

**MORFOLOGIA DOS DIÁSPOROS, GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS FASES JUVENIS DE *Adelia membranifolia* (MÜLL. ARG.) PAX & K. HOFFM. (EUPHORBIACEAE)**

**MORPHOLOGY OF DIASPORES, GERMINATION AND DEVELOPMENT JUVENILE STAGES OF *Adelia membranifolia* (MÜLL. ARG.) PAX & K. HOFFM. (EUPHORBIACEAE)**

Joanice Lube Battilani<sup>1</sup> Etenaldo Felipe Santiago<sup>2</sup> Edna Scremin-Dias<sup>3</sup>

**RESUMO**

*Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. é uma árvore de pequeno porte, dioica, com distribuição restrita à América do Sul, sendo a única espécie do gênero *Adelia* L. (Euphorbiaceae) com ocorrência no Brasil, frequente e abundante na floresta ripária do rio da Prata, região sudoeste de Mato Grosso do Sul. Este estudo descreve os aspectos morfológicos dos frutos, das sementes e o desenvolvimento das fases juvenis de *Adelia membranifolia* e analisa o padrão de nervação foliar das plantas jovens visando contribuir com o conhecimento biológico e auxiliar na identificação da espécie em ambiente natural. O fruto é esquizocárpico, seco, de coloração amarelada, tricoco, mede em média 6,71 mm ( $\pm$  0,51) de comprimento, 10,11 mm ( $\pm$  0,78) de largura e pesa 0,42 g ( $\pm$  0,12). A dispersão primária é autocórica e as sementes possuem forma globosa, coloração acinzentada, carúncula rudimentar, medem em média 3,90 mm ( $\pm$  0,20) de comprimento e 3,76 mm ( $\pm$  0,23) de largura. A taxa de germinação é de aproximadamente 90 % em câmara de germinação e 80 % em viveiro de mudas. A germinação é do tipo fanerocotiledonar epígea e o desenvolvimento das plântulas ocorre entre 5 a 15 dias. Os cotilédones e eofilos apresentam nervação do tipo pinada com padrão camptódromo broquidódromo.

**Palavras-chave:** frutos; sementes; nervação foliar; plântulas.

**ABSTRACT**

*Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. is a small tree, dioecious, with distribution restricted to South America, being the only species of the genus *Adelia* L. (Euphorbiaceae) occurring in Brazil and is abundant in riparian forest of the Prata River, southwest region of Mato Grosso do Sul state. This study describes the morphological characteristics of fruits, seeds, seedlings and saplings of *Adelia membranifolia* and analyzes the pattern of venation cotyledons and eophylls to contribute to the biological knowledge of the species and assist in the identification of juvenile stages in the natural environment. The fruit is schizocarpic, dry, with three locules, yellowish, measured on average 6.71 mm ( $\pm$  0.51) long, 10.11 mm ( $\pm$  0.78) wide and weigh 0.42 g ( $\pm$  0.12). The primary dispersion is autochoric and seeds are rounded, gray colored with a rudimentary caruncule, measuring on average 3.90 mm ( $\pm$  0.20) long and 3.76 mm ( $\pm$  0.23) wide. The germination rate is about 80 % in the germination chamber and 90 % in the greenhouse. The germination is epigeal type phanerocotylar and seedling development is between 5 to 15 days. The cotyledons and eophylls show venation pinnate with a type camptodromous brochidodromous.

**Keywords:** fruits; seeds; venation leaf; seedlings.

1. Bióloga, Dra., Analista Ambiental do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Rua Padre João Crippa, 753, CEP 79002-401, Campo Grande (MS). joanice.battilani@ibama.gov.br
2. Biólogo, Dr., Professor de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Cidade Universitária de Dourados, Caixa Postal 351, CEP 79804-970, Dourados (MS). felipe@uemms.com
3. Bióloga, Dra., Professora de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Caixa Postal 549, CEP 79070-900, Campo Grande (MS). scremindias@nin.ufms.com

Recebido para publicação em 20/04/2010 e aceito em 16/11/2011

## INTRODUÇÃO

*Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. (Euphorbiaceae) é uma árvore de 4 a 10 m de altura, dioica, com presença de estípulas espinescentes (BATTILANI et al., 2005). Apresenta distribuição geográfica restrita à América do Sul, com ocorrência na Argentina, Bolívia, Brasil e Paraguai em florestas tropicais úmidas e estacionais (DE-NOVA et al., 2007). O gênero *Adelia* L. é composto por quatorze espécies e *Adelia membranifolia* é a única espécie do gênero que ocorre no Brasil, sendo inicialmente descrita como *Ricinella membranifolia* Müll. Arg. baseado em espécimes coletadas na Bahia (DE-NOVA et al., 2007). São encontradas sinonímias como *Adelia peduncularis* (Kuntze) Pax & K. Hoffm. registrada em Corumbá, MS (DE-NOVA et al., 2007) e *Adelia spinosa* (Chodat & Hassl.) Pax & K. Hoffm. (laranjinha-branca) pertencente à flora do Pantanal (POTT e POTT, 1999) associada às florestas ripárias (SALIS et al., 2004).

Apesar de *Adelia membranifolia* ser uma espécie abundante e frequente ao longo das margens e bordas das florestas ripárias na região sudoeste de Mato Grosso do Sul (BATTILANI et al., 2005; BAPTISTA-MARIA et al., 2009), considerada tolerante às condições de alagamento (SANTIAGO e PAOLI, 2003) não são encontrados registros como pertencente à flora fanerogâmica das matas de galeria e ciliares do Brasil Central (FELFILI et al., 2001) e na composição florística da flora vascular do Cerrado (MENDONÇA et al., 1998). Por outro lado, é uma espécie característica de áreas abertas na vegetação do Chaco no Paraguai e Bolívia, onde é denominada de *Adelia spinosa* (JARDIM et al., 2003). É classificada como pioneira, autócrica (BATTILANI, 2004), floresce de junho a novembro e frutifica de setembro a dezembro (DE-NOVA et al., 2007). Informações sobre a utilização de *Adelia membranifolia* em projetos de recomposição vegetal e o potencial da madeira não são descritas na literatura. No entanto, espécies do gênero como *Adelia barbinervis* Cham. & Schdt. (espinho-branco) são utilizadas como importante fonte de lenha e carvão vegetal na América Central (DE-NOVA et al., 2007).

Estudos referentes à morfologia de frutos e sementes são realizados com o objetivo de comparar diferenças morfológicas entre espécies do mesmo gênero (PAOLI et al., 1995) e auxiliar no conhecimento biológico das espécies (MELO et al., 2004; AÑEZ et al., 2005; BATTILANI et al.,

2006). A caracterização morfológica das plântulas contribui na identificação taxonômica de espécies (MILANEZ et al., 2008) e na classificação das espécies em categorias funcionais de dispersão e sucessão ecológica (IBARRA-MANRÍQUEZ et al., 2001; RESSEL et al., 2004). O conhecimento da morfologia e desenvolvimento das plântulas é fundamental para subsidiar estudos de germinação, produção de mudas para recomposição vegetal (LEONHARDT et al., 2008) e identificação das fases juvenis em ambiente natural (FERREIRA et al., 2001).

A evolução dos diferentes padrões de nervação das folhas e as possíveis relações entre a forma e a função dos sistemas de nervação são avaliadas com propósitos taxonômicos e ecofisiológicos (ROTH-NEBELSICK et al., 2001). A nervação das folhas é uma importante ferramenta para identificação de espécies (CARDOSO e SAJO, 2004), comparações entre espécies do mesmo gênero (PAOLI et al., 1995; ALVAREZ et al., 2006) e comparações morfológicas, decorrentes da heterogeneidade ambiental (FREEMAN et al., 1993).

É crescente a necessidade de estudos que enfoquem a caracterização biológica e ecológica de espécies florestais nativas, a fim de identificação das fases juvenis em estudos de regeneração natural, além de subsidiar programas de colheita de sementes, produção de mudas e plantios de reflorestamento visando à recuperação de áreas degradadas (AMORIM et al., 2008; RAMOS e FERRAZ, 2008). Neste sentido, este estudo descreve os aspectos morfológicos dos frutos, das sementes, germinação e desenvolvimento das fases juvenis de *Adelia membranifolia* e analisa o padrão de nervação foliar das plantas jovens, com o propósito de contribuir para o conhecimento biológico da espécie, possibilitar comparações taxonômicas intra e interespecíficas e fornecer informações para identificação dos diásporos e fases juvenis em estudos de regeneração natural.

## MATERIAL E MÉTODOS

O período de frutificação de *Adelia membranifolia* foi acompanhado de setembro a novembro de 2000 e as coletas dos frutos maduros foram realizadas diretamente de doze árvores localizadas em trechos de floresta ripária nos rios da Prata (56°21'W; 21°24'S) e Miranda (56°07'W; 21°29'S), município de Jardim, região sudoeste de

Mato Grosso do Sul. O beneficiamento dos frutos foi realizado manualmente, sendo dispostos em bandejas cobertas por tela fina, a fim de evitar a perda das sementes, devido à deiscência explosiva dos frutos. As sementes foram armazenadas em sacos de papel em condições naturais até serem submetidas à germinação. As dimensões, comprimento (mm) do pedicelo, comprimento (mm), largura (mm) e massa (g) dos frutos e sementes foram verificados em amostras aleatórias de 100 unidades, com auxílio de paquímetro digital (precisão 0,01 mm) e balança analítica (precisão 0,01 g).

As sementes utilizadas para os estudos pós-seminais foram desinfetadas em hipoclorito de sódio a 5 % (durante 30 minutos) e em seguida, lavadas em água corrente por 5 minutos. Quatro amostras de 25 sementes cada, recém-colhidas, foram colocadas para germinar, sem tratamento pré-germinativo, em placas de petri, forradas com duas folhas de papel de filtro e umedecidas com cerca de 1 ml de água destilada em Câmara de Germinação a 25 °C sob luz fluorescente branca contínua. Conjuntamente, com o objetivo de complementar as observações obtidas em câmara de germinação, 100 sementes foram submetidas à germinação, sem tratamento pré-germinativo, em tubetes de polietileno contendo substrato agrícola Plantimax®, em viveiro com cobertura sombrite 50 %, em condições ambientais, e irrigação diária por microaspersão.

Foram realizadas observações diárias e descrita a morfologia das plântulas e plantas jovens. Foi considerada como plântula a fase inicial do desenvolvimento pós-seminal, desde a emissão da raiz primária até a completa liberação e expansão dos cotilédones e planta jovem, as fases de expansão dos eofilos e metafílos nos nós dos primeiros eofilos. A terminologia adotada na descrição dos frutos e sementes está de acordo com Corner (1976), Beltrati (1994) e Barroso et al. (1999), respectivamente, e das plântulas e plantas jovens segue Oliveira (1999) e Oliveira (2001).

O padrão de nervação dos cotilédones e eofilos foram analisados, segundo técnicas de clarificação e coloração baseadas em Handro (1967) e montadas entre placas de vidro. A descrição e classificação dos padrões de nervação seguiram os tipos básicos definidos por Hickey (1979). Para as observações e ilustrações do padrão de nervação, frutos, sementes e fases iniciais do desenvolvimento, foi utilizado estereomicroscópio, provido de câmara clara, e as demais ilustrações foram elaboradas a olho nu.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Morfologia dos frutos

Os frutos de *Adelia membranifolia* possuem pedicelo com comprimento médio de 3,9 cm ( $\pm 0,64$ ), são do tipo esquizocárpico, tricoco, seco, de coloração amarelo-clara com cálice e estilete persistentes, formados por cinco a seis sépalas e três estiletos curtos e bipartidos (Figura 1A-C). Apresentam deiscência explosiva, sendo constituídos por cocas globosas, uniloculadas com uma semente por lóculo (Figura 1D). Possuem em média 6,71 mm ( $\pm 0,51$ ) de comprimento, 10,11 mm ( $\pm 0,78$ ) de largura e pesam em média 0,42 g ( $\pm 0,12$ ).

De-Nova et al. (2007) em estudo de revisão taxonômica do gênero *Adelia*, classificam os frutos de *Adelia membranifolia* e das demais espécies do gênero como cápsulas. Ao contrário, Barroso et al. (1991) e Jardim et al. (2003) classificam como esquizocárpico, considerando a separação das cocas após a deiscência, que constituem unidades de dispersão independentes. Frutos esquizocárpicos, tricoco são comuns em espécies de Euphorbiaceae (BARROSO et al., 1999), como do gênero *Sebastiania* Spreng. (Euphorbiaceae) (SANTOS e SALES, 2009). A exemplo de *Sebastiania brasiliensis* Spreng. e *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs, que são frequentes e abundantes em florestas ripárias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (SILVA et al., 1992; BOTREL et al., 2002; BUDKE et al., 2007; SILVA et al., 2007).

A deiscência explosiva é uma característica comum aos frutos de regiões tropicais e subtropicais (HOWE e SMALLWOOD, 1982). Vários gêneros tropicais de Euphorbiaceae apresentam dispersão primária autocórica das sementes, dentre os quais, destacam-se *Croton* L. (PAOLI et al., 1995), *Jatropha* (L.) Muell. Arg. (AÑEZ et al., 2005) e *Sebastiania* (SANTOS e AGUIAR, 2000). A dispersão explosiva dos frutos é considerada uma característica primitiva dentro da família Euphorbiaceae e depende da dessecação das estruturas para funcionar (BERG, 1975 apud BARROSO et al., 1999). De acordo com esses autores a maturação dos frutos e dispersão das sementes para estas espécies está relacionada com períodos mais secos e o estabelecimento das plântulas e plantas jovens com o início da estação chuvosa.

O período de floração e frutificação

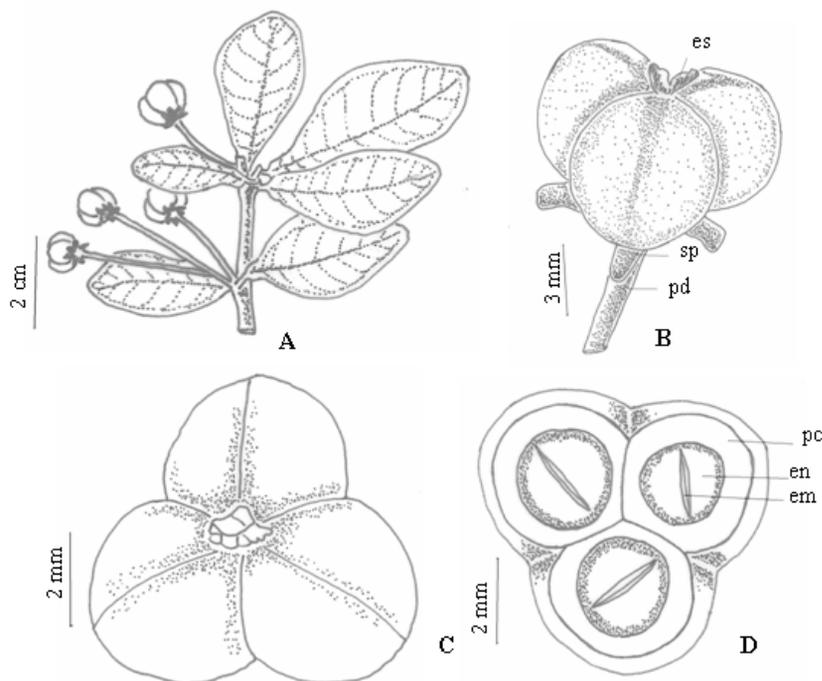


FIGURA 1: Morfologia do fruto de *Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. A. Ramo com frutos imaturos. B-C. Aspecto externo e diagrama da seção transversal externa do fruto. D. Diagrama da seção transversal interna do fruto. (pd = pedicelo; en = endosperma; em = embrião; es = estilete; pc = pericarpo; sp = sépala).

FIGURE 1: Morphology of the fruit of *Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. A. Branch with immature fruit. B-C. External appearance and cross section external diagram of the fruit. D. Cross section internal diagram of the fruit. (pd = pedicel; en = endosperm; em = embryo; es = style; pc = pericarp; sp = sepal).

verificado para *Adelia membranifolia* com a presença de flores e amadurecimento dos frutos entre os meses de setembro e outubro e dispersão das sementes no final de outubro até metade de novembro foi semelhante ao descrito por De-Nova et al. (2007), baseados em espécimes coletados no Brasil e Paraguai. Estes resultados podem ser úteis em programas de colheita de sementes e sugerem técnicas apropriadas para a espécie, sendo que os frutos devem ser colhidos diretamente da árvore em função do caráter explosivo dos mesmos, e a taxa germinativa da espécie ser dependente da maturidade fisiológica das sementes. De acordo com Pereira e Mantovani (2001) o ponto de maturidade fisiológica das sementes é obtido quando as mesmas atingem o máximo de poder germinativo e vigor. Questões como a melhor época de colheita dos frutos para as diferentes espécies florestais são amplamente discutidas em tecnologia de sementes (PIÑA-RODRIGUES, 2002), visando à obtenção de maiores percentuais de germinação.

#### Morfologia das sementes

As sementes apresentam forma globosa, coloração acinzentada, testa lisa, rafe bem marcada com uma leve coloração esbranquiçada, hilo lateral circular, micrópila circular, carúncula rudimentar de coloração esbranquiçada recobrimdo o hilo e a rafe ventral (Figura 2A-B). O endosperma é carnoso e o embrião axial (Figura 1D). Medem em média 3,90 mm ( $\pm 0,20$ ) de comprimento e 3,76 mm ( $\pm 0,23$ ) de largura. Obteve-se 2,46 g para um lote de 100 sementes (massa individual de 0,0246 g).

O tamanho e o peso das sementes são determinados geneticamente, mas podem ser afetados pelas condições ambientais durante o desenvolvimento (WERKER, 1997). Os frutos e sementes de *Adelia membranifolia* possuem forma semelhante e tamanho menor aos de *Sebastiania brasiliensis*, conforme verificado por Santos e Sales (2009) que descrevem frutos de 10 a 12 mm de comprimento e sementes de 7 a 8 mm de comprimento para essa espécie. Desta forma, os

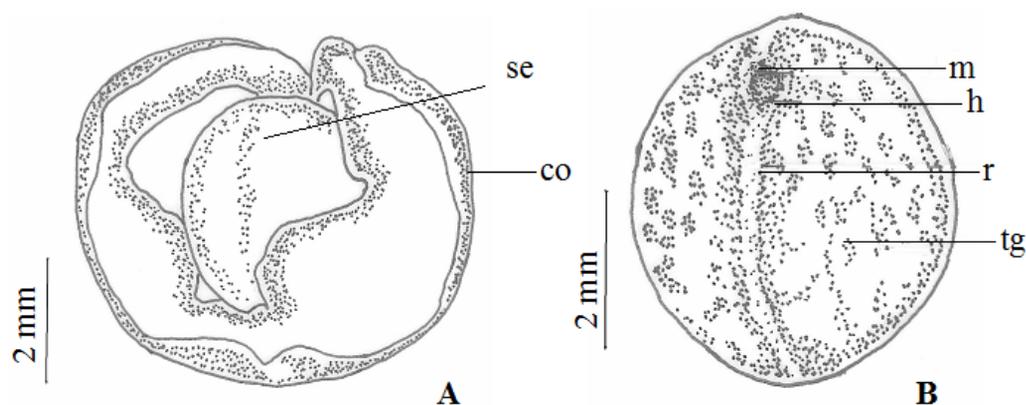


FIGURA 2: Morfologia da semente de *Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. A. Coca isolada com semente. B. Aspecto externo da semente madura. (co = coca; h = hilo; m = micrúpila; r = rafe; se = semente; tg = tegumento).

FIGURE 2: Morphology of the seed of *Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. A. Locule with seed. B. External appearance of the mature seeds. (co = locule; h = hilus; m = micropyle; r = raphe; se = seed; tg = seed coat).

dados biométricos obtidos neste estudo contribuem na análise de variações morfológicas de frutos e sementes intraespecíficas, como entre a sinonímia *Adelia spinosa* registrada na flora do Pantanal (POTT e POTT, 1999; SALIS et al., 2004), interespecíficas entre espécies do mesmo gênero (DE-NOVA et al., 2007) e gêneros diferentes como *Sebastiania*. A presença de carúncula na extremidade da micrúpila é uma característica das sementes de *Croton*, *Jatropha*, *Ricinus* L. e outros gêneros de Euphorbiaceae (BARROSO et al., 1991). Em *Adelia membranifolia*, a presença de carúncula reduzida, sugere dispersão secundária mirmecocórica, concordando com Pinheiro e Ribeiro (2001) que citam a ornitocoria e a mirmecocoria como a síndromes de dispersão secundária mais frequentes entre as espécies de Euphorbiaceae. Sementes de Euphorbiaceae em geral têm endosperma oleaginoso (AÑEZ et al., 2005), sendo verificado em sementes de *Croton floribundus* e *Croton urucurana* que o endosperma envolve totalmente o embrião, sendo rico em óleos graxos e cristais do tipo drusa (PAOLI et al., 1995). Neste estudo, não foram realizados testes para avaliar a composição do endosperma das sementes de *Adelia membranifolia*, no entanto, é possível verificar a olho nu a presença de endosperma carnoso de cor amarelada. Barroso et al. (1999) descrevem que com exceção de *Amanoa* Aubl. e *Discocarpus* Kl., todas as sementes de Euphorbiaceae têm endosperma farto, carnoso, rico em reservas oleaginosas.

### Germinação

Obteve-se 90 % de germinação em condições de laboratório e 80 % em viveiro, a partir do 7º dia. Não foram encontrados na literatura estudos de germinação para espécies do gênero *Adelia* L., entretanto, a taxa de germinação obtida para *Adelia membranifolia* é semelhante à encontrada para espécies de Euphorbiaceae, com características de dispersão semelhante, como *Croton floribundus* (VÁLIO e SCARPA, 2001) e *Sebastiania commersoniana* (SANTOS e AGUIAR, 2000). Esses resultados indicam para a espécie, sementes com tegumento permeável, de fácil embebição e taxa de germinação alta. Sementes de espécies tropicais geralmente germinam logo após a dispersão (VÁLIO e SCARPA, 2001), no entanto, muitas espécies apresentam mecanismos para restringir a germinação, em ambientes desfavoráveis de luminosidade e temperatura. As características de germinação verificadas para *Adelia membranifolia* sugerem ausência de dormência e formação de banco de plântulas em condições favoráveis de germinação. Espécies como *Sebastiania brasiliensis* e *Sebastiania commersoniana* que apresentaram características morfológicas de frutos, sementes e tipo de germinação semelhante à *Adelia membranifolia*, não estiveram presentes no banco de sementes em estudo realizado em floresta estacional decidual ripária por Araujo et al. (2004), sendo amostradas somente na chuva de sementes e banco de plântulas.

### Plântulas

A plântula é do tipo fanerocotiledonar-epígea, sendo que, após a germinação os cotilédones são liberados do tegumento da semente e apresentam características foliáceas. A embebição das sementes ocorre a partir do 3º dia com início do rompimento do tegumento (Figura 3A). No 5º dia, ocorre a emissão da raiz primária (Figura 3B). No 8º dia, a raiz primária apresenta grande quantidade de pelos (Figura 3C-D) e o hipocótilo apresenta coloração esbranquiçada. No 10º dia, os tegumentos são rejeitados e os cotilédones permanecem cobertos pelo endosperma, relativamente espesso (Figura 3E), de coloração amarelada. Por volta do 12º dia ocorre a completa liberação dos cotilédones. No 15º dia, a plântula apresenta cotilédones opostos, arredondados, com margem lisa (Figura 3F), delgados, de coloração verde. Nesse período ocorre alongamento do hipocótilo, início do desenvolvimento do epicótilo e surgem raízes secundárias.

A emergência e estabelecimento das plântulas são estádios críticos do ciclo de vida das

plantas (IBARRA-MANRÍQUEZ et al., 2001). Características das plântulas, como função e posição dos cotilédones, definem as estratégias reprodutivas das espécies (RESSEL et al., 2004). A morfologia inicial das plântulas de *Adelia membranifolia* do tipo fanerocotiledonar, também foi verificada em outras espécies de Euphorbiaceae, *Croton urucurana* e *Croton floribundus* (PAOLI et al., 1995), *Jatropha elliptica* (AÑEZ et al., 2005) e *Margaritaria nobilis* (RESSEL et al., 2004; LEONHARDT et al., 2008). Espécies pioneiras, com sementes pequenas, com pouca reserva energética, tendem a germinar rapidamente e apresentar cotilédones fotossintetizantes para suprir as demandas iniciais das plântulas. De acordo com Ibarra-Manríquez et al. (2001), plântulas com germinação do tipo fanerocotiledonar epígeas são frequentes em espécies com características sucessionais pioneiras que produzem grande quantidade de sementes pequenas, amplamente dispersas tanto por vetores abióticos como bióticos. Segundo esses autores, o tipo de plântula é uma característica filogenética, sendo que

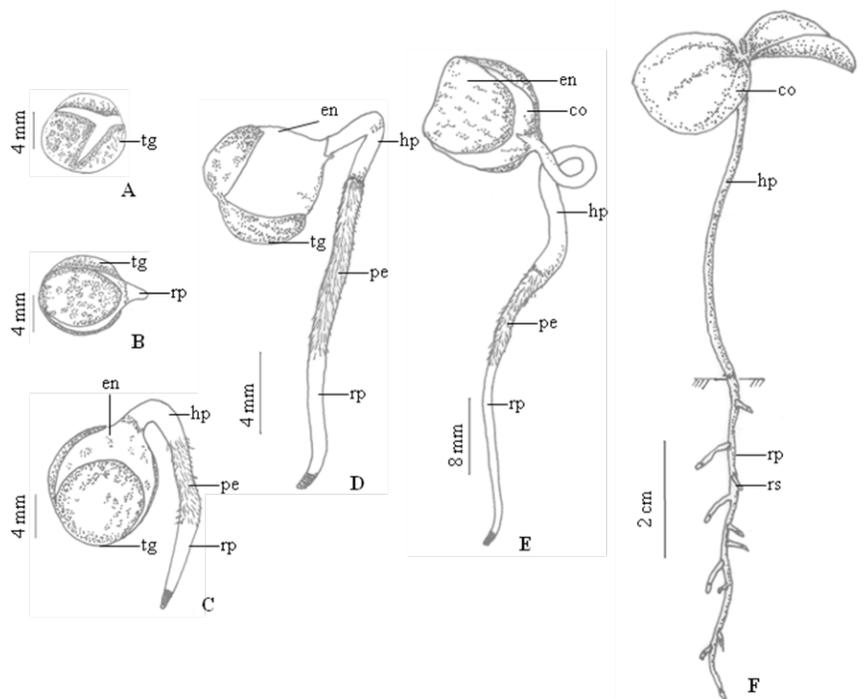


FIGURA 3: Estágios sucessivos de desenvolvimento da plântula de *Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. A. Semente embebida e início da ruptura do tegumento. B. Com 5 dias. C-D. Com 8 dias. E. Com 10 dias. F. Com 15 dias. (co = cotilédone; en = endosperma; hp = hipocótilo; pe = pelos; rp = raiz primária; rs = raiz secundária; tg = tegumento).

FIGURE 3: Successive stages of development of seedlings of *Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. A. Soaked seed and early rupture of the integument. B. With 5 days. C-D. With 8 days. E. With 10 days. F. With 15 days. (co = cotyledon; en = endosperm; hp = hypocotyl; pe = hair; rp = primary root; rs = secondary root; tg = seed coat).

em algumas famílias todas as espécies têm o mesmo tipo de plântula, e em outras, como Euphorbiaceae, 86 % dos gêneros estudados apresentaram plântulas do tipo fanerocotiledonar. A presença de endosperma envolvendo os cotilédones nas plântulas de *Adelia membranifolia* após a liberação do tegumento, também foi verificada na germinação das espécies *Croton floribundus* e *Croton urucurana* (PAOLI et al., 1995), sugerindo ser uma característica comum para sementes dos gêneros estudados e reforçando as observações da presença de endosperma carnoso de cor amarelada nas sementes.

### Plantas jovens

Em tubetes, aos 17 dias, surge o primeiro eofilo e, aos 23 dias, o segundo eofilo, alternos em relação aos cotilédones (Figura 4A). Aos 35 dias, o terceiro eofilo está formado e o sistema radicial

é axial, com raízes primárias e secundárias pouco desenvolvidas (Figura 4B). O hipocótilo e o epicótilo são longos, ambos apresentam coloração verde-clara. Os cotilédones são bem evidentes, fotossintéticos e o pecíolo é curto, sulcado. Os eofilos são simples, alternos, possuem lâmina e base foliar simétrica, de textura membranácea, glabra, forma ligeiramente elíptica, ápice retuso, base rotunda, margem inteira e pecíolo curto. O desenvolvimento da planta jovem é rápido, observado a partir de 40 dias, o desenvolvimento de metafilos nos nós dos primeiros eofilos e o início da senescência cotiledonar. Decorridos cerca de 50 dias, surgem ramos laterais, abscisão dos cotilédones, e a morfologia foliar passa de simples a verticilada. A morfologia dos metafilos (Figura 1A) é semelhante aos eofilos, concordando com a descrição realizada por De-Nova et al. (2007) para as folhas de *Adelia membranifolia*.

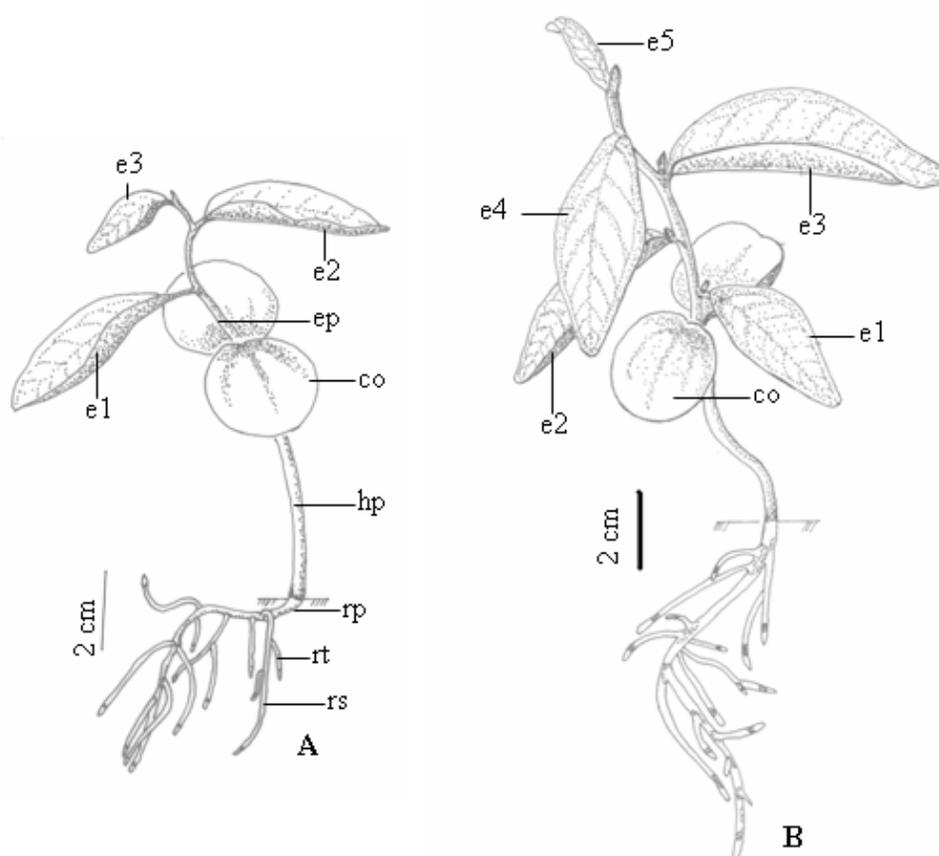


FIGURA 4: Estágios sucessivos de desenvolvimento da planta jovem de *Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. A. Com 25 dias. B. Com 35 dias. (co = cotilédone; ep = epicótilo; e1 = primeiro eofilo; e2 = segundo eofilo; e3 = terceiro eofilo; e4 = quarto eofilo; e5 = quinto eofilo; hp = hipocótilo; rp = raiz primária; rs = raiz secundária; rt = raiz terciária).

FIGURE 4: Successive stages of development of saplings of *Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. A. With 25 days. B. With 35 days. (co = cotyledon; ep = epicotyl; e1 = first eophyll; e2 = second eophyll; e3 = third eophyll; e4 = fourth eophyll; e5 = fifth eophyll; hp = hypocotyl; rp = primary root; rs = secondary root; rt = tertiary root).

### Padrão de nervação

Os cotilédones e eofilos apresentam nervação do tipo pinada com padrão camptódromo broquidódromo (Figura 5A-B). Nos cotilédones a nervura primária é evidente e se estende a partir de um ponto basal. As nervuras secundárias são laterais, fechadas com convergência paralela às margens (Figura 5A). Nos eofilos a nervura primária é moderada de curso reto não ramificado (Figura 5B). Nas nervuras secundárias, o ângulo de divergência é agudo, amplo e uniforme em toda a lâmina (Figura 5C). A espessura é moderada e o curso é curvado do tipo abrupto. As terminações das nervuras secundárias, nas margens, são fechadas, formando arcos secundários terciários e quaternários. As veias intersecundárias são fracas não orientadas. O padrão das nervuras de terceira ordem é do tipo percorrente de curso levemente sinuoso, posição oblíqua em relação à nervura primária, organização predominantemente oposta (Figura 5D). A venação superior é distinta. As veias quaternárias e quinquenárias são relativamente densas, curso casualmente orientado. A venação marginal dispõe-se em laçadas. As vênulas são ramificadas, uma vez as aréolas são bem desenvolvidas, arranjo casual e forma irregular (Figura 5D).

Não foram encontrados estudos na literatura sobre a arquitetura foliar de espécies do gênero *Adelia*. O padrão de nervação dos cotilédones de *Adelia membranifolia* é semelhante ao verificado para cotilédones de *Croton floribundus* e *Croton urucurana* (PAOLI et al., 1995). No entanto, o padrão de nervação dos eofilos dessas espécies é semicraspedódromo e actinódromo, respectivamente, diferente do padrão encontrado para os eofilos de *Adelia membranifolia* que apresentam nervação semelhante aos cotilédones do tipo camptódromo broquidódromo. Estudos de caracterização morfológica foliar e de vascularização foliar são utilizados como subsídio para identificação de espécies do mesmo gênero (CARDOSO e SAJO, 2004). Por outro lado, Uhl e Mosbrugger (1999) verificaram alta variabilidade intraespecífica e em nível de indivíduo na densidade de nervação das folhas sob influência de diferentes condições ambientais, como luminosidade, temperatura, saturação hídrica e presença de nutrientes no solo. Neste sentido, o padrão de nervação verificado para cotilédones e eofilos de *Adelia membranifolia* possibilitam estudos comparativos com outras espécies do mesmo gênero, além de permitir avaliar variações intraespecíficas na morfologia foliar entre

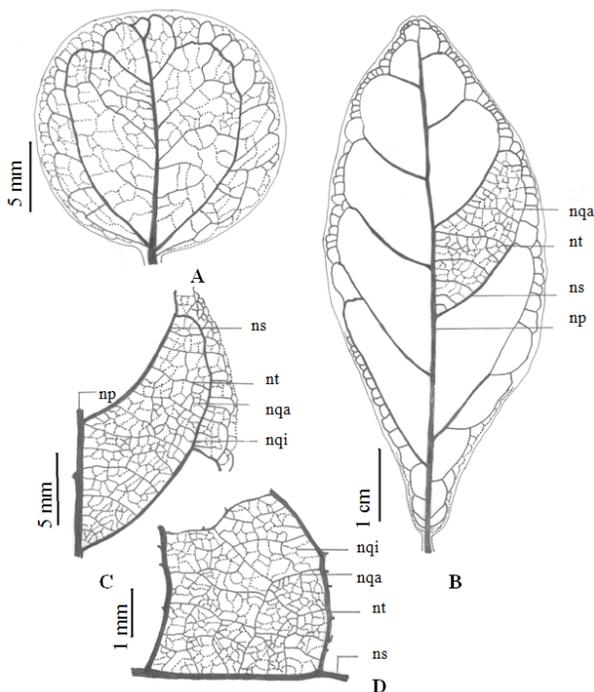


FIGURA 5: Padrões de nervação dos cotilédones e eofilos de *Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. A. Cotilédone. B. Eofilo. C. Padrão geral de nervação. D. Nervação de menor ordem. (np = nervura primária; ns = nervura secundária; nt = nervura terciária; nqa = nervura quaternária; nqi = nervura quinquenária).

FIGURE 5: Venation patterns of cotyledons and eophylls *Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. A. Cotyledon. B. Eophyll. C. General pattern of venation. D. Venation lower order. (np = primary vein, ns = secondary vein; nt = tertiary vein; nqa = quaternary vein; nqi = quinternary vein).

indivíduos de populações localizadas em diferentes regiões geográficas, ou submetidas a diferentes condições ambientais.

### CONCLUSÕES

*Adelia membranifolia* possui fruto esquizocárpico, tricoco, com deiscência explosiva. As sementes são pequenas, a taxa de germinação é alta, o que indica ausência de dormência, fácil embebição e desenvolvimento rápido das plântulas. A germinação é do tipo fanerocotiledonar epígea, os cotilédones são fotossintetizantes. Estes estudos

contribuem para o conhecimento biológico da espécie, auxiliando na identificação dos diásporos e formas juvenis em estudos de regeneração natural.

## AGRADECIMENTOS

À Rede de Sementes do Pantanal pelo apoio logístico; à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade de Ensino - Jardim, por ceder laboratório e viveiro de mudas para a realização deste estudo; a Sr<sup>a</sup>. Elizabete Secomandi, por autorizar a coleta de material botânico em sua propriedade, Fazenda Nossa Senhora Aparecida “Santuário do Prata”, Jardim, MS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, A. S.; POTIGUARA, R. C. V.; SANTOS, J. U. M. Arquitetura foliar de espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae), da restinga de Algodão, Maiandeuá, Pará. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, Belém, v. 1, n. 2, p. 29-36, maio/ago. 2006.
- AMORIM, I. L. et al. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e mudas de *Senna multijuga* var. *lindleyana* (Gardner) H. S. Irwin & Barneby – Leguminosae Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 507-516, jul./set. 2008.
- AÑEZ, L. M. M. et al. Caracterização morfológica dos frutos, das sementes e do desenvolvimento das plântulas de *Jatropha* Müll. Arg. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 563-568, jul./set. 2005.
- ARAÚJO, M. M. et al. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, p. 128-141. 2004.
- BAPTISTA-MARIA et al. Composição florística de florestas estacionais ribeirinhas no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 535-548, abr./jun. 2009.
- BARROSO, G. M. et al. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443 p.
- BARROSO, G. M. et al. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV, 1991. v. 2, 377 p.
- BATTILANI, J. L. **Variações na composição florística e estrutura da comunidade arbórea-arbustiva de um trecho da mata ciliar do rio da Prata, Jardim, Mato Grosso do Sul**. 2004. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2004.
- BATTILANI, J. L.; SANTIAGO, E. F.; SOUZA, A. L. T. Morfologia de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. Ex Steud. (Moraceae). **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 581-589, jul./set. 2006.
- BATTILANI, J. L.; SCREMIN-DIAS, E.; SOUZA, A. L. T. Fitossociologia de um trecho da mata ciliar do rio da Prata, Jardim, MS, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 597-608, jul./set. 2005.
- BELTRATI, C. M. **Morfologia e anatomia de sementes**. Rio Claro: UNESP, 1994, 108 p. (Apostila do curso de pós-graduação).
- BERG, R. V. Fruit, seed and myrmecochorus dispersal in *Micranthemum* (Euphorbiaceae). **Newr. Journal Botany**, v. 22, p. 173-194. 1975
- BOTREL, R. T. et al. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 195-213, abr./jun. 2002.
- BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology**, v. 189, p. 187-200. 2007.
- CARDOSO, C. M. V.; SAJO, M. G. Vascularização foliar e identificação de espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) da bacia hidrográfica do rio Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 47-54, jan./mar. 2004.
- CORNER, E. J. H. **The seeds of dicotyledons**. Cambridge: University Press, 1976. v. 1, 311 p.
- DE-NOVA, J. A.; SOSA, V.; STEINMANN, V. W. A Synopsis of *Adelia* (Euphorbiaceae s.s.). **Systematic Botany**, Washington, v. 32, n. 3, p. 583-595. 2007.
- FELFILI, J. M. Flora fanerogâmica das matas de galeria e ciliares do Brasil central. In: RIBEIRO, J. F., FONSECA, C. E. L.; SOUZA-SILVA, J. C. (Eds.). **Cerrado – Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa - Cerrados. 2001, p. 195-263.
- FERREIRA, R. A. et al. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandramollis* Benth. – faveira (Leguminosae-

- Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 303-309, jul./set. 2001.
- FREEMAN, D. C.; GRAHAM, J. H.; EMLÉN, J. M. Developmental stability in plants: symmetries, stress and epigenesis. **Genetica**, v. 89, n. 1/3, p. 97-119, fev. 1993.
- HANDRO, W. Contribuição ao estudo da venação e anatomia foliar das Amarantáceas dos cerrados. II – Gênero *Pfaffia*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 3/4, p. 495-506, 1967.
- HICKEY, L. J. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. In: METCALFE, C. L., CHALK, R. (Eds.). **Anatomy of the dicotyledons. Systematic anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject**. Oxford: Clarendon Press. 1979, p. 25-40.
- HOWE, H. F., SMALLWOOD, J. Ecology of Seed Dispersal. **Annual Reviews Ecological Systematics**, v. 13, p. 201-228. 1982.
- IBARRA-MANRÍQUEZ, G.; RAMOS, M. M.; OYANA, K. Seedling functional types in a lowland rain forest in Mexico. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 88, n. 10, p. 1801-1812, Oct. 2001.
- JARDIM A.; KILLEEN, T. J.; FUENTES, A. **Guia de los arboles y arbustos del Bosque Seco Chiquitano, Bolívia**. Santa Cruz, Bolívia: FAN, 2003. 324 p.
- LEONHARDT, C. et al. Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 63, n. 1, p. 5-14, jan./jun. 2008.
- MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) Leguminosae-Caesalpinioideae. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 1, p. 9-14, jan./mar. 2004.
- MENDONÇA, R. C. et al. Flora Vascular do Cerrado. In: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado – ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa – Cerrados. 1998, p. 290-256.
- MILANEZ, C. R. D.; OLIVEIRA, D. M. T.; MORAES-DALLAQUA, M. A. Semi-hypogeal germination in *Pachyrhizus ahipa* (Wedd.) Parodi (Fabaceae: Phaseoleae): seedling and sapling morphology. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 51, n. 2, p. 353-359, mar./abr. 2008.
- OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas em arbóreas nativas: espécies de Phaseoleae, Sophoreae, Swartzieae e Tephrosieae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 85-97, jan./mar. 2001.
- OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia de plântulas e plantas Jovens de 30 espécies arbóreas de leguminosae. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 263-269, set./dez. 1999.
- PAOLI, A. A. S.; FREITAS, L.; BARBOSA, J. M. 1995. Caracterização morfológica dos frutos, sementes e plântulas de *Croton floribundus* Spreng. e de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 57-68. jan./jun. 1995.
- PEREIRA, T. S.; MANTOVANI, W. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. na reserva ecológica de Poço das Antas, Município de Silva Jardim, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 335-348, set./dez. 2001.
- PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. **Guia prático para a colheita e manejo de sementes florestais tropicais**. Rio de Janeiro: IDACO, 2002. 40 p.
- PINHEIRO, F.; RIBEIRO, J. F. Síndromes de dispersão de sementes em Matas de Galeria do Distrito Federal. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUZA-SILVA, J. C. (Eds.). **Cerrado – Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa – Cerrados, 2001, p. 335-375.
- POTT, A.; POTT, V. J. Flora do Pantanal – Listagem atual de Fanerógamas. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 2., 1999, Corumbá. **Anais ... Corumbá: Embrapa - CPAP**, 1999, p. 297-325.
- RAMOS, M. B. P.; FERRAZ, I. D. K. Estudos morfológicos de frutos, sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 227-235, abr./jun. 2008.
- RESSEL, K. et al. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 311-323, abr./jun. 2004.
- ROTH-NEBELSICK, A. et al. Evolution and function of leaf venation architecture: a review. **Annals of Botany**, Germany, v. 87, p. 553-556. 2001.
- SALIS, S. M. et al. Fitossociologia de remanescentes

- de floresta decidual em Corumbá, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 671-684, out./dez. 2004.
- SANTIAGO, E. F.; PAOLI, A. A. S. O aumento em superfície em *Adelia membranifolia* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffm. e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., em resposta ao estresse por deficiência nutricional e alagamento do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 503-513, out./dez. 2003.
- 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**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 120-126, jan./jun. 2000.
- SANTOS, V. J.; SALES, M. S. A tribo Hippomaneae A. Juss. ex Spach. (Euphorbiaceae Juss.) no Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 976-990, out./dez. 2009.
- SILVA, A. C. et al. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões sudeste e sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 257-269, abr./jun. 2007.
- SILVA, S. M. et al. Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da Bacia do Rio Tibagi, Paraná: 2. várzea do rio Bitumirim, Município de Ipiranga, PR. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, p. 192-198, 1992.
- UHL, D.; MOSBRUGGER, V. Leaf venation density as a climate and environmental proxy: a critical review and new data. **Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Germany, v. 149, p. 15-26. 1999.
- VÁLIO, I. F. M.; SCARPA, F. M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 79-84, jan./mar. 2001.
- WERKER, E. **Seed Anatomy**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, Handbuch der Pflanzenanatomie, 1997, 428 p.