

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em
Ciência & Tecnologia de Sementes



Tese

Dormência, germinação e produção de mudas de
Dimorphandra mollis **Benth.**

Mauro Vasconcelos Pacheco

Pelotas, 2008

MAURO VASCONCELOS PACHECO

DORMÊNCIA, GERMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE MUDAS DE

Dimorphandra mollis **BENTH.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência & Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (área do conhecimento: Ciência & Tecnologia de Sementes)

Orientador: Prof. Dr. VILMAR LUCIANO MATTEI

Co-orientadores: Profa. Dra. VALDEREZ PONTES MATOS
Prof. Dr. FRANCISCO AMARAL VILLELA

Pelotas, 2008

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Vilmar Luciano Mattei – FAEM/UFPeI

Prof. Dr. Orlando Antônio Lucca Filho – FAEM/UFPeI

Prof. Dr. Paulo Dejalma Zimmer – FAEM/UFPeI

Prof. Dr. Leonardo da Silva Oliveira – FEA/UFPeI

Dr. Cleiton Stigger Perleberg – Pesq. do Depto. de Produção Vegetal/SAA-RS

"Fui à floresta porque queria viver intensamente,
Sugar a essência da vida,
Destruir tudo o que não era vida,
E não, ao morrer, descobrir que não vivi"

(Thoreau)

Aos meus pais, Francisco e Conceição, e
ao meu filho, Marcos Vinícius,

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas conquistas alcançadas, pelas pedras removidas ao longo do meu caminho, pelo amor infinito e misericordioso.

Ao meu filho querido, Marcos Vinícius, por ter trazido mais alegria e luz à minha vida, dando-me mais força e otimismo para lutar por meus objetivos.

Aos meus pais, Francisco e Conceição, e aos meus irmãos, Marcos, Lúcia e Mauriene, pelo apoio, carinho e amor a mim dedicados, e por compreenderem a ausência física do seio familiar.

"A verdadeira felicidade está na própria casa, entre as alegrias da família."

(Leon Tolstoi)

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência & Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade e condições oferecidas para a realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF) e aos Departamentos de Ciência Florestal (DCFL) e de Agronomia (DEPA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela disponibilidade da infraestrutura para a realização dos experimentos.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsa de doutorado.

Ao professor Dr. Vilmar Luciano Mattei, pela orientação recebida para a realização deste trabalho.

À professora Dra. Valderez Pontes Matos, pela co-orientação, receptividade e contribuição necessária ao meu enriquecimento profissional e pessoal, pelos conselhos e confiança em mim depositada.

Aos professores Dr. Francisco Amaral Villela e Dra. Maria Ângela André Tillmann, pelos momentos de atenção e de amizade a mim dispensados e colaboração na realização deste trabalho.

Ao professor Dr. João Paulo Fidalgo Carvalho, pela receptividade e orientação recebida no período em que realizei o doutorado sanduíche na Universidade de Trás-os-Montes e Alto D'ouro, em Vila Real, Portugal.

Ao Professor Dr. Paulo Sérgio Nascimento Lopes do Núcleo de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, responsável por minha iniciação científica, pela amizade, apoio, incentivo e valiosos conselhos que até hoje tenho recebido.

*“O professor é aquele que faz duas
idéias crescerem onde antes só crescia
uma.”*

(Elbert Hubbard)

À Dona Ernestina, que me recebeu em sua casa durante o período em que residi em Pelotas, pelo carinho e pelos cuidados para comigo, pelos momentos de descontração, chás e pipocas, pelos almoços de fim de semana.

*“Não há no mundo exagero mais belo
que a gratidão”*

(Jean de La Bruyère)

Às amigas que aqui fiz, em especial, ao Antelmo, Augusto, Clarissa, Cibele, Denise, Fábio, Letícia, Leonardo, Liziane e Tiago, pela força e atenção nos momentos difíceis e pelas horas de descontração compartilhadas.

Ao Marco Antônio, pela amizade sincera e colaboração nas correções linguísticas dos textos.

À equipe do Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia/UFRPE, especialmente a Anna Goreth, Elane, Lúcia, Jonathas e Seu Narciso, pela amizade e pela colaboração durante a realização deste trabalho.

"Não te aflijas com a pétala que voa: também é ser, deixar de ser assim.
Rosas verã, só de cinzas franzida, mortas, intactas pelo teu jardim.
Eu deixo aroma até nos meus espinhos ao longe, o vento vai falando de mim.
E por perder-me é que vão me lembrando, por desfolhar-me é que não tenho fim"

(Cecília Meireles)

Meu muito obrigado!

Resumo

PACHECO, Mauro Vasconcelos. **Dormência, germinação e produção de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth.** 2008. 80f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência & Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Dimorphandra mollis Benth. (Caesalpiniaceae) é uma espécie arbórea, encontrada nos biomas Cerrado e Caatinga, útil na recuperação de áreas degradadas e como planta ornamental. Dos frutos (sem as sementes), extrai-se a rutina, um bioflavonóide utilizado na indústria farmacêutica o qual atua na permeabilidade e na resistência dos vasos capilares. As sementes contêm altos teores de galactomananos que são de grande importância na indústria de alimentos. Visando contribuir para a silvicultura a respeito dessa espécie, foram estudadas metodologias para superação da dormência das sementes, bem como os efeitos da temperatura e dos substratos sobre a germinação em condições controladas, além da avaliação de diferentes substratos e da fertilização sobre o crescimento inicial das mudas em viveiro florestal. Os melhores resultados para superação de dormência das sementes de *D. mollis* são obtidos quando há escarificação das sementes com lixa para ferro ou por fervura em água durante 10 segundos. As temperaturas de 30 e 35°C proporcionam às sementes os melhores resultados de germinação. Os substratos papel e entre vermiculita permitem bom desempenho germinativo, mostrando-se adequados para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes. O pó de coco e a vermiculita são bons substratos para produção de mudas de *D. mollis*. A concentração de nutrientes fornecida pelos fertilizantes é insuficiente para melhoria do crescimento inicial das plantas.

Palavras-chave: Sementes Florestais. Qualidade Fisiológica. Fava d'anta.

Abstract

PACHECO, Mauro Vasconcelos. **Dormancy, germination and seedling production of *Dimorphandra mollis* Benth.** 2008. 80f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência & Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Dimorphandra mollis Benth. (Caesalpiniaceae) is a woody species coming from Cerrado and Caatinga. It is used on the recuperation of impacted areas as well as ornamental plant. From the fruits (without the seeds) it is extracted the rutin, the bioflavonoid used in the pharmaceutical industry which acts in the permeability and the resistance of the blood vases. The seeds contain high levels of the galactomanan which are very important to the food industry. In order to contribute to the silviculture about this species, methodologies were studied to overcome dormancy of the seeds, as well as the effect of the temperature and substrates on the germination under controlled conditions, beyond the different substrates evaluation and the fertilization on the initial growth of the seedlings in greenhouse. The best results for overcoming dormancy of *D. mollis* seeds are when these ones suffered mechanical scarification with sandpaper number 50 or boiled in water at 100°C for 10 seconds. The best germination are obtained at 30 and 35°C. The substrates towel paper and vermiculite allow satisfactory germinative performance of seeds; they could be suitable for the evaluation of the physiological quality of seeds. The coconut fiber and vermiculite are good substrates for seedling production of *D. mollis*. The concentration of nutrients supplied by the fertilization source is insufficient to improvement of the initial growth of the seedlings.

Keywords: Forest Seeds. Physiological Quality. Fava d'anta.

Lista de Figuras

Artigo 1

Figura 1	Germinação (%) de sementes de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.: T1 - testemunha; T2 - escarificação mecânica com lixa nº 50; T3 - imersão em água a 80 e (T4) a 100°C; T5 - fervura em água a 100°C durante 10, (T6) 30 e (T7) 60 segundos; T8 - ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) durante 20, (T9) 30 e (T10) 40 minutos.....	38
Figura 2	Germinação (%) de sementes de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth. submetidas a diferentes períodos de fervura em água a 100°C (A) e de imersão em ácido sulfúrico (B).....	39
Figura 3	Primeira contagem da germinação (%) (A) e IVG (índice de velocidade de germinação) (B) em sementes de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.: T1 - testemunha; T2 - escarificação mecânica com lixa nº 50; T3 - imersão em água a 80 e (T4) a 100°C; T5 - fervura em água a 100°C durante 10, (T6) 30 e (T7) 60 segundos; T8 - ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) durante 20, (T9) 30 e (T10) 40 minutos.....	40
Figura 4	Comprimento (A) e massa seca (B) de plântulas originadas de sementes de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.: T1 - testemunha; T2 - escarificação mecânica com lixa nº 50; T3 - imersão em água a 80 e (T4) a 100°C; T5 - fervura em água a 100°C durante 10, (T6) 30 e (T7) 60 segundos; T8 - ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) durante 20, (T9) 30 e (T10) 40 minutos.....	41

Artigo 3

- Figura 1 Emergência (%) (A) e índice de velocidade de emergência (IVE) (B) de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. em diferentes substratos (T - Tropstrato® puro; TC - Tropstrato® + Composto Orgânico; PC – Pó de Coco + Composto Orgânico; VC - Vermiculita + Composto Orgânico).... 77
- Figura 2 Comprimento da parte aérea (A) e da raiz primária (cm/planta) (B) de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. em diferentes substratos (T - Tropstrato® puro; TC - Tropstrato® + Composto Orgânico; PC – Pó de Coco + Composto Orgânico; VC - Vermiculita + Composto Orgânico) e fontes de adubação..... 78
- Figura 3 Massa seca da parte aérea (mg/planta) (A) e diâmetro do colo (mm/planta) (B) de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. em diferentes substratos (T - Tropstrato® puro; TC - Tropstrato® + Composto Orgânico; PC – Pó de Coco + Composto Orgânico; VC - Vermiculita + Composto Orgânico) e fontes de adubação..... 79
- Figura 4 Número de folhas (A) e sobrevivência (%) (B) de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. em diferentes substratos (T - Tropstrato®; TC - Tropstrato® + Composto Orgânico; PC – Pó de Coco + Composto Orgânico; VC - Vermiculita + Composto Orgânico)..... 80

Lista de Tabelas

Artigo 2

Quadro 1	Germinação (%) e primeira contagem da germinação (%) de sementes de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth. submetidas a diferentes temperaturas e substratos.....	56
Quadro 2	Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth., submetidas a diferentes temperaturas e substratos.....	56
Quadro 3	Comprimento (cm/plântula) da parte aérea e da raiz primária de plântulas de plântulas de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth., originadas de sementes submetidas a diferentes temperaturas e substratos.....	57
Quadro 4	Massa seca (mg/plântula) da parte aérea e do sistema radicular de plântulas de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth., originadas de sementes submetidas a diferentes temperaturas e substratos.....	58

Artigo 3

Tabela 1	Características físicas dos substratos utilizados para produção de mudas de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.....	76
Tabela 2	Análise química dos substratos utilizados para produção de mudas de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.....	76

Lista de Fotos

Artigo 2

- Foto 1 Plântulas de *Dimorphandra mollis* Benth., originadas de sementes submetidas a 35°C, entre os substratos papel (A), vermiculita (B), areia (C) e pó de coco, aos 13 dias após a semeadura..... 58

Sumário

	Página
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
2. ARTIGO 1: TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE <i>Dimorphandra mollis</i> BENTH.....	23
RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	24
INTRODUÇÃO.....	25
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÕES.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
3. ARTIGO 2: GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE <i>Dimorphandra mollis</i> BENTH. EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TEMPERATURAS E SUBSTRATOS.....	42
RESUMO.....	43
ABSTRACT.....	43
INTRODUÇÃO.....	44
MATERIAL E MÉTODOS.....	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
CONCLUSÕES.....	51
AGRADECIMENTOS.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
4. ARTIGO 3: PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Dimorphandra mollis</i> EM DIFERENTES SUBSTRATOS.....	59
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
INTRODUÇÃO.....	61
MATERIAL E MÉTODOS.....	64
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66

CONCLUSÕES.....	71
REFERÊNCIAS	71

1. INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Cerrado abrange cerca de 20 a 25% da área do território brasileiro (IBGE, 2008), sendo que deste total 80% se localizam nos Estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso (SILVA et al., 1992).

As áreas de Cerrados sofreram pressões antrópicas que alteraram de forma considerável a cobertura original (COSTA et al., 1998). Os resultados obtidos pelo projeto “Mapeamento de remanescentes de cobertura vegetal natural do Cerrado” comprovaram que o bioma Cerrado já perdeu quase 40% da sua vegetação original, principalmente devido à urbanização, às atividades agropecuárias e ao reflorestamento com espécies exóticas (EMBRAPA, 2008).

A Caatinga ocupa apenas 9,9% do território nacional, estendendo-se pela totalidade do Estado do Ceará (100%) e mais de metade da Bahia (54%), da Paraíba (92%), de Pernambuco (83%), do Piauí (63%) e do Rio Grande do Norte (95%), quase metade de Alagoas (48%) e Sergipe (49%), além de pequenas porções de Minas Gerais (2%) e do Maranhão (1%) (IBGE, 2008). Considerando que a Caatinga é um bioma que ocorre exclusivamente no Brasil e que proporcionalmente é a vegetação menos estudada e a menos protegida, uma vez que tem sido exaustivamente degradada, quer seja pelo extrativismo predatório, quer seja pela ocupação indiscriminada de suas áreas, a conservação deste Bioma se constitui em desafio para a comunidade científica nacional (LEAL et al., 2003).

Diante dos diversos recursos que as florestas são capazes de proporcionar, além das propriedades medicinais, aquelas têm sido alvo do constante extrativismo predatório. Assim, há preocupação com determinadas espécies nativas que enfrentam sérios problemas conservacionistas, como *Dimorphandra mollis* Benth., sendo que outras, como *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (IBAMA, 1992) e *Amburana cearensis* A.C. Smith (HILTON-TAYLOR, 2000), já se encontram ameaçadas de extinção.

A fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) é uma espécie florestal pertencente à família Caesalpiniaceae, que pode ser encontrada nos biomas Cerrado (LORENZI, 2002) e Caatinga (ADEODATO, 2008). Essa árvore pode atingir entre 8 e 14m de altura e, pela sua adaptação a solos secos e com baixo teor de nutrientes e por ser uma espécie heliófila, pioneira e xerófila, é recomendada para a recomposição de áreas degradadas (LORENZI, 2002).

Apesar das diversas utilidades proporcionadas pela madeira da fava d'anta, como confecção de caixas, compensados, forros, painéis, brinquedos, lenha e carvão (LORENZI, 2002), alguns órgãos desta planta têm despertado grande interesse no mercado mundial. Pode-se extrair dos frutos (sem as sementes) a rutina, um bioflavonóide portador de vitamina P que, quando associada à vitamina C, atua no retardo do processo de envelhecimento, normaliza a resistência e permeabilidade dos vasos capilares, melhorando a circulação sanguínea (SOUSA et al., 1991; FAPESP, 2008). Assim, a rutina reduz a permeabilidade dos glóbulos vermelhos, sendo empregada na fabricação de medicamento anti-hemorragico (SOUSA et al., 1991; ADEODATO, 2008).

A produção nacional de rutina está concentrada em apenas duas empresas nacionais, a Sanrisil em Goiás, cuja produção é destinada a laboratórios franceses e a Produtos Vegetais (PVP), no Piauí; e na multinacional alemã Merck, no Maranhão. O Brasil produz 1300 toneladas/ano de rutina, o suficiente para abastecer 62% do mercado mundial (ADEODATO, 2008).

Já as sementes da fava d'anta são ricas em galactomananos, polissacarídeos quimicamente idênticos à goma-guar. Essa goma é usada industrialmente como espessante de iogurtes e sorvetes, cápsulas de medicamentos, lubrificante de brocas para prospecção de petróleo e em invólucros de bananas de dinamite. A goma-guar utilizada na indústria brasileira é praticamente toda importada (1kg custa cerca de 18-28 dólares), proveniente de espécies florestais da Índia e do Paquistão (FAPESP, 2008). Como *D. mollis* não é uma espécie cultivada, até o momento a mesma tem sido explorada de forma extrativista; portanto, toda a matéria-prima é extraída do Cerrado e da Caatinga de forma desordenada, uma vez que os representantes dos laboratórios passam pelas regiões coletoras e compram toda a produção (FRANÇA, 2008).

Dentre os principais aspectos que servem de base para a implantação de florestas nativas, está a germinação de sementes como subsídio tanto para a

compreensão da regeneração natural (LANDGRAF, 1994) quanto para a tecnologia de sementes florestais.

Percebe-se que os estudos acerca de sementes de espécies florestais nativas do Brasil ainda são incipientes. Diante da grande biodiversidade da flora nacional, pouco se sabe sobre a dormência, os aspectos ecofisiológicos da germinação das sementes, bem como as tecnologias específicas para a produção de mudas de essências florestais de importância econômica e ambiental como a *D. mollis*.

Ao contrário das espécies agrícolas, para a maioria das espécies florestais nativas, há poucas metodologias padronizadas em estudos de propagação, tornando necessária a intensificação das pesquisas sobre tratamentos pré-germinativos para superação de dormência, determinação das condições ótimas de germinação das sementes dando ênfase aos efeitos da temperatura, do substrato e da luz e estabelecer tecnologia para produção de mudas. Conhecer as condições que proporcionem germinação rápida e uniforme das sementes é útil para o desenvolvimento homogêneo das plântulas e povoamentos mais uniformes (SANTOS et al., 2004; PACHECO et al., 2006).

A germinação constitui a fase do ciclo de vida que influencia diretamente a distribuição das plantas. Os estudos sobre a ecofisiologia da germinação e o conhecimento da biologia das sementes são importantes para que se compreendam todas as etapas de uma comunidade vegetal, bem como a sobrevivência e regeneração natural (BLACK e EL HADI, 1992; VÁZQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1993).

Nesse contexto, a temperatura é responsável tanto por agir na velocidade de absorção de água como também em reações bioquímicas, influenciando a velocidade e a uniformidade da germinação (BEWLEY e BLACK, 1994; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Muitas sementes de essências florestais requerem regimes de temperatura específicos para poderem germinar, devido à forte influência das características ecológicas e do habitat onde se encontra cada espécie florestal (ALBUQUERQUE et al., 2003). Assim, existem sementes que germinam melhor sobre temperaturas constantes, como *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (PACHECO et al., 2006) e *Apeiba tibourbou* Aubl. (PACHECO et al., 2007), ou alternadas, como foi observado em *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (SANTOS e AGUIAR, 2000).

Outro fator ambiental que deve ser considerado é o substrato a ser utilizado no teste de germinação. As Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 1992) recomendam alguns substratos, como papel (toalha, filtro e mata-borrão), areia e solo. Entretanto, existem poucas recomendações para as espécies florestais, e outros tipos de substratos vêm sendo testados como a vermiculita (ALVES et al., 2002) e o pó de coco (PACHECO et al., 2006).

Outra importante necessidade para sementes florestais nativas é a determinação de metodologias que visem à padronização dos testes de vigor, visto apresentarem grande heterogeneidade fisiológica, resultantes de fatores do meio, época de coleta e condições de armazenamento que afetam diretamente a qualidade fisiológica.

O vigor de sementes pode ser definido como um somatório de propriedades que determinam o potencial fisiológico para uma rápida e uniforme emergência, com o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla faixa de condições ambientais (AOSA, 1983). O teste de germinação é um método utilizado para avaliar a capacidade germinativa. Porém, sendo realizado em condições favoráveis, pode-se afirmar que isoladamente este teste não é capaz de detectar diferenças importantes sobre o vigor das sementes (BEWLEY e BLACK, 1994). Dentre os testes de vigor, estão incluídos aqueles relacionados à velocidade de desenvolvimento, como a primeira contagem de germinação (NAKAGAWA, 1994; PIÑA-RODRIGUES et al., 2004), bem como aqueles referentes ao crescimento de plântulas, de forma a fornecer dados adicionais que complementam o teste de germinação, possibilitando distinguir graus variados de vigor. Desse modo, sementes mais vigorosas resultariam em plântulas de maior comprimento e massa seca (AOSA, 1983; PIÑA-RODRIGUES et al., 2004).

Diante desse contexto, a utilização de sementes de qualidade é um fator determinante para o êxito do empreendimento florestal. A principal característica a ser considerada é a capacidade germinativa, caso contrário a semente não tem valor para a semeadura, e dela também depende a qualidade das mudas e, conseqüentemente, o sucesso de uma recomposição vegetal. Os tecnólogos de sementes têm procurado aperfeiçoar os testes de germinação e vigor, objetivando resultados que expressem com eficiência a qualidade dos lotes (GONÇALVES, 2003).

Portanto, a preocupação com a conservação e preservação dos recursos naturais será condição indispensável para se prever o uso planejado do solo, bem como desenvolver métodos não-destrutivos de utilização dos recursos florestais. Para tanto, torna-se evidente e urgente o conhecimento da flora para o desenvolvimento de quaisquer estratégias de ações, evidenciando o valor da biodiversidade que venha a contribuir para melhor planejamento de manejo, usos e enriquecimento da Caatinga (DRUMOND et al., 2000) e do Cerrado.

O presente trabalho está dividido em três artigos, redigidos de acordo com as normas dos periódicos aos quais serão submetidos. Primeiramente foram avaliados diferentes tratamentos pré-germinativos para superação de dormência das sementes de fava d'anta. No segundo artigo, as sementes foram submetidas a diferentes substratos e temperaturas, a fim de se determinar as melhores condições para promover a germinação. Finalmente, foram avaliados diferentes substratos para produção de mudas de *D. mollis* em condições de viveiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEODATO, S. **De olho no cerrado**. Disponível em: <<http://epoca.globo.com/edic/19980810/ciencia8.htm>>. Acesso em: 16 Jun. 2008.

ALBUQUERQUE, M. C. F.; COELHO, M. F. B.; ALBRECHT, J. M. F. Germinação de sementes de espécies medicinais do Cerrado. In: COELHO, M. F. B. et al. **Diversos olhares em etnobiologia, etnoecologia e plantas medicinais**. Cuiabá: UNICEN Publicações, 2003. p 157-181.

ALVES, E. U.; PAULA, R. C.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; DINIZ, A. A. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.

AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing committee. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 88p. (Contribution, 32)

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BLACK, R.; EL HADI, F.M. Presouring treatments of *Acacia senegal* seed: germination and growth. **Tropical Agricultural**, v.69, p.15-20, 1992.

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

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

COSTA, C. M. R.; HERRMANN, G.; MARTINS, C. S.; LINS, L. V.; LAMAS, I. R. **Biodiversidade em Minas Gerais**: um atlas para sua conservação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998. 98p.

DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C.; OLIVEIRA, V. R.; ALBUQUERQUE, S. G.; NASCIMENTO, C. E. S.; CAVALCANTI, J. **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga**. In: Seminário "Biodiversidade da Caatinga". Petrolina: UFPE, Fundação Biodiversitas, 2000. 392 p.

EMBRAPA. **Cerrado tem 61,2% de área preservada.** Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/materias_pripag/2007/cerrado.html>. Acesso em: 08 abr. 2008.

FAPESP. **Cerrado é uma vasta reserva de carboidratos.** Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/2002/materia_040102_4.htm>. Acesso em: 10 abr. 2008.

FRANÇA, H. **Quatro espécies do Cerrado são selecionadas para estudo de potencial fitoterápico.** Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/2000/materia_080900_2.htm>. Acesso em: 10 mai. 2008.

GONÇALVES, E. P. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) por meio de diferentes testes de vigor.** 2003. 64f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção e Tecnologia de Sementes) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

HILTON-TAYLOR, C. **2000 IUCN Red List of Threatened Species.** IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2000. 61p.

IBAMA. Lista oficial das espécies da flora ameaçadas de extinção. **Diário Oficial.** Portaria 006/92-N de 15 de janeiro de 1992.

IBGE. **Mapa de biomas e de vegetação.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=169>. Acesso em: 10 abr. 2008.

LANDGRAF, P. R. C. **Germinação de sementes de guarea (*Guarea guidonea* (L.) Sleumer), maçaranduba (*Persea pyrifolia*) e peito de pombo (*Tapirira guianeensis* Aul.).** 1994. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; **Ecologia e Conservação da Caatinga.** Recife: UFRPE, 2003. 804p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 4 ed. v.1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor.** Jaboticabal: FUNEP, 1994, p.49-85.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. 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.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P. Germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. em função de diferentes substratos e temperaturas. **Scientia Forestalis**, n. 73, p. 19-25, 2007.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 283-297.

SANTOS, S.R.G.; AGUIAR, I.B. Germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.120-126, 2000.

SANTOS, T. O.; MORAIS, T. G. O.; MATOS, V. P. Escarificação mecânica em sementes de chichá (*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 1-6, 2004.

SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Coleta de sementes, produção de mudas e plantio de espécies frutíferas nativas dos Cerrados**: informações exploratórias. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1992. 23 p. (Documentos, 44).

SOUSA, M. P.; MATOS, M. E. O.; MATOS, F. J. A.; MACHADO, M. I. L.; CRAVETRO, A. A. **Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras**. Fortaleza: UFCE, 1991, p. 295-298.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.24, p.69-87, 1993.

2. ARTIGO 1

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA
EM SEMENTES DE *Dimorphandra mollis* BENTH.**

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM
SEMENTES DE *Dimorphandra mollis* BENTH.**

**PRE-GERMINATIVE TREATMENTS TO OVERCOMING OF DORMANCY
OF *Dimorphandra mollis* BENTH. SEEDS**

Mauro Vasconcelos Pacheco¹, Vilmar Luciano Mattei², Valderéz Pontes Matos³

RESUMO

Dimorphandra mollis Benth. é uma espécie florestal nativa, encontrada nos biomas Cerrado e Caatinga, cuja semente apresenta tegumento impermeável. Este trabalho teve por objetivo avaliar metodologias eficientes para superação da dormência das sementes. Foram realizados os seguintes tratamentos: T1 - testemunha (sementes sem escarificação); T2 - escarificação mecânica com lixa nº50; T3 - imersão em água a 80 °C e (T4) a 100°C até atingir a temperatura ambiente; T5 - fervura em água a 100°C durante 10, (T6) 30 e (T7) 60 segundos; T8 - escarificação química com ácido sulfúrico durante 20, (T9) 30 e (T10) 40 minutos. Os parâmetros avaliados foram: teor de água, germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca da plântula. Considerando a germinação e a expressão do vigor, os melhores resultados para a superação da dormência em sementes de *Dimorphandra mollis* são obtidos quando estas sofrem escarificação mecânica com lixa para ferro nº50 ou fervura em água durante 10 segundos.

Palavras-chave: Sementes florestais; fava d'anta; germinação; vigor.

ABSTRACT

Dimorphandra mollis Benth. is native forest species coming from Cerrado and Caatinga biomes with water impermeable seed coats. This work had for objective to determine the efficient methodology to overcome dormancy in seeds. The following treatments had been applied: T1 - control

¹ Doutorando em Ciência & Tecnologia de Sementes/UFPEL, (pachecomv@hotmail.com).

² Prof. Associado, Dr. do Departamento de Fitotecnia – FAEM/UFPEL (vlmattei@gmail.com).

³ Prof^a. Associada Dra. do Departamento de Agronomia - UFRPE, (vpmatos@ig.com.br).

(seeds without scarification); T2 - mechanical scarification with sandpaper number 50; T3 - immersion in water at 80 and (T4) at 100°C; T5 - boil in water at 100°C for 10, (T6) 30 and (T7) 60 seconds; T8 - chemical scarification with sulfuric acid for 20, (T9) 30 and (T10) 40 minutes. The following parameters were analyzed: seed moisture content, germination, first germination count, index of germination speed, length and dry weight matter of the seedling. Considering the germination and the expression vigor, the best results for overcoming dormancy of *Dimorphandra mollis* seeds are gotten when these suffer mechanical scarification with sandpaper nº50 or boil in water at 100°C for 10 seconds.

Keywords: Forest seeds; fava d'anta; germination; vigour

INTRODUÇÃO

A produção de mudas de espécies nativas em quantidade e qualidade adequadas tem sido um dos maiores empecilhos para a implementação de plantios florestais no Brasil. Uma das causas desse problema é o fato de que sementes de muitas dessas espécies apresentam algum grau de dormência.

É comum que sementes florestais, embora permanecendo viáveis por longos períodos no banco de sementes do solo, apresentem germinação distribuída de forma irregular no tempo, mesmo quando expostas às condições ambientais favoráveis (Murdoch e Ellis, 2000). Assim, quando lotes de sementes possuem algum tipo de dormência, a sua viabilidade pode ser subestimada quando são obtidos baixos valores de porcentagem de germinação (Smiderle e Sousa, 2003). Diante disso, torna-se importante o desenvolvimento de metodologias que visem superar a limitação do processo germinativo dessas sementes.

Entretanto, esse fenômeno oferece oportunidade para a perpetuação de plantas que se desenvolvem em ambientes parcialmente desfavoráveis, representando um atributo eficiente para garantir a sobrevivência e a perpetuação de uma espécie (Marcos Filho, 2005). Em muitas sementes, a impermeabilidade do tegumento, juntamente com a ação valvular do hilo (Carvalho e Nakagawa,

2000), é o principal mecanismo de manutenção de baixos teores de água no interior das sementes, o que leva à redução do processo respiratório, diminuindo o consumo de reservas nutricionais que serão fundamentais para a futura germinação e para o crescimento inicial da plântula (Zaidan e Barbedo, 2004). Ainda segundo esses autores, outro aspecto positivo é que o reduzido grau de umidade na semente dificulta o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, bem como o ataque de insetos.

Em sementes das famílias Caesalpiniaceae, Mimosaceae e Fabaceae, têm sido frequentemente observadas dificuldades relacionadas à germinação (Rolston, 1978; Carvalho e Nakagawa, 2000) e produção de mudas. Diversos autores têm atribuído isso à impermeabilidade do tegumento à água ou ao oxigênio, oferecendo elevada resistência física ao crescimento do embrião (Malavasi e Malavasi, 2004; Melo e Rodolfo Júnior, 2006; Biruel et al, 2007; Alves et al., 2007). Nesse sentido, é muito comum que estas sementes desenvolvam algum grau de dormência tegumentar, como pode ser observado nas espécies florestais: *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. (Alves et al., 2004a), *Bauhinia divaricata* L. (Alves et al., 2004b), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Scalon et al., 2005), e *Caesalpinia leiostachya* (Benth.) Ducke (Biruel e al., 2007). Nesses casos, os envoltórios que funcionam como barreira à germinação, a qual o embrião não consegue superar (Perez, 2004), podem interferir na embebição de água, nas trocas gasosas, no alongamento embrionário, além de impedir a lixiviação de aleloquímicos (Bewley e Black, 1994).

Assim, é possível que a entrada de água esteja sendo bloqueada por alguma das partes constituintes dos envoltórios, como cutículas serosas, tecidos paliçádicos ou por camadas de macroesclereídes (Áquila, 2004). Desse modo, os métodos de superação empregados devem promover aberturas no tegumento, permitindo a embebição, como ocorre quando se utilizam escarificações ou cortes no tegumento (Zaidan e Barbedo, 2004).

Nesse contexto, sementes de fava d'anta ou faveira (*Dimorphandra mollis* Benth.) também apresentam tegumento duro que dificulta a propagação sexuada (Zpevak, 1994). Essa espécie florestal, pertencente à família Caesalpiniaceae, ocorre em áreas de Cerrado e Caatinga, distribuída

geograficamente pelos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Pará (Lorenzi, 2002), Ceará (Adeodato, 2008) e Piauí (FAPESP, 2008).

Sua madeira pode ser empregada na confecção de caixas, compensados, forros, painéis, lenha e carvão; da casca pode-se extrair o tanino, o qual é utilizado na curtição de couro (Lorenzi, 2002); dos frutos (sem as sementes), extrai-se a rutina, um bioflavonóide portador de vitamina P utilizado na indústria farmacêutica, que atua na normalização da resistência e da permeabilidade dos vasos capilares, melhorando a circulação sanguínea (Sousa et al., 1991; FAPESP, 2008). Do endosperma das sementes, podem-se extrair os galactomananos, polissacarídeos quimicamente idênticos à goma-guar que é usada industrialmente como espessante de iogurtes e sorvetes, cápsulas de medicamentos, lubrificante de brocas de prospecção de petróleo e em bananas de dinamite (FAPESP, 2008).

Para minimizar os problemas causados pela dormência tegumentar, podem-se utilizar diversos tratamentos pré-germinativos. Dentre os métodos mais utilizados para superação da dormência tegumentar, estão a escarificação mecânica (atrito das sementes contra superfícies abrasivas), a escarificação química (geralmente com ácido sulfúrico) (Marcos Filho, 2005) e a imersão em água quente que resulta na remoção de ceras e no enfraquecimento do tegumento (Zaidan e Barbedo, 2004).

Dentre os agentes químicos utilizados para superar a dormência, destaca-se o ácido sulfúrico, o qual, quando em contato com o tegumento da semente, pode levar à ruptura da testa e permitir a hidratação dos tecidos seminíferos, sendo que o tempo de exposição ao efeito corrosivo pode variar de acordo com a espécie (Barbosa et al., 2004, 2005; Scaloni et al., 2006; Alves et al., 2006; Melo e Rodolfo Júnior, 2006).

Portanto, estudos envolvendo tratamentos pré-germinativos que visem à superação da dormência são importantes quando se deseja acelerar e uniformizar a germinação das sementes, minimizando assim os problemas relacionados à produção de mudas.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar tratamentos pré-germinativos para superação de dormência em sementes de fava d'anta.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de fava d'anta, provenientes do município de Araçatuba-SP, foram obtidas junto à Sementes Caiçara LTDA, em agosto de 2005, e encaminhadas ao Laboratório Didático de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Devido à frequente infestação de fungos observada durante testes preliminares de germinação, foi necessário que, antes da instalação do experimento, as sementes fossem tratadas com fungicida Thiran® a 2,0%.

As sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: T1 - testemunha (sementes sem escarificação); T2 - escarificação mecânica (realizada manualmente) com lixa para ferro nº50 na extremidade oposta à micrópila de cada semente até atingirem os cotilédones; T3 - imersão em água a 80°C até se equilibrar com a temperatura ambiente; T4 - imersão em água a 100°C até atingir a temperatura ambiente; T5 - as sementes permaneceram em contato com a água destilada em ebulição (100°C) durante 10, (T6) 30 e (T7) 60 segundos; T8 - escarificação química com ácido sulfúrico concentrado durante 20, (T9) 30 e (T10) 40 minutos, seguida de intensa lavagem em água corrente para eliminação de resíduos químicos. Após a aplicação dos tratamentos pré-germinativos, as sementes foram distribuídas em substrato papel toalha, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, organizado em forma de rolos (Brasil, 1992) e colocadas em germinador do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) à temperatura constante de 30°C, com fotoperíodo de oito horas, durante 30 dias.

O número de sementes germinadas foi avaliado diariamente, a partir do início do experimento, adotando-se como critério de germinação a emergência dos cotilédones com o consequente surgimento do hipocótilo. Foram avaliados os seguintes parâmetros: **teor de água** – realizado pelo método da estufa a $105\pm 3^\circ\text{C}/24\text{h}$, utilizando-se duas amostras de 25 sementes por repetição (Brasil, 1992); **germinação** – correspondente à porcentagem total de sementes germinadas até o 30º dia após a semeadura; **primeira contagem da germinação** – correspondente à porcentagem de sementes

germinadas no 7º dia após o início do teste; **índice de velocidade de germinação (IVG)** – determinado de acordo com a fórmula apresentada por Maguire (1962), em que $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots G_n/N_n$, na qual $G_1, G_2 \dots G_n$ é igual ao número de sementes germinadas, e $N_1, N_2 \dots N_n$ corresponde ao número de dias; **comprimento de plântula** – ao final do teste de germinação, as plântulas normais de cada repetição foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em milímetro e o resultado expresso em cm/plântula; **massa seca de plântula** – após a contagem final do teste de germinação e a retirada dos cotilédones, as plântulas de cada repetição foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada regulada a 80°C durante 24 horas e, após esse período, pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g, sendo os resultados expressos em mg/plântula, conforme recomendações de Nakagawa (1999).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de dez tratamentos, com quatro repetições de 25 sementes cada. Os valores em porcentagem foram transformados em $\arcsin \sqrt{\%/100}$. A análise estatística foi feita com o programa ESTAT (FCAV/UNESP), versão 2.0/2001. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os valores obtidos com os tratamentos de fervura em água e escarificação com ácido sulfúrico, foram realizadas regressões polinomiais para analisar o comportamento da germinação das sementes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes apresentaram teor de água de 11,7% por ocasião do início dos testes. Houve diferença significativa entre os tratamentos pré-germinativos aplicados às sementes de fava d'anta para os demais parâmetros avaliados (germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca da plântula).

Os maiores valores para a porcentagem de germinação foram obtidos quando as sementes sofreram escarificação manual (T2) com lixa nº 50 na extremidade oposta à micrópila até aparecerem

os cotilédones, obtendo-se 86% de germinação, e estatisticamente semelhante quando houve permanência das sementes pelo período de 10 segundos em água a 100°C (T5), com 74% de sementes germinadas. Assim, ambos os tratamentos foram estatisticamente superiores aos demais (Figura 1).

Quando as sementes de *Dimorphandra mollis* não receberam nenhum tratamento (T1), a porcentagem de germinação foi de apenas 13% (Figura 1). Comportamento semelhante também foi observado em sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., na qual se verificou que, a partir dos 154 dias após a antese, houve redução drástica e gradativa da porcentagem de germinação das sementes que não foram submetidas a tratamentos pré-germinativos (Alves et al., 2004a).

Semelhantemente ao que ocorreu em sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth (Smiderle e Sousa, 2003), em fava d'anta a dormência das sementes foi superada quando as mesmas foram submetidas à escarificação mecânica, de forma que houve aumento significativo da porcentagem de germinação em relação à testemunha (Figura 1).

O efeito da imersão das sementes em água em ebulição durante 10 segundos (T5) na superação de dormência de sementes mostrou-se ser um método eficiente para fava d'anta, por permitir a embebição na etapa inicial da germinação (Figura 1). A máxima germinação de sementes de *Acacia mangium* Willd foi obtida após a fervura destas em água a 100°C durante 1 minuto (Smiderle et al., 2005), porém, para as sementes de *Dimorphandra mollis*, o mesmo período de tempo nessa temperatura (T7) mostrou-se ineficaz, uma vez que apenas 35% das sementes germinaram. É provável que, a permanência das sementes na água, quando em processo de ebulição, por períodos superiores a 10 segundos, possa ter ocasionado a morte do embrião por cozimento, uma vez que a maioria das sementes apresentava aspecto mucilaginoso e em desintegração.

Entretanto, quando houve a redução do período de fervura para 30 (T6) e 10 segundos (T5), observou-se acréscimo significativo no desempenho germinativo, obtendo-se, respectivamente, 48 e 74% de plântulas normais (Figura 1). Assim, observa-se na Figura 2A que o aumento no tempo de fervura reduziu linearmente a porcentagem de germinação. Portanto, quando as sementes são expostas à água em ebulição durante curtos períodos de tempo, o aquecimento da água torna-se responsável

pela eliminação de possíveis ceras presentes no tegumento da semente, diminuindo sua impermeabilidade e permitindo a entrada de água e as trocas gasosas (Zaidan e Barbedo, 2004), além de evitar a morte do embrião.

Já para os tratamentos que envolveram apenas a imersão das sementes em água a 80 (T3) e a 100°C (T4) até atingir a temperatura ambiente, não houve resultados satisfatórios, uma vez que se obtiveram apenas cerca de 60% de germinação, não havendo diferença significativa entre os mesmos (Figura 1). Provavelmente, o contato das sementes com a água, fez com que a temperatura desta fosse reduzida imediatamente. Dessa forma, esses tratamentos térmicos não foram suficientes para que houvesse eliminação de ceras tegumentares, impedindo que o envoltório da semente se tornasse mais permeável à água. Resultados não satisfatórios com sementes de *Dimorphandra mollis* também foram obtidos em testes preliminares realizados por Zpevak (1994), nos quais a porcentagem de germinação foi de apenas 40%, quando houve imersão das sementes em água quente, durante apenas 1 minuto a temperaturas entre 60 e 70°C.

Apesar de não ter sido constatada diferença significativa entre os tratamentos envolvendo escarificação química em H₂SO₄ (Figura 1), pode-se inferir, pela análise de regressão (Figura 2B) que, houve aumento gradual na porcentagem de germinação das sementes submetidas à escarificação química durante 20, 30 e 40 minutos. Desse modo, provavelmente o tempo de exposição foi insuficiente para superar a dormência das sementes de fava d'anta, sendo que a porcentagem máxima de germinação obtida aos 40 minutos de exposição das sementes em ácido foi de cerca de 60%.

Nesse sentido, verifica-se que o período de imersão em substâncias ácidas recomendado para a superação de dormência varia bastante conforme a espécie, pois em sementes de *Strelitzia reginae* Ait. a escarificação em ácido sulfúrico por apenas nove minutos foi suficiente para promoção da germinação e expressão do vigor (Barbosa et al., 2005). Tratamentos químicos também foram eficientes na superação de dormência de sementes de *Ochroma lagopus* Sw. (Barbosa et al., 2004), *Jacaranda cuspidifolia* Mart. (Scalon et al., 2006), *Zizyphus joazeiro* Mart. (Alves et al., 2006) e *Cassia grandis* L. f. (Melo e Rodolfo Júnior, 2006).

A maior expressão do vigor ocorreu quando as sementes foram submetidas à escarificação mecânica (T2), aumentando a velocidade de formação das plântulas, observada pela maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem (76%) (Figura 3A) e pela velocidade de germinação (Figura 3B). Assim como ocorreu em sementes de *Sterculia foetida* L. (Santos et al., 2004), foi possível constatar a eficiência da escarificação mecânica em provocar fissuras no tegumento das sementes, permitindo a embebição para iniciar o processo germinativo. Portanto, a fricção das sementes de fava d'anta em lixa para ferro, até o aparecimento dos cotilédones, não comprometeu a qualidade das mesmas. Todavia, deve-se ter atenção para esse tipo de tratamento, pois, segundo Medeiros Filho et al. (2002), tal procedimento pode acarretar injúrias nas sementes causadas pela fricção ou diferença de constituição dos tegumentos de acordo com a espécie estudada.

Em relação ao desempenho da plântula, verificou-se que os resultados dos testes de vigor, baseados no comprimento e na massa seca (Figuras 4A e 4B, respectivamente), não foram eficientes na indicação dos melhores métodos pré-germinativos, uma vez que todos os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si, exceto T6, T7 e T8 para o comprimento e T6 e T7 para massa seca que proporcionaram valores inferiores. Além disso, as maiores porcentagens de germinação de sementes de fava d'anta foram obtidas somente quando se utilizaram os tratamentos com escarificação mecânica (T2) e fervura em água a 100°C durante 10 segundos (T5) (Figura 1).

Nesse sentido, os testes de vigor de primeira contagem e de índice de velocidade de germinação apresentaram resultados semelhantes àqueles da porcentagem de germinação, mostrando-se mais adequados em predizer o vigor das sementes submetidas aos diversos tratamentos para superação da dormência em sementes de fava d'anta.

CONCLUSÕES

A escarificação mecânica das sementes com lixa para ferro nº 50, na extremidade oposta à micrópila, até atingirem os cotilédones, bem como a imersão das sementes em água em ebulição por 10 segundos, favorecem a superação da dormência tegumentar

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEODATO, S. **De olho no Cerrado.** Disponível em :
<<http://epoca.globo.com/edic/19980810/ciencias8.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2008.

ALVES, E. U.; SADER, R.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U. Dormência e desenvolvimento de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.5, p.655-662, 2004a.

ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; BRUNO, R. L. A.; ANDRADE, L. A.; ALVES, E. U. Superação de dormência em sementes de *Bauhinia divaricata* L. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 871-879, 2004b.

ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U. A.: ALVES, A. U. Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 187-195, 2006.

ALVES, E. U.; CARDOSO, E. A.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; GALINDO, E. A.; BRAGA JÚNIOR, J. B. Superação da dormência em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 405-415, 2007.

ÁQUILA, M. E. A. Tipos de diásporos e suas origens. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.69-92.

BARBOSA, J. G.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, D. C. F. S.; VIEIRA, A. N. Efeito da escarificação ácida e de diferentes temperaturas na qualidade fisiológica de sementes de *Strelitzia reginae*. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.1, p.71-77, 2005.

BARBOSA, A. P.; SAMPAIO, P. T. B.; CAMPOS, M. A. A.; VARELA, V. P.; GONÇALVES, C. Q. B.; IIDA, S. Tecnologia alternativa para a quebra de dormência das sementes de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* Sw., Bombacaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 1, p. 107-110, 2004.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BIRUEL, R. P.; AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. Germinação de sementes de pau-ferro submetidas a diferentes condições e armazenamento, escarificação química, temperatura e luz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, p. 151-159, 2007.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

FAPESP. **Cerrado é uma vasta reserva de carboidratos**. Disponível em : http://radiobras.gov.br/ct/2002/materia_040102_4.htm. Acesso em: 10 abr. 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 ed. v.1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MALAVASI, U. C. ; MALAVASI, M. M. Dormancy breaking and germination of *Enterolobium tortisiliquum* (Vell.) Morong seed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 6, p. 851, 854, 2004.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MEDEIROS FILHO, S.; FRANÇA, E. A.; INNECCO, R. Germinação de sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Farwel e *Operculina alata* (Ham.) Urban. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 102-107, 2002.

MELO, R. R.; RODOLFO JÚNIOR, F. Superação de dormência em sementes e desenvolvimento inicial de canafístula (*Cassia grandis* L. f.). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, ano IV, n. 7, 2006.

MURDOCH, A. J.; ELLIS, R. H. Dormancy, viability and longevity. In: FENNER, M. (Ed.) **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. 2.ed. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p.183-214.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24

PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.125-134.

ROLSTON, M. P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, Lancaster, v. 44, n. 3, p. 365-396, 1978.

SANTOS, T. O.; MORAIS, T. G. O.; MATOS, V. P. Escarificação mecânica em sementes de chichá (*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 1-6, 2004.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; WATHIER, F.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; PIEREZAN, L.; SCALON FILHO, H. Armazenamento, germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Sci. Biol. Sci.**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 107-112, 2005.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C. S. F.; FLORENCIO, D. K. A. Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 179-185, 2006.

SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. C. P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth – Fabaceae – Papilionidae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, p. 48-52, 2003.

SMIRDELE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; SOUSA, R. C. P. Tratamentos pré-germinativos em sementes de acácia. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.1, p.78-85, 2005.

SOUSA, M. P.; MATOS, M. E. O.; MATOS, F. J. A.; MACHADO, M. I. L.; CRAVETRO, A. A. **Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras**. Fortaleza: UFCE, 1991, p. 295-298.

ZAIDAN, L. B. P.; BARBEDO, C. J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.135-146.

ZPEVAK, F. A. **Efeitos do ácido abscísico, potencial hídrico, temperatura e tratamentos para quebra de dormência na germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.** 1994. 96f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos.

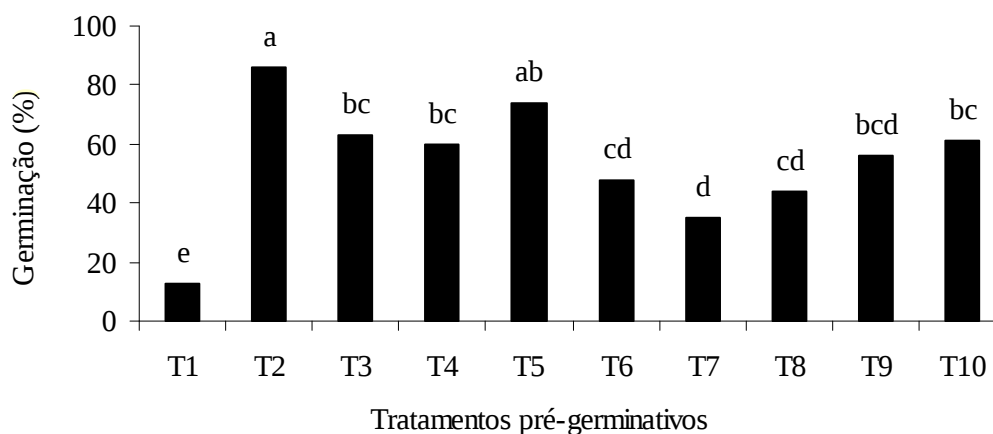


FIGURA 1: Germinação (%) de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.: T1 - testemunha; T2 - escarificação mecânica com lixa nº 50; T3 - imersão em água a 80 e (T4) a 100°C; T5 - fervura em água a 100°C durante 10, (T6) 30 e (T7) 60 segundos; T8 - ácido sulfúrico (H₂SO₄) durante 20, (T9) 30 e (T10) 40 minutos. CV = 11,5%. (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

FIGURE 1: Germination (%) *Dimorphandra mollis* Benth. seeds: T1 - control; T2 - mechanical scarification with sandpaper number 50; T3 - immersion in water at 80 and (T4) at 100°C; T5 - boil in water at 100°C for 10, (T6) 30 and (T7) 60 seconds; T8 - sulfuric acid (H₂SO₄) for 20, (T9) 30 and (T10) 40 minutes.

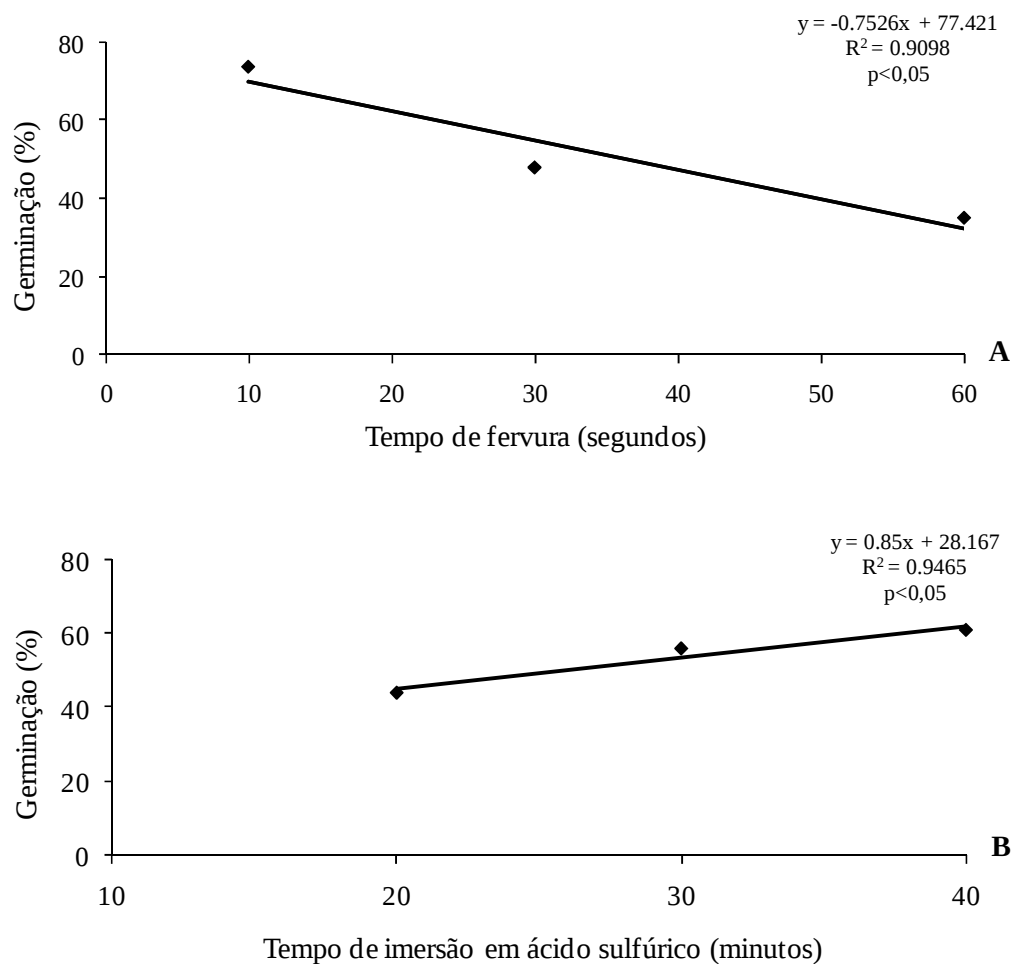


FIGURA 2: Germinação (%) de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. submetidas a diferentes períodos de fervura em água a 100°C (A) e de imersão em ácido sulfúrico (B).

FIGURE 2: Germination (%) *Dimorphandra mollis* Benth. seeds submitted at periods different of boil in water at 100°C (A) and imersion in sulfuric acid (B).

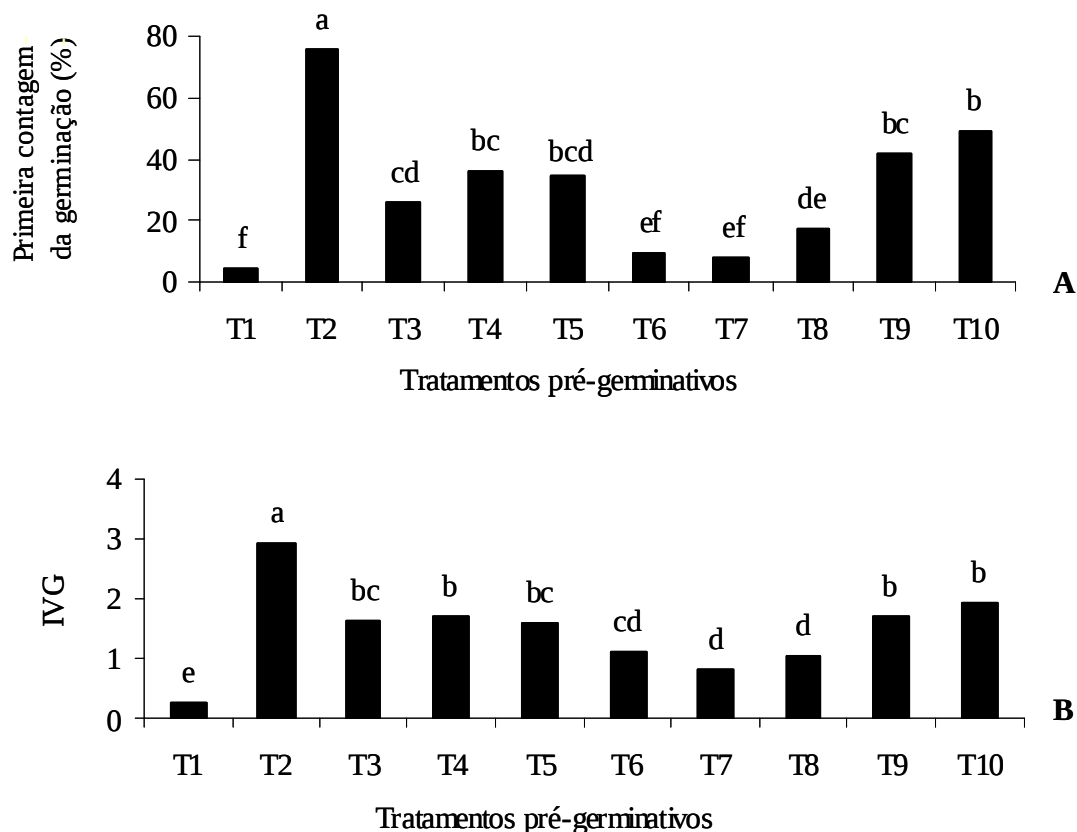


FIGURA 3: Primeira contagem da germinação (%) (A) e IVG (índice de velocidade de germinação) (B) em sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.: T1 - testemunha; T2 - escarificação mecânica com lixa nº 50; T3 - imersão em água a 80 e (T4) a 100°C; T5 - fervura em água a 100°C durante 10, (T6) 30 e (T7) 60 segundos; T8 - ácido sulfúrico (H₂SO₄) durante 20, (T9) 30 e (T10) 40 minutos. CV = 14,0 e 15,5%, respectivamente. (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

FIGURE 3: First germination count (%) (A) and index of germination speed (B) of *Dimorphandra mollis* Benth. seeds: T1 - control; T2 - mechanical scarification with sandpaper number 50; T3 - immersion in water at 80 and (T4) at 100°C; T5 - boil in water at 100°C for 10, (T6) 30 and (T7) 60 seconds; T8 - sulfuric acid (H₂SO₄) for 20, (T9) 30 and (T10) 40 minutes.

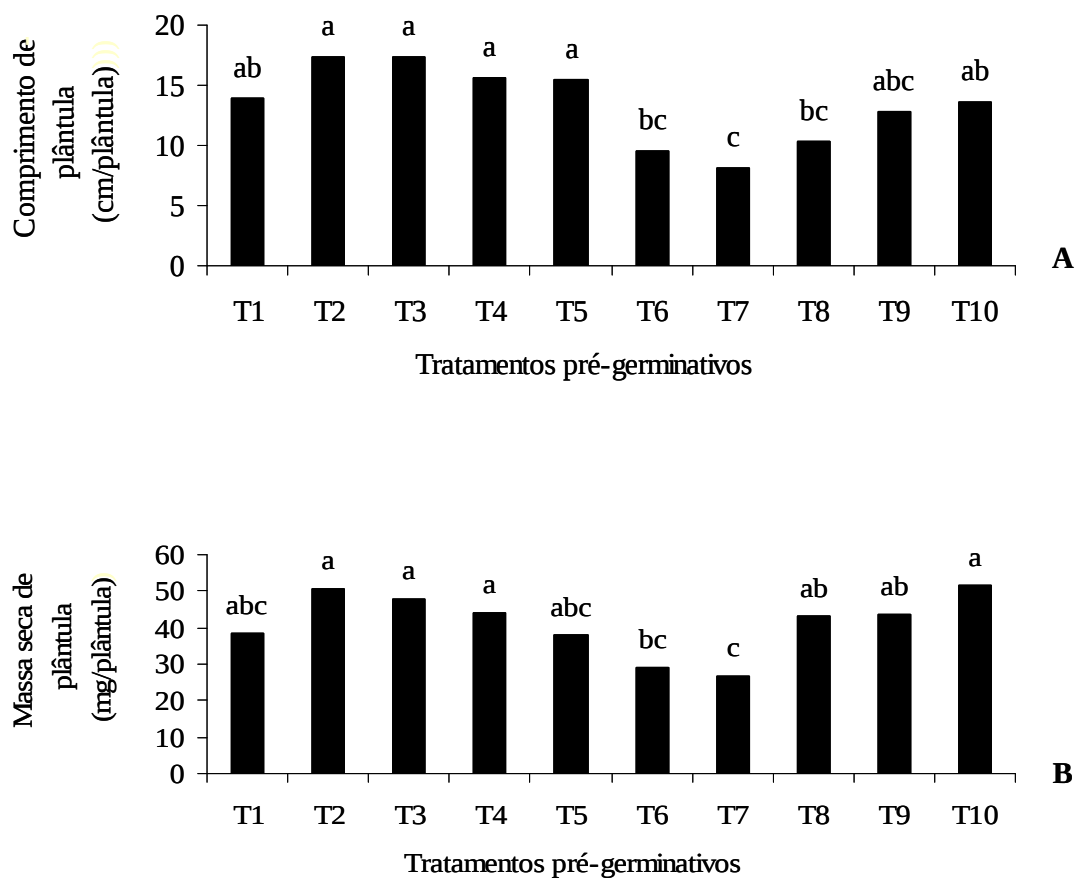


FIGURA 4: Comprimento (A) e massa seca (B) de plântulas originadas de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.: T1 - testemunha; T2 - escarificação mecânica com lixa nº 50; T3 - imersão em água a 80 e (T4) a 100°C; T5 - fervura em água a 100°C durante 10, (T6) 30 e (T7) 60 segundos; T8 - ácido sulfúrico (H₂SO₄) durante 20, (T9) 30 e (T10) 40 minutos. CV = 14,9 e 15,2%, respectivamente. (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

FIGURE 4: Length (A) and dry weight matter (B) of *Dimorphandra mollis* Benth. seedlings proceeding from seeds: T1 - control; T2 - mechanical scarification with sandpaper number 50; T3 - immersion in water at 80 and (T4) at 100°C; T5 - boil in water at 100°C for 10, (T6) 30 and (T7) 60 seconds; T8 - sulfuric acid (H₂SO₄) for 20, (T9) 30 and (T10) 40 minutes.

3. ARTIGO 2

**GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Dimorphandra mollis* EM FUNÇÃO
DE DIFERENTES TEMPERATURAS E SUBSTRATOS**

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Dimorphandra mollis* BENTH. EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TEMPERATURAS E SUBSTRATOS⁴

Mauro Vasconcelos Pacheco⁵, Vilmar Luciano Mattei⁶, Valderez Pontes Matos⁷ e
Lúcia Helena de Moura Sena⁸

RESUMO – Este trabalho avaliou a germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. (Caesalpiniaceae) em diferentes substratos e regimes de temperatura. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 4 (quatro substratos: entre areia, pó de coco, vermiculita e papel toalha; quatro temperaturas: 25, 30, 35, 20-30°C), com quatro repetições de 25 sementes cada. Foram avaliados os seguintes parâmetros: teor de água, germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca da plântula. As temperaturas de 30 e 35°C proporcionam às sementes os melhores resultados de germinação. Os substratos papel e entre vermiculita permitem bom desempenho germinativo, mostrando-se adequados para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *D. mollis*.

Palavras-chave: Sementes florestais, qualidade fisiológica e fava d'anta

GERMINATION AND VIGOUR OF *Dimorphandra mollis* BENTH. SEEDS IN FUNCTION OF DIFFERENT TEMPERATURES AND SUBSTRATES

ABSTRACT – This work studied the germination of *Dimorphandra mollis* Benth (Caesalpiniaceae) seeds in different conditions of temperature regime and substrate. The experiment was arranged in 4 x 4 factorial, complete randomized design (4 substrates – into sand, coconut fiber, vermiculite and towel paper; and 4 temperatures: 25, 30, 35 and 20-30°C), with four replications with 25 seeds each. The following parameters were evaluated: seed moisture content, germination, first germination count, index of germination speed, length and dry matter weight. The best germination is obtained at 30 and 35°C. The substrates

⁴ Parte da tese de Doutorado em Ciência & Tecnologia de Sementes do primeiro autor.

⁵ Programa de Pós-Graduação em Ciência & Tecnologia de Sementes da UFPel. E-mail <pachecomv@hotmail.com>.

⁶ Departamento de Fitotecnia da UFPel. E-mail: <vlmattei@gmail.com>.

⁷ Departamento de Agronomia da UFRPE. E-mail: <vpmatos@ig.com.br>.

⁸ Programa de Graduação em Agronomia da UFRPE.

towel paper and into vermiculite allow satisfactory germinative performance of seeds, they can to be suitable for the evaluation of the physiological quality of *D. mollis* seeds.

Key words: Forest seeds, physiological quality and fava d'anta

1. INTRODUÇÃO

A fava d'anta ou faveira (*Dimorphandra mollis* Benth.), pertencente à família Caesalpiniaceae, é uma espécie florestal nativa encontrada nos biomas Cerrado (LORENZI, 2002) e Caatinga (ADEODATO, 2008), com ampla distribuição geográfica, ocorrendo nos Estados do Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Pará, São Paulo, Mato Grosso do Sul (LORENZI, 2002) Ceará (ADEODATO, 2008) e Piauí (FAPESP, 2008).

Apesar das diversas utilidades proporcionadas pela madeira da fava d'anta, como confecção de caixas, compensados, forros, painéis, lenha e carvão (LORENZI, 2002), alguns órgãos desta planta têm despertado grande interesse no mercado mundial. Pode-se extrair dos frutos (sem as sementes) a rutina, um bioflavonóide portador de vitamina P, que quando associada à vitamina C, atua no retardo do envelhecimento, normaliza a resistência e permeabilidade dos vasos capilares, melhorando a circulação sanguínea (SOUSA et al., 1991; FAPESP, 2008).

O endosperma das sementes é rico em galactomananos, polissacarídeos quimicamente idênticos à goma-guar. A goma utilizada na indústria brasileira é praticamente toda importada, proveniente de espécies nativas da Índia e do Paquistão, sendo aplicada como espessante de iogurtes e sorvetes, cápsulas de medicamentos, lubrificante de brocas para prospecção de petróleo e em invólucros de bananas de dinamite (FAPESP, 2008).

Como essa espécie não é cultivada, até o momento a fava d'anta tem sido explorada de forma extrativista, portanto, toda a matéria-prima é extraída do Cerrado e da Caatinga de forma desordenada, uma vez que os representantes dos laboratórios passam pelas regiões coletoras e compram toda a produção (FRANÇA, 2008).

Ao contrário das espécies agrícolas, para a maioria das espécies florestais, há pouca metodologia padronizada em termos de propagação, fazendo-se necessária a intensificação das pesquisas acerca de conhecimentos sobre as condições ótimas de germinação das sementes, dando ênfase aos efeitos da temperatura e do substrato.

A temperatura é um dos fatores que apresenta grande influência tanto na porcentagem de germinação quanto na determinação do vigor das plântulas, influenciando a absorção de água pela semente e as reações bioquímicas que regulam todo o processo metabólico (BEWLEY e BLACK, 1994).

O desempenho das sementes em relação à temperatura ótima é bastante variável entre as espécies florestais. Para a maioria das espécies tropicais, a faixa de 20 a 30°C tem proporcionado às sementes bom desempenho germinativo (BORGES e RENA, 1993), podendo variar de acordo com as temperaturas encontradas em sua região de origem. Para determinadas espécies, o desempenho germinativo das sementes é favorecido por temperaturas constantes, como em *Dinizia excelsa* Ducke (VARELA et al., 2005), *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (LIMA et al., 2006), *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (PACHECO et al., 2006), *Apeiba tibourbou* Aubl. (PACHECO et al., 2007a), *Tapirira guianensis* Aubl. (CESARINO et al., 2007) e *Hylocereus setaceus* Salm-Dick ex DC. (SIMÃO et al., 2007); por alternância de temperatura, a exemplo das sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (SANTOS e AGUIAR, 2000); e por insensibilidade ao regime de temperatura utilizado, como foi observado nas sementes de *Hypericum perforatum* L. e *H. brasiliense* Choisy (FARON et al., 2004). Portanto, a resposta térmica ao desempenho germinativo das sementes está diretamente associada ao comportamento ecológico das espécies nos seus habitats naturais (ALBUQUERQUE et al., 2003).

Outro importante fator ambiental a ser considerado é o substrato a ser utilizado no teste de germinação. O substrato tem a função de suprir as sementes de umidade e proporcionar condições adequadas à germinação e ao posterior desenvolvimento das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993). Deve manter uma proporção adequada entre a disponibilidade de água e aeração, e, assim, evitar a formação de uma película aquosa sobre a semente que impede a entrada de oxigênio (POPINIGIS, 1985) a qual contribui para a proliferação de patógenos.

Ao se escolher um substrato, alguns aspectos devem ser considerados, como: o tamanho da semente, sua exigência com relação à umidade e à luz e também a facilidade que ele oferece durante a instalação, realização das contagens e avaliação das plântulas (BRASIL, 1992). As Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 1992) recomendam alguns substratos, como papel (toalha, filtro e mata-borrão), areia e solo. Entretanto, existem poucas recomendações para as espécies florestais, e outros tipos de substratos vêm sendo testados como o Plantmax® em sementes de *Matayba guianensis* Aubl. (OLIVEIRA et al., 2003), vermiculita em sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. (ALVES et al., 2002) e o pó de

coco em sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (PACHECO et al., 2006), *Apeiba tibourbou* Aubl. (PACHECO et al., 2007a) e *Platypodium elegans* Vog. (PACHECO et al., 2007b).

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes temperaturas e substratos sobre o desempenho germinativo e vigor em sementes de fava d'anta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de fava d'anta, provenientes do município de Araçatuba-SP, foram obtidas junto à Sementes Caiçara LTDA, em agosto de 2006, e encaminhadas ao Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Antes da instalação do experimento, as sementes foram tratadas com fungicida Thiran® a 2,0%, devido à frequente infestação de fungos observada durante testes preliminares de germinação.

Os testes de germinação foram conduzidos em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) às temperaturas de 25, 30, 35 e 20-30°C, com fotoperíodo de oito horas, utilizando-se quatro lâmpadas fluorescentes de 20w tipo luz do dia. Para a exposição à temperatura alternada, o período luminoso (oito horas) correspondeu à temperatura mais alta.

De acordo com testes preliminares para superação de dormência das sementes, foi utilizada escarificação mecânica (realizada manualmente) com lixa para ferro nº50 na extremidade oposta à micrópila, até o aparecimento dos cotilédones de cada semente. A semeadura foi feita entre os substratos areia, pó de coco, vermiculita (granulometria média) e papel toalha previamente autoclavados a 120°C durante duas horas e umedecidos com solução de Nistatina a 0,2%, a fim de evitar infestação por patógenos. Para os três primeiros substratos, o umedecimento correspondeu a 60% da capacidade de retenção e água, e a semeadura foi feita em caixas acrílicas transparentes de 11 x 11 x 3cm, com tampa. A cobertura da semente foi realizada com uma camada de substrato com 1,0cm de espessura. O substrato papel toalha, umedecido com quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, após semeadura, foi organizado em forma de rolos (BRASIL, 1992).

O número de sementes germinadas foi avaliado diariamente, adotando-se, como critério de germinação, a emergência dos cotilédones com o consequente surgimento do hipocótilo. Foram avaliados os seguintes parâmetros: **teor de água** – realizado pelo método da estufa a 105±3°C/24h, utilizando-se duas amostras de 25 sementes por repetição (Brasil, 1992); **germinação** – porcentagem de sementes germinadas até o final do experimento, 13

dias após a semeadura; **primeira contagem da germinação** – porcentagem de sementes germinadas até o 7º dia após o início do teste; **índice de velocidade de germinação (IVG)** – determinado de acordo com a fórmula apresentada por Maguire (1962), em que $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$, na qual $G_1, G_2 \dots G_n$ é igual ao número de sementes germinadas, e $N_1, N_2 \dots N_n$ corresponde ao número de dias; **comprimento da parte aérea e da raiz primária** – ao final do experimento a parte aérea e a raiz primária das plântulas normais de cada repetição foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em milímetros; **massa seca da parte aérea e do sistema radicular** – ao encerrar o experimento, as plântulas normais de cada repetição, após a retirada dos cotilédones, foram acondicionadas em sacos de papel, previamente identificadas, e levadas à estufa de ventilação forçada, regulada a 80°C, durante 24 horas. Após este período, as plântulas foram retiradas da estufa e pesadas em balança analítica, com precisão de 0,001g, sendo os resultados expressos em mg/plântula, conforme recomendação de Nakagawa (1999).

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em arranjo fatorial 4 x 4 (quatro temperaturas e quatro substratos), com quatro repetições de 25 sementes cada. Os valores em porcentagem foram transformados em $\arcsin \sqrt{\%/100}$. Para a análise dos dados, foi utilizado o software estatístico ESTAT (FCAV/UNESP), versão 2.0/2001. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes apresentaram teor de água de 11,8% por ocasião do início dos testes. Para os demais parâmetros avaliados, observou-se efeito significativo quando analisada a interação entre temperaturas e substratos. Em relação à porcentagem de germinação (Quadro 1), realizada no 13º dia após a semeadura, constatou-se que houve bons resultados quando as sementes foram expostas tanto às temperaturas constantes quanto sob à alternada. Verificou-se que as melhores combinações foram obtidas quando a semeadura foi realizada nos substratos areia e papel sob todas as temperaturas, entre pó de coco a 25°C e vermiculita a 30 e 35°C.

Para os dados da primeira contagem da germinação (Quadro 1), realizada no 7º dia após a semeadura, observou-se comportamento semelhante às combinações encontradas na germinação, tanto para a semeadura realizada entre o pó de coco quanto entre areia. Quando semeadas entre areia, as melhores combinações foram alcançadas sobre as temperaturas de 25

e 20-30°C, no pó de coco, a 25°C, na vermiculita, a 30 e 35°C, além do papel, a 35°C. Esses resultados coincidem com a afirmativa de Borges e Rena (1993) de que a faixa de temperatura de 20 a 30°C tem se mostrado adequada para promover a germinação da maioria das sementes de espécies das florestas tropicais.

Resultados semelhantes foram obtidos com sementes de outras espécies encontradas em ambientes de Cerrado e Caatinga, como *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (PACHECO et al., 2006) e *Apeiba tibourbou* Aubl. (PACHECO et al., 2007a), cujas condições ótimas para germinação foram proporcionadas por temperaturas na faixa dos 20 a 30°C.

De acordo com a interação observada entre substratos e temperaturas, pode-se constatar que, semelhantemente ao observado na porcentagem de germinação, os dados do IVG obtidos (Quadro 2) mostram que a temperatura constante de 25°C em todos os substratos, exceto entre vermiculita, as sementes germinaram mais rápido. Resultados superiores para a velocidade de germinação das sementes também foram observados a 30°C nos substratos areia, vermiculita e papel, exceto entre pó de coco, 35°C entre vermiculita e papel, e a temperatura alternada de 20-30°C entre areia e papel. Assim, essas temperaturas mostraram efeito determinante tanto na porcentagem quanto na velocidade de germinação, influenciando a embebição de água pela semente, bem como as reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido nesse processo (BEWLEY e BLACK, 1994).

Considerando que a temperatura ótima para a germinação de sementes está diretamente associada às características ecológicas da espécie (PROBERT, 1992), diferentes resultados podem ser obtidos, como em sementes de espécies pioneiras que só germinam em clareiras, em dossel completamente aberto, recebendo radiação solar direta em pelo menos parte do dia (SWAINE e WHITMORE, 1988), ou seja, desenvolvem-se melhor sobre condições térmicas que oscilam ao longo do dia. Já as sementes de espécies não-pioneiras ou clímax podem germinar sob sombra, uma vez que as plântulas são encontradas sob dossel semi-aberto ou totalmente fechado (SWAINE e WHITMORE, 1988), sendo estas espécies mais exigentes a condições térmicas que pouco oscilam.

Nesse contexto, ao analisar os dados dos Quadros 1 e 2, verifica-se que a boa porcentagem e velocidade de germinação das sementes, proporcionadas por ambos os regimes de temperatura utilizados, conferem à espécie em estudo maior capacidade de estabelecimento das plântulas em campo, pois elas são capazes de germinar em condições ambientais adversas.

Os substratos e temperaturas utilizados neste estudo proporcionaram boas porcentagens de germinação, chegando a atingir até 91% (Quadro1). Entretanto, além da porcentagem de germinação, o conceito de temperatura ótima deve também considerar

aspectos relacionados ao vigor (LABOURIAU, 1983), de modo que seja possível proporcionar informações adicionais à interpretação dos resultados obtidos. Assim, torna-se importante avaliar parâmetros de vigor relacionados ao desempenho de plântulas.

As melhores combinações para o comprimento da parte aérea (Quadro 3) foram encontradas apenas quando as plântulas foram submetidas às temperaturas de 30 e 35°C no substrato papel. Entretanto, pode-se observar que, sobre essas mesmas temperaturas, os substratos areia e pó de coco também proporcionaram valores médios de comprimento da parte aérea superiores às demais temperaturas utilizadas, bem como a vermiculita a 35°C e o substrato papel a 25°C. O vigor, avaliado pelo comprimento da raiz primária (Quadro 3), demonstrou que, nas temperaturas constantes de 30 e 35°C, foram observadas boas combinações com todos os substratos. Além disso, foi observado que o substrato papel a 25°C, também proporcionou às plântulas maior desenvolvimento da raiz primária.

Para a massa seca da parte aérea das plântulas de fava d'anta (Quadro 4), os melhores resultados foram obtidos quando se utilizaram as temperaturas constantes de 30 e 35°C no substrato papel, seguidas da temperatura de 25°C nos substratos pó de coco e papel. Semelhantemente ao comportamento encontrado para o comprimento da raiz primária (Quadro 3), para a massa seca do sistema radicular (Quadro 4), as melhores combinações foram proporcionadas pelo substrato papel a 25°C, bem como pelos substratos areia, pó de coco e vermiculita a 30 e 35°C. Esses resultados coincidem com a afirmativa de Nakagawa (1999), segundo o qual uma maneira de avaliar o crescimento das plântulas é por meio da determinação da massa seca.

Para todos os parâmetros avaliados, foram observados resultados estatisticamente inferiores quando houve germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas no substrato vermiculita sob temperaturas mais baixas, sempre se destacando com resultados superiores principalmente à temperatura de 35°C. Esses resultados podem estar associados ao fato de que a vermiculita, na forma expandida, apresenta propriedades como baixos valores de condutividade térmica (UGARTE et al., 2005), o que pode ter influenciado na redução da velocidade de embebição das sementes, bem como no menor crescimento das plântulas.

Diante dos resultados da presente pesquisa, as sementes de fava d'anta apresentaram ampla adaptabilidade térmica para iniciar a germinação. Entretanto, no que diz respeito ao desenvolvimento inicial das plântulas, o mesmo comportamento foi restrito para algumas temperaturas. Assim, verifica-se que apenas as plântulas originadas de sementes submetidas a 30 e 35°C obtiveram os melhores valores para comprimento e massa seca (Quadros 3 e 4, respectivamente).

Considerando-se os testes de germinação e de vigor, percebe-se que as temperaturas de 30 e 35°C foram as que proporcionaram às sementes os melhores resultados para os parâmetros avaliados. Apesar de a faixa de temperatura entre 20 e 30°C ser ideal para promover a germinação de grande parte das sementes de espécies florestais tropicais (BORGES e RENA, 1993), os resultados do presente trabalho indicam que essa faixa pode ser ampliada. Tal hipótese pode ser amparada por resultados semelhantes obtidos em sementes de *Dinizia excelsa* Ducke (VARELA et al., 2005), *Adenanthera pavonina* L. (SOUZA et al., 2007) e *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (VIEIRA et al., 2007).

Por proporcionar ambiente favorável para a germinação e vigor, o substrato papel toalha tem sido indicado para germinação de sementes de espécies florestais, como *Crataeva tapia* L. (SILVA et al., 2007) e *Prunus selowii* Koehne (RODRIGUES et al., 2008). Pelos resultados do presente trabalho, observa-se que o papel toalha também proporcionou às sementes de *D. mollis* resultados satisfatórios para todos os parâmetros avaliados. É provável que o maior espaçamento entre as sementes tenha contribuído para maior velocidade de germinação (Quadro 2) e maior comprimento da parte aérea e da raiz primária (Quadro 3).

Pode-se observar na Foto 1 que, nos substratos papel toalha e vermiculita, as plântulas apresentaram desenvolvimento homogêneo, característica importante quando se deseja obter populações uniformes. A vermiculita é um substrato que vem sendo utilizado com bons resultados para a germinação de sementes de espécies florestais (FIGLIOLIA et al., 1993; ALVES et al., 2002; PACHECO et al., 2006). Por ser um substrato de baixa densidade que facilita o manuseio das caixas plásticas dentro dos germinadores, por possuir boa capacidade de absorção de água e por não exigir o reumedecimento diário, a vermiculita proporcionou bom desempenho germinativo das sementes de fava d'anta.

A areia também propiciou às sementes de *D. mollis* boa porcentagem de germinação. Entretanto, assim como ocorreu com a germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (PACHECO et al., 2006), houve dificuldade em manter a umidade deste substrato, o que pode ter contribuído para desuniformidade no comprimento da parte aérea das plântulas (Foto 1). As RAS (BRASIL, 1992) recomendam que se deve evitar, sempre que possível, o reumedecimento dos substratos após a semeadura, uma vez que pode causar variações adicionais aos resultados. Segundo Figliolia et al. (1993), a areia também apresenta o inconveniente de drenar a água, acarretando ressecamento na parte superior do substrato, além de ser muito pesada, o que dificulta o manuseio das caixas plásticas no germinador.

O pó de coco apresenta propriedades físicas que lhe conferem características satisfatórias à sua utilização como substrato, como a alta porosidade (95,6%), ótima

capacidade de retenção de água (538mL/L) e de aeração (45,5%) (CARRIJO et al., 2002). Ainda segundo estes autores, as fibras do pó de coco são praticamente inertes e não possuem os nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plântulas, além de apresentar outras vantagens, como o baixo custo e a facilidade de obtenção. Apesar de o substrato pó de coco, bem como a vermiculita, não serem mencionados nas RAS, eles vêm sendo recentemente utilizados com êxito em pesquisas envolvendo testes de germinação de sementes de espécies florestais (MELO et al., 2005; PACHECO et al., 2006; LIMA et al., 2007; PACHECO et al., 2007a; PACHECO et al., 2007b; SILVA et al., 2007).

Entretanto, no presente trabalho, observou-se boa porcentagem de germinação e de primeira contagem (Quadro 1), bem como velocidade de germinação (Quadro 2) das sementes entre o pó de coco apenas quando submetidas a 25°C. Assim, conforme houve aumento da temperatura, verificou-se que os resultados de germinação das sementes mostraram-se inferiores (Quadro 1). Isso pode estar associado ao fato de que, durante a condução dos testes, observou-se dificuldade na emergência dos cotilédones, provavelmente pelo fato de que, quando o substrato era umedecido, tornava-se bastante denso na parte que recobria as sementes.

Assim, a densidade exercida sobre a semente e, o consequente retardo na velocidade de germinação (Quadro 2) podem explicar a desuniformidade quanto ao desenvolvimento das plântulas (Foto 1), bem como os baixos valores para comprimento da parte aérea (Quadro 3). A influência negativa da densidade do pó de coco sobre a camada superior às sementes pode ser reforçada pelo fato de que, para o comprimento das raízes, houve resultados superiores quando as plântulas se originaram de sementes submetidas a 30 e 35°C (Quadro 3).

4. CONCLUSÕES

As temperaturas constantes de 30 e 35°C, e os substratos papel toalha e vermiculita, proporcionam às sementes melhores resultados de germinação e vigor.

5. AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa concedida. Ao Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia da UFRPE pela colaboração para instalação desta etapa dos trabalhos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEODATO, S. **De olho no cerrado.** Disponível em: <<http://epoca.globo.com/edic/19980810/ciencia8.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2008.

ALBUQUERQUE, M. C. F.; COELHO, M. F. B.; ALBRECHT, J. M. F. Germinação de sementes de espécies medicinais do Cerrado. In: COELHO, M. F. B. et al. **Diversos olhares em etnobiologia, etnoecologia e plantas medicinais.** Cuiabá: UNICEN Publicações, 2003. p. 157-181.

ALVES, E. U. et al. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 169-178, 2002.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃO-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais.** Brasília: ABRATES, 1993, cap. 3, p. 83-135.

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

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.533-535, 2002.

CESARINO, F. et al. Germinação de sementes de tatapiririca (*Tapirira guianensis* Aubl.) em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 348-350, 2007.

FAPESP. **Cerrado é uma vasta reserva de carboidratos.** Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/2002/materia_040102_4.htm>. Acesso em: 10 mai. 2008.

FARON, M. L. B.; PERECIN, M. B.; LAGO, A. A. Temperatura, nitrato de potássio e fotoperíodo na germinação de sementes de *Hypericum perforatum* L. e *H. brasiliense* Choisy. **Bragantia**, v. 63, n. 2, p. 193-199, 2004.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. cap. 4, p. 137-174.

FRANÇA, H. **Quatro espécies do Cerrado são selecionadas para estudo de potencial fitoterápico**. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/2000/materia_080900_2.htm>. Acesso em: 10 mai. 2008.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Secretaria-Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington. 1983. 174 p.

LIMA, J. D. et al. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.

LIMA, R. V.; LOPES, J. C.; COELHO, R. I. Germinação de sementes de urucu em diferentes temperaturas e substratos. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 4, p. 1219-1224, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4 ed. v.1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MELO, R. R.; FERREIRA, A.G.; JUNIOR, F.R. Efeito de diferentes substratos na germinação de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) em condições de laboratório. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n. 5, 2005.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.

OLIVEIRA, T. V. S.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. Emergência de plântulas de *Matayba guianensis* Aubl. (Sapindaceae) ocorrente na região do Triângulo Mineiro. **Informativo ABRATES**, v. 13, n. 3, p. 337, 2003.

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.

PACHECO, M. V. et al. Germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. em função de diferentes substratos e temperaturas. **Scientia Forestalis**, n. 73, p. 19-25, 2007a.

PACHECO, M. V. et al. Germinação de sementes de *Platypodium elegans* Vog. submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e substratos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 497-501, 2007b.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

PROBERT, R. J. The role of temperature in germination ecophysiology. In: FENNER, M. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CABI, 1992. p.285-325.

RODRIGUES, E. R.; HIRANO, E.; NOGUEIRA, A. C. Germinação de sementes de pessegueiro-bravo sob diferentes condições de luz e substrato. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 1, p. 91-94, 2008.

SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 120-126, 2000.

SILVA, K. B. et al. Substratos para germinação e vigor em sementes de *Crataeva tapia* L. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 111-113, 2007.

SIMÃO, E.; SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. The epiphytic Cactaceae *Hylocereus setaceus* (Salm-Dick ex DC.) Ralf Bauer seed germination is controlled by light and temperature. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 4, p. 655-662, 2007.

SOUSA, M. P. et al. **Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras**. Fortaleza: UFCE, 1991, p. 295-298.

SOUZA et al. Germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 437-443, 2007.

SWAINE, M. I.; WHITMORE, T. C. On definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetation**, v.75, p. 81-86, 1988.

UGARTE, J. F. O.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. Vermiculita. In: CETEM. **Rochas e minerais industriais**. 1 ed. Rio de Janeiro: CETEM, 2005, cap. 32, p. 677-698.

VARELA, V. P.; RAMOS, M. B. P.; MELO, M. F. F. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 130-135, 2005.

VIEIRA, D. C. M.; SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germinação de sementes de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas em luz e escuro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p. 183-188, 2007.

Quadro 1 – Germinação (%) e primeira contagem da germinação (%) de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. submetidas a diferentes temperaturas e substratos

Table 1 – Germination (%) and first germination count (%) of *Dimorphandra mollis* Benth. seeds submitted at different temperatures and substrates

Substratos	Temperatura (°C)			
	25	30	35	20-30
	Germinação (%)			
Areia	88 Aa	80 ABa	75 ABa	84 Aa
Pó de coco	86 Aa	65 Bab	62 Bb	52 Bb
Vermiculita	54 Bc	91 Aa	86 Aab	74 Abc
Papel	89 Aa	78 ABa	86 Aa	87 Aa
	Primeira contagem da germinação (%)			
Areia	55 Aa	69 BCa	60 Ba	69 Aa
Pó de coco	61 Aa	54 Ca	54 Ba	0 Bb
Vermiculita	0 Cb	90 Aa	86 Aa	0 Bb
Papel	24 Bc	78 Ba	86 Aa	65 Ab

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quadro 2 – Índice de velocidade de germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. submetidas a diferentes temperaturas e substratos

Table 2 – Index of germination speed of *Dimorphandra mollis* Benth. seeds submitted at different temperatures and substrates

Substratos	Temperatura (°C)			
	25	30	35	20-30
	IVG			
Areia	2,87 Aa	2,74 ABa	2,56 Ba	2,85 Aa
Pó de coco	2,86 Aa	2,48 Bab	2,13 Bb	1,01 Cc
Vermiculita	1,30 Bc	3,21 Aa	3,10 Aa	2,20 Bb
Papel	2,75 Aa	2,78 ABa	3,10 Aa	2,93 Aa

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quadro 3 – Comprimento (cm/plântula) da parte aérea e da raiz primária de plântulas de *Dimorphandra mollis* Benth., originadas de sementes submetidas a diferentes temperaturas e substratos

Table 3 – Length (cm/seedling) of the aerial part and primary root of *Dimorphandra mollis* Benth. seedlings proceeding from seeds submitted at different temperatures and substrates

Substratos	Temperatura (°C)			
	25	30	35	20-30
Comprimento (cm/plântula) da parte aérea				
Areia	2,0 Bb	4,3 Ca	4,6 Ba	1,1 Ab
Pó de coco	2,7 Bb	5,6 Ba	5,4 Ba	1,2 Ac
Vermiculita	1,9 Bc	3,8 Cb	5,2 Ba	0,8 Ad
Papel	4,2 Ab	7,1 Aa	7,6 Aa	1,4 Ac
Comprimento (cm/plântula) da raiz primária				
Areia	8,1 Ab	7,9 Aa	7,6 Aa	3,9 Ab
Pó de coco	3,0 Bb	9,7 Aa	8,3 Aa	2,5 Ab
Vermiculita	3,3 Bb	8,3 Aa	8,5 Aa	3,0 Ab
Papel	8,1 Aa	8,2 Aa	9,4 Aa	3,7 Ab

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quadro 4 – Massa seca (mg/plântula) da parte aérea e do sistema radicular de plântulas de *Dimorphandra mollis* Benth., originadas de sementes submetidas a diferentes temperaturas e substratos

Table 4 – Dry weight matter (mg/seedling) of the aerial part and root system of *Dimorphandra mollis* Benth. seedlings proceeding from seeds submitted at different temperatures and substrates

Substratos	Temperatura (°C)			
	25	30	35	20-30
Massa seca (mg/plântula) da parte aérea				
Areia	22,8 Ba	25,5 Ba	25,6 Ba	14,4 ABb
Pó de coco	26,0 ABa	28,2 Ba	26,8 Ba	10,8 BCb
Vermiculita	17,8 Cb	24,4 Ba	26,4 Ba	9,2 Cc
Papel	28,8 Ac	39,1 Aa	33,5 Ab	15,3 Ad
Massa seca (mg/plântula) do sistema radicular				
Areia	12,5 Ba	11,3 Aa	10,6 Aa	8,3 Ab
Pó de coco	5,2 Db	9,5 Aa	9,8 Aa	5,6 Bb
Vermiculita	8,7 Cab	10,6 Aa	9,8 Aab	7,7 Ab
Papel	14,9 Aa	9,2 Ab	11,1 Ab	9,7 Ab

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

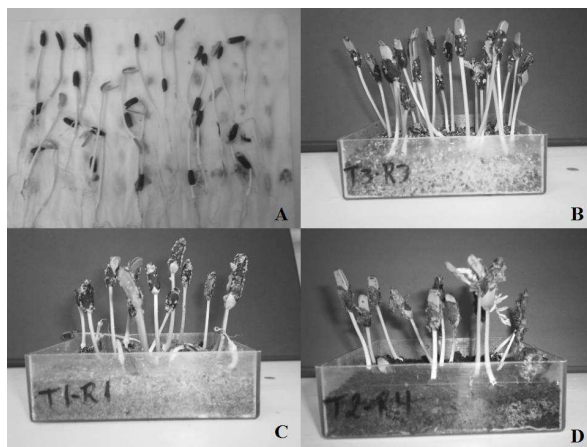


Foto 1 – Plântulas de *Dimorphandra mollis* Benth., originadas de sementes submetidas a 35°C, entre os substratos papel (A), vermiculita (B), areia (C) e pó de coco (D), aos 13 dias após a semeadura

Photo 1 – *Dimorphandra mollis* Benth. seedlings proceeding from seeds subjected at 35°C, in substrates: paper (A), vermiculite (B), sand (C) and coconut fiber (D), 13 days after sowing

4. ARTIGO 3

PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Dimorphandra mollis* BENTH.

EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Produção de mudas de *Dimorphandra mollis* BENTH. em diferentes substratos

Mauro Vasconcelos Pacheco⁽¹⁾, Vilmar Luciano Mattei⁽¹⁾, Valderez Pontes Matos⁽²⁾,

Lúcia Helena de Moura Sena⁽²⁾ e Anna Gorett de Figueiredo Almeida Sales⁽³⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Dep. de Fitotecnia, Caixa Postal 354, CEP 96010-900 Pelotas, RS. E-mail: pachecomv@hotmail.com, vlmattei@gmail.com ⁽²⁾Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Dep. de Agronomia, Av. D. Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900 Recife, PE. E-mail: vpmatos@ig.com.br, lumsena@bol.com.br ⁽³⁾UFRPE, Dep. de Ciência Florestal. E-mail: seedsannaballet@bol.com.br

Resumo – *Dimorphandra mollis* Benth. é uma espécie florestal nativa, encontrada nos biomas Cerrado e Caatinga, de grande importância em função de sua utilidade econômica e ecológica, o que justifica a existência de programas de produção de mudas. Este trabalho teve por objetivo avaliar, em viveiro florestal, os efeitos de diferentes substratos e da fertilização sobre o crescimento inicial das mudas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 2 (quatro substratos: Tropstrato® puro, e os demais: Tropstrato®, pó de coco e vermiculita com composto orgânico; sem e com fertilização). Foram avaliados os seguintes parâmetros: teor de água, emergência, índice de velocidade de emergência, diâmetro do colo, número de folhas, comprimento da parte aérea e da raiz primária, massa seca da parte aérea e sobrevivência. O pó de coco e a vermiculita são bons substratos para produção de mudas de *D. mollis*. A concentração de nutrientes fornecida pelos fertilizantes é insuficiente para melhoria do crescimento inicial das plantas.

Termos para indexação: fava d'anta, pó de coco, vermiculita, crescimento inicial, fertilização.

SEEDLING PRODUCTION OF *Dimorphandra mollis* BENTH. IN DIFFERENT SUBSTRATES

Abstract – *Dimorphandra mollis* Benth. is an important native forest species coming from Cerrado and Caatinga due to its economical and ecological use, what it justifies the existence of programs of seedling production. The objective this work was evaluated in greenhouse conditions the effects of distinct substrates and fertilization on the initial growth of seedlings. The experiment was arranged in 4 x 2 factorial, complete randomized design (4 substrates: Tropstrato® pure, and the others: Tropstrato®, coconut fiber and vermiculite with organic compost; without and with fertilization). The following parameters were analyzed: seed moisture content, emergency, index of emergency speed, stem diameter, number of leaves, lenght of the areal part and primary root, dry matter of the areal part and survival. The coconut fiber and vermiculite are good substrates for seedling production of *Dimorphandra mollis*. The concentration of nutrients supplied by the fertilization source is insufficient for improvement of the initial growth of the seedlings.

Index terms: fava d'anta, coconut fiber, vermiculite, initial growth, fertilization.

Introdução

A produção de mudas de espécies florestais nativas é uma das fases mais importantes para a implantação e o estabelecimento de povoamentos florestais (Gonçalves et al., 2000). Entretanto,

a obtenção de mudas arbóreas com padrões mínimos de qualidade (Rodrigues et al., 2002), em quantidade e diversidade suficientes, tem sido um dos maiores empecilhos para o sucesso na restauração de áreas degradadas (Fonseca et al., 2001; Santarelli, 2004).

A fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) é uma árvore pertencente à família Caesalpiniaceae, apresentando potencial ornamental que a recomenda para o paisagismo. Pela sua adaptação a solos secos e com baixo teor de nutrientes e por ser uma planta heliófita, pioneira e xerófita, é recomendada para a recomposição de áreas degradadas (Lorenzi, 2002).

Até o momento, a fava d'anta tem sido explorada de forma extrativista. Toda a matéria-prima é extraída do Cerrado e da Caatinga de forma desordenada, uma vez que os representantes dos laboratórios da indústria farmacêutica passam pelas regiões coletoras e compram toda a produção (França, 2008). Apesar das diversas utilidades proporcionadas pela madeira da fava d'anta, como confecção de caixas, compensados, forros, painéis, lenha e carvão (Lorenzi, 2002), alguns órgãos desta planta têm despertado grande interesse no mercado mundial. Pode-se extrair dos frutos (sem as sementes) a rutina, um bioflavonóide portador de vitamina P que, quando associada à vitamina C, atua no retardo do processo de envelhecimento, normaliza a resistência e a permeabilidade dos vasos capilares, melhorando a circulação sanguínea (Sousa et al., 1991; FAPESP, 2008). Já o endosperma das sementes é rico em galactomananos, polissacarídeos quimicamente idênticos à goma-guar. A goma utilizada na indústria brasileira é praticamente toda importada, proveniente de espécies nativas da Índia e do Paquistão, sendo aplicada como espessante de iogurtes e sorvetes, cápsulas de medicamentos, lubrificante de brocas para prospecção de petróleo e em invólucros de bananas de dinamite (FAPESP, 2008).

Conhecer as condições que proporcionem germinação rápida e uniforme das sementes é útil para fins de semeadura. A rápida germinação e o desenvolvimento homogêneo de plântulas reduzem os cuidados por parte dos viveiristas, uma vez que as mudas produzidas, expostas às

condições adversas do ambiente, desenvolver-se-ão mais rapidamente, proporcionando povoamentos mais uniformes. Para a maioria das espécies florestais, há pouca metodologia padronizada em termos de propagação, sendo necessários estudos que envolvam fatores como substratos e adubação para produção de mudas de essências nativas. Nesse sentido, a escolha do substrato deve ser realizada de acordo com a disponibilidade de materiais, sendo o subsolo um dos componentes mais utilizados no preenchimento de recipientes (Artur et al., 2007).

Nem sempre é possível encontrar material com todas as características físico-químicas ideais para atender ao crescimento inicial e desenvolvimento das plantas (Souza et al., 1995). Portanto, o substrato para produção de mudas florestais pode ser de origem mineral (Marques et al., 2006) ou orgânica, podendo ser utilizados puros ou combinados entre si, como vermiculita (Neves et al., 2005), pó de coco (Lacerda et al., 2006), substrato comercial à base de pinus (Charlo et al., 2006) e compostagem (Gomes et al., 2003). A indústria de substratos para produção de mudas tem interesse na busca de materiais melhor elaborados, os quais atendam às necessidades fisiológicas das plantas e dos produtores (Lacerda et al., 2006). Nesse sentido, resíduos da agroindústria, como o pó de coco e os materiais orgânicos, surgem como alternativas promissoras para as misturas (Kämpf, 2000).

Quanto ao aspecto da fertilização, há dificuldades de se fazerem recomendações de fertilização específicas para cada espécie, em virtude da grande biodiversidade (Cruz et al., 2006). Assim, espécies pioneiras e secundárias iniciais, por possuírem maiores taxas de crescimento, requerem maior demanda por nutrientes e em concentrações mais elevadas que as demais classes sucessionais (Gonçalves et al., 2000).

Os adubos orgânicos são as fontes de nutrientes de uso mais frequente na composição de substratos, melhorando os atributos físicos e estimulando a atividade microbiana (Artur et al.,

2007). Dentre os adubos orgânicos, o esterco bovino tem sido bastante utilizado e tem levado a bons resultados na produção de mudas de essências nativas (Carvalho Filho et al., 2004).

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de substratos e da fertilização sobre a produção de mudas de *D. mollis* na fase de viveiro.

Material e Métodos

Este experimento foi instalado no viveiro florestal do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE, no período entre novembro de 2006 e abril de 2007, cuja temperatura média máxima foi de 34°C e 60% de U.R.

As sementes de fava d'anta, provenientes do município de Araçatuba-SP, foram obtidas junto à Sementes Caiçara LTDA, em agosto de 2006, e encaminhadas ao Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Devido à frequente infestação de fungos observada durante testes preliminares de germinação, foi necessário que, antes da instalação do experimento, as sementes fossem tratadas com fungicida Thiran® a 2,0%. De acordo com testes preliminares para superação de dormência das sementes, foi utilizada escarificação mecânica (realizada manualmente) com lixa para ferro nº50, na extremidade oposta à micrópila de cada semente, até que os cotilédones fossem atingidos.

Para avaliar a germinação e desenvolvimento inicial da plântula, foram utilizados os seguintes substratos: 1) Tropstrato® (T) utilizado puro; 2) Tropstrato® + composto orgânico (TC) (1:1); 3) pó de coco + composto orgânico (PC) (1:1); e 4) vermiculita + composto orgânico (VC) (1:1). O composto orgânico foi produzido a partir de restos vegetais (folhas, galhos e bagaço de cana) e de esterco bovino curtido na proporção volumétrica de 2:1, respectivamente.

Foi realizada semeadura manual direta, sendo semeadas três sementes em cada saco plástico de 1,5L. Trinta dias após a semeadura, foi efetuado o raleio, com o objetivo de eliminar as plântulas excedentes, deixando-se apenas a mais vigorosa. As análises física e química dos substratos estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Para avaliar o efeito da fertilização sobre o desenvolvimento inicial das plantas, parte das sementes foi semeada em substratos nos quais foram adicionados 2kg de superfosfato simples (por m³ de substrato). Os recipientes foram colocados sobre bancadas, e as plantas regadas diariamente. Apenas nos tratamentos que receberam o superfosfato simples, foi realizada a cada 15 dias uma adubação de cobertura com 10g de sulfato de amônio e, a cada 30 dias, com 2,5g de cloreto de potássio, ambas diluídas em 1L de água destilada, sendo colocados 3mL em cada recipiente.

Inicialmente foram avaliados o teor de água – realizado pelo método da estufa a 105±3°C/24h, utilizando-se duas amostras de 25 sementes por repetição (Brasil, 1992); a emergência – porcentagem de sementes que emergiram até o 13º dia após a semeadura; e o índice de velocidade de emergência – determinado de acordo com a fórmula apresentada por Maguire (1962), em que $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$, na qual $G_1, G_2 \dots G_n$ é igual ao número de sementes germinadas, e $N_1, N_2 \dots N_n$ corresponde ao número de dias. Aos 150 dias após a semeadura, os seguintes parâmetros foram tabulados: diâmetro do colo – ao nível do solo, determinado com o auxílio de um paquímetro digital; número de folhas – por contagem individual em toda a população; comprimento da parte aérea e da raiz primária – aos 150 dias, todas as plantas foram retiradas dos sacos, e com auxílio de uma régua milimetrada, foi mensurado o comprimento da parte aérea a partir da base do colo até a gema apical da planta, enquanto para o comprimento da raiz mediu-se logo abaixo da região do colo até a caliptra da raiz principal; massa seca da parte aérea – a parte aérea das plantas de cada repetição foram

acondicionadas em sacos de papel, previamente identificada e levada à estufa de ventilação forçada a 80°C até atingirem peso constante, sendo os resultados expressos em mg/planta conforme recomendação de Nakagawa (1999); sobrevivência – porcentagem de plantas que sobreviveram até o 150º dia após a semeadura.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em arranjo fatorial 4 x 2 (quatro substratos e dois tipos de fertilização), com quatro repetições de 12 plantas cada. Para a análise dos dados, foi utilizado o software estatístico Sistema de Análise Estatística para Windows - WinStat, versão 2.0 (Machado & Conceição, 2003). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As sementes, por ocasião do início dos testes encontravam-se com teor de água de 11,8%. Os resultados obtidos indicaram que, para os parâmetros porcentagem e velocidade de emergência, número de folhas e porcentagem de sobrevivência, houve efeito significativo apenas em relação aos substratos utilizados na produção de mudas. Entretanto, para comprimento da parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea e diâmetro do colo, houve interação significativa entre substratos e fertilização.

Aos 13 dias após a semeadura, foram avaliados a emergência das sementes (Figura 1A) e o índice de velocidade de emergência (Figura 1B). Resultados superiores foram obtidos com a semeadura nos substratos Tropstrato® (T) e Vermiculita (VC), cujos valores chegaram a 98% de emergência. Apesar de o pó de coco (PC) ter se mostrado estatisticamente inferior ao T e VC, também houve bom resultado de emergência (79%) e de IVE, seguido do Tropstrato® associado

ao composto orgânico (TC) (50%), o qual não mostrou ser um meio eficiente para a emergência das sementes de fava d'anta.

É provável que estes resultados tenham sofrido influência da densidade dos substratos (Tabela 1), pois, a camada de cobertura sobre as sementes, possivelmente dificultou a emergência das mesmas. Maiores valores de densidade foram observados para a compostagem e, conseqüentemente, quando este foi adicionado ao Tropstrato® (TC), também resultou em alta densidade, o que pode ter contribuído para resultados inferiores de emergência das sementes de *D. mollis*. Os substratos que proporcionaram às sementes resultados superiores de emergência, bem como os menores valores para a densidade, foram pó de coco, vermiculita e o Tropstrato® utilizado puro. Assim, pode-se considerar que, quanto mais elevada for a densidade, mais difícil se torna a utilização do substrato no recipiente, quer por limitações do crescimento, quer pelo custo do transporte dos sacos (Kämpf, 2000).

Quanto à porosidade (Tabela 1), os maiores valores foram obtidos nos substratos vermiculita e pó de coco (91%), seguidos do Tropstrato® (82%). Mais uma vez, os baixos valores de emergência para o substrato TC podem estar associados ao menor valor obtido para a porosidade total encontrada na compostagem (66%), pois, segundo De Bootd & Verdonck (1972), o substrato ideal deve ter, no mínimo, 85% do seu volume em poros. Desse modo, a porosidade vem a influenciar não somente a emergência, como todo o desenvolvimento da planta, pois, à medida que aumentam as pressões (Miner, 1994) sobre o substrato, ao longo do tempo diminui o tamanho dos poros maiores, reduzindo, dessa forma, o volume de ar disponível e aumentando a quantidade de água retida, o que pode acarretar à limitação do crescimento das plantas.

Quando não receberam fertilizantes, observou-se que os substratos T e TC proporcionaram às plantas resultados superiores para o comprimento da parte aérea (Figura 2A),

bem como o PC quando fertilizado e a V independente da fertilização. Já para o comprimento da raiz primária (Figura 2B), verificou-se que não houve diferença estatística em relação à presença ou ausência de fertilizantes em todos os substratos, exceto quando as plantas se desenvolveram no T, no qual houve melhor crescimento das raízes quando não receberam fertilização.

Observou-se frequentemente que, nos substratos sem adição de sulfato de amônio (fertilizante nitrogenado), as plantas apresentaram ganhos superiores em comprimento quando comparados àqueles que receberam fonte nitrogenada. Assim como ocorreu em plantas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Mazuchowski et al., 2007), a adição de N nos substratos pode ter antecipado a maturação foliar, uma vez que também foram observados senescência foliar e redução do crescimento apical.

Comportamento semelhante ao comprimento das plantas foi observado nos resultados obtidos para massa seca da parte aérea (Figura 3A). Em todos os substratos, não houve diferença significativa para a fertilização, exceto quando as plantas cresceram no TC, no qual resultados superiores de massa seca foram alcançados quando não houve adição de nutrientes. Ao se analisarem apenas os substratos, se observa que resultados superiores para massa seca da parte aérea somente foram obtidos quando as plantas cresceram no TC. Já para o diâmetro do colo das plantas (Figura 3B), as melhores combinações foram obtidas quando as plantas se desenvolveram no TC, independente da presença ou ausência de fertilizantes. Observou-se também que, nos demais substratos, a adição de nutrientes somente proporcionou superioridade quanto ao diâmetro, quando foram utilizados os substratos PC e VC.

Normalmente, uma nutrição nitrogenada adequada vem a contribuir para o aumento dos teores foliares deste e de outros nutrientes, como o P, aumentando, conseqüentemente, o crescimento das plantas (Bonneau et al., 1993). É provável que os melhores resultados quanto à massa seca e diâmetro do colo possam estar relacionados ao conteúdo de N, encontrado no

substrato Tropstrato® e no composto orgânico, nos quais, quando combinados, houve maior concentração desse nutriente. Assim, apesar da aplicação de adubação nitrogenada, as menores concentrações de N nos substratos pó de coco, vermiculita e Tropstrato® isolado podem ter sido insuficientes para incremento em massa seca e diâmetro do colo nas mudas de *D. mollis*.

Pode-se inferir que os resultados observados para os parâmetros relacionados ao comprimento, massa seca e diâmetro do colo estejam relacionados à disponibilidade de P. Assim, o Tropstrato® mostrou tendência em se destacar perante aos demais substratos devido à maior concentração desse nutriente, que foi de $7,11\text{dm}^3$ (Tabela 2). Entretanto, ao se comparar com outras espécies florestais, esse valor ainda pode ser considerado baixo, uma vez que a concentração de $17,9\text{dm}^3$ de P em solo utilizado para produção de mudas de *Andira fraxinifolia* Benth. foi considerada insatisfatória para promover o crescimento inicial das plantas (Carvalho Filho et al., 2004).

De forma geral, houve efeito superior do pó de coco sobre os parâmetros avaliados principalmente quando neste foram adicionados fertilizantes. Apesar das suas excelentes propriedades físicas, este substrato é pobre em nutrientes, evidenciando a necessidade de sua utilização com doses adequadas de elementos nutricionais para que haja promoção do crescimento e desenvolvimento das mudas.

Resultados superiores para o número de folhas de fava d'anta (Figura 4A) foram proporcionados quando as plantas se desenvolveram no substrato VC (10,7 folhas), seguidos do TC e PC (7,2 e 6,5 folhas, respectivamente). Provavelmente o composto orgânico que foi misturado a estes substratos influenciou no maior número de folhas ao final do experimento, uma vez que resultado inferior para este parâmetro somente foi obtido no substrato T (3,4 folhas). Isso sugere que a quantidade de nutrientes disponíveis no composto orgânico para o sistema radicular afetou a distribuição para a parte aérea, o que refletiu no número de folhas por planta.

Quanto à porcentagem de sobrevivência das mudas (Figura 4B), os substratos PC (44%) e VC (43%) proporcionaram resultados superiores e não diferiram estatisticamente entre si. Isso se deve, provavelmente, não apenas ao suprimento de nutrientes fornecido por estes substratos, mas também à melhoria na textura dos mesmos e à maior retenção de umidade. Essa hipótese pode ser amparada pelo fato de que tanto a vermiculita quanto o pó de coco apresentaram maiores valores para porosidade total (Tabela 1), permitindo, também, maior aeração do meio.

Outro importante fator que pode ter contribuído para a baixa porcentagem de sobrevivências das mudas de fava d'anta foi a possível infecção por patógenos, pois, segundo Giuliano et al. (2005), as sementes de *D. mollis* são portadoras de microrganismos que podem influenciar a porcentagem de germinação e causar a morte das plântulas, uma vez que o referido autor detectou, nas sementes de fava d'anta, a presença de fungos, como *Absidia corymbifera* (Cohn) Sacc & Trotter, *Curvularia pallescens* Boedjin, *Aspergillus niger* van Tieghen, e uma outra espécie que não foi identificada, caracterizada por micélio branco estéril.

O fungo *A. corymbifera* é um microrganismo encontrado em amêndoas do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) (Freire & Barguil, 2001) e *A. niger*, em sementes de amendoim (*Arachis hypogaeae* L.), ambos causadores de podridão do colo da planta (Ahmed & Reddy, 1993). No presente trabalho, além desse tipo de sintoma, foi observado que, na região meristemática da raiz, também havia sinais de podridão. Também foi observada morte da gema apical das mudas, a qual pode estar associada tanto a fungos patogênicos quanto a questões nutricionais do meio onde se desenvolveram. Outros fatores que podem ter contribuído para o desenvolvimento dos fungos foram o ambiente úmido proveniente da irrigação dos substratos, bem como a alta temperatura observada dentro do viveiro florestal, que chegou a atingir o valor máximo de 34°C.

Assim, deve ser considerado também que a concentração de nutrientes pode não ter sido suficiente para que as mudas se desenvolvessem de forma a obter boa qualidade que permitisse a sobrevivência das mesmas.

Conclusões

1. O pó de coco e a vermiculita, combinados com composto orgânico (1:1), são bons substratos para produção de mudas de *D. mollis*;
2. A concentração de nutrientes fornecida pelos fertilizantes é insuficiente para melhoria do crescimento inicial das plantas.

Referências

AHMED, K. M.; REDDY, C. R. **A pictorial guide to the identification of seedborne fungi of sorghum, pearl millet, finger millet, chikepea, pigeonpea and groundnut.** Patancheru: ICRISAT, 1993. 192p. (Information Bulletin, 34).

ARTUR, A. G. ; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARRETO, V. C. M.; YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 843-850, 2007.

BONNEAU, X.; OCHS, R.; QUSAIRI, L.; LUBIS, L. N. Nutrition minérale des cocotiers hybrides sur tourbe de la pépinière à l'entrée en production. **Oléagineux**, v. 48, p. 9-26, 1993.

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

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F. Produção de mudas de angelim (*Andira fraxinifolia* Benth.) em diferentes ambientes, recipientes e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, p. 61-67, 2004.

CHARLO, H. C. O.; MÔRO, F. V.; SILVA, V. L.; SILVA, B. M. S.; BIANCO, S.; MÔRO, J. R. Aspectos morfológicos, germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Archontophoenix alexandrae* (F. Mueller) H. Wendl. E Drude (Arecaceae) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 933-940, 2006.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 537-546, 2006.

DE BOOTH, M.; VERDONCK, O. Physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulture**, v. 26, p. 37-44, 1972.

FAPESP. **Cerrado é uma vasta reserva de carboidratos**. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/2002/materia_040102_4.htm>. Acesso em: 10 mai. 2008.

FONSECA, C. E. L.; RIBEIRO, J. F.; SOUZA, C. C.; REZENDE, R. P.; BALBINO, V. K. Recuperação da vegetação de matas de galeria: estudos de caso no Distrito Federal e entorno. In:

RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUZA-SILVA, J. C. **Caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2001. p. 815-870.

FRANÇA, H. **Quatro espécies do Cerrado são selecionadas para estudo de potencial fitoterápico**. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/2000/materia_080900_2.htm>.

Acesso em: 10 mai. 2008.

FREIRE, F. C. O.; BARGUIL, B. M. Fungos que deterioram amêndoas de cajueiro no Brasil. **EMBRAPA**, p. 1-3, 2001. (Comunicado Técnico 64).

GIULIANO, I.; SILVA, T. G. M.; NAPOLEÃO, R.; GUTIÉRREZ, A. H.; SIQUEIRA, C. S. Identificação de fungos em sementes de *Dimorphandra mollis* e efeito de diferentes tratamentos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 5, p. 553-553, 2005.

GOMES, J. M.; VOUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. D.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

LACERDA, M. R. B.; PASSOS, M. A. A. P.; RODRIGUES, J. J. V.; BARRETO, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 163-170, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 ed. v.1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384 p.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **Sistema de análise estatística para Windows. WinStat. Versão 2.0**. UFPel, 2003.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARQUES, V. B. ; PAIVA, H. N. ; GOMES, J. M.; NEVES, J. C. L.; BERNARDINO, D. C. S. Efeito de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.725-735, 2006.

MAZUCHOWSKI, J. Z.; SILVA, E. T.; MACCARI JÚNIOR, A. M. Efeito da luminosidade e da adição de nitrogênio no crescimento de plantas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, v.31, n.4, p.619-627, 2007.

MINER, J. A. Substratos: propiedades y caracterizacion. Madri: Mundi Prensa, 1994. 172p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.

NEVES, C. S. V. J.; MEDINA, C. C.; AZEVEDO, M. C. B.; HIGA, A. R.; SIMON, A. Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 897-905, 2005.

RODRIGUES, C. A. G.; BEZERRA, B. C.; ISHII, I. H.; CARDOSO, E. L.; SORIANO, B. M. A.; OLIVEIRA, H. **Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 26p.

SANTARELLI, E. G. Produção de mudas de espécies nativas. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 3.ed. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2004. p. 313-318.

SOUSA, M. P.; MATOS, M. E. O.; MATOS, F. J. A.; MACHADO, M. I. L.; CRAVETRO, A. A. **Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras**. Fortaleza: UFCE, 1991, p. 295-298.

SOUZA, M, M.; LOPES, L. C. ; FONTES, L. E. F. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) 'white polaris' em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura e Ornamental**, v. 1, n. 2, p. 71-77, 1995.

Tabela 1. Características físicas dos substratos utilizados para produção de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth.

Substrato	Ds	Dp	Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade Total
	mg.m ⁻³			%	
Tropstrato	0,39	2,17	56	26	82
Pó de coco	0,17	1,85	56	35	91
Vermiculita	0,25	2,78	53	38	91
Composto	0,78	2,27	30	36	66

Ds = Densidade de sólidos; Dp = Densidade de partículas. (Análise expedida pelo Laboratório de Física do Solo/DEPA/UFRPE)

Tabela 2. Análise química dos substratos utilizados para produção de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth.

Substrato	C	N	P	K	Mg	Ca	Na	pH	CE
	g/kg	dag/kg			mg/dm ³			H ₂ O	dS/m
Tropstrato	336,9	0,65	7,11	4,64	3,23	40,33	5,15	5,11	0,86
Pó de coco	416,5	0,21	5,37	55,75	1,06	25,49	53,67	5,56	1,98
Vermiculita	108,0	0,03	6,15	1,17	457,34	21,57	3,13	7,30	0,03
Composto	180,6	0,63	8,06	5,89	7,13	43,74	7,09	6,50	1,18

(Análise expedida pelo Laboratório de Fertilidade do Solo/DEPA/UFRPE)

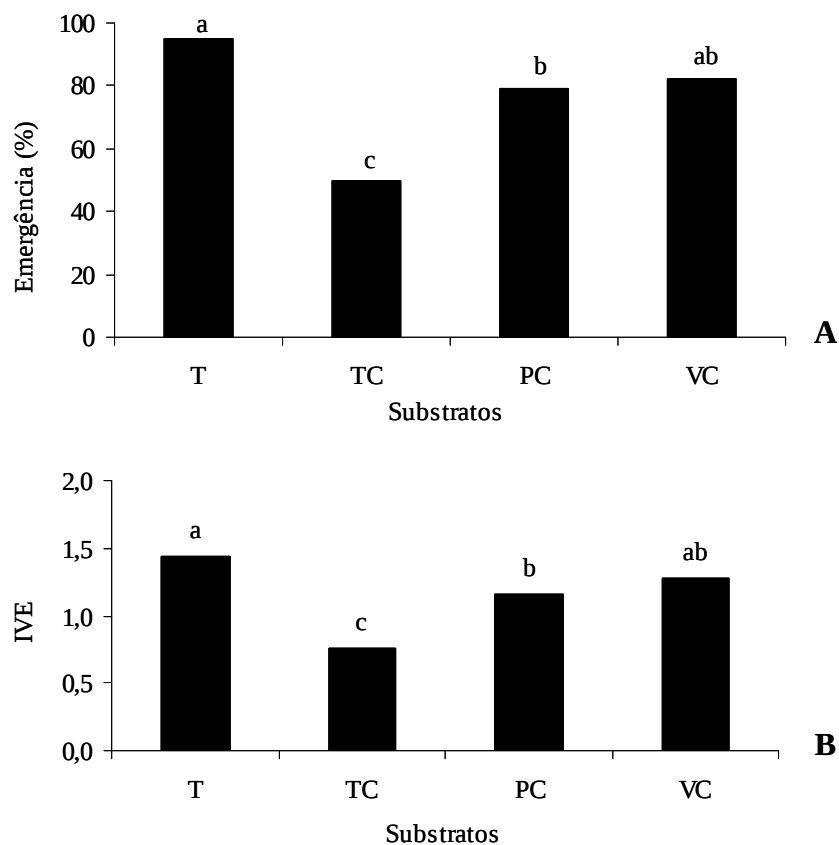


Figura 1. Emergência (%) (A) e índice de velocidade de emergência (IVE) (B) de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. em diferentes substratos (T - Tropstrato® puro; TC - Tropstrato® + Composto Orgânico; PC - Pó de Coco + Composto Orgânico; VC - Vermiculita + Composto Orgânico). CV = 14,6 e 12,8%, respectivamente. (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).

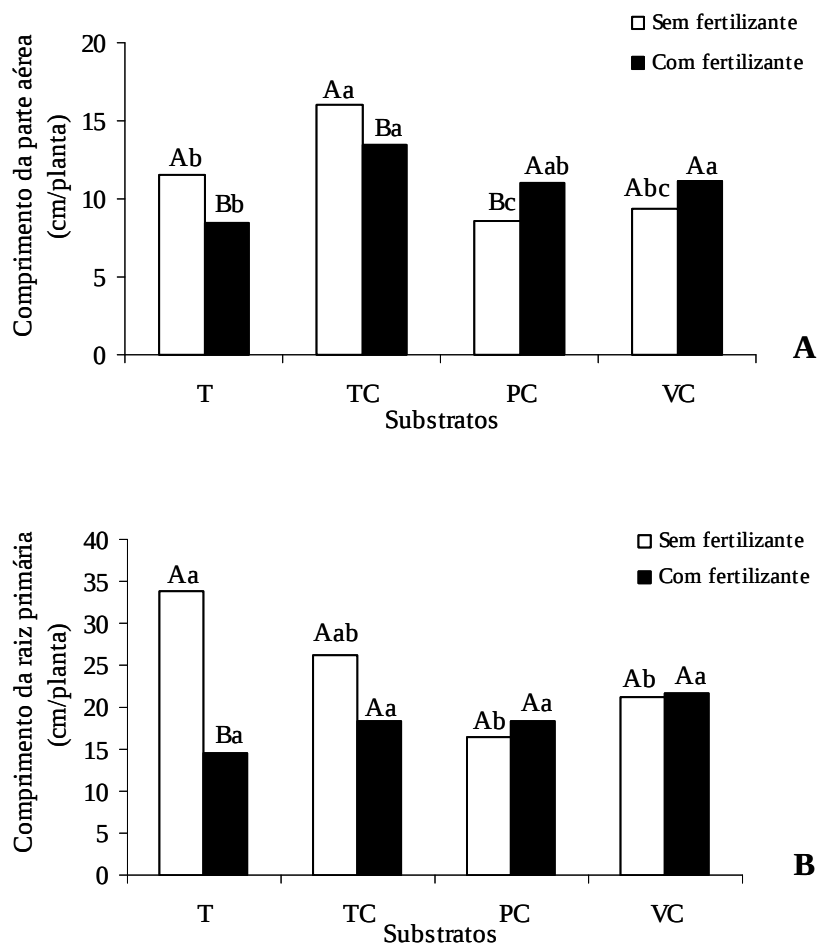


Figura 2. Comprimento da parte aérea (A) e da raiz primária (cm/planta) (B) de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. em diferentes substratos (T - Tropstrato® puro; TC - Tropstrato® + Composto Orgânico; PC - Pó de Coco + Composto Orgânico; VC - Vermiculita + Composto Orgânico) e fertilização. CV = 12,5 e 28,0%, respectivamente. (Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula para adubação e minúscula para substratos) não diferem entre si pelos testes F e de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente).

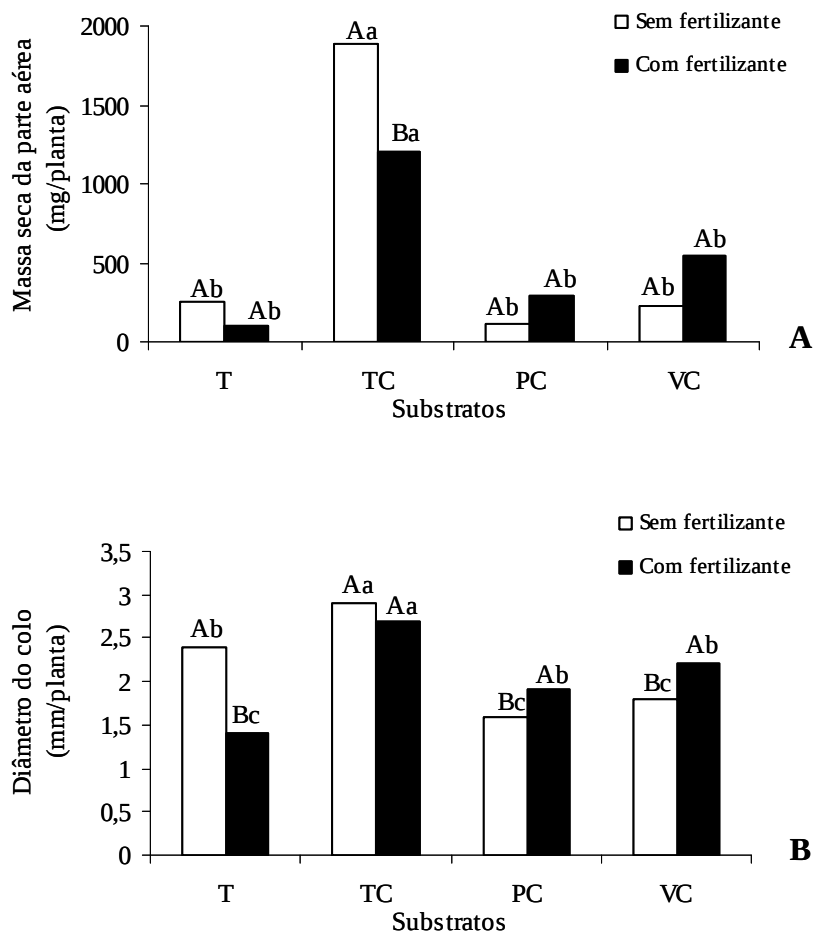


Figura 3. Massa seca da parte aérea (mg/planta) (A) e diâmetro do colo (mm/planta) (B) de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. em diferentes substratos (T - Tropstrato® puro; TC - Tropstrato® + Composto Orgânico; PC - Pó de Coco + Composto Orgânico; VC - Vermiculita + Composto Orgânico) e fertilização. CV = 27,0 e 7,7%, respectivamente. (Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula para adubação e minúscula para substratos) não diferem entre si pelos testes F e de Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente).

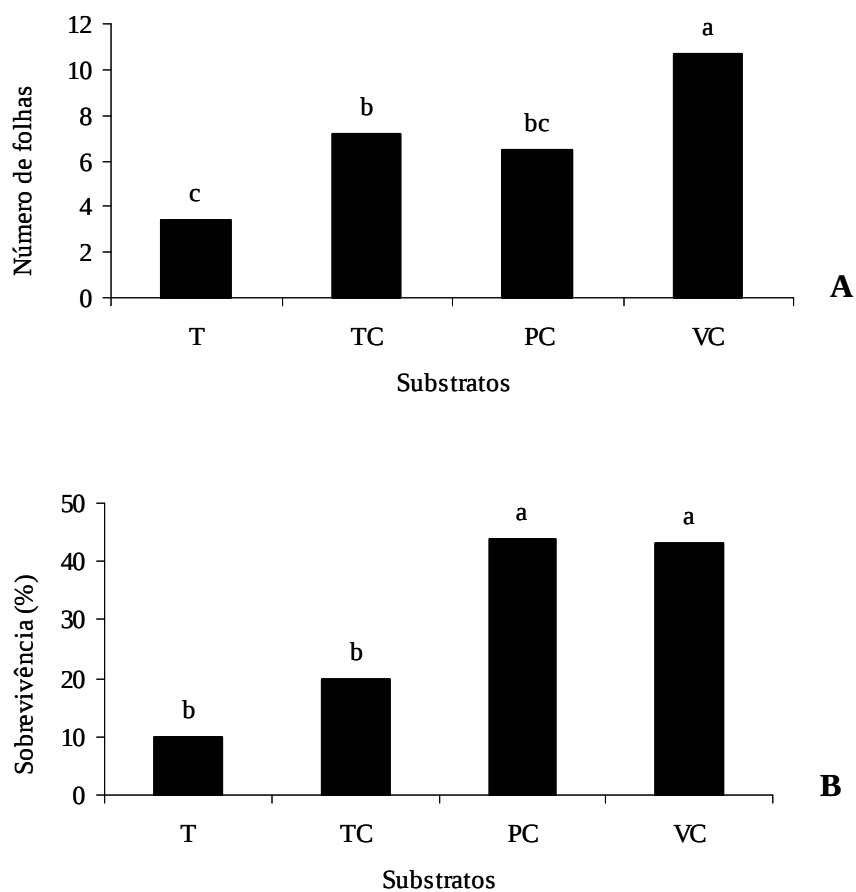


Figura 4. Número de folhas (A) e sobrevivência (%) (B) de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. em diferentes substratos (T - Tropstrato® puro; TC - Tropstrato® + Composto Orgânico; PC - Pó de Coco + Composto Orgânico; VC - Vermiculita + Composto Orgânico). CV = 32,0 e 28,0%, respectivamente. (Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).