerrado in the state of Mato Grosso, Brazil. Before and after the ageing, at the temperatures of 40°C, 41°C, 42°C and 45°C combined with periods of 12, 18, 24, 30 and 36 hours, the water content and germination were evaluated. For each treatment, 12g of diaspores in mini chambers with 40 mL of distilled water were submitted to the accelerated ageing test. A total of 100 diaspores, divided into four replications, in plastic boxes, on two sheets of blotting paper, in germinator at 25°C and 8 hours of photoperiod were germinated. In all treatments the content of water of the aged diaspores was superior to 20% and this value stabilized itself between 25% and 28%, from the 18 hours of exposition. Independently of the tested periods, the ageing at the temperatures of 40°C, 41°C and 42°C did not affect the germination. After the ageing at 45°C, the germination did not differ among the periods of 12, 18 and 24 hours of exposition, but in all these periods it was inferior to the control and superior to the periods of 30 and 36 hours. In these last two periods, fungi were observed. The accelerated ageing of diaspores of *Myracrodruon urundeuva* should be conducted at the temperature of 45°C, during the exposition periods of 12 to 24 hours.

Keywords: Germination, Pattern and Vigor.

### 1. INTRODUÇÃO

A finalidade dos testes de vigor é diferenciar os níveis de qualidade fisiológica das sementes e que não podem ser detectados pelo teste de germinação (KRZYZANOWSKI e FRANÇA NETO, 2001). O teste

de envelhecimento acelerado é um dos mais eficientes e sensíveis para essa avaliação (MARCOS FILHO, 2005), pois é de fácil execução e expõe as sementes às condições de ambiente que mais influenciam a sua deterioração (TILLMANN, 2005). O teste é utilizado para estimar o potencial de desempenho das sementes em condições

<sup>1</sup> Recebido em 14.07.2008 e aceito para publicação em 14.10.2009.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Brasil. E-mail: <sidcal@ufmt.br>.

<sup>3</sup> Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, SP, Brasil. E-mail: <dscp@ufscar.br>.



de campo e também pode ser utilizado para determinar a capacidade do potencial de armazenamento dos lotes (SCHMIDT, 2000; PIÑA-RODRIGUES et al., 2004; MARCOS FILHO, 2005; TILLMANN, 2005). Segundo Pharthyal et al. (2002), o teste de envelhecimento acelerado é uma das opções de grande importância para avaliar o declínio na qualidade fisiológica, durante o período de armazenamento em longo prazo. Contudo, Tillmann (2005) observou a dificuldade de padronização do período de exposição, pois a tolerância em alta temperatura e alta umidade relativa varia conforme a espécie.

Segundo Carneiro e Guedes (2002), os fatores que causam o estresse e são responsáveis diretamente pelo posterior desempenho germinativo da amostra são a temperatura, a umidade no ambiente e o período de exposição, além do efeito de covariável exercido pelo conteúdo de água. Tillmann (2005) informou que o tipo de recipiente usado para o envelhecimento e tratamentos prévios das sementes também podem afetar o teste.

Com sementes de espécies florestais foram utilizadas as temperaturas de 30 °C e 40 °C para *Araucaria angustifolia* (FONTES et al., 2001), de 40 °C para *Anadenanthera colubrina* (GARCIA et al., 2004), de 41 °C para híbrido de *Sophora microphylla* e *S. godleyi* (FOUNTAIN et al., 2002), de 42 °C para *Eucalyptus grandis* (CAMARGO et al., 2000; NAKAGAWA et al., 2001) e *Copaifera langsdorffii* (FERREIRA et al., 2004; CARVALHO et al., 2006), de 43 °C para *Dalbergia sissoo* (THAPLIYAL e CONNOR, 1997), de 45 °C para *Peltophorum dubium* (PEREZ et al., 1999), *Chorisia speciosa* (FANTI e PEREZ, 2003) e *Sebastiania commersoniana* (SANTOS e PAULA, 2007) e de 60 °C para *Adenanthera pavonina* (FANTI e PEREZ, 1999).

Segundo Carneiro e Guedes (2002), as temperaturas podem ser letais, dependendo do período de exposição, e esse período deve ser estabelecido em função da espécie avaliada. O período de 24 h foi o mais eficiente para evidenciar as diferenças de vigor de sementes de *Prosopis juliflora* (PEREZ e NASSIF, 1998), de 48 h para *Copaifera langsdorffii* (FERREIRA et al., 2004; CARVALHO et al., 2006) e de 72 h para *Dalbergia sissoo* (THAPLIYAL e CONNOR, 1997) e *Chorisia speciosa* (FANTI e PEREZ, 2005). Os períodos de 24, 48, 72 e 96 h afetaram o vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (GARCIA et al., 2004) e os de 48 e 72 h, as de *Adenanthera pavonina* (FANTI e PEREZ, 1999).

Temperaturas muito altas, associadas ou não com longos períodos de exposição, podem ocasionar a perda de viabilidade das sementes ou, ainda, favorecer o desenvolvimento de microrganismos. Sementes envelhecidas de *Copaifera langsdorffii* apresentaram maior incidência de fungos *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp, a partir de 48 h de envelhecimento acelerado a 42 °C (CARVALHO et al., 2006).

O teor de água dos lotes de sementes deve ser determinado antes e depois do período de envelhecimento. Em *Eucalyptus grandis*, as alterações no teor de água das sementes foram de: 6,4% para 30%, após 72 h a 42 °C de envelhecimento acelerado (NAKAGAWA et al., 2001); em *Copaifera langsdorffii*, de 14,4% para 34,2%, após 48 h a 42 °C (FERREIRA et al., 2004); e em *Sebastiania commersoniana*, de 7,5% para 37,3% após 96 h a 45 °C (SANTOS e PAULA, 2007).

Considerando a importância econômica e o risco de extinção da aroeira (SILVA et al., 2002; TEÓFILO et al., 2004; DORNELES et al., 2005), o objetivo deste trabalho foi determinar as melhores condições de condução do teste de envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de diásporos dessa espécie florestal.

## 2. MATERIALE MÉTODOS

As sementes foram coletadas na bacia hidrográfica do rio Coxipó-Açu (15° 21' 58" S, 56° 12' 39" W e 15° 22' 17" S, 56° 12' 14" W), Município de Cuiabá, Estado de Mato Grosso. O clima apresenta os valores médios de temperatura de 25,7 °C, umidade relativa de 74%, precipitação anual de 1.450 mm e evapotranspiração potencial de 1.530 mm.ano<sup>-1</sup>. O solo é do tipo Litólico Álico, de textura muito cascalhenta, relevo ondulado e afloramento rochoso. A área está em local com afloramento de rocha calcária, em que a aroeira é a espécie de maior frequência (CALDEIRA e SANTOS FILHO, 2002). Em setembro de 2003, foi estendida uma lona no solo, sob a copa de 61 matrizes de aroeira, e, com a agitação dos galhos, os diásporos foram derrubados e acondicionados em sacos de papel Kraft. No laboratório, os diásporos foram secos naturalmente por cinco dias, beneficiados pela remoção dos cálices (alas) e de outras impurezas, e o lote de 400 g obtido foi homogeneizado em um "divisor de solos" (BRASIL, 1992).

O teor de água dos diásporos antes e depois do envelhecimento foi determinado pelo método de estufa a 105 °C ± 3 °C por 24 h, através da pesagem de quatro

subamostras de 4 g, média de 269 diásporos, em latas de alumínio com tampa, e novamente pesadas (BRASIL, 1992). Para avaliar a viabilidade inicial foram utilizados 100 diásporos, divididos em quatro repetições e depositados sobre duas folhas de papel mata-borrão, previamente esterilizadas e umedecidas com água destilada até o máximo de saturação, em caixas de plástico transparente de 11 x 11 x 3 cm, com tampa. Cada caixa foi envolvida com uma película de filme de PVC transparente, furada com estilete, antes da colocação da tampa apropriada. As caixas foram acondicionadas em câmara de germinação Fanem, modelo 347-CDG, a 25 °C e fotoperíodo de 8 h. A viabilidade dos diásporos foi avaliada pela porcentagem de germinação ao 10º dia, a partir do registro diário de plântulas com cotilédones abertos e normais. Também foi registrada a porcentagem de plântulas anormais e de diásporos duros ou deteriorados, submetidos à pressão com pinça até a exposição da condição da semente.

Para determinar a curva de embebição, foram utilizadas quatro repetições de 3 g, média de 200 diásporos, com o uso de balança analítica. Os diásporos foram dispostos em caixas de plástico transparente, e utilizou-se o mesmo procedimento descrito para determinar a viabilidade inicial. De hora em hora, todas as sementes eram transferidas para um vidro de relógio tarado, bem como determinada a sua massa, com o uso de balança analítica. As sementes eram novamente depositadas na caixa de plástico e recolocadas na câmara de germinação. Esse procedimento foi conduzido até 70 h, sendo utilizado o método indireto para determinar o seu teor de água, através do modelo  $W_2 = (100-A/100-B) * W_1$ , em que A é o teor de água inicial, B o teor de água final,  $W_1$  o peso inicial e  $W_2$  o peso final das sementes (HAMPTON e TEKRONY, 1995).

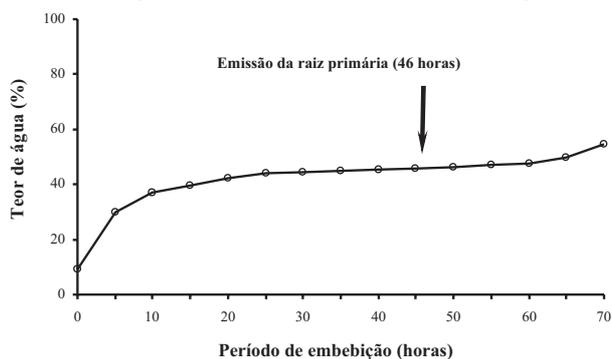
Para verificar os efeitos da temperatura e da duração do período de envelhecimento sobre o potencial fisiológico dos diásporos de aroeira, 20 amostras de 12 g, com cerca de 800 diásporos, foram depositadas em bandejas de tela de alumínio, em camada única, sem espaços vazios ou sobreposição entre os diásporos (MARCOS FILHO, 2005). Em seguida, cada bandeja foi fixada no interior de uma caixa de plástico transparente de 11 x 11 x 3 cm, adaptada como minicâmara, contendo 40 mL de água destilada. Cada conjunto de cinco caixas foi acondicionado em câmaras de germinação, cada uma regulada nas temperaturas de 40 °C, 41 °C, 42 °C

ou 45 °C, e cada uma das caixas, de cada conjunto, permaneceu na câmara, no escuro, por um dos períodos de 12, 18, 24, 30 ou 36 h. De cada caixa foram retirados 100 diásporos, divididos em quatro repetições e submetidos ao teste de germinação, conforme o método descrito para a determinação da viabilidade inicial. Foram registradas as porcentagens de plântulas normais ou anormais e de diásporos duros ou deteriorados, além do teor de água dos diásporos após o envelhecimento, tanto pelo método direto quanto pelo método indireto, descritos anteriormente.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e a análise, independente em cada temperatura, em função dos períodos de envelhecimento. As médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5%. Para verificar a variação da qualidade fisiológica dos diásporos, os resultados da germinação, antes e depois do teste de envelhecimento acelerado, foram submetidos à análise de variância polinomial até 3º grau, bem como foram escolhidas as equações de maior grau e com significância estatística a 5%, pelo teste de F (SANTOS e PAULA, 2007).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água inicial dos diásporos de aroeira foi de 9,7%. Na Figura 1 pode ser observada a variação do teor de água em função do período de embebição. A curva de embebição apresentou o modelo trifásico, em que a fase I foi completada em 10 h, e a fase III iniciou-se após 46 h, quando em todas as caixas foram observados mais de 50% dos diásporos com presença da raiz primária. O primeiro registro de diásporo com essa condição ocorreu com 31 h de embebição.

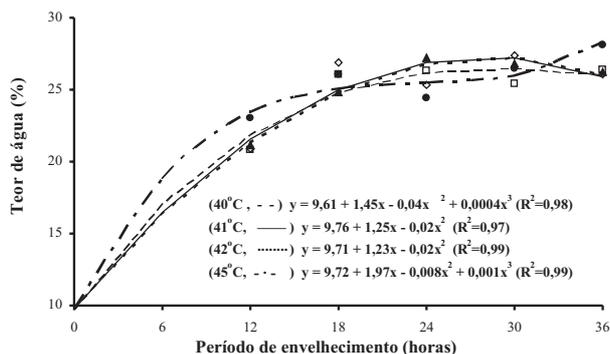


**Figura 1** – Curva de embebição de diásporos de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.).

Figure 1 – Soak curve of diaspores of *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.

Em diásporos submetidos às diferentes temperaturas para envelhecimento acelerado, o teor de água variou em função do período de exposição, apresentando valores superiores a 20% a partir do período de 12 h (Figura 2). Segundo Marcos Filho (2005), o teor de água das sementes envelhecidas deve ser superior a 20%, e isso ocorreu em todos os períodos testados. Em sementes de outras espécies, o período e o valor do teor de água em que ocorre a estabilização podem ser diferentes. Envelhecidas a 42 °C, sementes de *Eucalyptus grandis* apresentaram estabilização do teor de água em torno de 30%, a partir de 72 h (NAKAGAWA et al., 2001), enquanto sementes de *Sebastiania commersoniana*, envelhecidas a 42 e 45 °C, apresentaram oscilação com 72 h e estabilização entre 96 e 120 h em torno de 35% de teor de água (SANTOS e PAULA, 2007). Nas sementes de menor tamanho têm sido registradas diferenças acentuadas no comportamento das amostras avaliadas simultaneamente. Isso parece estar relacionado com a variação do teor de água das amostras, pois sementes mais úmidas são mais sensíveis às condições do teste e à deterioração mais intensa. Assim, Marcos Filho (2005) recomendou a instalação dos testes com amostras que não apresentem mais de 2,0% de variação no teor de água, e que essa variação seja menor que 4,0% após a exposição ao envelhecimento.

Durante a condução do trabalho foi observado, a partir de 30 h de exposição ao envelhecimento, o desenvolvimento de uma massa micelial, proveniente

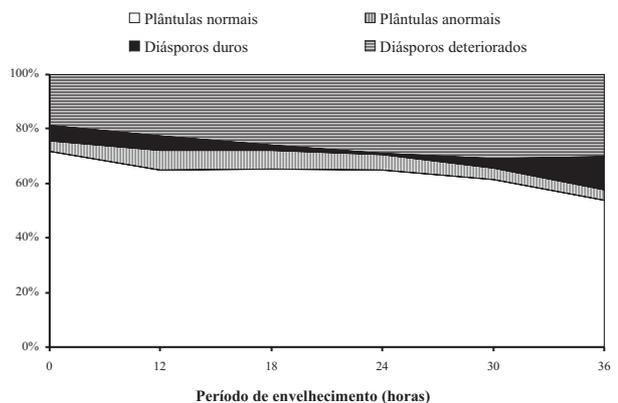


**Figura 2** – Teor de água de diásporos de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.) em função do período de envelhecimento nas temperaturas de 40 °C (□), 41°C (◇), 42 °C (▲) e 45 °C (●).

**Figure 2** – Water content of diaspores of *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. in function of the ageing period at the temperatures of 40°C (□), 41°C (◇), 42°C (▲) and 45°C (●).

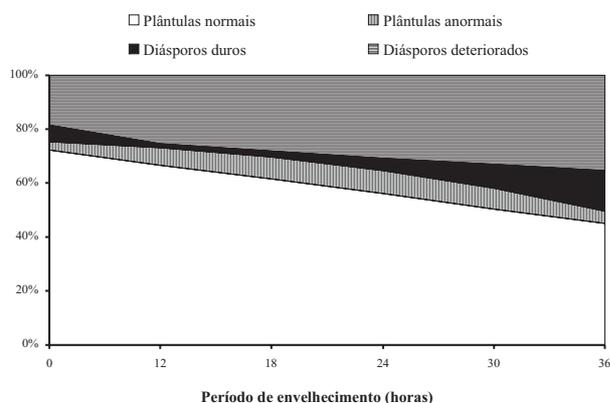
de esporos fúngicos que provavelmente se aderiram aos diásporos quando ainda estavam presos às árvores-matrizes. Isso é possível, pois os diásporos da aroeira são resinosos (PACHECO et al., 2006), e isso facilitaria a adesão dos esporos micóticos. Independentemente dessa característica, a presença de fungos pode estar associada ao envelhecimento. Tal fato foi observado em sementes de *Copaifera langsdorffii* (FERREIRA et al., 2004) e de *Anadenanthera colubrina* (GARCIA et al., 2004), a partir de 48 h de envelhecimento e em *Chorisia speciosa* após 72 h de envelhecimento, na câmara de envelhecimento e no teste de germinação (FANTI e PEREZ, 2005). Todos esses autores consideraram a possibilidade de os fungos terem contribuído para a redução da germinação e do vigor dessas sementes.

Nas Figuras 3 a 6 estão as variações em porcentagem de plântulas normais ou anormais, e diásporos duros ou deteriorados de aroeira, respectivamente nas temperaturas de 40 °C, 41 °C, 42 °C e 45 °C, em função do período de envelhecimento. Enquanto as variações



**Figura 3** – Variação percentual de plântulas normais [ $y = 72,143 - 0,424x (R^2 = 0,83)$ ] anormais (não significativo, média = 5,2%) diásporos duros [ $y = 5,751 + 0,783x - 0,093x^2 + 0,002x^3 (R^2 = 0,83)$ ] e deteriorados [ $y = 18,929 + 0,362x (R^2 = 0,62)$ ] de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.) em função do período de envelhecimento na temperatura de 40 °C.

**Figure 3** – Percentual variation of normal [ $y = 72.143 - 0.424x (R^2 = 0.83)$ ] or abnormal (no significant, average = 5.2%) seedlings and of hard [ $y = 5.751 + 0.783x - 0.093x^2 + 0.002x^3 (R^2 = 0.83)$ ] or deteriorated [ $y = 18.929 + 0.362x (R^2 = 0.62)$ ] diaspores of *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. in function of the ageing period at the temperature of 40°C.

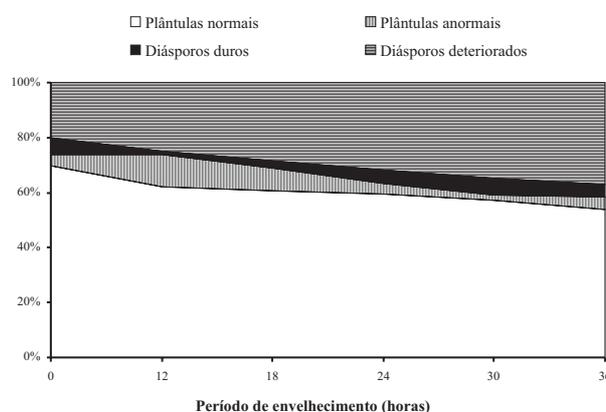


**Figura 4** – Variação percentual de plântulas normais [ $y = 74,429 - 0,788x$  ( $R^2 = 0,92$ )] anormais (não significativo, média = 6,3%) diásporos duros [ $y = 5,976 - 0,688x + 0,026x^2$  ( $R^2 = 0,85$ )] e deteriorados [ $y = 19,214 + 0,464x$  ( $R^2 = 0,89$ )] de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.) em função do período de envelhecimento na temperatura de 41 °C.

**Figure 4** – Perceptual variation of normal [ $y = 74.429 - 0.788x$  ( $R^2 = 0.92$ )] or abnormal (no significant, average = 6.3%) seedlings and of hard [ $y = 5.976 - 0.688x + 0.026x^2$  ( $R^2 = 0.85$ )] or deteriorated [ $y = 19.214 + 0.464x$  ( $R^2 = 0.89$ )] diasporas of *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. in function of the ageing period at the temperature of 41°C.

para plântulas anormais e diásporos duros apresentaram comportamento quadrático ou cúbico, as variações para plântulas normais e diásporos deteriorados apresentaram comportamento linear. Isso indica o efeito direto tanto do aumento da temperatura quanto do tempo de exposição. É possível verificar que praticamente não existe variação de plântulas anormais e de diásporos duros nas temperaturas e períodos de envelhecimento utilizados, exceto pequeno aumento de diásporos duros, observado a partir de 30 h nas temperaturas de 41 °C (Figura 4) e de 45 °C (Figura 6) e com 36 h na temperatura de 40 °C (Figura 3). Garcia et al. (2004) registraram maior percentagem de plântulas anormais em relação às normais, com a germinação de sementes envelhecidas de *Anadenanthera colubrina*.

A variação da quantidade de plântulas normais é inversamente proporcional à de diásporos deteriorados com o aumento do tempo de envelhecimento. Essa variação foi semelhante nas temperaturas de 40 °C, 41 °C e 42 °C e maior a 45 °C. Garcia et al. (2004) observaram que sementes envelhecidas de *Anadenanthera colubrina* apresentaram baixa percentagem de plântulas normais

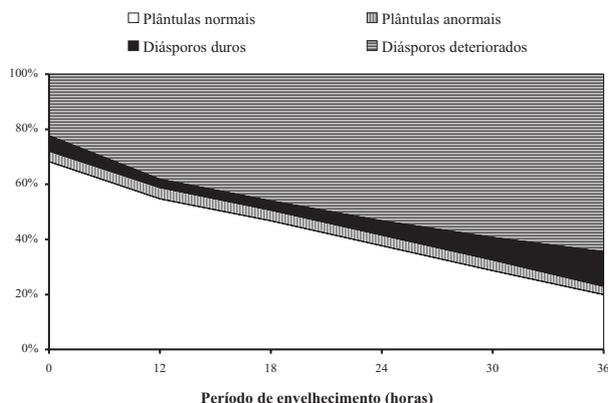


**Figura 5** – Variação percentual de plântulas normais [ $y = 68,50 - 0,40x$  ( $R^2 = 0,84$ )] anormais [ $y = 4,281 + 1,894x - 0,133x^2 + 0,002x^3$  ( $R^2 = 0,77$ )] diásporos duros (não significativo, média = 4,2%) e deteriorados [ $y = 19,786 + 0,4863x$  ( $R^2 = 0,94$ )] de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.) em função do período de envelhecimento na temperatura de 42 °C.

**Figure 5** – Perceptual variation of normal [ $y = 68.50 - 0.40x$  ( $R^2 = 0.84$ )] or abnormal [ $y = 4.281 + 1.894x - 0.133x^2 + 0.002x^3$  ( $R^2 = 0.77$ )] seedlings and of hard (no significant, average = 4.2%) or deteriorated [ $y = 19.786 + 0.4863x$  ( $R^2 = 0.94$ )] diasporas of *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. in function of the ageing period at the temperature of 42°C.

e alta percentagem de sementes deterioradas, enquanto Ferreira et al. (2004) registraram decréscimo significativo de plântulas normais à medida que as sementes de *Copaifera langsdorffii* foram envelhecidas.

A viabilidade inicial dos diásporos de aroeira foi de 71% de plântulas normais. A germinação após o envelhecimento a 40 °C e a 42 °C não revelou qualquer diferença entre os diferentes períodos de exposição utilizados e também em relação aos diásporos não envelhecidos. Após o envelhecimento a 41 °C, a germinação dos diásporos expostos durante 30 e 36 h foi significativamente menor em relação aos períodos de 12, 18 e 24 h e também em relação aos diásporos não envelhecidos. Teófilo et al. (2004) conseguiram envelhecer diásporos de aroeira a 42 °C, contudo as sementes ficaram expostas por um período de 72 h, enquanto nas sementes de *Prosopis juliflora* envelhecidas a 45 °C o período de 24 h foi suficiente (PEREZ e NASSIF, 1998). A temperatura de 45 °C para envelhecimento tem sido muito utilizada em sementes de espécies florestais (PEREZ et al., 1999; FANTI e PEREZ, 2003; 2005; SANTOS e PAULA, 2007).



**Figura 6** – Variação percentual de plântulas normais [ $y = 70,286 - 1,381x$  ( $R^2 = 0,98$ )] e anormais (não significativo, média = 3,7%), diásporos duros [ $y = 6,179 - 0,493x + 0,019x^2$  ( $R^2 = 0,35$ )] e deteriorados [ $y = 22,786 + 1,219x$  ( $R^2 = 0,87$ )] de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem.), em função do período de envelhecimento na temperatura de 45 °C.

**Figure 6** – Perceptual variation of normal [ $y = 70,286 - 1,381x$  ( $R^2 = 0,98$ )] or abnormal (no significant, average = 3.7%) seedlings and of hard [ $y = 6,179 - 0,493x + 0,019x^2$  ( $R^2 = 0,35$ )] or deteriorated [ $y = 22,786 + 1,219x$  ( $R^2 = 0,87$ )] diasporas of *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. in function of the ageing period at the temperature of 45°C.

O envelhecimento artificial à temperatura de 45 °C interferiu diretamente na qualidade fisiológica dos diásporos de aroeira e, a partir de 30 h, a presença de fungos pode ser fator adicional para a deterioração das sementes.

#### 4. CONCLUSÕES

O teste de envelhecimento acelerado a 45 °C, durante os períodos de 12, 18 e 24 h, é eficiente para avaliar a qualidade fisiológica dos diásporos de aroeira. Períodos de exposição de 30 e 36 h comprometem a condução do teste pela excessiva presença de fungos.

#### 5. AGRADECIMENTO

À empresa Mineração Guia, pelo apoio fornecido durante a realização deste trabalho.

#### 6. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

R. *Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.2, p.215-221, 2010

CALDEIRA, S. F.; SANTOS FILHO, P. L. Perfis estruturais da vegetação arbórea da bacia hidrográfica do rio Coxipó-Açu, Mato Grosso. **Agricultura Tropical**, v.6, n.1, p.147-166, 2002.

CAMARGO, M. L. P. et al. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente. **Ciência Florestal**, v.10, n.2, p.113-122, 2000.

CARNEIRO, J. W. P.; GUEDES, T. A. Dinâmica de ocorrências germinativas em amostras de sementes envelhecidas artificialmente: envelhecimento e sobrevivência. **Informativo Abrates**, n.12, n.1/3, p.44-51, 2002.

CARVALHO, D. et al. Eletroforese de proteínas e isoenzimas em sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.19-24, 2006.

DORNELES, M. C.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.2, p.399-408, 2005.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Adenantha pavonina* L. – Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.135-141, 1999.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeito do estresse hídrico e envelhecimento precoce na viabilidade de sementes osmocondicionadas de paineira (*Chorisia speciosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.4, p.537-543, 2003.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St.Hil. (Bombacaceae). **Revista Árvore**, v.29, n.3, p.345-352, 2005.

FERREIRA, R. A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae) envelhecidas artificialmente. **Revista Ciência Agrônômica**, v.35, n.1, p.82-86, 2004.

- FONTES, B. P. D.; DAVIDE, L. C.; DAVIDE, A. C. Fisiologia e citogenética de sementes envelhecidas de *Araucaria angustifolia*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.2, p.346-355, 2001.
- FOUNTAIN, D. W. et al. Assessment of germination and vigour status of 24-year-old seeds of a *Sophora* hybrid. **New Zealand Journal of Botany**, v.40, p.383-387, 2002.
- GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan - Mimosaceae. **Ciência Florestal**, v.14, n.1, p.85-90, 2004.
- HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. (Eds.) **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zurich: ISTA, 1995. 177p.
- KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo Abrates**, v.11, n.3, p.81-84, 2001.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- NAKAGAWA, J. et al. Envelhecimento acelerado em sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden classificadas por tamanho. **Scientia Forestalis**, n.60, p.99-108, 2001.
- PACHECO, M. V. et al. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, v.30, n.3, p.359-367, 2006.
- PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafístula. **Bragantia**, v.58, n.1, p.57-68, 1999.
- PEREZ, S. C. J. G. A.; NASSIF, S. M. L. Efeitos do envelhecimento precoce, polietilenoglicol e substratos na viabilidade e vigor de sementes de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.12, p.2055-2064, 1998.
- PHARTYAL, S. S. et al. *Ex-situ* conservation of rare and valuable forest tree species through seed-gene bank. **Current Science**, v.83, n.11, p.1351-1357, 2002.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. et al. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.283-297.
- SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) – Euphorbiaceae. **Revista do Instituto Florestal**, v.19, n.1, p.1-12, 2007.
- SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical Forest seed**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 2000. 511p.
- SILVA, L. M. M.; RODRIGUES, T. J. D.; AGUIAR, I. B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.691-697, 2002.
- TEÓFILO, E. M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO) em função do tipo de embalagem, ambiente e tempo de armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, n.2, p.371-376, 2004.
- THAPLIYAL, R. C.; CONNOR, K. F. Effects of accelerated ageing on viability, leachate exudation, and fatty acid content of *Dalbergia sissoo* Roxb. seeds. **Seed Science & Technology**, v.25, v.2., p.311-319, 1997.
- TILLMANN, M. A. Análisis de semillas. In: BAUDET, L.; PESKE, S. **Semillas: ciencia y tecnología**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2005. p.101-158.