

MORFOLOGIA DE SEMENTES, DE PLÂNTULAS E DA GERMINAÇÃO DE *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae)

Maria Elane de Carvalho Guerra¹, Sebastião Medeiros Filho², Maria Izabel Gallão³

(recebido: 14 de fevereiro de 2006; aceito: 30 de agosto de 2006)

RESUMO: O conhecimento da morfologia de sementes e de plântulas é de suma importância na identificação e preservação das espécies vegetais. Objetivou-se com o trabalho caracterizar morfologicamente sementes, plântulas e o processo de germinação de copaíba. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e no Laboratório de Botânica do Departamento de Biologia, ambos da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE. Caracterizou-se na semente: o tamanho (comprimento, largura e espessura), a morfologia e o tipo de germinação; na plântula: sistema radicular, hipocótilo, epicótilo e protófilos. As medições ocorreram com auxílio de régua e paquímetro. Para a análise estrutural, o material foi fixado, desidratado, incluído em resina e em seguida cortado ($5\ \mu\text{m}$). A semente de copaíba possui dimensões médias de 13,23mm de comprimento por 8,46 mm de largura e 8,81mm de espessura. As sementes são exalbuminosas, apresentam fotoblastismo neutro com germinação faneroepígea cotiledonar. Na semente madura, a testa apresenta a epiderme externa diferenciada em camada paliçada de macrosclereídes alongadas, com linha lúcida bem visível. Plântula com protófilos compostos e sistema radicular axial.

Palavras-chaves: Exalbuminosa, macrosclereídes, protófilos.

SEED, SEEDLINGS AND GERMINATION MORPHOLOGY OF *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae)

ABSTRACT: The knowledge of seed and seedling morphology are extremely important to the identification and preservation of plant species. In order to studying seed and seedling morphology and seed germination of copaiba (*Copaifera langsdorfii* Desf) seeds, experiments were conducted at the Laboratory of Seed Analysis and Laboratory of Botany of the Federal University of Ceará. In copaiba seeds the characteristics studied were shape, size (length, width, thickness) and morphology. The kind of germination, the root systems, hypocotyls, epicotyls and first leaves were the characteristics evaluated in copaiba seedlings. Ruler and pachimeter were used to make the measurements, as well as optical microscope and magnifying glass. The seeds are exalbumin kind, have neuter photoblastism and epigeous germination. Seed coat shows a palisade cell layer with a conspicuous light line. The seedlings have compound first leaves and axial root system.

Key words: Exalbumin, palisade cells, first leaves.

1 INTRODUÇÃO

Copaifera langsdorfii Desf. pertence à família Leguminosae, subfamília Caesalpinioideae, sendo conhecida pela denominação popular de copaíba, óleo-de-copaíba, pau d'óleo, podói (Ceará), cupaúba e cupiúva (CORRÊA, 1984; LORENZI, 1992). As plantas dessa espécie apresentam porte arbóreo, com 5 a 15 m de altura, podendo alcançar 35 m na floresta pluvial, embora alcancem apenas 2 m quando vegetam no campo ou no cerrado (CARVALHO, 2003; CORRÊA, 1984).

Suas árvores estão distribuídas desde o Nordeste da Argentina até a Venezuela. No território brasileiro ocorrem nas regiões Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e no Paraná (LORENZI, 1992). Do ponto de vista de sucessão ecológica, esta espécie é classificada como

secundária tardia a clímax (CARVALHO, 1994; GANDOLFI, 1991). Conforme Ferri (1969) e Joly (1970) *C. langsdorfii* aparece tanto em áreas de cerrado como em áreas de florestas e, para Machado (1990), cresce melhor em solos de matas ciliares e matas semi-decíduas do que em solos de cerrado. No Ceará, a copaíba cresce nas caatingas do sul do Estado e sobre a chapada do Araripe (BRAGA, 1976). Há décadas essa espécie vem sendo explorada de forma extrativista, principalmente pelas indústrias de fármacos, de cosméticos e madeireiras. De grande importância econômica e terapêutica, além de fornecer o óleo-resina, sua madeira avermelhada é utilizada na construção civil, confecção de móveis e peças torneadas. A árvore fornece ótima sombra e pode ser empregada na arborização rural e urbana (LORENZI, 1992).

¹Bióloga, Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará – 60455-760 – Fortaleza, CE – elaneguerra@aol.com.br

²Professor do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará – 60455-760 – Fortaleza, CE – filho@ufc.br

³Professora do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará – 60455-760 – Fortaleza, CE – edybel@ufc.br

Devido à sua plasticidade ecológica, mesmo apresentando crescimento lento, trata-se de espécie prioritária para reflorestamento em áreas degradadas de preservação permanente principalmente na recomposição de mata ciliar (CARVALHO, 1994; DURIGAN et al., 1997).

Gramosa (2001), estudando o bálsamo e os extratos obtidos de partes de um exemplar de *Copaifera langsdorfii* do Crato-CE, detectou diterpenos como os principais constituintes, enquanto seus respectivos óleos essenciais são constituídos principalmente de sesquiterpenos. De acordo com a autora, o óleo dessa espécie apresentou ação antimicrobiana, antiinflamatória, antiulcerogênica, cicatrizante, dentre outras bioatividades.

O estudo da morfologia de sementes e plântulas nos estágios iniciais de desenvolvimento contribui para melhorar o conhecimento do processo reprodutivo das espécies vegetais, servindo de subsídio para a produção de mudas, além de ser fundamental para uma melhor compreensão do processo de estabelecimento da planta em condições naturais da floresta.

O presente trabalho teve como objetivo descrever os caracteres morfológicos da semente e da plântula, bem como a morfologia do processo de germinação de copaíba.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sementes colhidas manualmente, em setembro de 2003, de várias árvores de copaíba da Chapada do Araripe, situada no município do Crato, extremo sul do Estado do Ceará. Após colhidas, as sementes foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em câmara regulada a 10°C e umidade em torno de 60% no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE. Neste, foram realizados os ensaios no período de julho a outubro de 2004. A análise estrutural foi conduzida no Laboratório de Botânica do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza.

Peso de mil sementes- Para a determinação do peso de mil sementes, foram utilizadas oito subamostras de cem sementes, segundo recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Análise estrutural- Com o auxílio de um estilete, as sementes, previamente embebidas em água, foram cortadas em partes menores de aproximadamente 4 mm. Em seguida, foram fixadas em glutaraldeído 1% e paraformaldeído 4% em tampão fosfato 0,02M pH 7,2 (KARNOVSKY, 1965). Após 24 horas, o material foi lavado em tampão fosfato (pH 7,2)

0,1M, e posteriormente, desidratado em uma bateria crescente de etanol. Após desidratado, o material foi incluído em resina Leica Histo-resin. As amostras foram seccionadas a 5µm em micrótomo Leica automático, e submetidos a colorações. A coloração pelo AT em tampão McIlvaine a pH 4 ocorreu durante 15 minutos à temperatura ambiente, seguindo-se três banhos rápidos em água destilada, secagem ao ar e montagem em Entellan (VIDAL, 1977). A solução de Xylidine Ponceau (XP) foi preparada a 0,1% em ácido acético glacial a 3%, pH 2,5. A coloração foi feita durante 15 minutos à temperatura ambiente, seguindo-se lavagem em ácido acético 3% durante 15 minutos, água destilada por 2 min, secagem ao ar e montagem em Entellan (CORTELAZZO & VIDAL, 1991). Para a detecção de polissacarídeos da parede celular, o material foi submetido à reação do PAS (Periodic Acid-Schiff). As secções foram oxidadas com ácido periódico 0,5% durante 9 minutos, lavadas em água destilada e cobertas com reagente de Schiff durante 30 minutos à temperatura ambiente e no escuro. A seguir, foram lavadas com água sulfurosa (3 banhos de 3 min. cada), secadas ao ar e montadas em Entellan (CORTELAZZO et al., 1983).

Morfologia da semente- Para a descrição da morfologia das sementes foram utilizadas 50 unidades escolhidas aleatoriamente. As observações foram feitas com auxílio de lupa de mesa e microscópio estereoscópico binocular com aumento de 20 vezes, considerando-se os seguintes aspectos: tipo, dimensão, coloração, textura e consistência do tegumento, forma e bordos da semente, posição do embrião, do hilo, da micropila e da rafe. As descrições foram feitas de acordo com os trabalhos de Barroso et al. (1999), Beltrati (1995) e Vidal & Vidal (1995). O comprimento, a largura e a espessura das sementes foram medidos utilizando-se um paquímetro digital de marca Starrett 727, com resolução de 0,01mm, sendo o comprimento medido da base até o ápice, a largura medida do lado direito ao esquerdo, e a espessura da parte dorsal à ventral.

Morfologia da plântula e da germinação- Duas subamostras de 50 sementes, selecionadas ao acaso de um só lote, foram tratadas com ácido sulfúrico a 98% para acelerar a germinação (BEZERRA et al., 2002) e semeadas sobre papel toalha umedecido com água destilada na proporção de 3 vezes o peso do papel. Em seguida, os rolos foram postos em uma câmara de germinação à temperatura de 30°C, em ausência de luz, avaliando-se a cada 24 h, durante 28 dias, sendo o substrato umedecido sempre que necessário. Os aspectos analisados foram: protrusão da radícula, raiz

primária, hipocótilo, epicótilo e plúmula. A fim de acompanhar o desenvolvimento da plântula, 200 sementes, distribuídas em quatro repetições de 50, foram semeadas em bandejas plásticas brancas (25 cm x 18 cm x 10 cm) entre substrato areia. O crescimento das plântulas ocorreu em casa-de-vegetação com irrigação intermitente. As avaliações ocorreram aos 15 dias após a semeadura. Para as descrições morfológicas e ilustração dos caracteres, foram utilizadas as plântulas que se apresentavam mais vigorosas, sendo considerado o estágio de plântula quando os protofilos encontravam-se totalmente formados. Os elementos vegetativos descritos e ilustrados foram raízes (principal e secundárias), colo, hipocótilo, cotilédones, epicótilo e protofilos de 1ª ordem. Os caracteres morfológicos foram ilustrados em escala 1:1 (quando necessário, ampliados ou reduzidos). As ilustrações foram realizadas manualmente com auxílio de lupa de mesa e microscópio estereoscópico binocular. As descrições foram feitas de acordo com os trabalhos de Amorim (1996), Barroso et al. (1999), Beltrati (1995), Ferri (1977), Ferri et al. (1981), Joly (1979) e Vidal & Vidal (1995).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O peso de mil sementes foi de 675,7 gramas, o que permite inferir que um quilograma de sementes de copaíba contém aproximadamente 1.480 sementes, valor este inferior ao encontrado por Lorenzi (1992) que atribuiu a essa espécie 1.720 sementes por quilo; e por Durigan et al. (1997) que citam valores entre 1.700 e 2.200 sementes/quilo. O comprimento, a largura e a espessura variaram de 9,93-15,29 mm, de 7,41- 9,56 mm e de 7,02-11,00 mm, respectivamente (Tabela 1). Crestana

& Beltrati (1988) encontraram valores para a espécie que variaram de 13,0-19,0 mm de comprimento por 7,0-10,0 mm de diâmetro, enquanto Carvalho (2003) observou sementes medindo entre 10,0-19,0 mm de comprimento e 7,0-10,0 mm de diâmetro.

Análise estrutural- Foram analisadas células dos cotilédones e do tegumento das sementes. Na descrição morfológica do tegumento corado pelo AT pH 4,0, observou-se a epiderme externa diferenciada em uma camada paliçádica formada por macroesclereídes alongadas (camada de Malpighi) no sentido radial, dispostas compactamente e constituída de paredes celulares desigualmente espessadas (Figura 1A). A linha lúcida, linha refrativa que percorre transversalmente as macroesclereídes através de todo o tegumento, localiza-se um pouco abaixo da metade destas células. As camadas de células logo abaixo da paliçada também são esclereídes. Além disso, pode-se observar nestas sementes leve destacamento (fissura) do tegumento em alguns pontos da epiderme externa. Esses resultados estão de acordo com os estudos de Crestana & Beltrati (1988), os quais também trabalharam com *C. langsdorffii*.

Serrato-Valenti et al. (1990) indicaram a ocorrência de faixa com características hidrofóbicas (linha lúcida) em sementes de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. Sementes de *Leucaena leucocephala* Lam. (De Wit) também apresentam linha refrativa na estrutura da testa, rica em substâncias hidrofóbicas (SERRATO-VALENTI et al., 1994). Melo-Pinna et al. (1999) fazem referência à presença de linha fissural nas sementes de Leguminosae, sugerindo que estas fissuras seriam causadas por altas temperaturas e que a embebição seria facilitada nesta área. Neste trabalho, as fissuras observadas nas sementes são provenientes da escarificação prévia do material.

Tabela 1 – Média, desvio padrão, coeficiente de variação e intervalo de variação referentes ao comprimento, largura e espessura e peso de mil sementes de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.).

Table 1 – Mean, standard deviation, variation coefficient and variation interval related to length, width, thickness and weight of one thousand copaiba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) seeds.

Determinações	Média	Desvio padrão	CV(%)	Intervalo de variação
Comprimento(mm)	13,23	1,13	8,54	9,93-15,29
Largura (mm)	8,46	0,52	6,21	7,41-9,56
Espessura (mm)	8,81	0,92	10,52	7,02-11,0
Peso de mil sementes(g)*	675,7	2,3	3,4	636,0-699,1

*Sementes com 10,8% de umidade.

*Seeds with 10.8% humidity.

O corante ácido Xylidine Ponceau (XP) evidencia proteínas, corando em vermelho estas substâncias. As sementes de *C. langsdorfii*, em presença de XP, apresentaram em seu conteúdo citoplasmático cotiledonar inúmeros corpúsculos corados, revelando assim substâncias de natureza protéica (Figura 1B).

O método do PAS foi utilizado para evidenciar polissacarídeos neutros, tais como celulose, hemicelulose e amido nas sementes *in natura*. Alcântara et al. (1999) e Buckeridge et al. (1992) observaram em copaíba a presença de xiloglucano com uma composição de Glc:Xyl:Gal aproximadamente igual a 5,0:4,0:1,4,

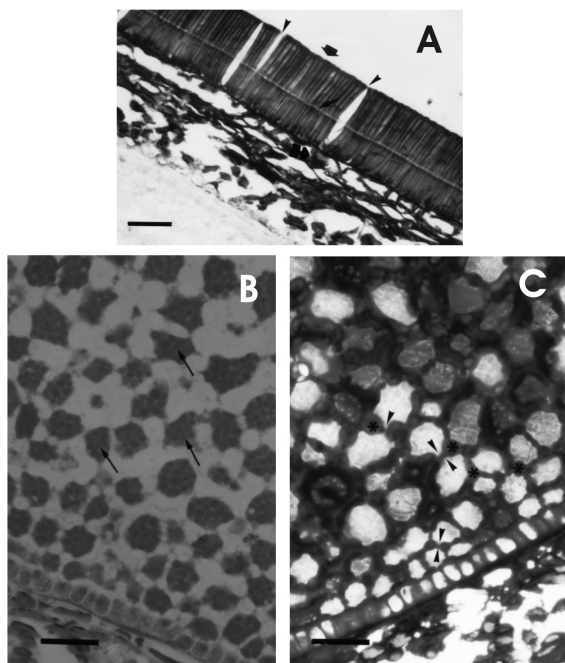


Figura 1 – Seções transversais da semente de copaíba (*Copaifera langsdorfii*). A- Tegumento corado com Azul de Toluidina (AT) pH 4,0: camada paliçada (●), linha lúcida (→), esclereídeos (■), fissuras (▲); B- Cotilédone corado com Xylidine Ponceau (XP): material protéico (→); C- Cotilédone submetido à reação do periodic acid-Schiff (PAS): paredes celulares com xiloglucano (*), campos de pontuações primárias (▲). Barra: 50 µm.

Figure 1 – Transverse section of copaíba (*Copaifera langsdorfii*) seed. A- tegument stained with Toluidine Blue (TB) pH 4.0: palisade (●), light line (→), sclereids (■), cleft (▲); B- Cotyledon stained with Xylidine Ponceau (XP): proteic material (→); C- Cotyledon treated with periodic acid-Schiff (PAS): cell wall with xyloglucan (*), primary pit fields (▲). Bar: 50 µm.

respectivamente. Através desta reação foi observada grande quantidade desse polissacarídeo nas paredes celulares cotiledonares, as quais são muito espessas e apresentam-se coradas em magenta (Figura 1C). Em relação ao teste de amido, não foi detectada a presença desse polissacarídeo.

Descrição morfológica da semente- A semente é exalbuminosa, sendo a maioria elipsóide, podendo-se encontrar algumas com formato irregular. A testa é lisa, de coloração negra e brilhante. Hilo homócromo, linear, curto, localizado na base da semente, micrópila inconspícua, calaza pouco distinta e rafe ventral. Embrião curto, reto, de coloração branca, oculto entre os cotilédones, na parte interna. Os cotilédones são crassos, elipsóides, opostos, sésseis e de coloração branco-leitosa, encontrando-se dispostos paralelamente ao eixo hipocótilo-radícula (Figura 2).

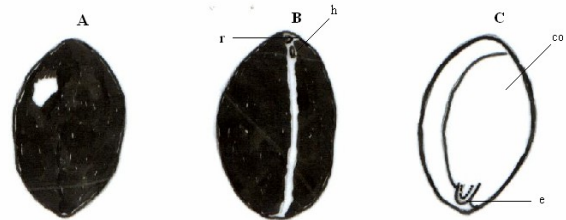


Figura 2 – Aspectos morfológicos da semente de copaíba: A- vista lateral; B- vista ventral; C- vista com corte longitudinal. co- cotilédones, e- eixo embrionário, h- hilo, r- rafe.

Figure 2 – Morphology aspects of copaíba seed: A- side view; B- front view; C- longitudinal cross section view. co- cotyledons, e- embryo axis, h- hilum, r- raphe.

Aspectos morfológicos da germinação- A germinação tem início cinco dias após a semente, quando a radícula rompe os tegumentos na base da semente. A radícula é curta, espessa, glabra, de cor branca e ápice pontiagudo (Figura 3A). A raiz primária apresenta rápido desenvolvimento, inicialmente engrossada sofrendo afinamento com dilatação na base; cilíndrica, tenra, esbranquiçada e possui uma coifa amarelada (Figura 3B). Os cotilédones de reserva são elípticos, avermelhados, opostos, sésseis e apresentam consistência carnosa (Figura 3C). O hipocótilo é inicialmente curvado até tornar-se reto, longo, cilíndrico, tenro, glabro e de coloração rósea. Epicótilo tenro, levemente achatado, verde, glabro, evidenciando em seu

ápice as folhas no início de seu desenvolvimento.. As primeiras raízes secundárias nascem imediatamente abaixo do colo, que é bem evidenciado pelo maior diâmetro do hipocótilo (Figura 3D). De acordo com a classificação proposta por Duke & Polhill (1981), *C. langsdorfii* apresenta germinação do tipo epígea fanerocotiledonar.

Descrição morfológica da plântula- Aos 20 dias de semeadura (Figura 4), a plântula apresenta sistema radicial axial, raiz principal pivotante longa, cilíndrica, flexível e branco-amarelada. O colo é bem definido pela diferença de cor entre o hipocótilo e a raiz, pela redução de diâmetro do hipocótilo e pela dilatação apresentada nesta região. Raízes secundárias finas, curtas, cilíndricas, da mesma cor da raiz primária. Posteriormente, a raiz primária passa a sub-lenhosa, de coloração marrom. Hipocótilo longo, cilíndrico, verde, glabro, ereto. Protófilos compostos, paripinados, com dois a três pares de folíolos, com pecíolos medindo 0,7 cm. Folíolo medindo 2,7 cm de comprimento e 1,4 cm de largura, verdes em ambas as faces, opostos, ovóides, às vezes elípticos, bordo inteiro; nervação penínervia, sendo a nervura principal bem evidente, impressa em ambas as faces e as

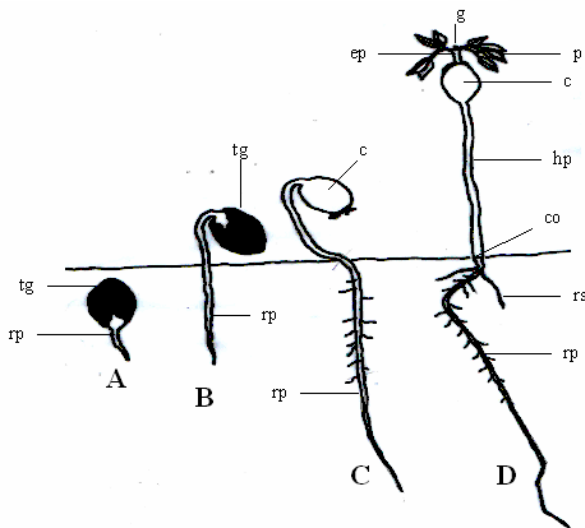


Figura 3 – Aspectos morfológicos da germinação epigial de sementes de copaíba: c- cotilédones, co- colo, ep- epicótilo, g- gema apical, hp- hipocótilo, p- protófilo, rp- raiz primária, rs- raiz secundária, tg- tegumento.

Figure 3 – Morphological aspects of hypigial germination of copaiba seeds. c- cotyledon, co- colo, ep- hypocotyl, g- gema, hp- hipocotyl, p- protophylo, rp- primary root, rs- secondary root, tg- tegument.

secundárias pouco evidentes. Epicótilo alongado, com 2 mm de diâmetro. A gema apical surge antes da completa expansão dos protófilos.

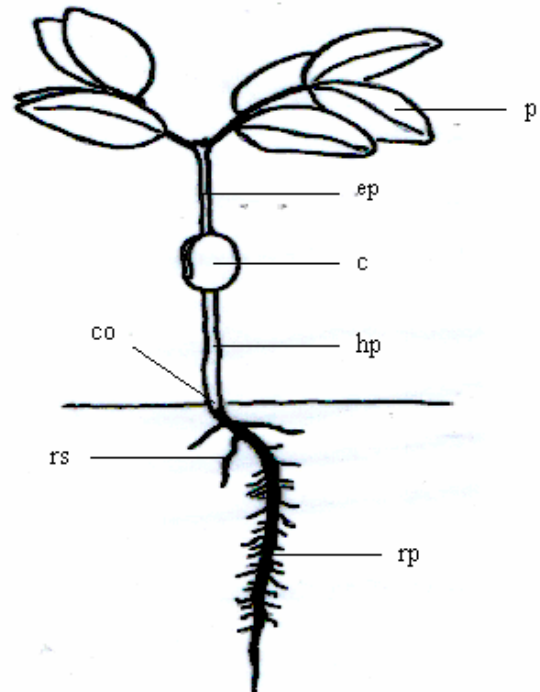


Figura 4 – Aspectos morfológicos da plântula de copaíba aos 20 dias após a semeadura; c- cotilédones, co- colo, ep- epicótilo, hp- hipocótilo, p- protófilo, rp- raiz primária, rs- raiz secundária.

Figure 4 – Morphological aspects of copaiba plantlet after 20 days of field. c- cotyledon, co- colo, ep- hypocotyl, hp- hipocotyl, p- protophylo, rp- primary root, rs- secondary root.

4 CONCLUSÕES

As sementes de copaíba são exalbuminosas e apresentam epiderme externa diferenciada em camada paliádica de macroesclereídes, com linha lúcida bem visível. As células cotiledonares contêm substância protéica e paredes celulares grossas, particularmente proeminentes nos cantos, possuindo vários campos de pontuações. Apresentam fotoblastismo neutro e a germinação é do tipo faneroepígea cotiledonar.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida ao primeiro autor.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, P. H. N.; DIETRICH, S. M. C.; BUCKERIDGE, M. S. Xyloglucan mobilisation and purification of a (XLLG/XLXG) specific b-galactosidase from cotyledons of *Copaifera langsdorffii*. **Plant Physiology and Biochemistry**, [S.l.], v. 37, n. 9, p. 653-663, 1999.
- AMORIM, I. L. **Morfologia de frutos, sementes, germinação, plântula e mudas de espécies florestais de Lavras**. 1996. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- BARROSO, G. M.; MORIN, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443 p.
- BELTRATI, C. M. **Morfologia e anatomia de sementes**. Rio Claro: UNESP, 1995. 112 p. Apostila.
- BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S.; MOREIRA, M. G.; MOREIRA, F. J. C.; ALVES, T. T. L. Germinação e desenvolvimento de plântulas de copaíba em função do tamanho e da imersão da semente em ácido sulfúrico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 33, n. 2, p. 79-84, 2002.
- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 3. ed. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1976. 256 p. (Coleção Mossoroense, 11).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Departamento Nacional de Defesa Vegetal, Coordenação de Laboratório Vegetal, 1992. 362 p.
- BUCKERIDGE, M. S.; ROCHA, D. C.; REID, J. S. G.; DIETRICH, M. C. Xyloglucan structure and post-germinative metabolism in seeds of *Copaifera langsdorffii* from savanna and forest populations. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 86, p. 145-151, 1992.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília, DF: Embrapa-CNPQ, 1994. 640 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 21. ed. Brasília, DF: Embrapa-Informação Tecnológica, 2003. 1039 p.
- CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/IBDF, 1984. 707 p.
- CORTELAZZO, A. L.; VIDAL, B. C. Soybean seed proteins: detection *in situ* and mobilization during germination. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 14, p. 27-34, 1991.
- CORTELAZZO, A. L.; VIDAL, B. C.; MELLO, M. L. S. Basic fuchsin and the Schiff-aldehyde reaction: I. spectral absorption characteristics in solution. **Acta histochemica**, v. 73, p. 121-133, 1983.
- CRESTANA, C. M.; BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf (Leguminosae-Caesalpinoideae). **Naturalia**, São Paulo, v. 13, p. 45-54, 1988.
- DUKE, J. A.; POLHILL, R. M. Seedlings of Leguminosae. In: POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. (Eds.). **Advances in legume systematics**. Kew: Royal Botanic Garden, 1981. v. 2, p. 941-949.
- DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M. A. O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Ed. Páginas e Letras, 1997. 65 p.
- FERRI, M. G. **Plantas do Brasil: espécies do cerrado**. São Paulo: E. Blücher, 1969. 239 p.
- FERRI, M. G. **Botânica: morfologia externa das plantas: organografia**. São Paulo: Melhoramentos, 1977. 149 p.
- FERRI, M. G.; MENEZES, N. L. de; MONTEIRO, W. R. **Glossário ilustrado de botânica**. São Paulo: Nobel, 1981. 197 p.
- GANDOLFI, S. **Composição florística e estrutura de comunidade do Bosque estrato arbóreo de uma floresta residual semidecídua de Cumbica**. 1991. 232 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.
- GRAMOSA, N. V. **Estudo químico e farmacológico de *Copaifera langsdorffii* Desf (Leguminosae)**. 2001. 236 f. Tese (Doutorado em Química Orgânica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.
- JOLY, A. B. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo: Polígono, 1970. 181 p.

- JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 5. ed. São Paulo: Nacional, 1979. 777 p.
- KARNOVISKY, M. J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **Journal of Cell Biology**, [S.l.], v. 27, p. 137-138, 1965.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.
- MACHADO, J. W. B. **Relação origem/solo e tolerância à saturação hídrica de *Copaifera langsdorfii* Desf.** 1990. 129 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.
- MELO-PINNA, G. F.; NEIVA, M. S. M.; BARBOSA, D. C. A. Estrutura do tegumento seminal de quatro espécies de Leguminosae (Caesalpinioideae), ocorrentes numa área de caatinga (PE- Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 375-379, dez. 1999.
- SERRATO-VALENTI, G.; CORNARA, L.; GHISELLINI, P.; FERRANDO, M. Testa Structure and Histochemistry Related to Water Uptake in *Leucaena leucocephala* Lam (De Wit). **Annals of Botany**, London, v. 73, p. 532- 537, 1994.
- SERRATO-VALENTI, G.; FERRO, M.; MODENESI, P. Structural and histochemical changes in palisade cells of *Prosopis juliflora* seed coat in relation to its water permeability. **Annals of Botany**, London, v. 65, p. 529-532, 1990.
- VIDAL, B. C. Acid glycosaminoglycans and endochondral ossification: microspectrophotometric evaluation and macromolecular orientation. **Cell Molecular Biology**, [S.l.], v. 22, p. 45-64, 1977.
- VIDAL, V. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica**: organografia. Viçosa: UFV, 1995. 114 p.