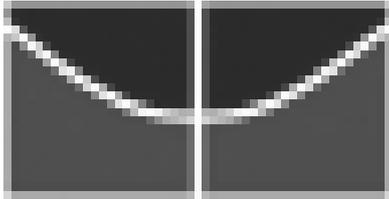


**Universidade de Brasília – UnB**  
**Instituto de Ciências Biológicas**  
**Departamento de Botânica**

**Morfologia de Plântulas de**  
**Espécies Lenhosas do Cerrado**

**Mestrando: Gustavo Ribeiro Montoro**

**Outubro, 2008**



**Universidade de Brasília – UnB**  
**Instituto de Ciências Biológicas**  
**Departamento de Botânica**

**Morfologia de Plântulas de**  
**Espécies Lenhosas do Cerrado**

**Mestrando: Gustavo Ribeiro Montoro**

**Outubro, 2008**

**Morfologia de Plântulas de  
Espécies Lenhosas do Cerrado**

Discente: Gustavo Ribeiro Montoro

**Orientador: Dr. Manoel Cláudio da Silva Júnior**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade de Brasília como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Botânica.

Outubro, 2008

**Morfologia de Plântulas de  
Espécies Lenhosas do Cerrado**

Gustavo Ribeiro Montoro

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de Mestre em Botânica, e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade de Brasília.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Presidente

**Dr. Manoel Cláudio da Silva Júnior**

(Departamento de Engenharia Florestal – UnB)

---

Membro I

**Dr. Luiz Antonio de Souza**

(Departamento de Botânica – UEM)

---

Membro II

**Dra. Conceição Eneida dos Santos da Silveira**

(Departamento de Botânica – UnB)

---

Suplente

**Dra. Rosana de Carvalho Cristo Martins**

(Departamento de Engenharia Florestal – UnB)

Outubro, 2008

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus todo poderoso que me deu muito força e sabedoria;

Aos meus queridos pais Célio e Rosangela pela insistência no trabalho e oportunidade de vida;

Ao professor Manoel Cláudio da Silva Júnior por toda a sua paciência;

As professoras Rosana Martins e Lúcia Helena pela ajuda na elaboração e teste das fichas morfológicas;

Ao Departamento de Botânica (professores e funcionários);

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, Brasil, pela bolsa de estudos;

Aos membros examinadores da dissertação (Professor Luiz Antonio de Souza, Professora Conceição Eneida e novamente a Professora Rosana de Carvalho Cristo Martins);

Ao professor Renato, no auxílio da língua inglesa;

Aos artistas que desenharam as pranchas ilustrativas (Professor Marcos, Gisele, Haroldo e Pedro);

Aos amigos que apoiaram e ajudaram durante toda a dissertação, em especial ao Davi, Gisele, Zan, Bebeto e Fabão.

## ÍNDICE

<b>LISTA DE FIGURA .....</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XII</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 – JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>15</b>
<b>3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
3.1 – Diásporos .....	26
3.2 – Raiz .....	27
3.3 – Colo .....	28
3.4 – Hipocótilo.....	28
3.5 – Cotilédones .....	29
3.6 – Epicótilo.....	31
3.7 – Protofilos e Metafilos .....	31
3.8 – Bioma Cerrado.....	32
<b>4 – OBJETIVOS.....</b>	<b>35</b>
4.1 – Objetivo geral.....	35
4.2 – Objetivos específicos .....	35
<b>5 – MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
5.1 – Área de coleta e marcação das matrizes .....	36
5.2 – Coleta, beneficiamento, descrição e semeadura dos diásporos .....	38
5.3 – Produção das plântulas em viveiro.....	39
5.4 – Análise morfológica das plântulas .....	40
5.5 – Registro fotográfico e montagem das pranchas ilustrativas .....	43
5.6 – Elaboração da chave de identificação para as plântulas .....	44

<b>6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>45</b>
6.1 – Distribuição e ecologia dos tipos morfofuncionais .....	45
6.2 – Diferenciação Morfofuncional de protofilos e metafilos – um novo caráter de classificação .....	51
6.3 – Descrição morfológica das quatorze espécies estudadas.....	57
6.3.1 - <i>Aeghiphila lhotskiana</i> Cham. ....	57
6.3.2 - <i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. ....	59
6.3.3 - <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. ....	61
6.3.4 - <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. ....	64
6.3.5 - <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth. ....	66
6.3.6 - <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J. F. Macbr. ....	68
6.3.7 - <i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl. ....	70
6.3.8 - <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. Ex Hayne ....	72
6.3.9 - <i>Lafoensia pacari</i> A. St. Hil. ....	74
6.3.10 - <i>Magonia pubescens</i> A. St. Hil. ....	76
6.3.11 - <i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns. ....	78
6.3.12 - <i>Sterculia striata</i> A. St.-Hil. & Naudin ....	80
6.3.13 - <i>Strephnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville ....	82
6.3.14 - <i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook F. Ex S. Moore ....	84
6.4 – Chave de identificação para as 14 espécies de plântulas de espécies lenhosas do Cerrado estudadas, utilizando critérios cotiledonares (exposição, posição e textura) para diferenciação.....	86
<b>7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>89</b>
<b>9 – ANEXOS .....</b>	<b>98</b>
Anexo 1. Ficha de análise morfologia de sementes e plântulas elaborada para o projeto.....	99
Anexo 2. Características do ácido giberélico utilizado no trabalho.....	102
Anexo 3. Tabela com análise do substrato utilizado para produção de plântulas. ....	103
Anexo 4. Numeração (tombamento) das exsicatas das plântulas montadas e depositadas no Herbário da Universidade de Brasília (UB). ....	104

## LISTA DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> Mapa de localização geográfica das áreas de estudo das quatorze principais referências bibliográficas. ....	<b>17</b>
<b>Figura 2.</b> Grupos morfofuncionais propostos por Miquel (1987) para 210 espécies florestais da região de Makokou. ....	<b>23</b>
<b>Figura 3.</b> Localização do Arboreto (1) e Cerrado no centro Olímpico (2), áreas de coleta de sementes .....	<b>41</b>
<b>Figura 5.</b> Padrão de análise das plântulas. ....	<b>42</b>
<b>Figura 6.</b> Distribuição dos tipos morfofuncionais das espécies de plântulas estudadas. ....	<b>46</b>
<b>Figura 7.</b> Distribuição dos tipos de plântulas nas floras Neotropicais. ....	<b>47</b>
<b>Figura 8.</b> Relação hipotética entre morfologia funcional dos cotilédones e regeneração no hábitat de espécies arbóreas tropicais. ....	<b>48</b>
<b>Figura 9.</b> Forma de liberação dos protofilos observada nas plântulas estudadas. ....	<b>52</b>
<b>Figura 10.</b> Três grupos morfofuncionais de diferenciação protofilo e metafilo. ....	<b>54</b>
<b>Figura 11.</b> Fotos de <i>Aeghiphila lhotskiana</i> . ....	<b>57</b>
<b>Figura 12.</b> Prancha de <i>Aeghiphila lhotskiana</i> . ....	<b>58</b>
<b>Figura 13.</b> Fotos de <i>Aspidosperma tomentosum</i> . ....	<b>59</b>
<b>Figura 14.</b> Prancha de <i>Aspidosperma tomentosum</i> . ....	<b>60</b>
<b>Figura 15.</b> Fotos de <i>Caryocar brasiliense</i> . ....	<b>61</b>
<b>Figura 16.</b> Prancha de <i>Caryocar brasiliense</i> . ....	<b>62</b>
<b>Figura 17.</b> Forma de liberação dos protofilos observada nas plântulas de <i>Caryocar brasiliense</i> . ....	<b>63</b>
<b>Figura 18.</b> Fotos de <i>Copaifera langsdorffii</i> . ....	<b>64</b>
<b>Figura 19.</b> Prancha de <i>Copaifera langsdorffii</i> . ....	<b>65</b>
<b>Figura 20.</b> Fotos de <i>Dalbergia miscolobium</i> . ....	<b>66</b>
<b>Figura 21.</b> Prancha de <i>Dalbergia miscolobium</i> . ....	<b>67</b>
<b>Figura 22.</b> Fotos de <i>Enterolobium gummiferum</i> . ....	<b>68</b>
<b>Figura 23.</b> Prancha de <i>Enterolobium gummiferum</i> . ....	<b>69</b>
<b>Figura 24.</b> Fotos de <i>Eriotheca pubescens</i> . ....	<b>70</b>
<b>Figura 25.</b> Prancha de <i>Eriotheca pubescens</i> . ....	<b>71</b>
<b>Figura 26.</b> Fotos de <i>Hymenaea stigonocarpa</i> . ....	<b>72</b>
<b>Figura 27.</b> Prancha de <i>Hymenaea stigonocarpa</i> . ....	<b>73</b>

<b>Figura 28.</b> Fotos de <i>Lafoensia pacari</i> . .....	<b>74</b>
<b>Figura 29.</b> Prancha de <i>Lafoensia pacari</i> . .....	<b>75</b>
<b>Figura 30.</b> Fotos de <i>Magonia pubescens</i> . .....	<b>76</b>
<b>Figura 31.</b> Prancha de <i>Magonia pubescens</i> . .....	<b>77</b>
<b>Figura 32.</b> Fotos de <i>Pseudobombax longiflorum</i> . .....	<b>78</b>
<b>Figura 33.</b> Prancha de <i>Pseudobombax longiflorum</i> . .....	<b>79</b>
<b>Figura 34.</b> Fotos de <i>Sterculia striata</i> . .....	<b>80</b>
<b>Figura 35.</b> Prancha de <i>Sterculia striata</i> . .....	<b>81</b>
<b>Figura 36.</b> Fotos de <i>Stryphnodendron adstringens</i> . .....	<b>82</b>
<b>Figura 37.</b> Prancha de <i>Stryphnodendron adstringens</i> . .....	<b>83</b>
<b>Figura 38.</b> Fotos de <i>Tabebuia aurea</i> . .....	<b>84</b>
<b>Figura 39.</b> Prancha de <i>Tabebuia aurea</i> . .....	<b>85</b>

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Quatroze espécies lenhosas nativas do Cerrado sentido restrito estudadas. ....	<b>38</b>
<b>Tabela 2.</b> Espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito, classificadas de acordo com os cinco tipos morfofuncionais. ....	<b>45</b>
<b>Tabela 3.</b> Heterofilia em espécies lenhosas do Cerrado sentido restrito.....	<b>55</b>
<b>Tabela 4.</b> Tipos morfofuncionais encontrados entre as espécies de Fabaceae. ....	<b>55</b>
<b>Tabela 5.</b> Tipos morfofuncionais de plântulas das 14 espécies estudadas adotando a heterofilia como quarto caractere.....	<b>56</b>

## RESUMO

### **Morfologia de plântulas de quatorze espécies Lenhosas do Cerrado sentido restrito.**

A fase de plântula é momento após a germinação crítico para o estabelecimento das espécies vegetais em seus ambientes naturais e/ou em viveiros. Deve-se, portanto, conhecer as estratégias adotadas pelas espécies para seu estabelecimento. A compreensão e diferenciação das plântulas em determinada região podem levar ao melhor conhecimento dos mecanismos de manutenção desta vegetação, contribuindo nos trabalhos de inventário, conservação e recuperação. Atualmente, as plântulas são classificadas com base principalmente na exposição, posição e textura dos cotilédones durante seu crescimento inicial. No presente trabalho foram coletadas sementes de cinco matrizes para 14 espécies do Cerrado sentido restrito, entre outubro de 2006 e novembro de 2007. Após aplicação de tratamentos adequados para a germinação das sementes para cada espécie, 20 sementes foram semeadas a 1 cm de profundidade em sacos de polietileno para a formação das plântulas. O substrato utilizado foi o Latossolo vermelho com esterco curtido de gado na proporção 1:3. (analisado quimicamente pela Escola de Agronomia-UFG). Os saquinhos foram colocados a pleno sol e irrigados diariamente as 06:00 e as 16:00 hs, com cerca de  $\pm$  20 ml de água por saquinho. Para tal irrigação utilizou-se pulverizadores e temporizador. Após a emergência, as plântulas foram classificadas em fanerocotiledonares (cotilédones expostos) ou criptocotiledonares (cotilédones mantidos no tegumento); com cotilédones epígeos (cotilédones elevados acima da superfície do solo) ou hipógeos (cotilédones mantidos abaixo ou sobre a superfície); cotilédones foliáceos (finos e fotossintéticos) ou de reserva (carnosos armazenadores). De acordo com esta classificação *Aspidosperma tomentosum* Mart., *Lafoensia pacari* A.St.-Hil., *Pseudobombax longiflorum* (Mart. & Zucc.) A. Robyns e *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore apresentam plântulas fanero-epígeas-foliáceas (FEF), *Aeghiphila lhotskiana* Cham, *Caryocar brasiliense* Cambess. e *Sterculia striata* A.St.-Hil. & Naudin. são cripto-hipógeo-de reserva (CHR); *Copaifera langsdorffi* Desf., *Dalbergia miscolobium* Benth., *Enterolobium gummiferum* (Mart.) J. F. Macbr., *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville são fanero-epígeas-de reserva (FER), enquanto que *Eriotheca pubescens* (Mart. & Zucc.) Schott & Endl. e *Magonia pubescens* A.St.-Hil. são fanero-hipógeas-de reserva (FHR). Dos cinco grupos morfofuncionais possíveis apenas o criptocotiledonar-epígeo-de reserva não foi encontrado. Assim como em outras floras tropicais, as plântulas do Cerrado sentido restrito em geral apresentam seus cotilédones expostos do tipo FER e FEF. Os resultados obtidos demonstram as diferentes estratégias adotadas pelas espécies para se estabelecerem em ambiente tão heterogêneo como o do Cerrado sentido restrito, que anualmente passa por longo período muito seco e outro período úmido. As espécies com cotilédones carnosos retidos na sementes e/ou frutos como *C. brasiliense* dispersam suas sementes na estação chuvosa, de forma a maximizar a sobrevivência de suas plântulas no período seco. Já espécies com cotilédones foliáceos em geral dispersam suas sementes na estação seca, germinando e se estabelecendo na estação chuvosa. Esta característica é fortalecida com a formação de frutos ou sementes aladas, leves e de fácil dispersão pelo vento. A diferenciação morfológica entre protofilos e metafilos foi observada entre as espécies estudadas. Três formas relacionadas com a heterofilia foram encontradas: plântulas **Tipo-I**: protofilos e metafilos de igual morfologia; **Tipo II**: protofilo inicial diferente dos metafilos; **Tipo-III**: protofilos iniciais só modificam a forma em nós posteriores, caracterizando a formação dos metafilos.

**Palavras-chaves:** morfologia de plântulas; protofilos, metafilos, espécies arbóreas do Cerrado.

## ABSTRACT

### Seedling morphology of fourteen cerrado woody species

The seedling stage is an important moment between germination and establishment of a plant species in natural environments and/or in nursery. The better comprehension of this stage may improve knowledge about species and community fitness as well as an important tool for vegetation inventory and conservation issues. Currently seedlings are mainly classified according to their cotyledons exposure, position and textures during this early stage of growth. This work was designed to assess 14 cerrado woody species seedlings. Five matrix of each species were marked in field to collect seeds or fruits from October (2006) to November (2007). After adequate pregermination treatments 20 seeds of each species were sowed in plastic bags filled with a substrat including a mix, 3:1, red latossoil and tanned cattle manure. This mix was analysed on its physical and chemical properties. The plastic bags were placed under open sun and received two daily irrigations, 6:00 a.m and 4:00 p.m, giving c.a  $\pm$  20 ml water per bag. After germination seedlings were classified as phanerocotylar when showing cotyledons or cryptocotylar, cotyledons hidden inside seed coat; epigeal, cotyledons placed above soil surface, or hypogeal, cotyledons under or over soil surface; as well as foliaceous, thin and photosynthetic cotyledons, or reservoir, fleshy keeps cotyledons. According to this classification, *Aspidosperma tomentosum* Mart., *Lafoensia pacari* A. St.-Hil., *Pseudobombax longiflorum* (Mart. & Zucc.) A. Robyns and *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore were classified as phanerocotylar-epigeal-foliaceous, PEF-seedlings; *Aeghiphila lhotskiana* Cham, *Caryocar brasiliense* Cambess. and *Sterculia striata* A.St.-Hil. & Naudin. were cryptocotylar-hypogeal-reserve, CHR; *Copaifera langsdorffii* Desf., *Dalbergia miscolobium* Benth., *Enterolobium gummiferum* (Mart.) J. F. Macbr., *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne and *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville were phanerocotylar-epigeal-reserve, PER, and finally, *Eriotheca pubescens* (Mart. & Zucc.) Schott & Endl. and *Magonia pubescens* A. St.-Hil. were phanerocotylar-hypogeal-reserve, PHR-seedlings. Out of five morpho-functional seedlings group, only cryptocotyledon-epigeous-reservoir, CER was not found, just like in other paleotropical and neotropical floras. Results here obtained showed species distinct strategies in order to establishment in a region under seasonal climate and heterogeneous soil environment. CHR species as *C. brasiliense* disperses seeds during the rainy season, in order to assure seedlings surviving in the next dry season. On the other hand, PEF species disperses seeds during the dry season, which would germinate and establish during the rainy season. This behaviour is strengthened by the occurrence of winged fruits or seeds. Heterophylly was determined for 6 (43%) out of the 14 species and divided in three categories: Type I: protophyll and metaphyll showing equal morphology Type II: earlier protophyll distinct form later metaphyll; Type III: earlier protophyll change much later in metaphyll.

**Keywords:** Seedlings morphology, protophyll, metaphyll, cerrado woody species.

## 1 – INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de espécies de Magnoliophyta (angiospermas) a partir da semente envolve tanto aspectos vegetativos como reprodutivos. O tempo entre a germinação e o estabelecimento da nova planta é extremamente crítico para seu desenvolvimento. Assim o termo plântula é adotado para a primeira fase vegetativa da vida vegetal após a germinação, estágio importante na compreensão da dinâmica de populações vegetais, na silvicultura, no armazenamento de sementes, em trabalhos de viveiro e na preservação e regeneração de florestas (Souza, 2003).

A fase de plântula é um período particularmente sensível no ciclo de vida da planta (Ferreira, 2004), sendo muito vulnerável a perturbações provocadas por fatores edáficos, climáticos, competição intra e interespecífica e pelo homem (Ng, 1978; Vogel, 1980; Miquel, 1987). Fase esta que apresenta grande importância para estudos de dinâmica da vegetação além de fornecer parâmetros para caracterizar os estágios de sucessão ecológica. Juntamente com a morfologia das sementes, a morfologia de plântulas pode revelar aspectos sobre a história ecológica e evolutiva dos mais variados grupos de plantas, além de fornecer várias características para sua identificação (Duke, 1965; 1969; Amo-Rodrigues 1979; Ng, 1978; Ibarra-Marínquez *et al.*, 2001).

Durante a fase de plântula, o vegetal exige pleno abastecimento de nutrientes e bons níveis de hidratação necessários para suprir a demanda de energia que será utilizada no metabolismo. É, portanto, fase decisiva para a sobrevivência e o estabelecimento dos indivíduos e para a distribuição espacial das populações, uma vez que dada espécie somente será capaz de ocupar de maneira permanente um hábitat se houver a superação desta fase no seu ciclo de vida (Larcher, 2000).

Existem dificuldades em definir o ponto final do estágio de plântula. Assim cada autor define seus próprios critérios sobre as fases e características conforme suas necessidades (Ricardi *et al.*, 1987). Souza (2003) sugere que esta fase compreende o momento da germinação até a completa expansão do primeiro(s) eofilo(s) após o nó cotiledonar, o que caracteriza o auge e fase final da plântula. A fase posterior é chamada de tirodendro (*tiro* = principiante), na qual se caracteriza pela formação do segundo nó que libera novos eofilos (**protofilos**) ou nomofilos (**metafilos**) até o momento da primeira floração.

Melo *et al.* (2004) apresenta definição mais fisiológica do termo plântula, donde o indivíduo será plântula enquanto depender da reserva da semente, enquanto sua biomassa for oriunda das reservas da semente e/ou enquanto apresentar alguma

estrutura funcional desenvolvida a partir das reservas da semente. Também indica a tendência entre os autores em reconhecer como plântula indivíduos jovens com até 50 cm de altura. Oliveira (1993) define plântula como o estágio após a germinação do embrião contido em uma semente, formada por estruturas essenciais e típicas de cada espécie. O fato é que geralmente toda plântula de espécies lenhosas promove a protrusão da raiz primária dos envoltórios do fruto e/ou testa da semente, formando posteriormente raiz primária, ou principal, colo ou coleto, hipocótilo, epicótilo e protofilos, ou as primeiras folhas (Burger Hzn, 1972; Vogel, 1980; Ricardi *et al.*, 1987; Souza, 2003; Melo *et al.*, 2004).

Garwood (1996) separa o desenvolvimento de espécies lenhosas tropicais em cinco fases: semente, alongamento da plântula; utilização das reservas existentes; indivíduo juvenil; e indivíduo adulto. Todas estas fases são extremamente importantes para compreensão do recrutamento e estabelecimento de novos indivíduos tanto em formações florestais paleotropicalis ou neotropicais. Padrões de germinação e comportamento inicial de plântulas fornecem boa percepção de como ocorrem as estratégias de regeneração e estabelecimento em florestas tropicais úmidas (Ng, 1975).

Os mais diversos trabalhos sobre morfologia de plântulas vêm sendo realizados deste o século XVII (Ye, 1983). Estes objetivam tanto ampliar o conhecimento de determinada espécie ou grupo taxonômicos, como o conhecimento e identificação de plântulas de certa região com enfoques ecológicos (Oliveira, 1993; Turner, 2001). Já a utilização destes estudos para a avaliação de similaridade morfológica entre diferentes táxons ainda não tem sido aplicada intensivamente na sistemática botânica, mesmo sabendo-se da importância destas informações no estabelecimento de sinônimo de gêneros e na própria mudança de táxons (Oliveira, 1993).

## 2 – JUSTIFICATIVA

A caracterização morfológica das plântulas ou dos estágios juvenis das espécies ocorrentes em determinada região pode sugerir os fatores reguladores da manutenção e dinâmica ecológica, além de auxiliar em estudos ecológicos e silviculturais. Especialmente em regiões tropicais possuidoras de grande heterogeneidade na composição florística. Estes parâmetros atuam como índices para determinar em qual estado sucessional se encontra dada vegetação. Informações sobre os grupos morfofuncionais de plântulas do Cerrado sentido restrito e da morfologia dos protofilos comparada aos dos metafilos são escassas. Há necessidade de se conhecer melhor o estabelecimento das plântulas e os fatores ambientais que atuam diretamente neste processo.

Os resultados podem ser de grande importância para subsidiar trabalhos florísticos, fitossociológicos de regeneração natural e da reprodução das espécies arbóreas nativas, contribuindo para um melhor entendimento do recrutamento de plântulas em áreas savânicas. A elaboração de ficha morfológica de plântulas, juntamente com chave de identificação e registros ilustrativos, pode auxiliar em estudos que visem o estabelecimento de plântulas em áreas naturais ou desmatadas do Cerrado.

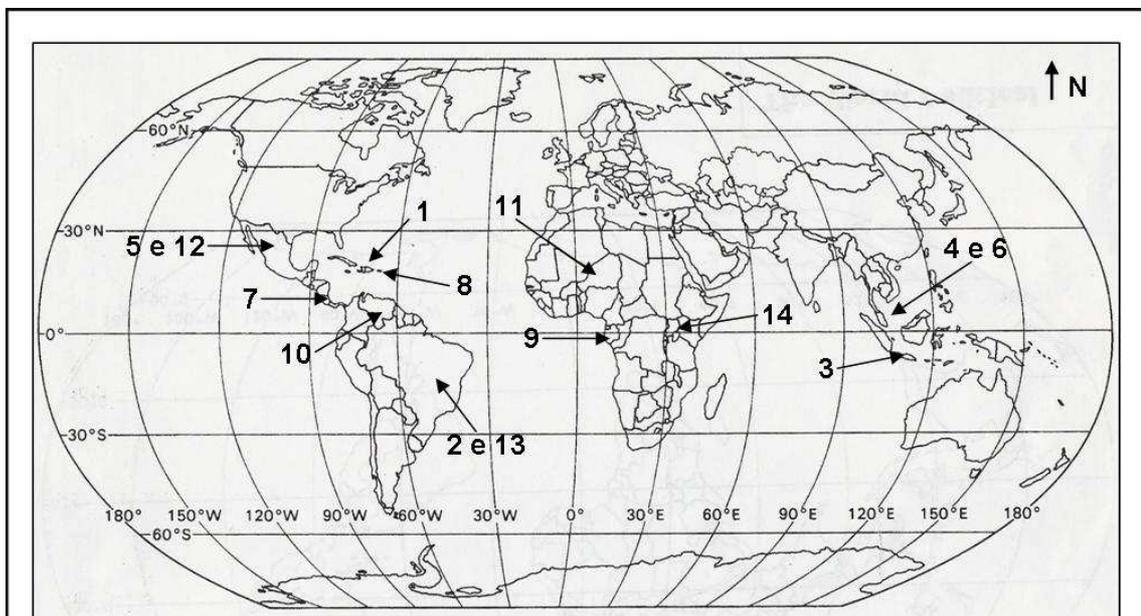
### 3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Duke (1965) não foi o primeiro autor a discutir a morfologia e importância ecológica das plântulas, mas sem dúvida nenhuma seu artigo sobre espécies lenhosas neotropicais revolucionou e impulsionou toda a literatura científica posterior nesta área. O trabalho consta de 198 espécies de diversas famílias em oito áreas florestais de Porto Rico (Figura 1) incluindo os manguezais. O autor incluiu as plântulas em dois grandes grupos observando a exposição dos cotilédones. O termo **criptocotiledonar** (*crypto* = escondido) foi adotado para o grupo de plântulas que após a germinação, apresentavam seus cotilédones cobertos ou protegidos pela testa da semente e/ou pericarpo do fruto. O segundo grupo de plântulas foi caracterizado como **fanerocotiledonar** (*phanero* = evidente), plântulas que após a germinação apresentavam os cotilédones expostos por escaparem da testa da semente e/ou pericarpo do fruto.

Após as análises, Duke (1965) elaborou uma chave de identificação morfológica de plântulas para cada uma das oito localidades estudadas. As chaves apresentam pranchas ilustrativas das 182 espécies, baseadas no tipo de plântula cripto- ou fanerocotiledonar e na filotaxia do protofilo (eofilo). O termo eofilo foi utilizado para a primeira folha e metafilo para a folha madura que, às vezes, apresentavam-se com forma diferenciada das folhas juvenis (heterofilia). A presença de catafilos em plântulas foi demonstrada principalmente no grupo criptocotiledonar. O autor ressalta que a maioria das plântulas de espécies arbóreas de florestas tropicais desenvolve seus cotilédones acima do solo. Este carácter, porém, devem ser observado com maior cuidado, pois, geralmente permanecem escondidos entre gravetos e folhas caídas.

No mesmo ano Rizzini (1965) analisou a germinação, o crescimento e a morfologia de 44 espécies pertencentes ao bioma Cerrado (Figura 1). Seu estudo investigou o significado ecológico da diversidade morfológica de espécies lenhosas neste bioma. Espécies que utilizam adaptações morfológicas e comportamentais no controle de danos pela passagem do fogo. O autor adotou a altura do cotilédone em relação ao solo como importante fator morfológico caracterizando plântulas com germinação e cotilédones **epígeos** ou epigéias e plântulas com germinação e cotilédones **hipógeos** ou hipogéias. A germinação epigéia é o tipo mais comum entre as espécies arbóreas do Cerrado, superando amplamente a germinação hipogéia. Atenção especial foi dada ao sistema radicular para elucidar padrões de crescimento radicular e formação de tubérculos em órgãos sob o solo. Além disso, indicou a importante relação entre o potencial hídrico do solo e o longo período de seca no estabelecimento e morfologia de plântulas do Cerrado, quando nenhuma plântula com até dois anos conseguiu

comprimento de raiz principal maior que 1 metro. Rizzini (1965) discutiu também a importância do fogo na germinação e no estabelecimento de plântulas no bioma Cerrado. Para ele, o fogo é agente destrutivo de sementes e plântulas juntamente com as larvas dos insetos.



(2008)-<http://portal.chaminade-stl.com/Portals/92/Politica%20World%20Map.jpg>

- 1 – Duke, 1965; 1969 (Puerto Rico) - 198 *sp.*
- 2 – Rizzini, 1965 (Brazil) - 44 *sp.*
- 3 – Burger Hzn, 1972 (Java - Indonesia) - 188 *sp.*
- 4 – Ng, 1978 (Kepong - Malaysia) - 210 *sp.*
- 5 – del Amo, 1979 (Veracruz - Mexico) - 58 *sp.*
- 6 – de Vogel, 1980 (Malaysia) - 150 *sp.*
- 7 – Garwood, 1983; 1996 (Panama) - 185 *sp.*
- 8 – Rosteau, 1983 (Guadeloupe) - 100 *sp.*
- 9 – Miquel, 1987 (Gabon) - 210 *sp.*
- 10 – Ricardi *et al.*, 1987 (Venezuela) - 113 *sp.*
- 11 – Okali & Onyeachusim, 1991 (Nigeria) - 113 *sp.*
- 12 – Ibarra-Marínquez *et al.*, 2001 (Veracruz - Mexico) - 210 *sp.*
- 13 – Ressel *et al.*, 2004 (Brazil) - 122 *sp.*
- 14 – Zanne *et al.*, 2005 (Uganda) - 70 *sp.*

**Figura 1.** Mapa de localização geográfica das áreas de estudo das quatorze principais referências bibliográficas sobre morfologia e recrutamento de plântulas de espécies de Magnoliophyta (angiospermas).

Para suportar altas temperaturas e o “stress” hídrico provocados pelo fogo e pela estação seca no Cerrado, as plântulas em geral, apresentam paredes celulares no sistema radicular ou raiz, e aéreo ou broto, muito lignificadas e suberizadas. As raízes com pontas ricas em pectina e alta capacidade de retenção de água são também comuns entre as espécies. Muitas só atingem o estabelecimento e crescimento se produzirem órgãos armazenadores de água como tubérculos. (Rizzini, 1965).

Espécies florestais em Java, Indonésia, foram descritas por Burger Hzn (1972). Suas análises verificam dois estágios muito importantes no estabelecimento de novos indivíduos. A fase da plântula juvenil; e fase posterior, quando as folhas são semelhantes às folhas adultas. Em seu livro além das chaves morfológicas e ilustrações de plântulas, há o glossário de termos importantes para o estudo das plântulas, além da discussão sobre as partes constituintes da plântula como: sistema radicular; cotilédones; caule (haste); folhas; e apêndices (estípulas, pêlos e glândulas).

Os critérios morfológicos de plântulas utilizada por Burger Hzn (1972) estão baseados na posição dos cotilédones em relação ao solo. A diferenciação foi feita com base nos cotilédones epígeos e hipógeos, foliáceos e carnosos, além de epicótilo e hipocótilo epígeo ou hipógeo. Destacam-se também algumas diferenças importantes entre as raízes e a composição da lâmina foliar que pode variar de simples a várias formas compostas. Embora não tenha classificado as plântulas em grupos específicos suas descrições são repletas de detalhes do desenvolvimento de plântulas.

Ng (1978) trabalhou com 210 espécies lenhosas da floresta de Kepong na Malásia, a qual apresenta riqueza aproximada de 2.500 espécies arbóreas. Seus estudos baseados em plântulas emergidas em viveiro analisaram o índice de germinação a morfologia inicial e o tamanho das plântulas com o propósito de elaboração de manual de identificação de plântulas para região. Dois importantes aspectos ou parâmetros devem ser ressaltados neste trabalho: a classificação proposta para diferentes espécies em relação ao tempo de germinação e os tipos morfológicos de plântulas propostos.

Para Ng (1978) as espécies arbóreas da Malásia podem apresentar sementes com germinação rápida ou sementes de germinação prolongada. Mesmo sendo parâmetro um tanto artificial e controverso na definição, para as espécies da Malásia esta classificação se encaixou muito bem, gerando três grupos de sementes: espécies com sementes que germinam totalmente em até 12 semanas após a semeadura (germinação rápida); sementes que iniciam a germinação antes de 12 semanas terminando com mais de 12 semanas (germinação intermediária); e sementes que só iniciam a germinação após 12 semanas (germinação prolongada). Sementes que apresentam germinação intermediária

e prolongada não necessariamente são possuidoras de dormência. Quando realmente apresentam dormência está pode se apresentar em diferentes níveis dentro da comunidade e principalmente entre as sementes de uma mesma árvore (dormência diferencial).

A classificação morfológica proposta por Ng (1978) descreve dois termos contrastantes, germinação epigéia e hipogéia, nos quais retratam a posição dos cotilédones no eixo da plântula totalmente estabilizado. Assim foram determinados quatro tipos morfológicos de plântulas baseados na forma da germinação:

- Plântulas epígeas: germinação epigéia, na qual o hipocótilo bem desenvolvido eleva acima do solo os cotilédones expostos. Este tipo representa 64% das espécies estudadas e em geral são espécies de sementes pequenas.
- Plântulas hipógeas: germinação hipogéia, na qual o hipocótilo não desenvolvido não eleva os cotilédones acima do solo. Estes cotilédones podem estar envoltos pelo tegumento da semente e/ou pericarpo dos frutos. Este tipo de morfologia representa 18% das espécies estudadas, além de ser o tipo mais comum entre espécies com sementes acima dos 4 cm de comprimento.
- Plântulas semi-hipógeas: germinação semi-hipógea, donde as plântulas apresentam hipocótilo não desenvolvido, porém os cotilédones ficam expostos ao nível do solo.
- Plântulas *durian*: a condição *durian* ocorre em plântulas com germinação epigéia, com hipocótilo desenvolvido, porém com os cotilédones escondidos (não expostos) pelo tegumento da semente e/ou pericarpo do fruto. Este tipo de morfologia geralmente ocorre em plântulas dos gêneros *Durio*, *Rhizophora* e *Dipterocarpus*. Entre as 210 espécies estudadas por Ng (1978), 8% foram incluídas nesta classe. Em regiões não tropicais este tipo de plântula não foi registrado

Amo (1979) descreveu cuidadosamente a fase de plântula e o estágio juvenil de 58 espécies lenhosas em floresta alta perenifólia em Veracruz (México). A chave de identificação de plântulas como abertura dicotômica a exposição dos cotilédones (cripto- ou fanerocotiledonares), seguida pelo tipo de germinação (hipogéia ou epigéia) e detalhes de filotaxia e nervação dos eofilos (protofilos). Especial atenção foi dada à comparação morfológica de eofilos e metafilos. A autora indica a necessidade da investigação detalhada sobre estes parâmetros nas descrições de plântulas e estágios juvenis. Para ela não se deve usar apenas caracteres morfológicos de cotilédones, mas

sim associar estes caracteres aos das folhas jovens, que em campo constituem característica conspícuas e de fácil observação.

Vogel (1980) trabalhou com plântulas de 150 espécies de dicotiledôneas na região da Malásia (Figura 1). Utilizou classificação ontogênica dos órgãos armazenadores: endosperma, perisperma, cotilédones ou hipocótilo. Classificou as plântulas em 16 tipos analisando a morfologia da semente, fase de repouso no desenvolvimento, filotaxia dos cotilédones e das primeiras folhas, denominando-as: *Macaranga*; *Sloanea*; *Sterculia*; *Ternstroemia*; *Cyclamen*; *Heliciopsis*; *Horsfieldia*; *Blumeodendron*; *Rhizophora*; *Coscinium*; *Endertia*; *Cynometra*; *Barringtonia*; *Garcinia*; *Hodgsonia*; e *Orobanche*. Reconheceu alguns tipos, como a *Macaranga*, como provavelmente mais primitivo.

Apesar da classificação proposta não ser utilizada entre os estudiosos devido a complexidade das análises e termos, seu livro é de extrema importância no estudo da morfologia e ecologia de plântulas por retratar cuidadosamente termo morfológicos empregados em pesquisas. Composto de belas ilustrações coloridas e de chaves morfológicas para os tipos classificados. O livro analisa de maneira inovadora a ecologia das variações morfológicas das plântulas e demonstra como estes caracteres podem apoiar trabalhos taxonômicos.

Garwood (1983) determina três tipos básicos de plântulas através do estudo de 220 espécies da ilha do Barro Colorado no Panamá. A autora analisou plântulas secas assumindo que cotilédones finos, verdes e semelhantes às primeiras folhas são primariamente órgãos fotossintetizantes. Cotilédones mais espessos, carnosos de várias colorações foram reconhecidos como órgãos com função inicial de armazenamento e de absorção de endosperma.

O **Tipo A** assume plântulas com cotilédones foliáceos, epígeos e fanerocotiledonares. Sendo que neste grupo, poucas espécies apresentam dormência, presumivelmente para utilizar os recursos do endosperma. As plântulas com cotilédones de reserva foram divididas em dois tipos: **Tipo B** com cotilédones de reserva, epígeos e fanerocotiledonares e o **Tipo C** com cotilédones de reserva, hipógeos, cripto. ou fanerocotiledonares. Para Garwood (1983), o Tipo C engloba a classificação semi-hipógea e o tipo *Durian* propostos por Ng (1978). Indica também que o Tipo B perde seus cotilédones rapidamente enquanto que no Tipo C, os cotilédones persistem por longo tempo, até mesmo com as 1<sup>as</sup> folhas já totalmente expandidas. O tempo de emergência entre os tipos não é uniforme, donde plântulas Tipo A emergem muito mais cedo que os Tipos B e C.

Garwood (1983) indicou o pico de germinação em campo nos dois primeiros meses da estação chuvosa, podendo ter duração de até oito meses. Dentre 185 espécies utilizadas, a maioria lenhosa, 7% emergem nos primeiros três meses, a dormência alcançou os 370 dias e mais da metade destas estenderam a germinação por 4 semanas, embora, o atraso na germinação seja fator comum em sementes de espécies lenhosas.

Garwood (1996) classificou as plântulas em cinco grupos morfofuncionais baseados nos caracteres cotiledonares (cripto ou fanerocotiledonares; epigéios ou hipogéios; foliáceos ou de reserva/absorção), que quando associados estabelecem oito grupos funcionais dos quais somente cinco são reconhecidos e mencionados a seguir:

- **FEF** – plântulas fanerocotiledonares, epigéias foliáceas;
- **FER** – plântulas fanerocotiledonares, epigéias de reserva ou absorção;
- **FHR** – plântulas fanerocotiledonares, hipogéias de reserva ou absorção;
- **CHR** – plântulas criptocotiledonares, hipogéias de reserva ou absorção;
- **CER** – plântulas criptocotiledonares, epigéias de reserva ou absorção.

Os outros três tipos morfofuncionais ainda não foram relatados e acredita-se que provavelmente não serão encontrados (Ng, 1978; Garwood, 1983 e Miquel, 1987):

- **FHF** – plântulas fanerocotiledonares, hipogéias foliáceas;
- **CHF** – plântulas criptocotiledonares, hipogéias foliáceas;
- **CEF** – plântulas criptocotiledonares, epigéias foliáceas.

Segundo Garwood (1996) associações dos tipos morfofuncionais de plântulas podem gerar informações ecologicamente importantes. Os tipos CER e FHR ocorrem em todas as florestas estudadas, porém não são mais representativos. Analisando os trabalhos de oito floras diferentes (Porto Rico, Venezuela, Guadalupe, Panamá, Indonésia, Malásia, Nigéria e Gabão) a autora demonstrou que o tipo CHR não difere em frequência (ocorrência) com os tipos CER e FHR. O tipo CER é o menos frequente, porém ocorre em vários táxons. O tipo CER ocorre em 20 % das espécies lenhosas no Gabão, porém, contribui com somente 5 % das diferentes espécies (Miquel, 1987).

O conhecimento da distribuição filogenética dos diferentes tipos de plântulas, associada aos traços de suas sementes é essencial para direcionar questões evolucionárias e/ou biogeográficas (Garwood, 1996). Os maiores questionamentos atuais são a época nas quais diferentes morfologias de plântulas foram desenvolvidas?

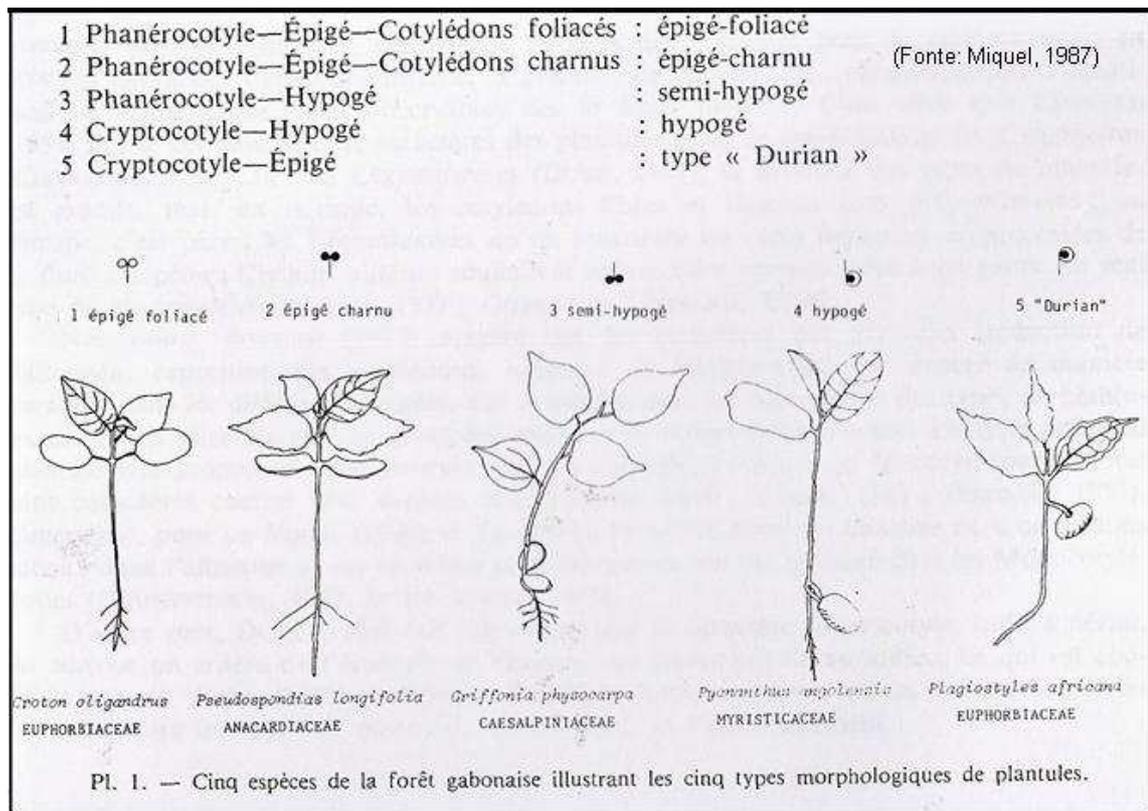
Estas são recentes ou basais? Têm contribuído ou falhado no processo de manutenção ecológica? Famílias endêmicas apresentam morfologias diferentes de famílias antigas pantropicais como Annonaceae?

Para Garwood (1996) um dos principais problemas nas análises de plântulas são os diferentes padrões adotados pelos autores, como no sistema adotados por Vogel (1980) e/ou Ye (1983). Atualmente a atenção tem sido direcionada aos caracteres dos cotilédones, principalmente sobre a função de fotossíntese e reserva. Porém outras partes das plântulas como raízes e folhas e ainda análises como balanço hídrico e recrutamento são muito úteis na classificação, mas esquecidas nos trabalhos. Estas apresentam grande valor de diferenciação morfológica e ecológica.

A alta diversidade morfofuncional entre plântulas de espécies lenhosas de florestas tropicais contribui significativamente com a diversidade de espécies encontrada nessas florestas. Isto porque estas características morfológicas contribuem para os requerimentos exigidos no estabelecimento destas plântulas. Os cinco tipos de plântulas adotadas por Garwood (1996) podem não representar completamente todos os grupos realmente existentes, mesmo usando caracteres morfológicos relacionados a fotossíntese e reserva de nutrientes.

Miquel (1987) coletou dados morfológicos de 210 espécies de plântulas lenhosas da região de Makokou no Gabão, região equatorial de floresta úmida. A classificação proposta por ela condiciona cinco tipos morfofuncionais baseados em três caracteres básicos: exposição dos cotilédones (cripto- ou fanerocotiledonar); alongamento do hipocótilo (epígeo ou hipógeo); e natureza dos cotilédones (foliáceos ou carnosos). Porém as denominações para os grupos morfofuncionais não apresentam os caracteres propostos por Ducke (1965), assim têm-se plântulas epígeas foliáceas, epígeas carnosas, semi-hipógeas, hipógeas e o tipo *Durian* (Figura 2).

O grupo morfofuncional mais comum encontrado por Miquel (1987) foi cotilédones epígeos e foliáceos, em 39% das espécies (Figura 2), e o menos freqüente com apenas 5% foi o tipo 5 – *Durian* (criptocotiledonar, epígeo de reserva). Mesmo muito raro, o tipo *Durian* ocorre em todas as florestas tropicais e no Gabão apresenta alta freqüência de espécies de plântulas. O tipo 2 e 4 têm freqüência de 22% e o tipo 3 com apenas 9% das espécies estudadas, o que indica que florestas úmidas em diferentes continentes apresentam composição diferente de tipos morfofuncionais.



**Figura 2.** Grupos morfofuncionais propostos por Miquel (1987) para 210 espécies florestais da região de Makokou, Gabão baseadas na natureza dos cotilédones e alongamento do hipocótilo.

Hladik & Miquel (1990) indicam que a alta umidade durante e após a germinação é somente um dos fatores que afetam a morfologia e os estágios iniciais das plântulas em florestas tropicais. Variação em outros fatores como temperatura, luminosidade e níveis de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em uma estrutura heterogênea podem ser os principais responsáveis pelas diferenças morfofuncionais de plântulas. As autoras também comparam estes cinco tipos de plântulas entre 172 espécies com o tamanho da semente e a estratégia de dispersão de sementes e/ou frutos. Assim demonstram que sementes pequenas com 0,5 a 2 cm de comprimento geralmente ocorrem em espécies pioneiras com cotilédones foliáceos. Porém, estas sementes também foram registradas para todos os outros tipos de plântulas inclusive o Durian.

Sementes maiores, encontradas exclusivamente para espécies de árvores, produzem diferentes tipos de plântulas. Nestas a zoocoria é o principal mecanismo e macacos os principais dispersores.

Ricardi *et al.* (1987) utilizou 113 de 65 famílias de árvores da Selva “Nublada”, no estado de Mérida, Venezuela. Cada espécie foi definida por uma seqüência de nove dígitos numéricos que funcionam como chave de identificação que estabelece afinidades e diferenças na morfologia das plântulas. Além de utilizar as três

características básicas dos cotilédones (exposição, posição e textura). Os autores definiram protofilo como primeiro par de folhas e nomofilos como as folhas adultas. Atenção especial foi dada à composição e filotaxia dos protofilos, opostos ou alternos; simples ou compostos; estipulados ou não.

Okali & Onyeachusim (1991) trabalharam com 113 espécies da Reserva Florestal em Omo, Nigéria, localidade reconhecida em 1977 como Reserva da Biosfera. Os autores observaram os processos de regeneração, os padrões de germinação de sementes de árvores, caracteres das plântulas e a dinâmica de mudanças na flora do estrato herbáceo da floresta. Utilizando a classificação adaptada de Ng (1978), os autores demonstraram que a germinação epígea ocorre em 78% das espécies e a hipógea com 11%. A germinação semi-hipógea aparece com 7% e o tipo *Durian*, com 4% das espécies.

A comparação entre os caracteres morfológicos das plântulas e a categoria sucessional das espécies indicou que 51% das espécies epígeas são pioneiras. Entre as plântulas hipógeas e semi-hipógeas, somente 14,6% são pioneiras. Comparando os tipos de cotilédones, foliáceos ou carnosos, foi demonstrado que 58 espécies apresentaram cotilédones carnosos e 39 espécies cotilédones foliáceos. Outra grande contribuição deste trabalho foi a atenção dada às comparações entre características foliares juvenis e adultas, caráter de grande valor para identificação de plântulas. Chaves de identificação de plântulas podem ser construídas utilizando a associação entre a morfologia das primeiras folhas com as características de germinação. Vinte e uma espécies apresentaram padrões foliares de forma e filotaxia diferentes das folhas adultas. Trinta e quatro modificaram apenas a filotaxia, enquanto dez diferiram apenas na forma da folha.

Utilizando 210 espécies entre árvores e lianas na Estação Biológica Tropical dos Tuxtles, México, e adotando a classificação morfofuncional proposta por Garwood (1996), Ibarra-Marínquez *et al.* (2001) demonstrou o tipo FEF como o mais comum com 49,5% das espécies, seguido pelos grupos CHR (31,4%), FER (9,5%), FHR (1,2%) e CER (2,4%). Os autores associam os grupos morfofuncionais com as categorias de espécies pioneiras, persistente e lianas, tamanho de sementes, e o modo de dispersão das sementes de cada espécie. As plântulas FEF foram novamente bem representadas por sementes pequenas com pouca reserva nutritiva. Dentre as FEF, 98% foram pioneiras de rápido crescimento. Espécies tardias ou clímax apresentam os cinco tipos de plântulas, porém FEF e CHR foram os mais comuns com 43 e 37% das espécies respectivamente.

Como já havia sido demonstrado por Garwood (1996) e Ibarra-Marínquez *et al.* (2001) os autores confirmam que plântulas CHR são amplamente dispersas por animais. A comparação de oito áreas florestais tanto em regiões Paleotropicais e Neotropicais mostra o tipo FEF como o mais comum e o tipo CER o menos freqüente. A freqüência relativa destes cinco tipos difere entre estas oito comunidades tropicais comparadas, particularmente entre localidades Neotropicais e Paleotropicais.

Ressel *et al.* (2004) utilizaram 122 espécies arbóreas pertencentes a três formações florestais contíguas na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG): mata de galeria, mata mesófila semidecídua e cerrado. As plântulas foram classificadas em cinco tipos morfofuncionais adaptadas de Ducke (1965; 1969), Ng (1978), Vogel (1980), Rousteau (1983), Miquel (1987) e Garwood, (1996):

- fanero-epígeo-foliácea (FEF)
- fanero-epígeo-armazenadora (FER)
- fânero-hipógeo-armazenadora (FHR)
- cripto-hipógeo-armazenadora (CHR)
- cripto-epígeo-armazenadora (CER)

Os tipos FEF e CHR foram os mais comuns com 51 e 23% das espécies respectivamente, seguido por FEF (17%) e FHR (8%). Somente plântulas de *Virola sebifera* (Myristicaceae) apresentam o tipo CER. Dentre as espécies pioneiras 75% apresentaram plântulas do tipo FEF. Plântulas FHR foram anotadas para 3% das espécies. Para as espécies clímax (tardia), os resultados se inverteram com predomínio de plântulas CHR (54%) e as FHR novamente foram as menos representadas, com apenas 9% das espécies neste grupo.

O peso da semente foi outro parâmetro utilizado no estudo para a comparação entre tipos morfofuncionais. Três classes de peso para sementes foram adotadas: peso > 1,5 gr.; 0,1 < peso > 1,4 gr; peso < 0,1 gr. Plântulas FEF foram mais freqüentes no grupo das sementes leves, caracterizado por espécies pioneiras que investem grande quantidade de sementes de pouca biomassa. Sementes maiores e mais pesadas geram, na maioria das vezes, plântulas CHR para espécies típicas de sucessão ecológica tardia (clímax) com grande investimento na biomassa de poucas sementes. A anemocoria foi o modo de dispersão mais comum representada por percentuais similares entre os tipos FEF, FER e FHR. Plântulas CHR (96%) apresentaram dispersão por animais (Ressel et al. 2004).

### 3.1 – Diásporos

Segundo Aqüila (2004) o uso errôneo da nomenclatura em pesquisas que envolvem frutos e sementes é muito comum e merecem atenção especial para que não ocorram equívocos tanto na compreensão como na reutilização dos termos aplicados. A autora revisou todas as dificuldades conceituais encontradas devido as diferentes áreas experimentais, morfológica, fisiológica, ecológica e tecnológica e propõe a utilização do termo diásporo para as unidades dispersoras que abrigam o embrião de espécies vegetais, com função básica da garantia da sobrevivência e disseminação da espécie. Conforme a classificação, a semente, assim como o fruto que engloba a semente podem ser diásporos.

Os frutos são provenientes do ovário da flor com ou sem outras partes como gineceu, receptáculo, sépala, pétalas, estames e pedúnculo, ou mesmo partes de uma inflorescência. O fruto maduro é dividido em semente e pericarpo (*peri* = ao redor; *carpo* = fruto) que constitui a parede do fruto. O pericarpo é subdividido em epicarpo, mesocarpo e endocarpo de fora para dentro respectivamente (Souza, 2003).

A semente se origina de óvulos ou rudimento seminal da flor e é composta de tegumentos (testa e tégmen), endosperma e embrião. Quando madura pode apresentar cicatrizes como micrópila, hilo, hafe, além de estruturas como arilo, caranúcula, alas e diferentes tipos de coloração, tamanho, forma e textura (Souza, 2003). O endosperma e perisperma tecnicamente não fazem parte de plântulas, porém sua ausência ou presença pode afetar a função de partes da plântula.

Nas sementes exalbuminosas (desprovidas de endosperma), os cotilédones em geral não têm função de reserva, são sim fotossintetizantes e epígeos. Já em sementes albuminosas (com endosperma), a função principal dos cotilédones é a reserva, absorção de nutrientes provenientes da planta mãe, podendo apresentar germinação epígea ou hipógea. A parede do fruto (pericarpo) e a testa da semente não são partes constituintes de plântulas, porém estes podem persistir junto aos cotilédones, e se tornar característica muito importante para a classificação das plântulas (Ye, 1983).

O tamanho da semente auxilia nos estudos de morfologia de plântulas. Ng (1978) indica que sementes pequenas na sua maioria formam plântulas fanerocotiledonares e epígeas. Na sua amostra na Malásia 100% das espécies com sementes menores que 3 mm se enquadram nesta categoria. Enquanto que com o aumento do tamanho das sementes para maiores que 40 mm os grupos funcionais de plântulas FEF e FER se tornam mais raros, presentes em apenas 5% das espécies avaliadas. Miquel (1987) e Hladik & Miquel (1990) no Gabão indicaram que espécies

com sementes maiores que 20 mm de comprimento compuseram apenas 19% das espécies fanerocotiledonares e epígeas. Já plântulas criptocotiledonares e de reserva geralmente apresentam sementes maiores (Ng, 1978; Garwood, 1996; Turner, 2001)

### 3.2 – Raiz

Após a absorção de água pela semente a raiz primária emerge através da ruptura do tegumento seminal (Souza, 2003). Assim o sistema radicular de plântulas inicia com a raiz primária, muda ao longo do tempo, de acordo com as condições de crescimento (Burger Hzn, 1972). O desenvolvimento inicial da raiz primária de espécies arbóreas gera a raiz principal não ramificada, da qual, mais tarde, surgem raízes laterais, sua origem é determinada pelo coleto. Na germinação, a raiz primária perfura a parede do fruto e/ou a testa da semente através do alongamento do hipocótilo e projeta-se para fora, para possibilitar o estabelecimento de plântulas, que é diretamente ligado ao crescimento em extensão da raiz. Em espécies de germinação hipógea o eixo abaixo dos cotilédones consiste quase que inteiramente de raiz primária, apresentando pequeno hipocótilo que se liga ao nó cotiledonar (Vogel, 1980).

O estabelecimento de plântulas é facilitado pelo desenvolvimento robusto da raiz principal. Porém, a espessura da raiz principal varia muito entre as espécies, fator influenciado por questões ambientais como a textura e fertilidade do solo (Vogel, 1980). Além da absorção de água e sustentação da planta, as raízes servem como órgão armazenador de nutrientes, fato facilmente exemplificado por espécies nativas do Cerrado como *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. (Clusiaceae) que apresentam xilopódios bem desenvolvidos (Rizzini, 1965).

A raiz primária geralmente forma a raiz principal, mas em algumas espécies esta pode ser substituída ou reduzir como em algumas espécies de Clusiaceae. Porém, a raiz primária pode alongar-se somente em estágios avançados da germinação. Espécies com sementes pequenas são geralmente adaptadas à germinação epígea, e correm risco maior de dessecação. Espécies com sementes grandes se adaptam melhor por apresentarem sistema radicular mais robusto (Vogel, 1980).

Em plântulas de espécies lenhosas, as raízes laterais são formadas somente quando a principal já apresenta certo desenvolvimento. O número de raízes laterais é variável e seu surgimento pode ser precoce ou tardio. Nódulos radiculares utilizados para fixação de nitrogênio não são frequentes, ocorrem em pequenos grupos de famílias botânicas, como Fabaceae-Papilionoideae, quando ocorre infestação das raízes por

bactérias do tipo *Rhizobium* (Vogel, 1980). Burger Hzn (1972) relata a ocorrência de nódulos em plântulas mais velhas de *Podocarpus imbricatus* (Podocarpaceae).

A coloração das raízes pode variar muito com a idade. Nos ápices, entretanto, ocorrem as maiores variações de coloração como relatado por Burger Hzn (1972), em plântulas de três espécies de *Artocarpus* (Moraceae) que apresentavam raízes alaranjadas com pontas amareladas ou brancacentes. O comprimento das raízes também pode ser caractere diagnóstico, porém as observações são muito difíceis, especialmente para as raízes laterais. Isto porque a retirada do solo pode comprometer todo o eixo radicular. Assim o enraizamento em solo fofo fértil pode ser boa técnica para estudos de sistema radicular em plântulas (Burger Hzn, 1972).

### **3.3 – Colo**

O colo é a junção entre a raiz e o hipocótilo da plântula, podendo ser estrutura vistosa ou indistinta. Por vezes é também chamado erroneamente de nó, uma vez que não produz folhas, e, portanto não é homólogo ao nó caulinar. Em plântulas hipógeas e epígeas, o aglomerado de raízes laterais pequenas pode ocorrer no colo, auxiliando na retirada do pericarpo do fruto ou a testa da semente quando presas a estes (Vogel, 1980).

### **3.4 – Hipocótilo**

O hipocótilo é equivalente ao entrenó e está situado entre o colo e o nó dos cotilédones (Vogel, 1980). O hipocótilo pode ser hipógeo, epígeo ou semi-hipógeo tendo a espessura como característica constante na fase inicial (Burger Hzn, 1972). Em espécies de germinação epígea, o hipocótilo pode ser visualizado deste o embrião, e, posteriormente torna-se mais alongado. Neste caso este força a raiz primária para fora da semente. Já em espécies de germinação hipógea, o hipocótilo é bem reduzido e dificilmente se alonga. Neste caso, o hipocótilo e o colo são indistintos, por vezes até mesmo a porção inicial da raiz se confunde com o hipocótilo (Jackson, 1974). Plântulas com grandes sementes normalmente têm germinação hipógea com hipocótilo curto e/ou carnoso e cotilédones carnosos (Ye, 1983).

Sua principal função é a exposição dos cotilédones por elevá-los acima do solo. Estes podem também funcionar como órgãos armazenadores, quando então são espessados e fusiformes. Os caracteres do hipocótilo são úteis na diferenciação de

plântulas com a mensuração de características do comprimento, diâmetro, coloração e ornamentação geral (Jackson, 1974; Vogel, 1980).

### 3.5 – Cotilédones

Os cotilédones presentes em muitas famílias de Magnoliopsida ocorrem em número de um, dois, três, quatro ou são ausentes (Vogel, 1980; Ye, 1983). Estes estão posicionados no topo do hipocótilo, inseridos no nó cotiledonar, geralmente opostos nas dicotiledôneas (Burger Hzn, 1972). Relatados como sinônimo de folhas da semente por Vogel (1980), os cotilédones são as folhas mais jovens de plântulas e podem se manifestar de três maneiras principais: armazenadores de nutrientes, haustoriais e fotossintéticos.

Segundo Vogel (1980) os cotilédones fotossintetizantes, diferentemente dos haustoriais e/ou armazenadores, têm aparência de folha, podem ter origem diferente dos outros tipos, e são relatados, em alguns casos, como homólogos às primeiras folhas. Para o autor, é melhor separar cotilédones haustoriais e armazenadores dos cotilédones fotossintetizantes que devem ser tratados como paracotilédones. Ainda são desconhecidas as diferenças ontogênicas entre cotilédones e paracotilédones. Porém a maioria das referências (Ng, 1978; Ricardi *et al.*, 1987; Miquel, 1987; Okali & Onyeachusim, 1991; Garwood, 1996), relatam os paracotilédones de Vogel (1980) simplesmente como cotilédones fotossintetizantes ou foliáceos.

A diferenciação entre cotilédones foliáceos fotossintetizantes e carnosos armazenadores pode ser tarefa difícil em decorrência da grande diversidade de formas presentes em cada categoria (Ye, 1983; Kitajima, 1992). Os cotilédones apresentam vários padrões de venação: alguns assemelham com os metafílos, porém isto é fato raro, enquanto outros podem ser lobados. Entre espécies tropicais os cotilédones podem se apresentar de várias formas e tamanhos. Estes podem estar acima, sobre ou sob o nível da superfície. Ainda podem estar cobertos pela testa da semente e/ou pericarpo do fruto (criptocotiledonares) ou totalmente expostos (fanerocotiledonares).

Segundo Kitajima (1992; 1996) cotilédones com potencial fotossintetizante podem se apresentar de três maneiras principais: finos após grande expansão, semelhante a folhas comuns (papiroáceos), achatados com textura coriácea e carnosa, com pouca expansão da lâmina cotiledonar, ou muito espessos, com textura carnosa sem muita expansão (globóides). O primeiro tipo foi considerado por Vogel (1980) equivalente às primeiras folhas de plântulas. Porém a segunda e terceira categorias

consideradas por Garwood (1983; 1996) e Miquel (1987) como cotilédones que não contribuem significativamente com fotossíntese para o desenvolvimento da plântula. Os cotilédones totalmente desenvolvidos podem ter morfologia diferenciada das folhas das plântulas, sendo os carnosos os que mais se diferenciam dos protofilos e metafilos (Vogel, 1980).

Kitajima (1992) indicou a necessidade de correlação quantitativa entre os traços morfológicos e caracteres fotossintéticos dos cotilédones. Para quantificar estes critérios ela utilizou a mensuração baseada na quantificação dos cotilédones fotossintetizantes e características morfológicas entre espécies lenhosas tropicais. A capacidade fotossintética pode ser mensurada na ausência da fotorespiração e limitações de difusão. Isto foi obtido pelo uso de elétrodo de oxigênio com alta concentração de gás carbono (CO<sub>2</sub>). Assim a variação morfológica dos cotilédones foi obtida pela espessura e massa seca por unidade de área. A frequência dos estômatos e o conteúdo de nitrogênio foram também mensurados para os cotilédones, isto porque em folhas verdadeiras, estes dois critérios são fundamentais para o mecanismo da fotossíntese (Kitajima, 1992; 1996).

Segundo Kitajima (1992) a relação entre forma e função dos cotilédones é diferente da relação encontrada para folhas adultas haja vista sua dupla função, armazenamento nutritivo e fotossíntese. Porém a relação entre armazenamento e fotossíntese de cotilédones, independentemente da espécie, varia muito no decorrer do tempo. Para a autora a espessura do cotilédone é prognóstico simples e útil da diferenciação fotossintética do tecido cotiledonar entre as espécies tropicais. Isto porque a medida que um cotilédone se espessa este apresenta percentual maior de tecido não-fotossintético.

Espécies com alto índice de crescimento, que regeneram em altas intensidades de luz, geralmente apresentam plântulas com cotilédones foliáceos. Já, espécies com cotilédones carnosos são geralmente adaptadas a localidades sombreadas, formando banco de plântulas que apresentam índice de sobrevivência mais alto (Garwood 1996). Cotilédones epígeos geralmente apresentam as lâminas opostas em ambos os lados do eixo. Já em cotilédones hipógeos têm suas lâminas surgidas nas laterais do eixo, raramente os cotilédones têm inserção alterna em diferentes níveis como relatado por Vogel (1980) para o gênero *Sauropus* (Euphorbiaceae).

### 3.6 – Epicótilo

O epicótilo é o primeiro entrenó do caule, está acima do hipocótilo e do nó cotiledonar. Logo após a germinação este pode estar ainda indiferenciado juntamente com os brotos foliares (plúmulas) (Vogel, 1980). Atua na exposição das folhas além da condução de água, sais minerais e assimilados da fotossíntese. O epicótilo pode ser diferente dos demais entrenós, porém geralmente estes são pequenos quando completamente desenvolvidos e podem ser estipulados ou não (Vogel, 1980).

O comprimento e a espessura do hipocótilo e epicótilo são características mais freqüentes e importantes que o comprimento dos entrenós. Em plântulas hipógeas o epicótilo pode ser extremamente desenvolvido (Burger Hzn, 1972).

### 3.7 – Protofilos e Metafilos

Os caracteres das folhas de plântulas são muito importantes para a identificação, classificação e elaboração de chaves morfológicas. A forma das folhas na fase inicial pode ser bem diferente das folhas adultas na mesma espécie, ou as plântulas podem apresentar folhas juvenis muito similares as folhas adultas (Duke, 1965; Vogel, 1980; Turner, 2001).

A forma da folha de plântulas está relacionada com a arquitetura do eixo principal. Este pode ser ortotrópico ou plageotrópico, onde as plântulas ortotrópicas apresentam suas folhas de forma tridimensional. Já as plântulas plagiotrópicas apresentam folhas em arranjo plano (Turner, 2001).

A morfologia das folhas de plântulas pode ser bem diferente da morfologia das folhas de indivíduos adultos na mesma espécie, fato conhecido como heterofilia. Como exemplo, *Scaphium macropodum* apresenta folhas juvenis lobadas e folhas adultas com lâminas simples. É pouco provável que uma pequena plântula suporte folhas de tamanho adulto, isto só ocorrerá com aumento da idade da plântula (Turner, 2001). Em estudos microscópicos ficou claro que folhas jovens das plântulas apresentam venação menos densa com poucas nervuras e ramificações.

As folhas em uma mesma plântula podem não apresentar a mesma morfologia, estas podem ser catafilos, ou simplesmente folhas bem desenvolvidas. Os catafilos são folhas reduzidas com aparência de escamas muito comuns em plântulas hipógeas. Além dos catafilos, as escamas, que protegem a plúmula no estágio juvenil, podem ser persistentes ou caducas e servir de caractere diagnóstico (Vogel, 1980).

Os protofilos são bem diferentes na forma e textura dos cotilédones, sejam estes foliáceos ou carnosos, embora possam ocorrer certa semelhança entre protofilos e cotilédones foliáceos (paracotilédones).

As folhas compostas em plântulas podem ser resultantes da seqüência gradual de passagem de folhas simples para compostas ou, simplesmente, originalmente compostas. Estas se diferenciam das folhas adultas por apresentarem menor quantidade de folíolos ou foliólulos, estes dois por sua vez, só aumentam em número como passar do tempo. O caso inverso pode ocorrer como exemplificado por Burger Hzn (1972) para *Dysoxylum densiflorum* (Meliaceae) onde as primeiras folhas são trifolioladas e tardiamente passam a ser simples e, podem ainda, se transformarem em trifolioladas novamente.

Segundo Vogel (1980) as folhas imparipinadas são progressões de folhas simples, que aumentam no tamanho gradualmente e passam a ser compostas. Já as folhas paripinadas não são progressões de folhas simples. Na verdade para o autor, estas folhas paripinadas já nascem compostas e não fazem parte do processo gradual de divisão da lâmina foliar. Para as folhas digitadas, ele acredita que estas também não procedem de folhas simples ou escamas.

### **3.8 – Bioma Cerrado**

O Bioma Cerrado é savana tropical úmida no contexto da classificação da vegetação mundial (Rizzini, 1965). O termo savana é conhecido mundialmente e foi empregado primeiramente para designar os “llanos arbolados” venezuelanos (IBGE, 1992).

De origem ainda controversa, várias hipóteses tentam explicar a formação deste complexo vegetacional. A hipótese mais aceita atualmente indica que flutuações climáticas e vegetacionais, juntamente com intercâmbio de regiões adjacentes, sejam responsáveis pela formação do bioma no período quaternário (Whitmore, 1993; Silva & Bates, 2002).

O Cerrado é o segundo maior bioma no Brasil (Ribeiro & Walter, 1998), apresentando originalmente área com vegetação nativa com cerca de 1,5 a 2,0 milhões de Km<sup>2</sup>. Compreende o Distrito Federal e áreas contínuas em Goiás e Tocantins, bem como áreas descontínuas na Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo. Manchas deste tipo de vegetação ocorrem ao norte, nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima e também

pequenas “ilhas” na região sul do país, no norte do estado do Paraná (Ribeiro & Walter, 1998; Coutinho, 2003).

Walter (2006) indicou 11.046 espécies de plantas vasculares que ocorrem neste bioma, dentre as quais, estima-se que 40% sejam endêmicas. Estes números caracterizam o bioma Cerrado como a Savana Tropical com a mais rica flora do mundo (Felfili *et al.*, 2001).

Conhecida mundialmente como a savana brasileira, o Cerrado inclui onze tipos fitofisionômicos que compõem uma rica paisagem campestre com Campo Limpo, Campo Sujo e Campo Rupestre; mesclada com paisagens florestais que incluem Mata de Galeria, Mata Ciliar, Cerradão e Mata Seca; além das paisagens savânicas incluindo o Cerrado sentido restrito, Parque de cerrado; Palmeiral e a Vereda (Ribeiro & Walter, 1998; Bustamante & Bitencourt, 2002).

O Cerrado apresenta grandes variações na composição florística e nas formas de crescimento, que são determinadas pela forte relação entre as espécies vegetais das comunidades ao clima fortemente estacional e as propriedades químicas e físicas do solo. Incluindo também disponibilidade de nutrientes e água, capacidade de drenagem, profundidade do lençol freático e ocorrência de incêndios (Silva Júnior *et al.*, 1996; Ribeiro & Walter, 1998; Haridasan, 2005; Henriques, 2005; Reatto & Martins, 2005).

Dentre as diferentes fitofisionomias, o Cerrado sentido restrito tem posição de destaque pois ocupava originalmente, cerca de 70% do bioma (Felfili & Silva Júnior, 2005). Fitofisionomia composta por estrato herbáceo predominado as gramíneas, estrato arbóreo arbustivo e outro arbustivo-herbáceo, donde as espécies lenhosas no terreno variam conforme os fatores ambientais, o que resulta em diferentes níveis de densidade de plantas, caracterizando as subdivisões: cerrado denso, cerrado típico e cerrado ralo (Ribeiro & Walter, 1998). Segundo Hoffmann (1999) o fogo nestas comunidades é importante fator na sobrevivência e morfologia das plântulas do Cerrado, donde períodos de cinco anos sem a ocorrência de fogo seriam necessários para que as espécies apresentassem recrutamento significativo.

As espécies vegetais nativas mais frequentes no Cerrado sentido restrito já vêm sendo estudadas ao longo das últimas décadas (Almeida *et al.*, 1998; Sano & Almeida, 1998; Silva *et al.*, 2001; Salomão *et al.*, 2003; Silva Júnior, 2005) gerando grande quantidade de informações, que vão desde a germinação das sementes, passando por dados fenológicos, até descrições morfológicas e taxonômicas, porém dados sobre as plântulas ainda são muito escassos, uma vez que há poucos trabalhos sobre descrições morfológicas de plântulas das suas principais espécies. No Brasil os trabalhos com

morfologia de plântulas de espécies lenhosas também são muito escassos e geralmente foram realizados para espécies ou gêneros individualmente (Oliveira 1993). Os trabalhos morfológicos de plântulas de espécies do bioma Cerrado indicados são Rizzini (1965), Ferreira (1997), Urquiza (2004) e Ressel et al. (2004), que, em conjunto, apresentam descrições de mais de 130 espécies.

Processos de regeneração, associado aos padrões de germinação, morfologia da plântula e mudanças ambientais no estrado herbáceo do Cerrado são de extrema importância para o maior conhecimento da comunidade biológica arbóreas.

## **4 – OBJETIVOS**

### **4.1 – Objetivo geral**

Descrever a morfologia de sementes e plântulas de quatorze espécies do Cerrado sentido restrito.

### **4.2 – Objetivos específicos**

- Descrição morfológica (macroscópica) das sementes;
- Descrição morfológica das plântulas para a classificação em grupos morfológicos;
- Elaboração de prancha ilustrativa, fotos e ilustração científica, com a morfologia da semente, plântula, cotilédone, protofilo de cada espécie estudada;
- Elaboração de chave de identificação para as plântulas estudadas;

## 5 – MATERIAL E MÉTODOS

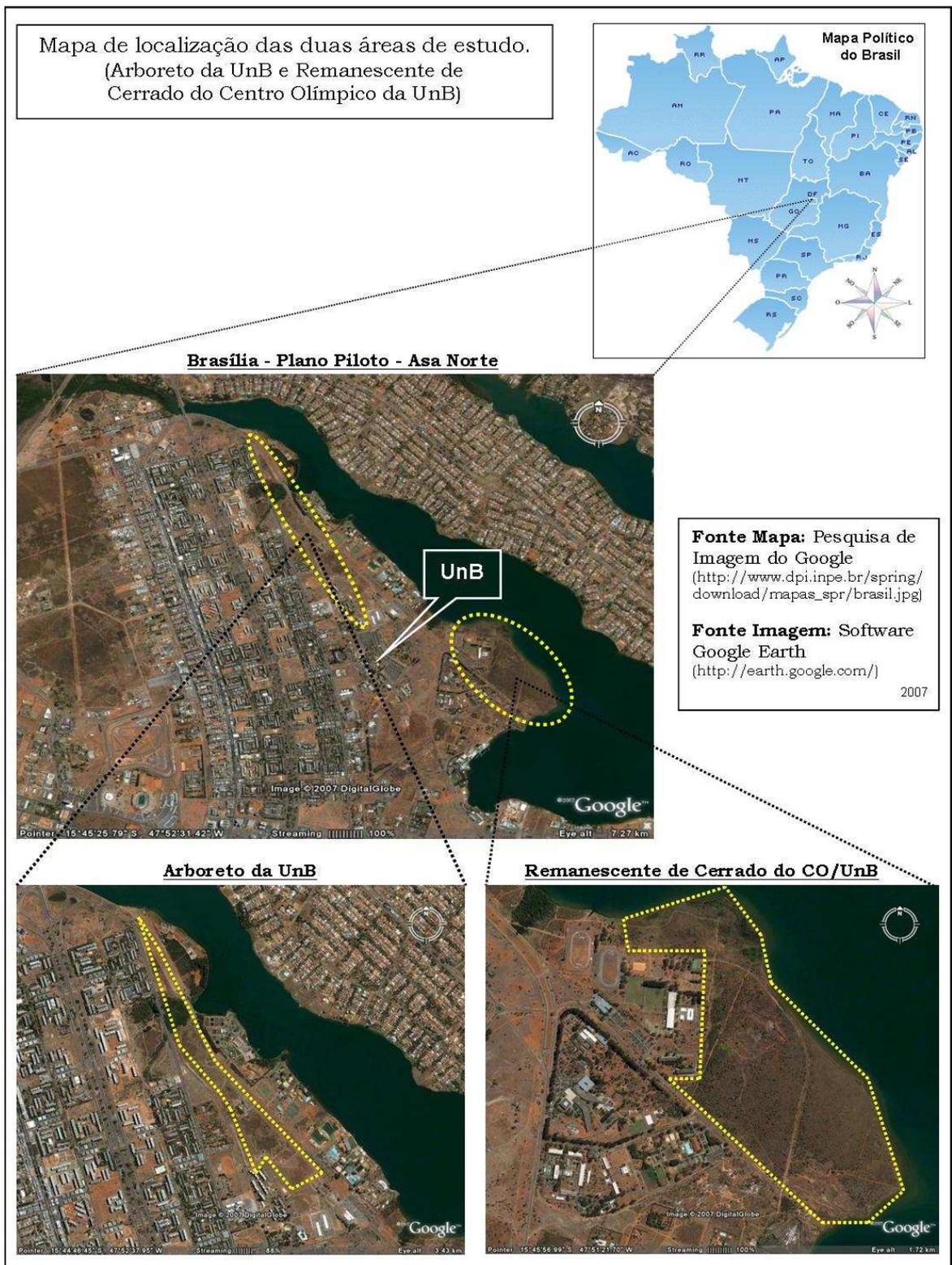
### 5.1 – Área de coleta e marcação das matrizes

A área utilizada para marcação das matrizes e coleta dos diásporos foi o Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília (UnB), localizado entre os paralelos S 15°43' / 15°47' e meridianos W 47°53' / 47°51'. O Campus com 386 ha., abriga grandes áreas verdes compostas de várias espécies vegetais nativas e exóticas (Kurihara *et al.*, 2005). Especificamente duas áreas de Cerrado sentido restrito foram utilizadas: os cerrados remanescentes no Arboreto da UnB e no Centro Olímpico da UnB (Figura 3).

O Arboreto da UnB (ARBO) foi criado em 1991 pelo Ato nº 090/91 objetivando a conservação e recuperação dos seus 43ha de Cerrado sentido restrito além de educação ambiental e científica. O remanescente de Cerrado do Centro Olímpico da UnB (CO) foi criado em 1989 pelo Decreto nº 12050 com aproximadamente 80 há, além do cerrado sentido restrito inclui pequena mata de galeria. A área faz parte da Área de Proteção Ambiental do (APA) do Lago Paranoá (Filho & Felfili, 2003).

Quatorze espécies lenhosas nativas do Cerrado sentido restrito foram selecionadas para o estudo (Tabela 1). Frequentes no Bioma, as espécies estão entre as nativas prioritárias em programas de coleta de sementes, produção de mudas e recuperação de áreas degradadas para o DF (Nunes *et.al.*, 2002; Corrêa, 2006).

Cinco matrizes de cada espécie foram localizadas em campo para a coleta dos diásporos. No campo as matrizes foram marcadas com fita plástica amarela e localizadas com o GPS Garmim 12 canais. O espaçamento mínimo de 10 metros foi adotado para marcação de cada indivíduo da mesma espécie. O material botânico, fértil ou não, foi depositado no Herbário da UnB (UB).



**Figura 3.** Localização do Arboreto (1) e Cerrado no centro Olímpico (2), áreas de coleta de sementes, no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal.

**Tabela 1.** Quatorze espécies lenhosas nativas do Cerrado sentido restrito estudadas. Classificação em ordem alfabética por família e espécie seguindo APG-II (2003).

	Família	Espécie
1.	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.
2.	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore
3.	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.
4.	Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.
5.	Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne
6.	Fabaceae - Faboideae	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.
7.	Fabaceae - Mimosoideae	<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F. Macbr.
8.	Fabaceae - Mimosoideae	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville
9.	Lamiaceae	<i>Aeghiphila lhotskiana</i> Cham
10.	Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.
11.	Malvaceae	<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.
12.	Malvaceae	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns
13.	Malvaceae	<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin
14.	Sapindaceae	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.

## 5.2 – Coleta, beneficiamento, descrição e semeadura dos diásporos

Os dados sobre épocas e formas de floração, frutificação e dispersão das espécies do Cerrado foram compilados de Almeida *et al.* (1998), Salomão *et al.* (2003) e Silva Júnior (2005), além de outras informações e observações pessoais. Entre outubro de 2006 e novembro de 2007 visitas mensais foram feitas para a coleta dos diásporos.

Foram coletados apenas frutos e/ou sementes considerados maduros. Sementes e diásporos coletados foram dispostos em sacos de papel e levados para o beneficiamento e análise morfológica das sementes no Laboratório Termobiologia. As coletas de cada matriz foram misturadas em laboratórios para a inclusão da maior heterogeneidade morfológica possível no lote conforme indicado por Silva *et al.* (1993), Salomão *et al.* (2003) e Villela & Peres (2004).

Para cada espécie vinte sementes foram selecionadas para a análise morfológica conforme ficha morfológica de análise de sementes e plântulas desenvolvidas para o projeto (Anexo 1). Posteriormente, as sementes foram fotografadas e ilustradas para elaboração das pranchas ilustrativas. Após este procedimento as sementes receberam tratamentos específicos indicados por Salomão *et al.* (2003), Silva Júnior (2005). Após os tratamentos específicos as vinte sementes de cada espécie foram semeadas em viveiro em sacos plásticos.

### **Tratamentos utilizados:**

**T1-** Escarificação mecânica (com lixa de parede - gramatura 40);

**T2-** Retirada das alas (com tesoura);

**T3-** Embebição em ácido giberélico, *ProGibb*<sup>®</sup> por 48 horas. A concentração de ácido giberélico utilizada no tratamento foi de 10 gramas de pó solúvel (um saquinho) para 2 litros de água. Isto resultou em 0,5g.L<sup>-1</sup> de água (maiores detalhes sobre os produtos, veja Anexo 2);

**T4-** Escarificação mecânica conforme **T1** com posterior embebição em ácido giberélico *ProGibb*<sup>®</sup> conforme **T3**;

**T5-** Semeadura sem aplicação de qualquer tratamento.

### **5.3 – Produção das plântulas em viveiro**

Os testes de germinação e produção de plântulas (Tabela 1) ocorreram entre outubro de 2006 e novembro de 2007 em viveiro. Para as espécies utilizadas informações sobre germinação, quebra de dormência e emergência de plântulas foram compiladas de vários artigos científicos, juntamente com os dados apresentados por Rizzini (1965), Silva *et al.* (2001), Salomão *et al.* (2003) e Silva Júnior (2005).

Os saquinhos para semente foram preenchidos com substrato composto de Latossolo vermelho (Reatto *et al.* 1998) misturados com esterco curtido de gado na proporção 3:1. O substrato formado apresentou pH neutro, com suficiente material orgânico para produção das mudas. O latossolo utilizado foi doado pelos responsáveis da obra de construção do Prédio do Centro de Seleção e de Promoção de Eventos Universidade de Brasília (CESPE/UnB), no Campus da UnB, similar ao solo presente no Arboreto e do Centro Olímpico (Anexo 3).

Vinte sementes de cada espécie foram semeadas em saquinhos separados de polietileno de 15 X 30 cm. As sementes foram cobertas com 1 cm de substrato o que possibilitou a análise da inserção dos cotilédones epígea ou hipógea, caractere utilizado na caracterização de plântula de acordo com Jackson (1974).

Os lotes de saquinhos por espécie foram registrados com o nome científico, data da semente, início da emergência, tratamento aplicado e a data de análise morfológica (Anexo 1). As observações foram realizadas a cada 24 horas. Os saquinhos foram mantidos em viveiros com luminosidade natural, sem sombrite, e irrigação artificial duas vezes ao dia (06 e 16 horas) por 5 minutos, totalizado 20 cm<sup>3</sup> diários. Quando da ocorrência de chuva a irrigação seguinte foi descartada.

O final do teste de germinação para cada espécie ocorreu quando 50% das plântulas semeadas se apresentavam emergidas ou se passaram 150 dias da semeadura.

Para a uniformização dos resultados as plântulas foram analisadas até a formação do quarto nó para as descrições, fotografias, ilustrações e montagem das figuras e pranchas.

#### **5.4 – Análise morfológica das plântulas**

O presente trabalho adotou o sistema de classificação dicotômico de plântulas proposto por Miquel (1987) e Hladik & Miquel (1990), revisado pela Garwood (1996). O sistema utiliza três características morfológicas dos cotilédones de grande importância ecológica: exposição, posição e textura (Figura 4). A combinação destes termos dicotômicos pode gerar oito tipos morfofuncionais de plântulas, porém somente cinco deles foram relatados tanto em regiões paleotropicalis como neotropicais. Os caracteres selecionados foram referenciados por letras maiúsculas: fanerocotiledonar (**F**); criptocotiledonar (**C**); epígeo (**E**) ou hipógeo (**H**); e foliáceo (**F**) ou de reserva (**R**). Assim os cinco tipos morfofuncionais adotados para a classificação de plântulas do Cerrado sentido restrito são representados por três letras maiúsculas, todos referenciados em português:

(**FEF**) – fanerocotiledonar - epígeo - foliáceo

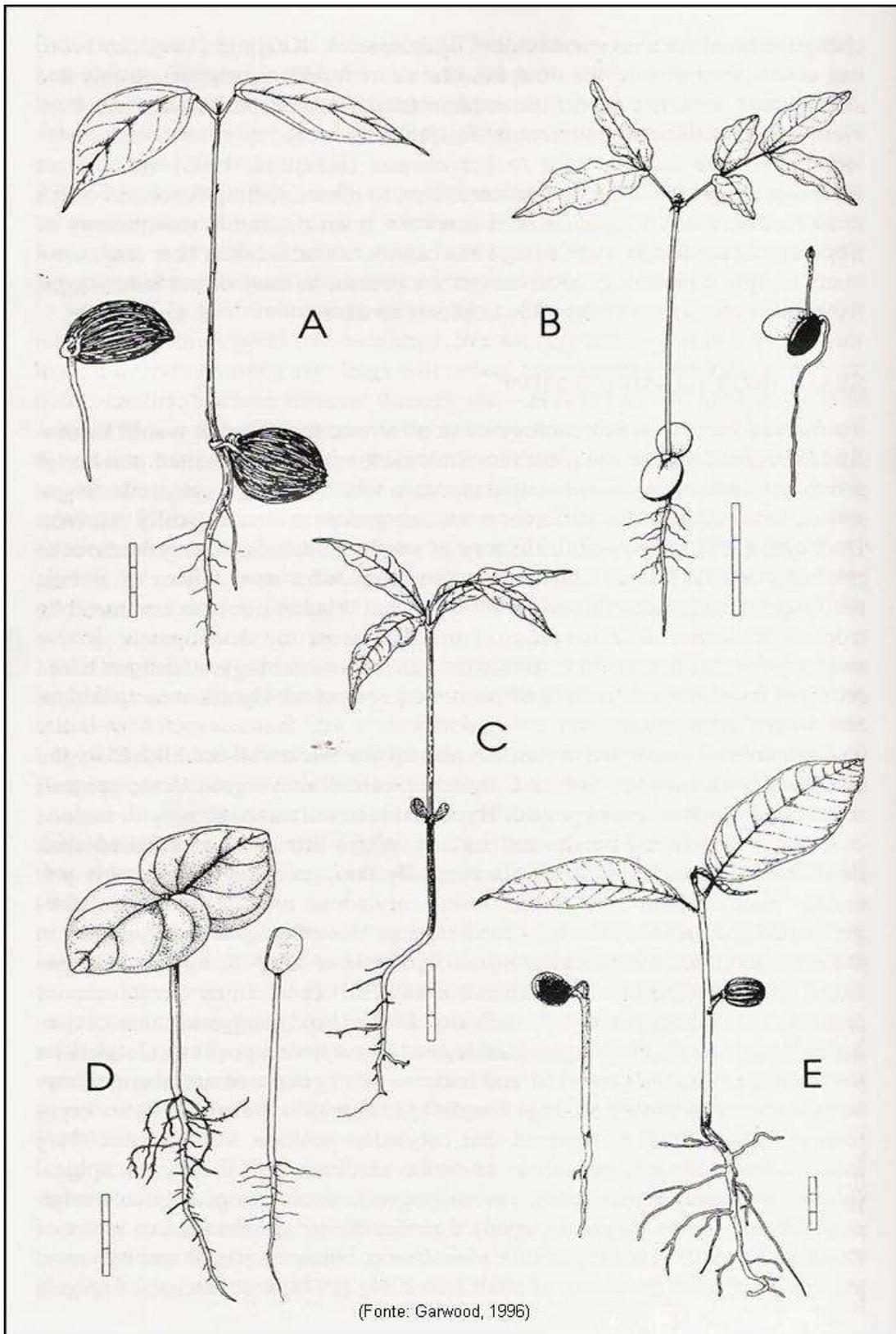
(**FER**) – fanerocotiledonar - epígeo - de reserva

(**FHR**) – fanerocotiledonar - hipógeo - de reserva

(**CER**) – criptocotiledonar - epígeo - de reserva

(**CHR**) – criptocotiledonar - hipógeo - de reserva

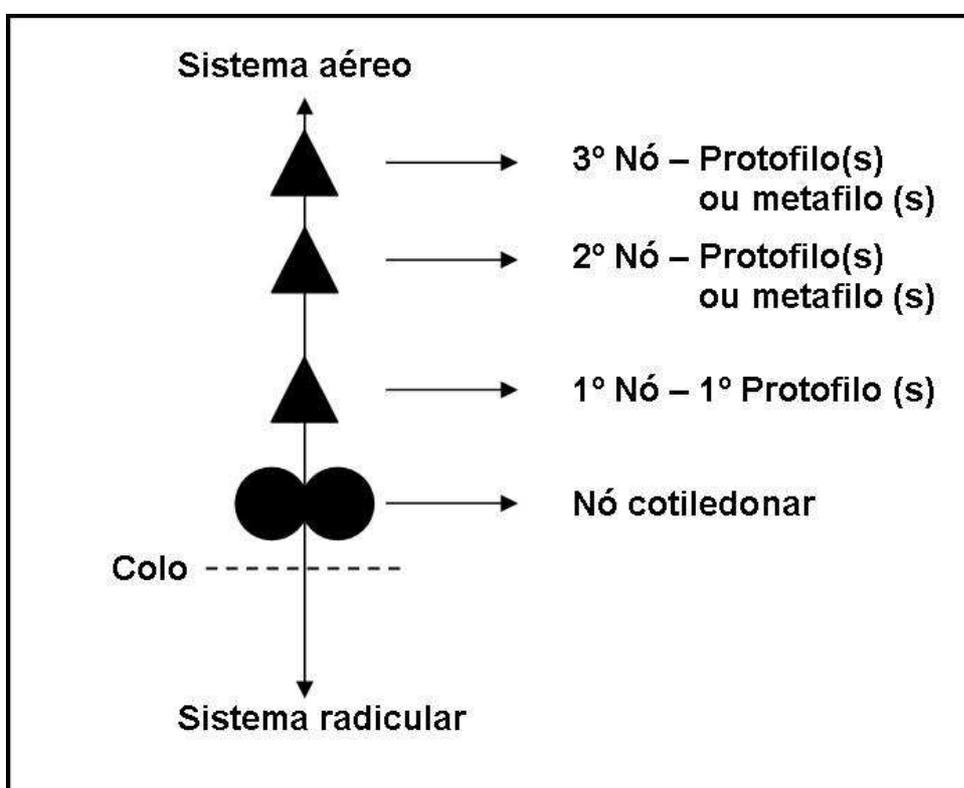
As plântulas mais desenvolvidas foram selecionadas para as análises morfológicas de cada espécie, por meio do preenchimento de fichas morfológicas (Anexo 1; itens 7 a 27). Para tal procedimento as plântulas tiveram seus sistemas radiculares expostos através da lavagem em água corrente a baixa pressão. Exsiccatas das plântulas foram montadas e depositadas no Herbário da UnB (UB) para registro (Anexo 4).



**Figura 4.** Tipos morfofuncionais de plântulas adotados. A. tipo CHR em *Quararibeia pterocalyx* Hemsl. (Malvaceae); B. tipo FHR em *Pithecellobium rufescens* (Benth.) Pitt. (Fabaceae); C. tipo FER em *Pouteria unilocularis* (Dom. Sm.) Baehni (Sapotaceae); D. tipo FEF em *Tocoyena pitteri* (Standl.) Standl. (Rubiaceae); E. tipo CER em *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae). (Fonte: Garwood, 1996 / traço barra 1cm).

A ficha de análises de sementes e plântulas (Anexo 1) foi testada e revisada em 2006 por alunos nas disciplinas Dispersão e Germinação de Sementes ministrada pela professora Rosana Martins na pós-graduação e por alunos na disciplina Dendrologia ministrada pelo professor Manoel Cláudio da Silva Júnior na graduação.

A morfologia das plântulas foi analisada desde a emergência de qualquer estrutura acima do solo até a emissão dos metafílos, ou até a formação das folhas do 4º nó conforme figura 5. Foi considerada plântula somente até a formação do segundo nó foliar, a partir do mesmo. Foi considerada plântula até a formação do segundo nó foliar, e, a partir deste foi considerada tirodendro. Os caracteres radiculares podem apresentar valores taxonômicos (Vogel, 1980), porém, para as raízes foram anotadas apenas a formação de tuberosidade.



**Figura 5.** Padrão de análise das plântulas.

No trabalho de caracterização morfológica das plântulas foi utilizada terminologias adaptadas de Burger Hzn (1972), Rizzini (1977), Ng (1978), Ricardi *et al.* (1987), Souza (2003). Os termos usado na ficha de descrição morfológica de sementes e plântulas são de Burger Hzn (1972), Rizzini (1977), del Amo (1979), Vogel (1980), Ricardi *et al.* (1987), Silva Júnior (2005) e Souza (2003).

- 1- Raiz primária → início da formação da raiz principal, ocasionado pelo alongamento e divisão celular a partir do meristema apical da raiz. Ocorrendo posteriormente a formação de pêlos absorventes e até mesmo pequenas raízes secundárias.
- 2- Colo → região de transição entre a raiz primária e o hipocótilo, onde não mais ocorrem pêlos absorventes.
- 3- Hipocótilo → é a região que eleva ou não os cotilédones; distingui-se da raiz pela sua maior espessura, terminando exatamente no nó dos cotilédones.
- 4- Cotilédones → folhas modificadas que se formam entre o hipocótilo e o epicótilo, podendo apresentar limbo e pecíolo, sendo fonte imediata de nutrientes para a plântula, seja pela realização de fotossíntese, foliáceo, ou pela quebra de reservas acumuladas em seus tecidos, carnosos ou de reserva.
- 5- Epicótilo → formado acima do nó dos cotilédones; é o “primeiro entrenó” (Vogel, 1980) posicionado entre o nó dos cotilédones e o nó do primeiro protófilo, pode apresentar várias dimensões, pilosidades e pigmentações.
- 6- Protófilo → as vezes denominado eófilo, é caracterizado como a(s) primeira(s) folha(s) na plântula dispostas após o nó dos cotilédones, podem ocorrer em número de uma ou duas por nó, em função da filotaxia.
- 7- Metafilo → as vezes denominado nomófilo, são todas as folhas que apresentam morfologia encontrada em indivíduos adultos.

Salienta-se que neste trabalho foram contempladas apenas espécies de Eudicotiledôneas, assim termos como raízes adventícias, protófilo com bainha e coleótilo não foram explorados (Souza 2003).

### **5.5 – Registro fotográfico e montagem das pranchas ilustrativas**

O registro fotográfico foi realizado com câmera digital de alta resolução (*Sony H-5 - 7.2 mega pixels*) com o material disposto em plano de fundo azul claro com malha quadriculada em 1x1 cm, para a fácil percepção das dimensões analisadas.

O material fresco retirado do viveiro foi usado para a ilustração botânica das plântulas. A ilustração foi realizada a mão livre, a olho nu ou com auxílio de lupa de mão e microscópio estereoscópio binocular. O papel utilizado foi policarbonato (A-4) com tinta nanquim em escala de 1:1 e, quando necessário, ampliada ou reduzida 1 ou 2 vezes para melhor visualização das estruturas. Posteriormente, as ilustrações foram

escaneadas em Scanner *Hp 3245* utilizando o *Software Hp Image Zone* de alta resolução (300 dpi). Todas as pranchas e fotografias, no *formato JPEG (Joint Pictures Expert Group)*, foram editadas e transformadas em imagens únicas por espécie utilizando o *Software PowerPoint*.

Para cada espécie formou-se uma referência composta de nome científico, família, nome popular, época de floração e frutificação, caracterização dos grupos morfofuncionais e comparação entre protofilo e metafilo identificando-se as variações juntamente com a características morfológicas das sementes, plântulas, protofilos e metafilos, juntamente com o registro fotográfico, prancha ilustrativa e com a compilação dos dados apresentados por Almeida *et al.* (1998) e Silva Júnior (2005) para as espécies estudadas.

#### **5.6 – Elaboração da chave de identificação para as plântulas**

Chaves dendrológicas auxiliam na identificação do material vivo no campo, tendo como bases características morfológicas simples e de fácil visualização (Pinheiro & Almeida, 2000). Assim, fichas de caracterização morfológica preenchidas com dados de 10 plântulas de cada espécie foram utilizadas para elaboração de chave de identificação com a finalidade de discriminar as diferentes espécies vegetais estudadas de acordo com a caracterização dos grupos funcionais de suas plântulas.

A chave de identificação foi elaborada de forma dicotômica, utilizando apenas características morfológicas das plântulas, uma vez que as sementes nem sempre estão disponíveis ao mesmo tempo em campo. A chave de identificação foi elaborada utilizando primeiramente os caracteres cotiledonares, exposição, posição e textura. Protofilo simples ou composto juntamente com a filotaxia do protofilo e a morfologia geral do limbo foliar do protofilo também foram incluídos para auxiliar a identificação.

## 6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

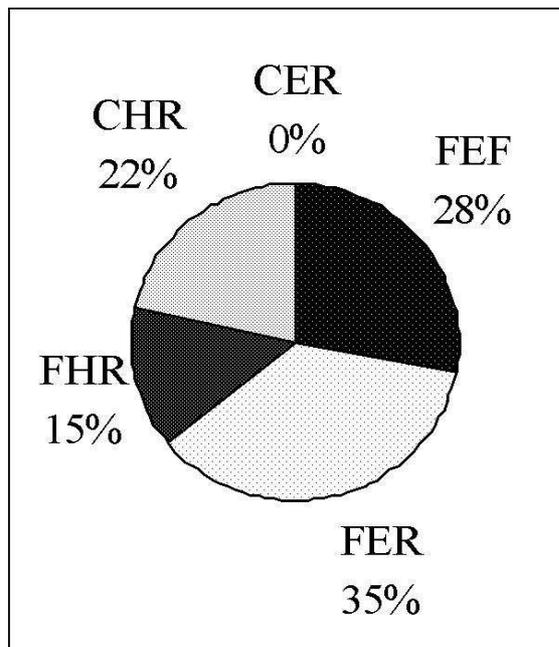
### 6.1 – Distribuição e ecologia dos tipos morfofuncionais

Os tipos morfofuncionais encontrados para as 14 espécies estudadas do Cerrado sentido restrito estão apresentadas na Tabela 2. As descrições morfológicas encontram-se em 6.3. A classificação utilizada apresentou-se satisfatória, porém com algumas peculiaridades observadas, como exemplo *Magonia pubescens* que apresentou condição semi-hipógea e semi-criptocotiledonar.

A análise da distribuição das espécies nos tipos morfofuncionais (Figura 6), mostrou 5 espécies (35%) na categoria (FER) fanerocotiledonar, epígea de reserva; 4 espécies (28%) na (FEF) fanerocotiledonar epígea foliácea; 3 (22%) na (CHR) criptocotiledonar hipógea de reserva; 2 (15%) na (FHR) fanerocotiledonar hipógea de reserva. A categoria (CER) criptocotiledonar epígea de reserva não foi encontrado entre as espécies estudadas, porém, esta já foi relatada por Ressel et al. (2004) para *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae).

**Tabela 2.** Espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito classificadas de acordo com os cinco tipos morfofuncionais.

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Classificação</b>
<i>Aeghiphila lhotskiana</i>	Lamiaceae	CHR
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	Apocynaceae	FEF
<i>Caryocar brasiliense</i>	Caryocaraceae	CHR
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Fabaceae – Caesalpinioideae	FER
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Fabaceae – Faboideae	FER
<i>Enterolobium gummiferum</i>	Fabaceae – Mimosoideae	FER
<i>Eriotheca pubescens</i>	Malvaceae	FHR
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Fabaceae – Caesalpinioideae	FER
<i>Lafoensia pacari</i>	Lythraceae	FEF
<i>Magonia pubescens</i>	Sapindaceae	FHR
<i>Pseudobombax longiflorum</i>	Malvaceae	FEF
<i>Sterculia striata</i>	Malvaceae	CHR
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Fabaceae – Mimosoideae	FER
<i>Tabebuia aurea</i>	Bignoniaceae	FEF



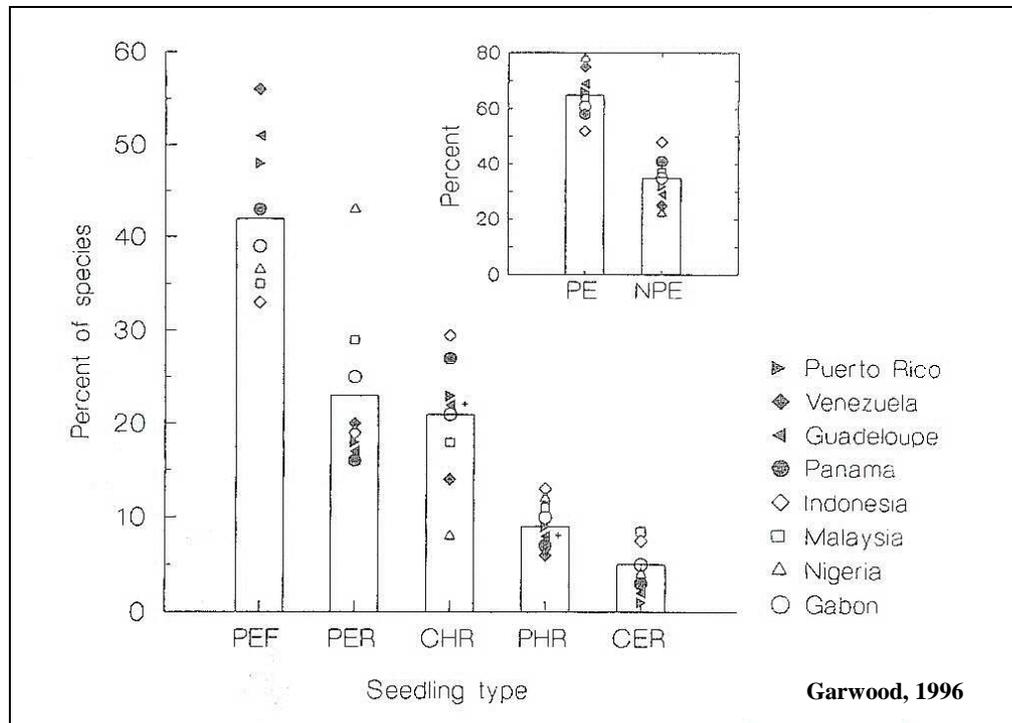
**Figura 6.** Distribuição dos tipos morfofuncionais das espécies de plântulas estudadas (FEF com 28%; FER com 35%; FHR com 15%; CHR com 22% e CER não sendo encontrada).

Embora no presente trabalho o tipo FER tenha sido o mais freqüente, com cinco espécies, o tipo mais comum entre as floras tropicais estudadas foi FEF com 39 a 51% das espécies de acordo com a localidade estudada. O tipo mais raro foi CER com 1 a 8% das espécies estudadas (Ng 1978; Garwood 1996; Rousteau 1983; Miquel 1987; Ressel *et al.* 2004). As pesquisas dos tipos de plântulas de varias áreas tropicais mostram similaridade nos padrões de abundância e tipos morfofuncionais. Os tipos FHR e CER são relativamente raros (Turner, 2001).

Esta distribuição semelhante entre as floras tropicais sugere pressões seletivas também muito semelhantes, sendo a morfologia das plântulas diretamente relacionada com suas relações ecológicas como grupos sucessionais; tamanho de semente; sistema de reprodução; polinizadores e síndromes de dispersão; e até mesmo diferenças entre fitofissionomias dentro de um mesmo Bioma (Duke 1965; 1969; Ibarra-Marínquez *et al.* 2001; Ressel *et al.* 2004).

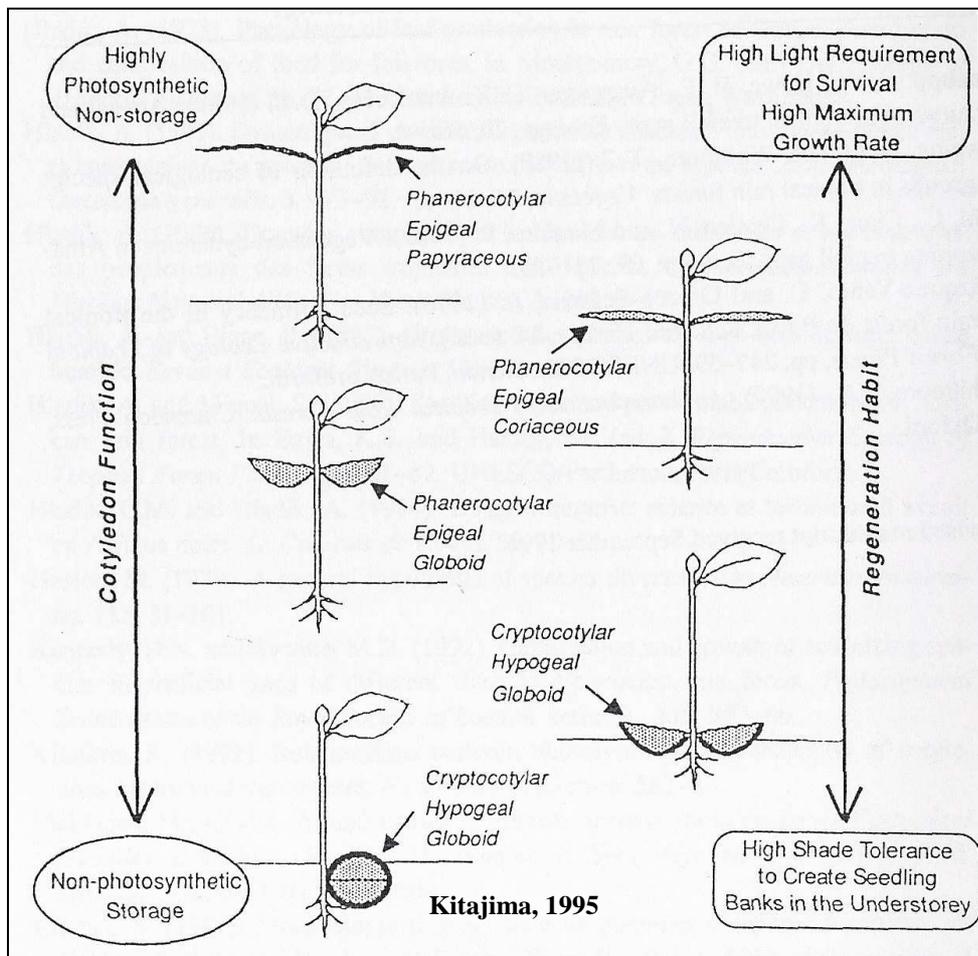
Garwood (1996) e Hladik & Miquel (1990), ao avaliarem a abundância dos tipos morfológicos em diferentes regiões tropicais (Figura 7), concluíram que a flora que compõe o reino florístico Neotropical, representado por Porto Rico, Venezuela, Guadalupe e Panamá, apresentou dominância do tipo morfológico FEF e menor quantidade de espécies com os outros tipos morfológicos quando comparada com o reino florístico Paleotropical, representado pela Indonésia, Malásia, Nigéria e Gabão.

Hipóteses levantadas sugerem que fatores climáticos, a altitude e o tipo florestal podem explicar mais claramente as diferenças existentes entre as amostras levantadas nestas diferentes regiões ecológicas (Hladik & Miquel, 1990 e Garwood, 1996).



**Figura 7.** Distribuição dos tipos de plântulas nas floras Neotropicais e após Miquel (1987) e Hladik & Miquel (1990) com adição de áreas por Garwood (1996). Barras mostram a distribuição entre as diferentes floras com número total de espécies avaliadas de 1.242. Símbolos preenchidos indicam regiões Neotropicais, símbolos não preenchidos indicam regiões Paleotropicais. NPE – plântulas não fanerocotiledonares e epígeas (FHR, CHR e CER). Maiores detalhes veja Garwood (1996) página 65.

Duke (1965) ao analisar, em escala regional, quatro tipos florestais em Porto Rico- Região Neotropical (floresta seca, floresta semidecídua, floresta decídua e floresta sempre-verde), concluiu que a maior ocorrência de espécies criptocotiledonares estava relacionada com a aumento do grau de umidade encontrado desde 17% para floresta seca, passando por 30% para floresta decidual, 32% na floresta semi-decidual e 42% na floresta sempre-verde. A Figura 8 (Kitajima, 1996) apóia a melhor compreensão deste resultado onde espécies criptocotiledonares são tolerantes ao sombreamento nas florestas mais densas, predominantemente mais úmidas que os demais tipos florestais. A figura também mostra que o tipo FEF foi mais comum em ambientes abertos pela maior necessidade de luz para a produção de fotoassimilados que garantem a sua sobrevivência.



**Figura 8.** Relação hipotética entre morfologia funcional dos cotilédones e regeneração no hábitat de espécies arbóreas tropicais. Maiores detalhes veja Kitajima (1996) página 195.

### Tipo sucessional

Quanto às estratégias de regeneração as espécies podem ser classificadas em pioneiras, secundárias ou clímax. Espécies pioneiras normalmente apresentam cotilédones epígeos e foliáceos, produzem sementes pequenas e em grande quantidade (chuva de sementes), formam bancos de sementes no solo e são dispersas pelo vento ou por mecanismos autocóricos, como no gênero *Tabebuia*. Espécies clímax geralmente produzem sementes grandes, providas de grandes reservas nutricionais, capazes de germinarem e se estabelecerem em ambientes pouco iluminados, sendo tolerantes ao sombreamento nos estágios iniciais do desenvolvimento com o caso da *Copaifera langsdorffii* (Copaíba) e *Hymenaea stigonocarpa* (Jatobá-do-Cerrado).

Vários estudos ecofisiológicos de árvores tropicais têm adotado as plântulas como parte integrante destes. Isto porque pequenas áreas amostrais são adequadas para manipulação experimental. Infelizmente, podemos chegar a conclusões erradas se falharmos em prestar atenção na ecologia das plântulas. Exemplo: os ecologistas

fisiológicos, freqüentemente, admitem que o alto rendimento fotossintético e o alto índice de crescimento resultam em maiores chances de sobrevivência. Entretanto, estudos comparativos recentes de plântulas de espécies pioneiras x clímax claramente apontam para um potencial de crescimento menor (Turner 2001). Plântulas pioneiras que sofreram uma alta mortalidade na sombra têm uma capacidade de crescimento mais elevada que plântulas clímax quando ambas são cultivadas juntas.

Ng (1978) estudou 23 espécies pioneiras da Malásia e quantificou 78% das plântulas do tipo FEF. Apenas 29% de 186 espécies clímax apresentaram este mesmo tipo, caracterizando espécies FEF como pioneiras. Segundo Ng (1978), as espécies pioneiras são dominadas pelo tipo FEF e espécies clímax apresentam grande diversidade de tipos, sem predominância evidente de qualquer tipo de plântula.

Ressel *et al.* (2004) distribuíram os tipos morfofuncionais entre três grupos sucessionais, pioneiras, clímax exigentes a luz e clímax exigentes a sombra. Encontrou 75% das plântulas no tipo FEF entre as espécies pioneiras e 55% para as clímax-luz, característica típica de espécies em estágios sucessionais iniciais. Para estas espécies, cotilédones fotossintetizantes duradouros representaram boa vantagem. No presente trabalho *Aspidosperma tomentosum*, *Lafoensia pacari*, *Pseudobombax longiflorum* e *Tabebuia aurea* foram enquadradas como espécies pioneiras ou clímax exigentes de luz.

Para espécies clímax tolerantes a sombra, Ressel *et al.* (2004) observaram alta taxa de plântulas do tipo CHR (52%), indicando que estas espécies formaram bancos de plântulas de grande longevidade. *Aeghiphila lhotskiana*, *Caryocar brasiliense* e *Sterculia striata* se enquadram neste perfil, espécies CHR com cotilédones de armazenamento parcialmente protegidos pelo fruto e/ou testa da semente.

Em florestas clímax tropicais, a capacidade de sobrevivência na sombra em condições úmidas devem ter sido de uma grande importância na evolução. A mobilidade das espécies parece ter importância secundária, porque na natureza, as oportunidades para espécies móveis são limitadas a clareiras de ocorrência esporádica. Em outras partes do mundo, o fogo periódico (cerrado), a pastagem de grande rebanhos de herbívoros e extremos de frio, calor e seca recriam em grande áreas e em intervalos regulares condições para a colonização (Turner 2001).

### **Modo de dispersão**

Hladik & Miquel (1990) quantificaram a relação existente entre modo de dispersão e tipo morfológico de plântula, donde estes potencializam ou não a probabilidade de dispersão das sementes desembarcarem em microhabitat de condições

ideais para o tipo de plântula. Ao estudarem 159 espécies do Gabão (África), elas concluíram que 19 espécies autocóricas apresentaram, em sua maioria, o tipo morfológico fanerocotiledonar de reserva, epígeo e hipógeo (FER e FHR); 24 espécies anemocóricas apresentaram exclusivamente o tipo epígeo fanerocotiledonar, foliáceo ou reserva, (FEF e FER) e 116 espécies zoocóricas apresentaram todos os cinco tipos sem qualquer dominância aparente.

A relação modo de dispersão e tipo de plântula são conseqüências do tamanho da semente, uma vez que, sementes menores e mais leves são predominantemente dispersas pelo vento, espécies predominantemente pioneiras, como *Tabebuia áurea* e *Salacia crassiflora* e sementes mais pesadas são dispersas por animais ou por mecanismos autocóricos, espécies predominantemente clímax, como *Caryocar brasiliense* e *Sterculia striata*.

Espécies que dispersam suas sementes na estação seca no geral optam por sementes pequenas e aladas com plântulas fanerocotiledonares fotossintetizantes ou de reserva. Já as espécies que promovem a dispersão na estação chuvosa apresentam sementes maiores e mais pesadas, com plântulas criptocotiledonares e hipógeas.

As melhores condições para as espécies pioneiras são: maturidade reprodutiva inicial, a alta frequência de semeadura (ou semeadura contínua), pequenas sementes, germinação epígea com cotilédones fotossintéticos, bom desenvolvimento radicular, grandes números de sementes e ampla dispersão.

## 6.2 – Diferenciação Morfofuncional de protofilos e metafilos – um novo caráter de classificação

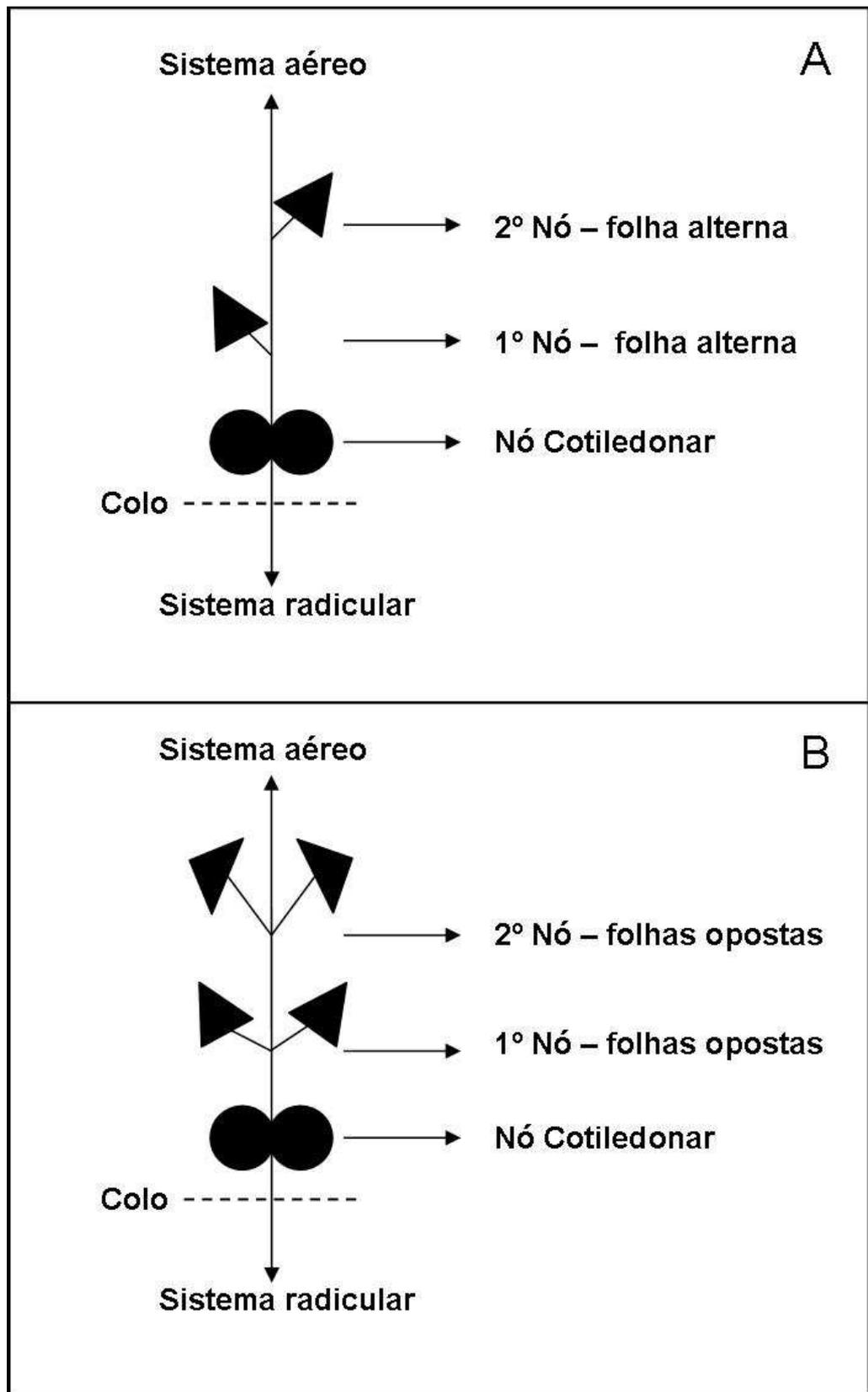
As folhas de plântulas as vezes se apresentavam muito diferentes daquelas encontradas nos indivíduos adultos: distintas em composição, tamanho, forma e filotaxia ou em todas estas características em conjunto, denominando heterofilia. Um exemplo ocorre em *Scaphium macropodum*, que possui plântulas com folhas profundamente lobadas (simples), e sem lobos quando adultas. É improvável que as plântulas sejam capazes de sustentar folhas de tamanho adulto, ocorre então o crescimento foliar a medida que a plântulas se desenvolvem. *Cecropia obtusifolia*, entretanto, apresenta folhas maiores nos estágios iniciais de plântula (Alvarez-Buylla & Martinez-Ramos, 1992 *apud* Turner 2001).

Esta relação, provavelmente, reflete a área foliar máxima para plântulas e mudas antes que haja a ramificação do eixo principal. O eixo principal não ramificado pode produzir folhas maiores, porém, com a ramificação, aumenta a possibilidade do sombreamento entre folhas, e, provavelmente, folhas menores seriam mais facilmente sustentadas em eixos secundários mais estreitos. Turner (2001) mostrou a correlação significativa entre altura da primeira ramificação do caule e o comprimento da folha para as plântulas em florestas tropicais. Metade das espécies avaliadas apresentaram folhas maiores nas plântulas que nos indivíduos adultos. Treze espécies, a maioria herbáceas, apresentaram folhas maiores quando adultas.

Okali e Onyeachusim (1991) relatam que 50% das 113 espécies lenhosas estudadas na floresta de Omo (Nigéria) apresentam arranjo e tipo de folhas juvenis diferente das folhas adultas.

Para as 14 espécies aqui estudadas as folhas juvenis foram menores que as adultas. *Aeghiphila lhotskiana* e *Lafoensia pacari* apresentaram protofilos e metafilos iniciais com a maior diferença de tamanho em relação folhas adultas. Apenas *Sterculia striata* apresentou protofilos e metafilos iniciais relativamente grandes, porém ainda sim, de menor tamanho que as folhas adultas.

As espécies apresentam duas filotaxias de suas primeiras folhas nos dois primeiros nós após o nó cotiledonar, alternas, opostas e verticiladas. Estas foram classificadas para protofilos e metafilos. Considerando o primeiro nó de uma plântula sendo o nó do qual forma-se os cotilédones, o segundo e o terceiro nó ficam responsáveis pela formação das primeiras folhas. Estas apresentam filotaxia alterna espiralada com apenas uma folha por nó; filotaxia oposta apresentando duas folhas por nó. (Figura 9).



**Figura 9.** Forma de liberação dos protofilos observada nas plântulas estudadas. **A.** 2° e 3° nó - folha espiralada; **B.** 2° e 3° nó - folhas opostas.. ▲ = folhas (protófilo ou metafilo); ● = cotilédones.

## **Isofilia X Heterofilia**

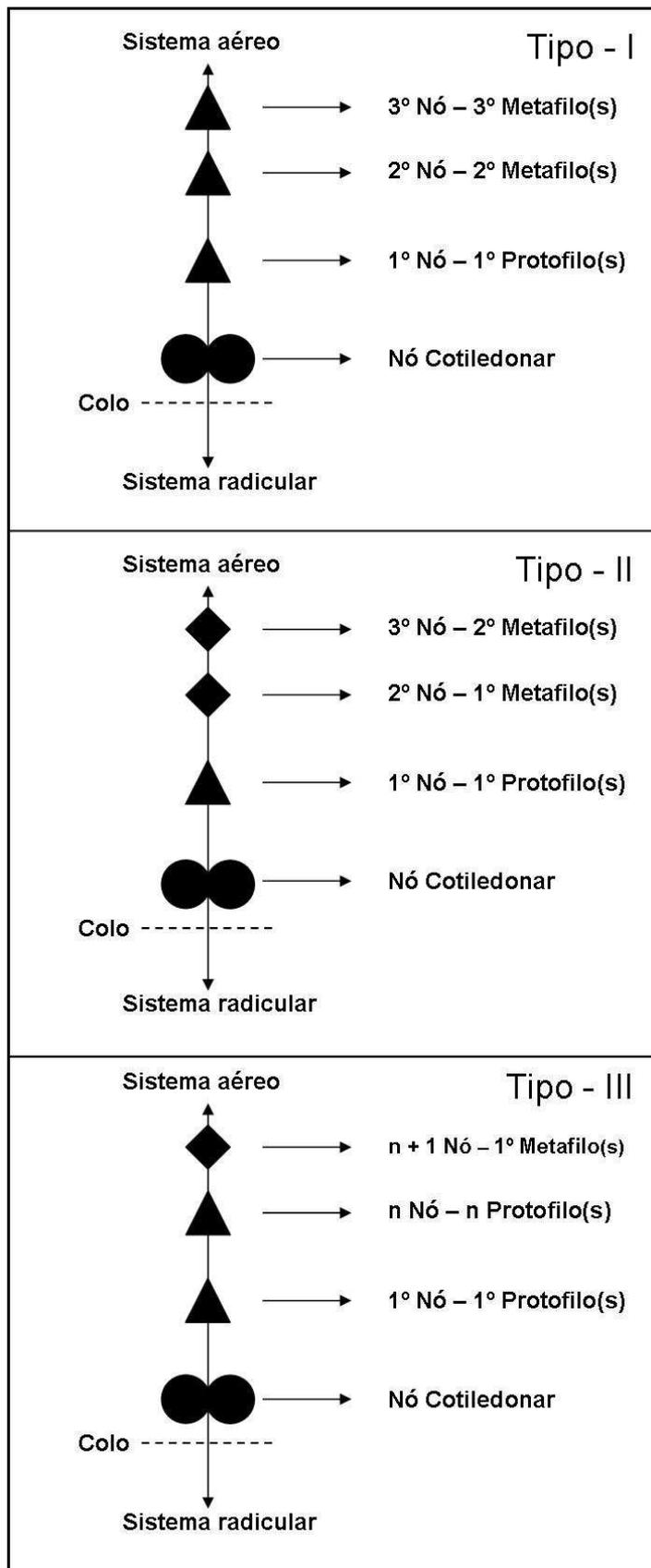
No trabalho somente a composição e morfologia da lamina foliar foi considerada como heterofilia. Embora a filotaxia também seja muito representativa, não foi considerada como heterofilia. Assim como os cotilédones que são folhas modificadas e poderiam também ser consideradas como heterofilia.

Para a diferenciação morfológica entre folhas juvenis e folhas de indivíduos adultos, três formas foram estabelecidas:

**Tipo – I:** plântulas com isofilia apresentam as folhas do 1º e 2º nó iguais às folhas do indivíduo adulto. Para estas plântulas apenas as folhas do 1º nó são caracterizadas como protofilos. As folhas do 2º nó em diante já podem ser consideradas como metafilos (Figura 10) uma vez que seguem o padrão das folhas adultas. Plântulas de *Enterolobium gummiferum* (Orelha-de-macaco) exemplificam o Tipo-I com protofilos e metafilos bipinados. Após o segundo nó estas plântulas foram consideradas na fase de tirodendro.

**Tipo – II:** plântulas que apresentam as folhas do 1º nó diferentes de todas as outras folhas subsequentes. Neste grupo, também somente as folhas do 1º nó são chamadas de protofilos, sendo as demais caracterizadas como metafilos (Figura 10). O grupo então apresenta heterofilia entre folhas jovens e adultas tendo como exemplo a *Hymenaea stigonocarpa* (Jatobá-do-cerrado) que apresenta as folhas do 1º nó opostas com lâmina simples e as folhas dos nós posteriores alternas e com lâmina bifoliolada. Após o segundo nó estas plântulas foram consideradas na fase de tirodendro.

**Tipo – III:** plântulas que apresentam heterofilia entre protofilos e metafilos por tempo indeterminado. Isto ocorre porque as primeiras folhas que surgem são morfologicamente diferentes das folhas adultas e esta diferenciação continua nos nós seguintes, não tendo um nó determinado para a mudança da morfologia foliar (heterofilia indeterminada) (Figura 10). Assim, o nó no qual as folhas passam da morfologia de protofilo para morfologia do metafilo varia de espécie para espécie. Exemplos são dados pelas espécies *Tabebuia aurea* (Ipê-amarelo) e *Eriotheca pubescens* (Paineira-do-cerrado), as quais apresentam protofilos com lâminas simples durante vários nós e só posteriormente quando a plântula já se transformou em uma muda vigorosa, os primeiros metafilos surgem com lâmina digitada. Para as espécies com estas características, a fase de tirodendro foi considerada após o segundo nó, embora os metafilos ainda não apresentem a forma final do indivíduo adulto.



**Figura 10.** Três grupos morfofuncionais de diferenciação protofilo e metafilo. Tipo-I: isofilia; Tipo-II: com heterofilia determinada; Tipo-III: com heterofilia indeterminada. ▲ = protofilo; ◆ = metafilo; ● = cotilédones.

Dentre as 14 espécies, seis (43%), apresentaram heterofilia (tabela 3). Apenas espécies com metafílos compostos apresentaram heterofilia. A heterofilia determinada ocorreu apenas em *H. stigonocarpa* e *S. adstringens*, quando, a partir do 2º nó já ocorreram metafílos compostos. Dentre as espécies com metafílos compostos apenas *Caryocar brasiliense* apresentou plantulas com heterofilia e isofilia.

**Tabela 3.** Heterofilia em espécies lenhosas do Cerrado sentido restrito.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Heterofilia</b>	<b>Classificação</b>
Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	Presente <sup>2</sup>	FEF-III
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	presente <sup>2</sup>	CHR-III
Fabaceae– Caesal.	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	presente <sup>1</sup>	FER-II
Fabaceae – Mimo.	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	presente <sup>1</sup>	FER-II
Malvaceae	<i>Eriotheca pubescens</i>	presente <sup>2</sup>	FHR-III
Malvaceae	<i>Pseudobombax longiflorum</i>	presente <sup>2</sup>	FEF-III

\* Heterofilia determinada <sup>(1)</sup> e indeterminada <sup>(2)</sup>.

Todas as cinco espécies de Fabaceae estudadas foram classificadas como fanerocotiledonares, epígeas de reserva (tabela 4). Mesmo sendo todas as espécies de folhas compostas, 3 não apresentaram heterofilia. Isto indica, que entre as 14 espécies, a heterofilia ocorreu somente em espécies de folhas adultas compostas, porém nem todas espécies de metafílo compostos apresentaram heterofilia (*C. langsdorffii*).

**Tabela 4.** Tipos morfofuncionais encontrados entre as espécies de Fabaceae.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Heterofilia</b>	<b>Classificação</b>
Fabaceae– Caesal.	<i>Copaifera langsdorffii</i>	ausente	FER-I
Fabaceae– Caesal.	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Presente <sup>1</sup>	FER-II
Fabaceae – Mimo.	<i>Enterolobium gummiferum</i>	ausente	FER-I
Fabaceae – Mimo.	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Presente <sup>1</sup>	FER-II
Fabaceae – Fab.	<i>Dalbergia miscolobium</i>	ausente	FER-I

\* Heterofilia determinada <sup>(1)</sup>.

A classificação morfofuncional associada a heterofilia foliar das 14 espécies estudadas estão apresentadas na tabela 5.

**Tabela 5.** Tipos morfofuncionais de plântulas das 14 espécies estudadas adotando a heterofilia como quarto caractere.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Heterofilia</b>	<b>Classificação</b>
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	ausente	FEF-I
Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	Presente <sup>2</sup>	FEF-III
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	presente <sup>2</sup>	CHR-III
Fabaceae– Caesal.	<i>Copaifera langsdorffii</i>	ausente	FER-I
Fabaceae– Caesal.	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Presente <sup>1</sup>	FER-II
Fabaceae – Mimo.	<i>Enterolobium gummiferum</i>	ausente	FER-I
Fabaceae – Mimo.	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Presente <sup>1</sup>	FER-II
Fabaceae – Fab.	<i>Dalbergia miscolobium</i>	ausente	FER-I
Lamiaceae	<i>Aeghiphila lhotskiana</i>	ausente	CHR-I
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i>	ausente	FEF-I
Malvaceae	<i>Eriotheca pubescens</i>	presente <sup>2</sup>	FHR-III
Malvaceae	<i>Pseudobombax longiflorum</i>	presente <sup>2</sup>	FEF-III
Malvaceae	<i>Sterculia striata</i>	ausente	CHR-I
Sapindaceae	<i>Magonia pubescens</i>	ausente	FHR-I

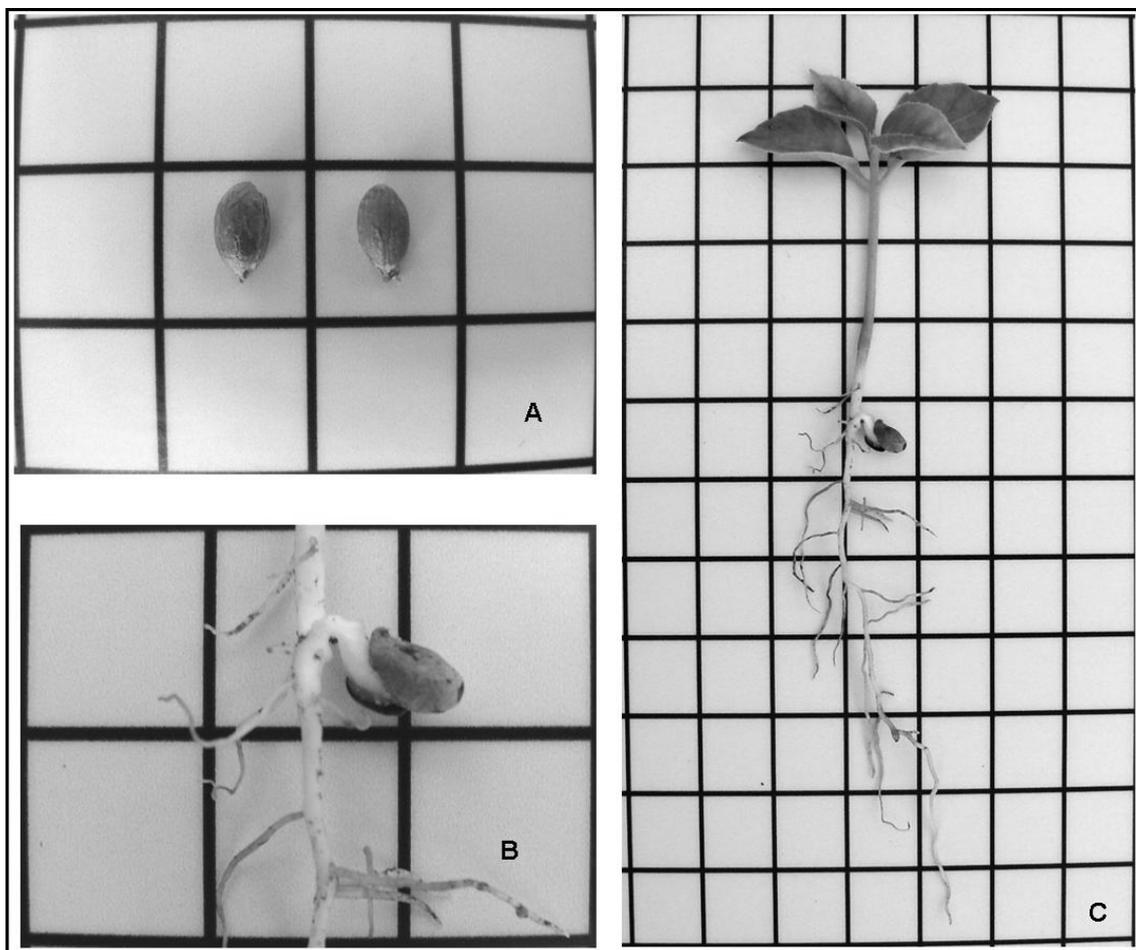
\* Heterofilia determinada <sup>(1)</sup> e indeterminada <sup>(2)</sup>.

### 6.3 – Descrição morfológica das quatorze espécies estudadas

#### 6.3.1 - *Aeghiphila lhotskiana* Cham.

**Família:** Lamiaceae / **Nome popular:** Milho-de-grilo

**Floração:** setembro a dezembro / **Frutificação:** novembro a janeiro



**Figura 11.** *Aeghiphila lhotskiana*. A. Semente globosa a elipsóide; B. Cotilédones criptocotiledonares; C. Plântula CHR com 23 dias e  $\pm 12$  cm de comprimento. Escala: quadrados de 1 cm<sup>2</sup>.

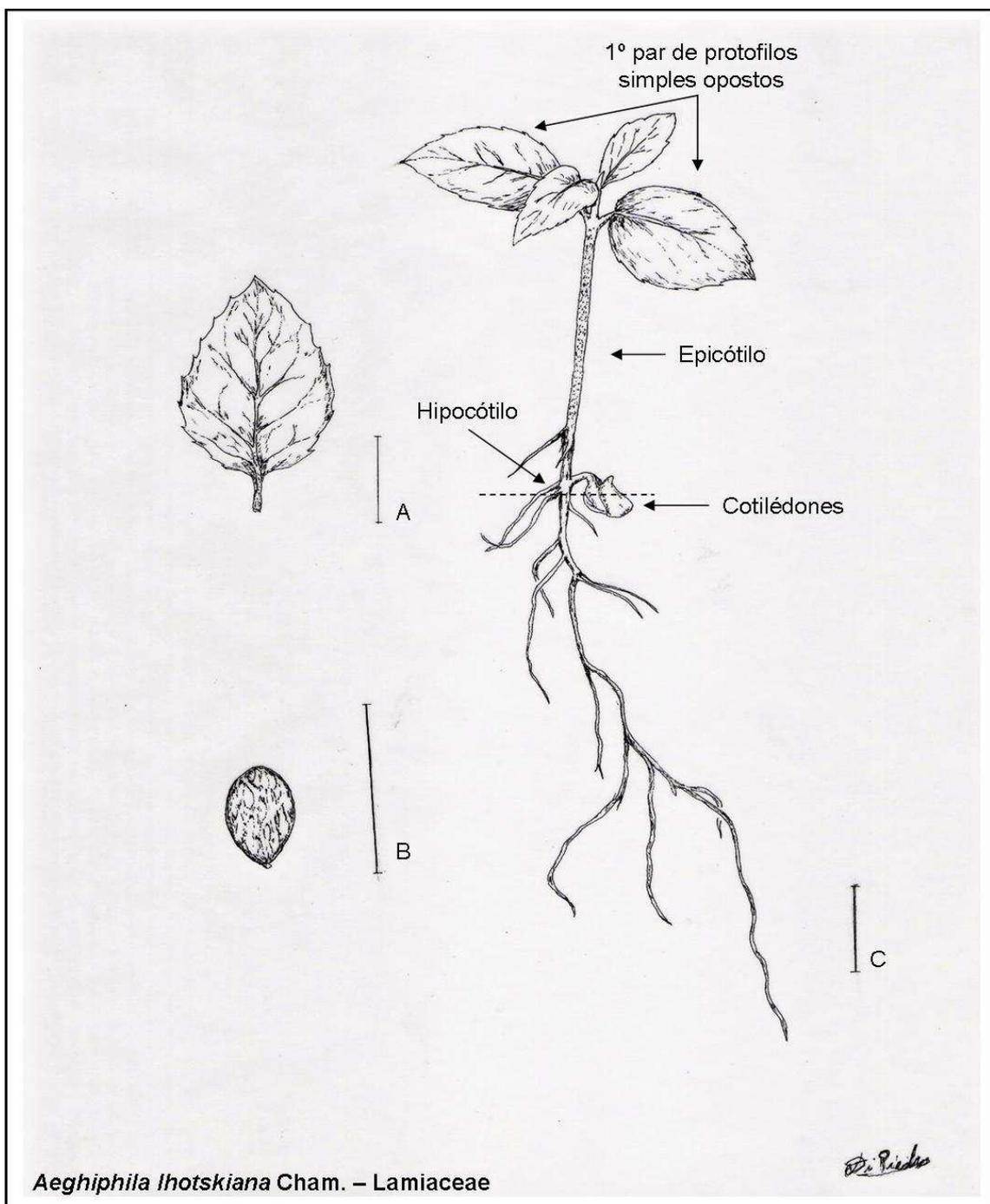
**Semente:** globosa, oblonga a elipsóide; marrom clara a alaranjada; levemente rugosa; tegumento fino, porém duro; 0,5-0,8 cm de comp., 0,3-0,5 cm de larg. e 0,3 cm de esp. (Figura 11-A). Taxa de germinação de 40 % em 42 dias, emergência com 19 dias; tratamento: T-1.

**Plântula CHR:** 2 cotilédones com inserções opostas, porém dispostos do mesmo lado por longos pecíolos; hipógeos, criptocotiledonares; carnosos; limbo inteiro; concolor branco; dimensões entre 0,4-0,6 cm comp., 0,3 cm larg. e 0,3 cm esp. (Figura 11-C). Hipocótilo muito reduzido, 0,1-0,3 cm comp.; branco. Epicótilo alongado, 2,1-1,7 cm comp.; verde claro.

**Protofilos:** opostos cruzados; simples; curto peciolado, 0,2 cm comp.; elípticos, 1,5-1,9 cm comp., 1;1-1,5 cm larg. e 0,05 cm esp. (Figura 12-B); ápice acuminado a obtuso; base obtusa a cuneada; margem serrada a serrilhada com bordo ondulado; nervura principal saliente abaxial e impressa face adaxial; nervação broquidódroma; concolor verde; sem exsudação; glabra; membranácea; sem estípulas e glândulas.

**Metafilos:** opostos cruzados; simples; curto peciolados; obovados ou elípticos com até 15 cm comp. e 10 cm larg.; ápice obtuso, agudo a acuminado; base aguda; margem

inteira; nervura principal e secundárias impressas adaxial e salientes face abaxial; nervação broquidódroma; amarelada; sem exsudação; coloração e pilosidade pardo-ferrugínea em ambas as faces; textura cartácea sem estípulas (Silva Júnior, 2005);  
**Protofilo X Metafilo:** Isofilia,. Plântula CHR Tipo- I.

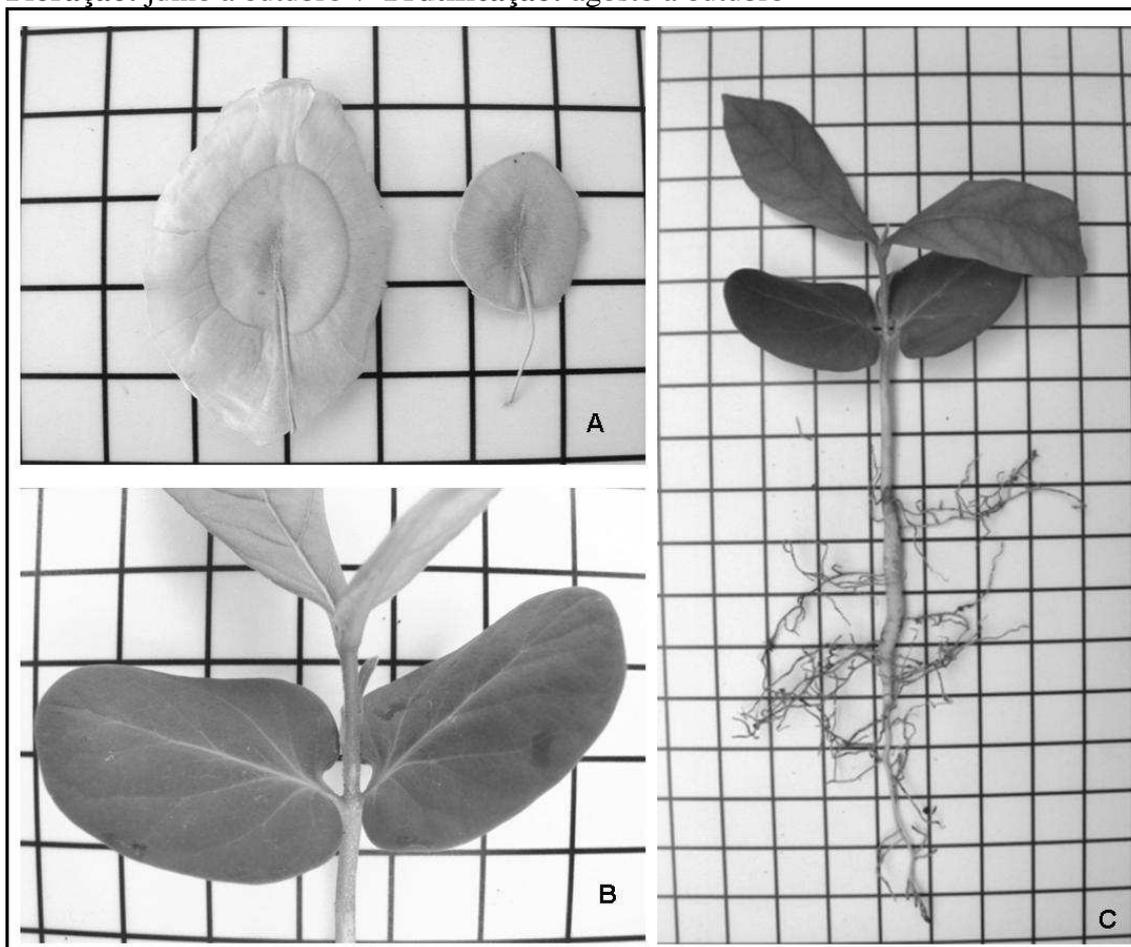


**Figura 12.** *Aeghiphila lhotskiana*. A. Semente oblonga a elipsóide; B. Protofilo simples serrado a serrilhado; C. Plântula CHR-I com 23 dias e  $\pm$  12 cm de comprimento (tracejado representa a região do colo); Escala: 1 cm.

### 6.3.2 - *Aspidosperma tomentosum* Mart.

**Família:** Apocynaceae / **Nome popular:** Peroba-do-cerrado

**Floração:** julho a outubro / **Frutificação:** agosto a outubro



**Figura 13.** *Aspidosperma tomentosum*. A. Semente alada a esquerda e com ala removida a direita; B. Cotilédones foliáceos; C. Plântula FEF com 35 dias e  $\pm$  16 cm de comprimento, formação de tuberosidade. Escala: quadrados de 1 cm<sup>2</sup>.

**Semente:** achatada, arredondada e alada por toda a extensão; castanha a amarelo escuro; levemente rugosa; tegumento fino e frágil; 3,2-4,1 cm de comp., 2,1-2,9 cm de larg. e 0,05 cm de esp. (Figura 13-A). Taxa de germinação de 55 % em 40 dias, emergência com 10 dias; tratamento: T-2.

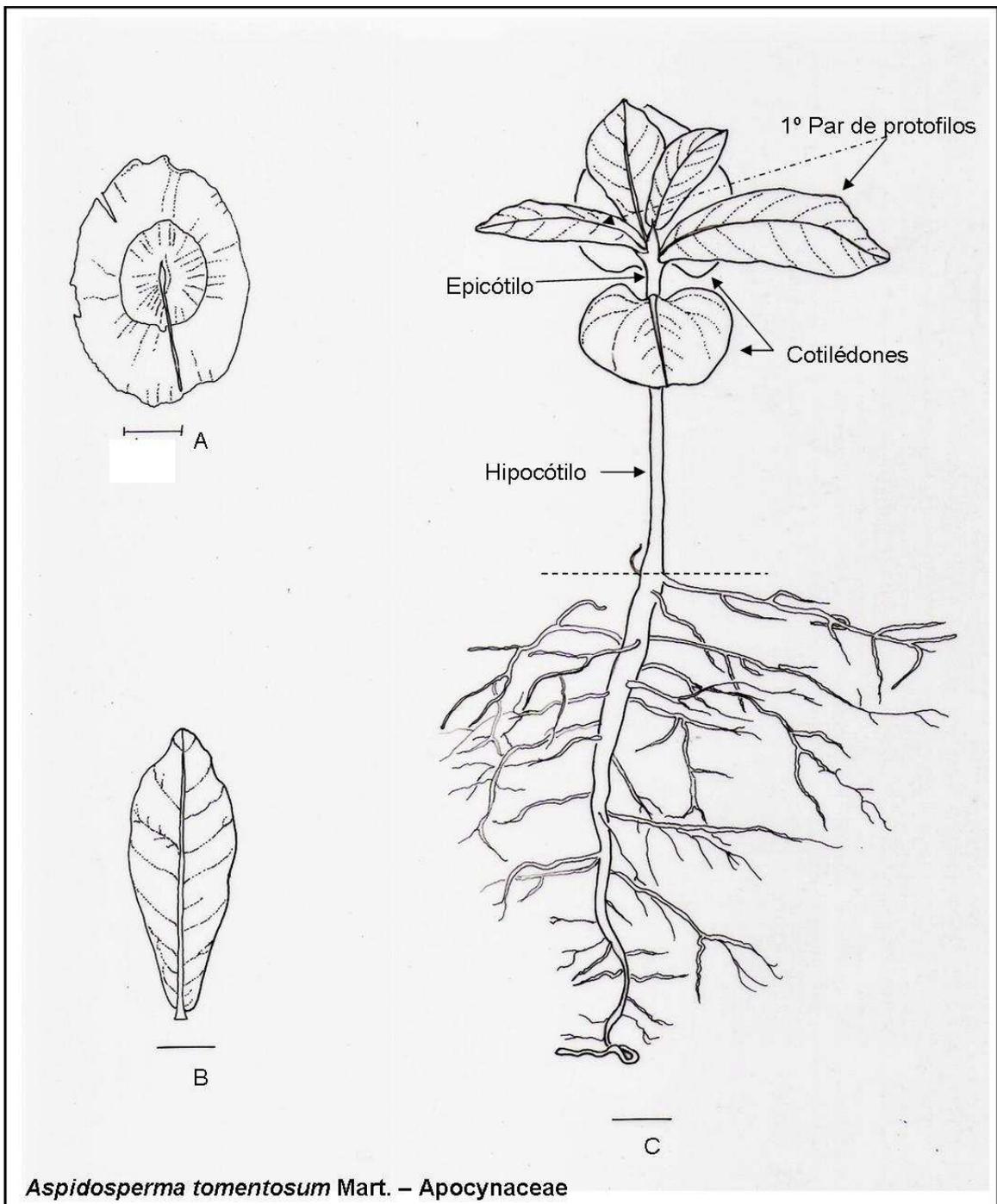
**Plântula FEF:** 2 cotilédones opostos e epígeos; fanerocotiledonares; curto-peciolados; foliáceos; limbo inteiro; verde escuro adaxial e verde claro face abaxial; 2,5-3,0 cm comp., 1,9-2,5 cm larg. e 0,2 cm esp. (Figura 13-C). Hipocótilo alongado, 1,8-2,7 cm comp.; verde claro. Epicótilo curto, 1,1-1,4 cm comp.; verdes com presença de estípulas alternas. Formação de tuberosidade no sistema radicular.

**Protofilos:** opostos cruzados; simples curto peciolado com 0,2 cm comp.; elíptica, 4,2-4,7 cm comp., 1,5-1,8 cm larg. e 0,05 cm esp. (Figura 14-B); ápice acuminado a agudo; base decurrente a aguda; margem inteira com bordo ondulado; nervura principal saliente adaxial e impressa abaxial; nervação craspedódroma simples; concolor verde; exsudação leitosa abundante; glabra adaxial e abaxial; membranácea; sem estípulas e sem glândulas.

**Metafilos:** alternos e espiralados agrupados no final do ramo; simples e sésseis; obovados a estreito-obovados, até 30 cm comp. e 12 cm larg.; ápice agudo a obtuso; base atenuada, cuneada ou decurrente; margem inteira ou crenada e ondulado; nervura principal impressa na face adaxial e saliente na abaxial; nervação craspedódroma

simples; amarelada; exsudação leitosa abundante; pilosa em ambas as faces; textura coriácea; sem estípulas (Silva Júnior, 2005);

**Protofilo X Metafilo:** Isofilia, presença de exsudação na plântula e formação de tuberosidade. Plântula FEF **Tipo- I.**

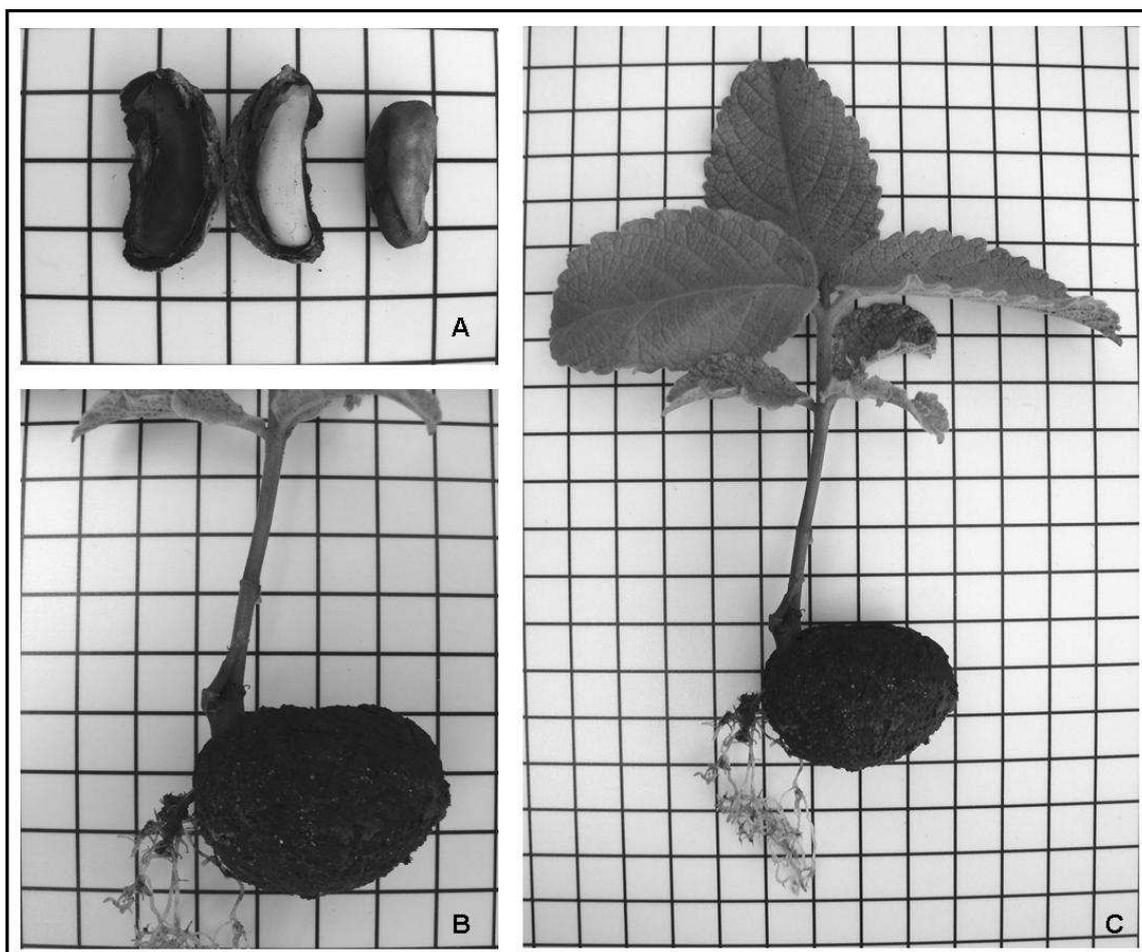


**Figura 14.** *Aspidosperma tomentosum*. A. Semente com ala; B. Protofilo simples curto peciolado; C. Plântula FEF-I com 35 dias e  $\pm$  16 cm de comprimento (tracejado representa a região do colo); presença de tuberosidade abaixo do colo. Escala: 1 cm.

### 6.3.3 - *Caryocar brasiliense* Cambess.

**Família:** Caryocaraceae / **Nome popular:** Pequi

**Floração:** junho a janeiro / **Frutificação:** outubro a fevereiro



**Figura 15.** *Caryocar brasiliense*. A. Semente seccionada longitudinalmente e a esquerda e direita e sem corte a direita; B. Cotilédones de reserva escondidos no interior do pericarpo do fruto; C. Plântula CHR com aproximadamente 70 dias e  $\pm 15$  cm de comprimento. Note três catafilos verticilados. Escala: quadrados de 1 cm<sup>2</sup>.

**Semente:** reniforme; marrom; lisa; tegumento fino e frágil; 1,8-2,5 cm de comp., 0,7-0,9 cm de larg. e 0,7-0,9 cm de esp. (Figura 15-A). Taxa de germinação de 35 % em 150 dias, emergência com 45 dias; Tratamento: T-4.

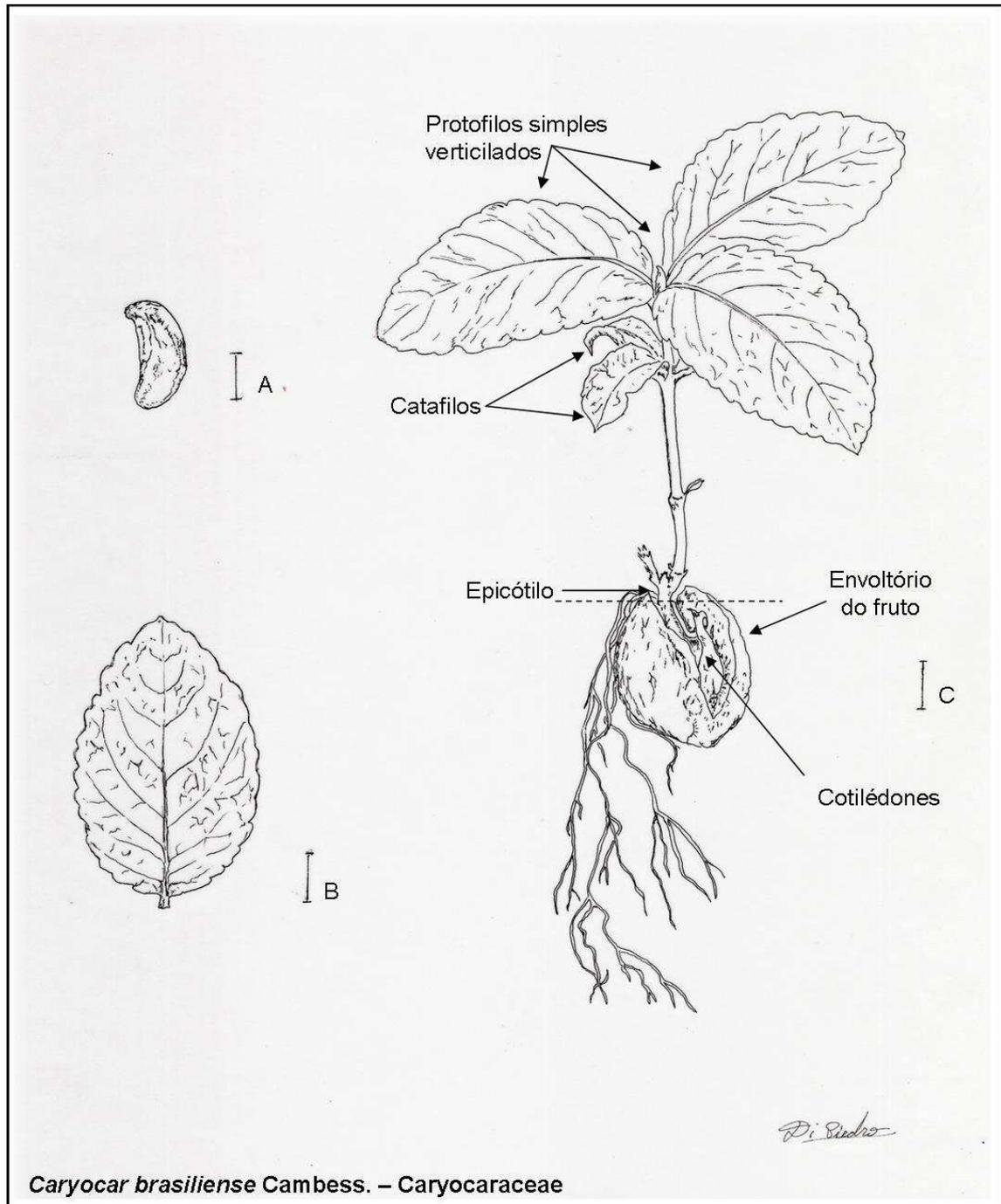
**Plântula CHR:** 2 cotilédones opostos hipógeos encerrados dentro do endocarpo do fruto; criptocotiedonares; curto-peciolados; de reserva; limbo inteiro; marrom escuro; dimensões entre 0,9-1,3 cm comp., 0,4-0,7 cm larg. e 0,4 cm esp. (Figura 15-C). Hipocótilo não identificado. Epicótilo alongado com presença de entre-nós bem definidos, 4,1-5,6 cm comp.; avermelhados; presença de catafilos.

**Protofilos:** verticilados com três protofilos por verticilo (ou opostos), simples curto peciolado com 0,2-0,5 cm comp.; elípticos, 5,1-5,9 cm comp., 3,1-3,5 cm larg. e 0,1 cm esp. (Figura 16-B); ápice agudo; base obtusa a cuneada; margem crenada de bordo ondulado; nervura principal saliente em ambas as faces; nervação broquidódroma; concolor verde; sem exsudação; piloso velutino abaxial; coriáceo; sem estípulas e glândulas.

**Metafilos:** opostos cruzados; compostos trifoliolados; pecíolos de até 15 cm; folíolos largo-elípticos a suborbiculares, com até 20 cm comp. e 15 cm larg.; ápice arredondados a obtuso; base cuneada ou assimétrica; margem crenada; nervação

broquidódroma; sem exsudação; piloso em ambas as faces; textura coriácea; com estípulas caducas (Silva Júnior, 2005).

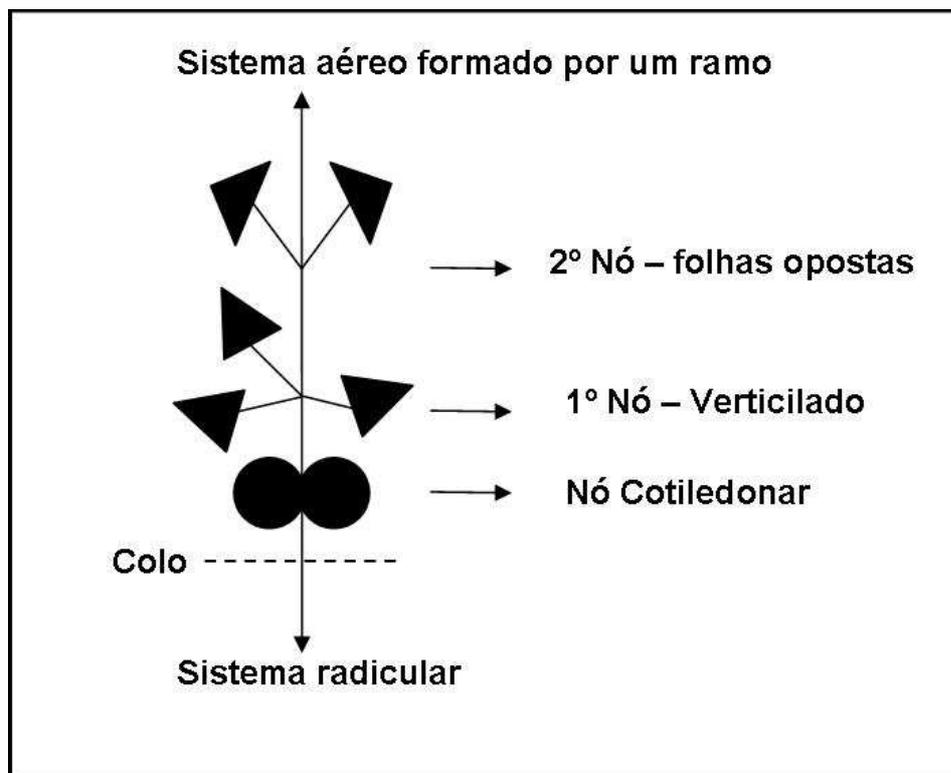
**Protofilo X Metafilo:** Heterofilia, protofilos simples para metafilos trifoliolados; Plântula CHR **Tipo- III**. Para espécies dois tipos de plântulas foram encontrados, embora somente um deles tenha sido descrito. A outra forma apresenta protofilos e metafilos com a mesma forma, no caso trifoliolados. Assim *C. brasiliense* pode ser classificada em **CHR-I** ou **CHR-III**.



**Caryocar brasiliense** Cambess. – Caryocaraceae

**Figura 16.** *Caryocar brasiliense*. A. Semente reniforme; B. Protofilo simples; C. Plântula CHR-III com 70 dias e  $\pm$  15 cm de comprimento (tracejado representa a região do colo). Escala: 1 cm.

A plântula de *C. brasiliense*, tipo CHR-I, têm protofilos compostos trifoliolados e de filotaxia oposta. Durante o desenvolvimento da plântula pode não ocorrer o desenvolvimento do epicótilo; neste caso desenvolve-se um ou mais ramos lateral com folhas simples e verticiladas (Figura 17). Ainda não foi relatado o desenvolvimento de folhas verticiladas no primeiro nó em plântulas que crescem normalmente através do epicótilo.

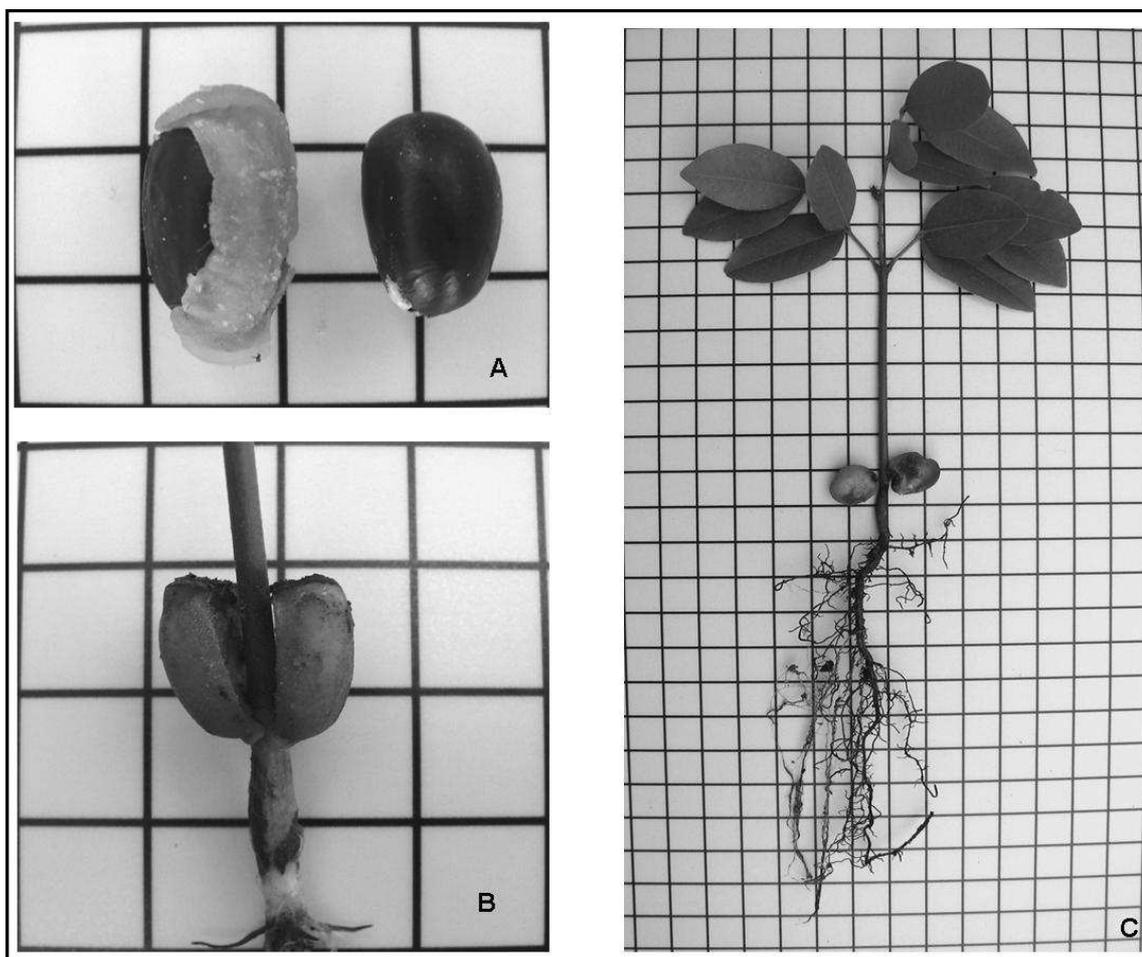


**Figura 17.** Forma de liberação dos protofilos observada nas plântulas de *Caryocar brasiliense*. **A.** 2º e 3º nó - folha espiralada; **B.** 2º e 3º nó - folhas opostas.. ▲ = folhas (protófilo ou metafilo); ● = cotilédones.

#### 6.3.4 - *Copaifera langsdorffii* Desf.

**Família:** Fabaceae - Caesalpinioideae / **Nome popular:** Copaíba

**Floração:** setembro a março/ **Frutificação:** maio a outubro



**Figura 18.** *Copaifera langsdorffii*. A. Sementes com arilo a esquerda e sem arilo a direita; B. Cotilédones avermelhados de reserva; C. Plântula FER com 27 dias e  $\pm 25$  cm de comprimento. Cotilédones colocados para representação. Escala: quadrados de 1 cm<sup>2</sup>.

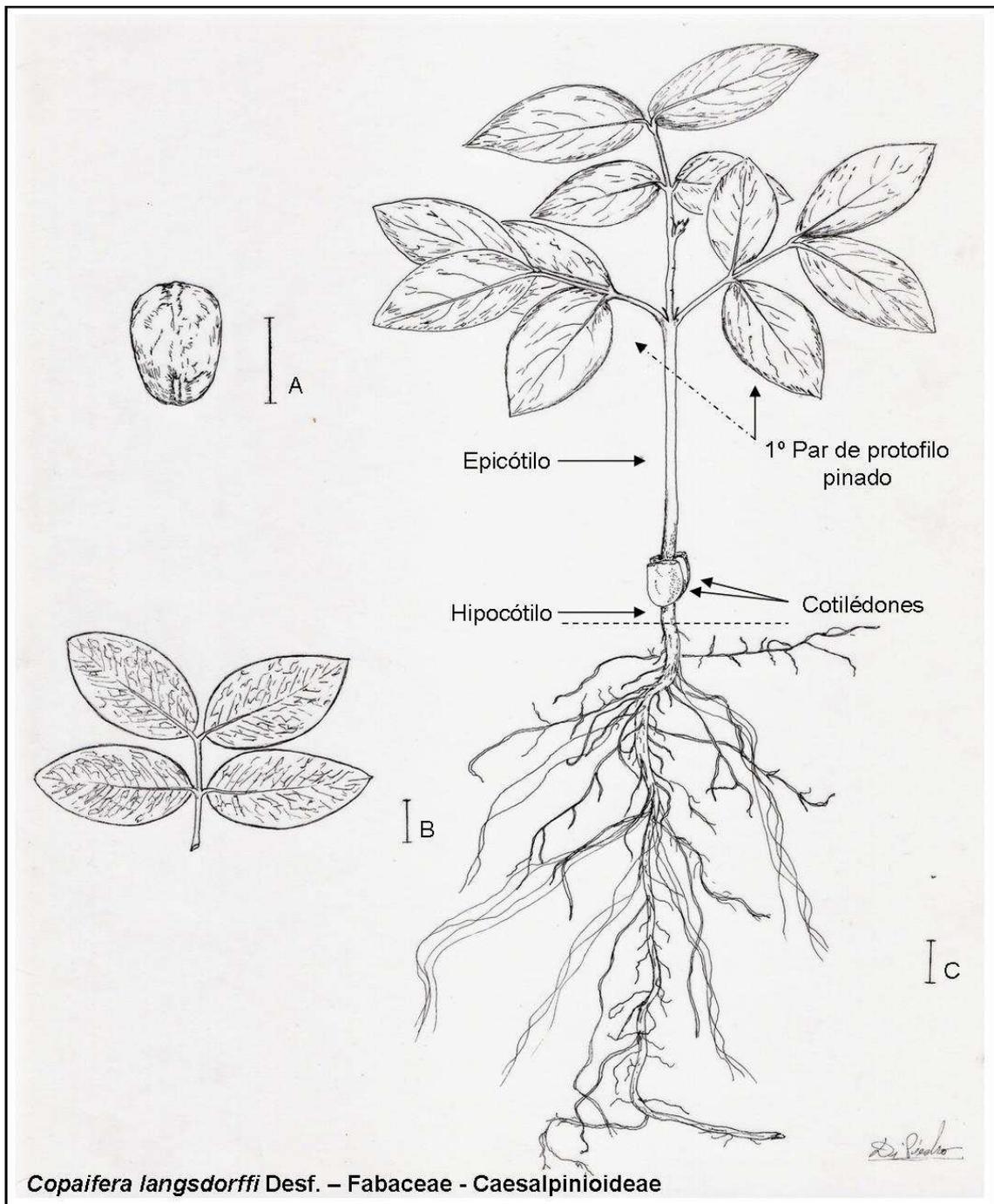
**Semente:** globosa podendo apresentar um arilo alaranjado; preta; lisa; espessa e dura; as dimensões variam de 0,9-1,3 cm de comp., 0,7-0,9 cm de larg. e 0,5-0,7 cm de esp. (Figura 17-A). Taxa de germinação de 80% em 40 dias, emergência com 19 dias; Tratamento: T-1.

**Plântula FER:** 2 cotilédones opostos, epígeos a semi-hipógeos; fanerocotiledonares; de reserva; limbo inteiro; sésseis; levemente discolor; avermelhados; dimensões entre 1,0-1,4 cm de comp., 0,9-1,3 cm de larg. e 0,4-0,6 cm de esp. (Figura 174-B). Hipocótilo curto com 1,2-1,5 cm de comp.; marrom. Epicótilo alongado com 6,0-6,6 cm de comp.; verde avermelhado.

**Protofilos:** opostos, composto paripinado com 4 a 6 folíolos; pecíolo com 1,9-,2,4 cm de comp. com pulvino; folíolos opostos elípticos, com 2,8-3,2 cm de comp., 1,5-1,9 cm de larg. e 0,05 cm de esp. (Figura 18-B); peciólulo muito curto com 0,1-0,2 cm de comp. com pulvino; ápice agudo a atenuado; base arredondada; margem inteira com bordo reto; nervura principal saliente abaxial e impressa face adaxial; nervação cladódroma; discolor de verde a avermelhado; sem exsudação; glabro; com textura membranácea; estípulas intrapeciolares.

**Metafilos:** alternos a espiralados; composto paripinado com 4 a 12 folíolos alternos ou opostos; pecíolo com até 5 cm de comp. com pulvino; folíolos elípticos ou oblongos de até 8,0 cm de comp. e 4,0 cm de larg.; peciólulos com até 0,5 cm de comp.; ápice obtuso, retuso ou arredondado; base obtusa, arredondada ou assimétrica; margem inteira; nervura saliente faces adaxial e abaxial; nervação broquidódroma; concolores; sem exsudação; glabros; textura coriácea; com estípulas caducas; glândulas laminares translúcidas em alguns metafilos. (Silva Júnior, 2005).

**Protofilo X Metafilo:** Isofilia; Plântula FER Tipo-I.

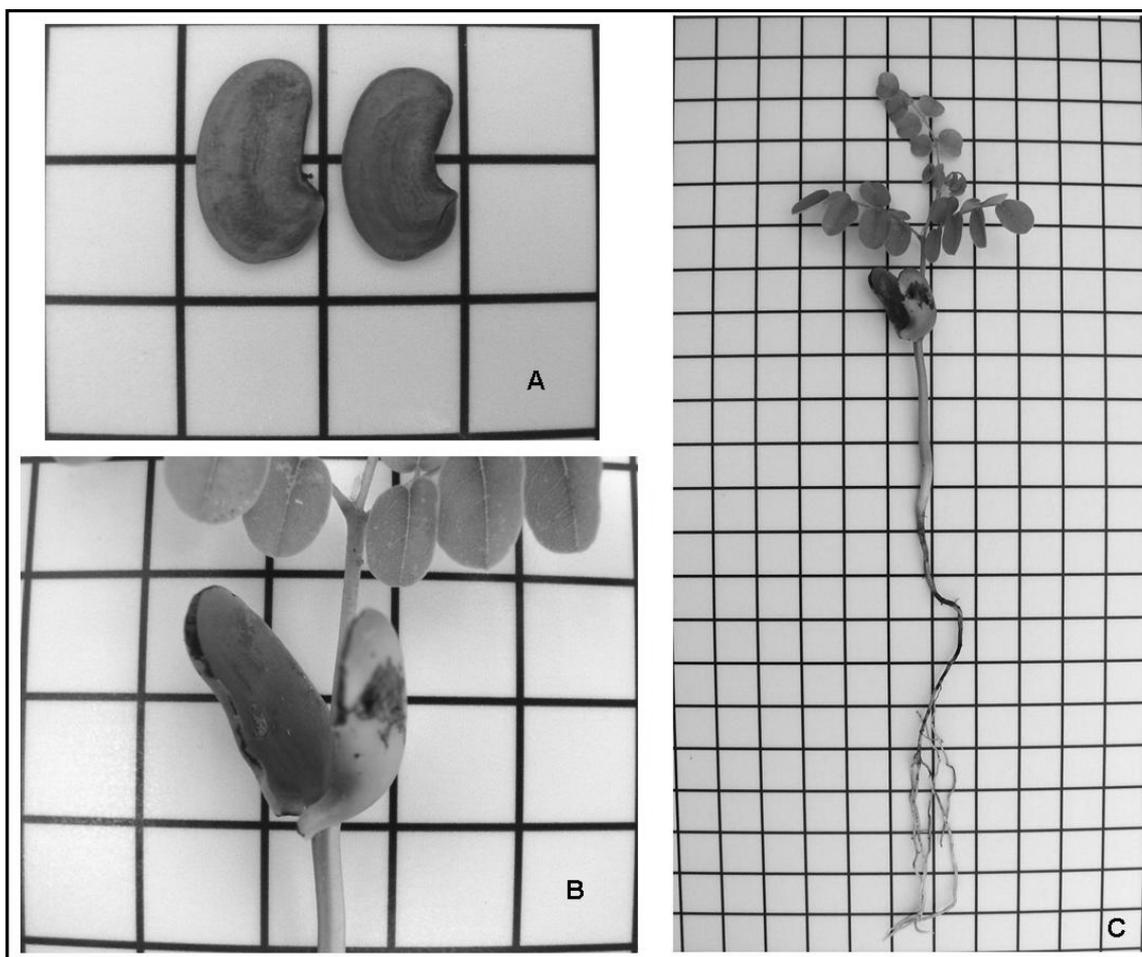


**Figura 19.** *Copaifera langsdorffii*. A. Semente globosa; B. Protofilo paripinado; C. Plântula FER-I com 27 dias e  $\pm$  25 cm de comprimento (tracejado representa a região do colo). Escala: 1 cm.

### 6.3.5 - *Dalbergia miscolobium* Benth.

**Família:** Fabaceae - Faboideae / **Nome popular:** Jacarandá-do-cerrado

**Floração:** novembro a maio / **Frutificação:** janeiro a julho



**Figura 20.** *Dalbergia miscolobium*. A. Sementes reniformes e achatadas; B. Cotilédones esverdeados, porém de reserva com manchas pretas; C. Plântula FER com 26 dias e  $\pm 20$  cm de comprimento. Escala: quadrados de 1 cm<sup>2</sup>.

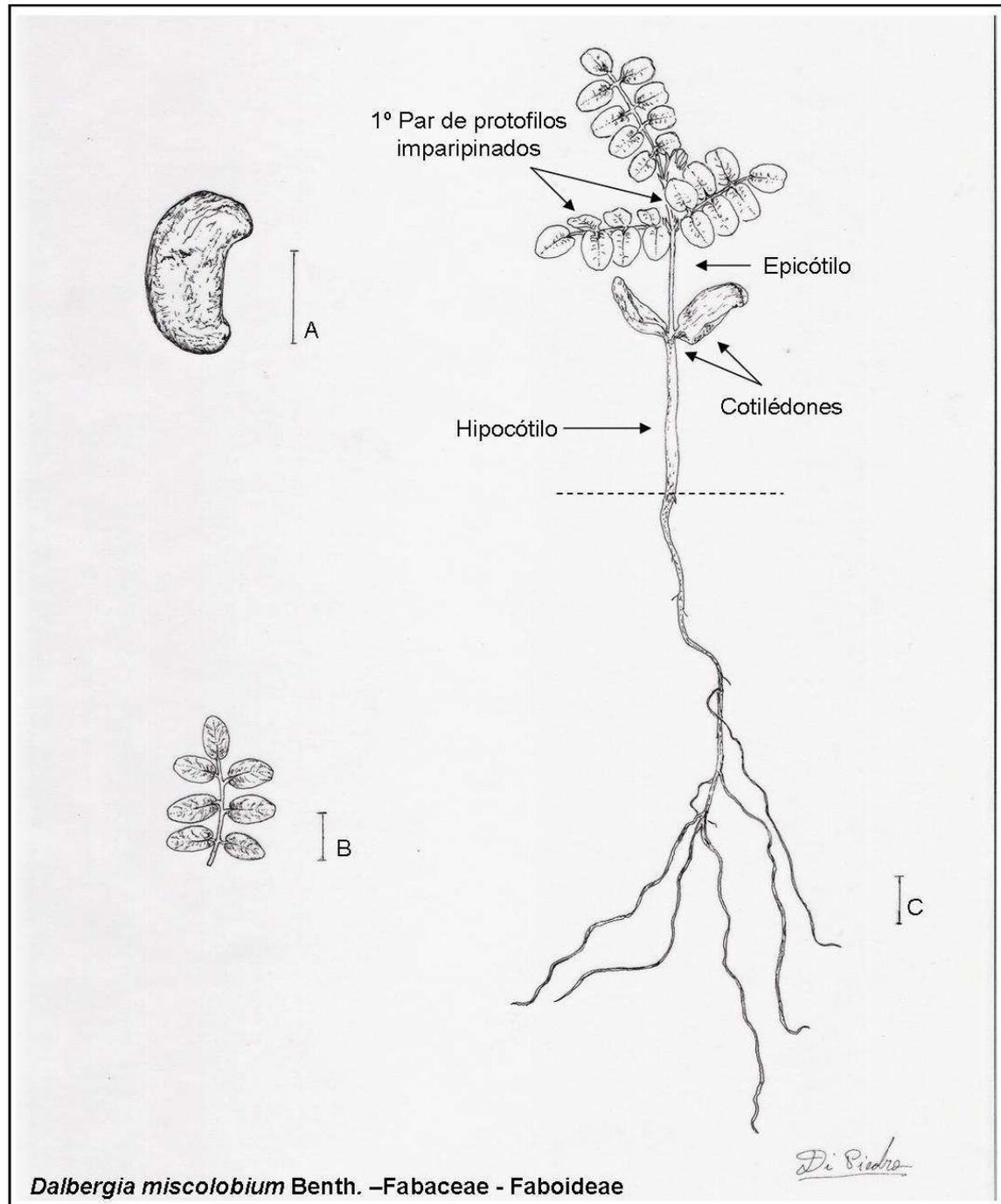
**Semente:** reniforme e achatada; marrom a castanho ou até mesmo cinza; rugosa; tegumento fino e frágil; dimensões variam de 1,1-1,4 cm de comp., 0,5-0,7 cm de larg. e 0,1 cm de esp. (Figura 19-A). Taxa de germinação de 85% em 40 dias, emergência com 9 dias; tratamento: T-1.

**Plântula FER:** 2 cotilédones opostos, epigeos; sésseis; fanerocotiledonares; de reserva; limbo levemente sagitado na base; verde com manchas escurecidas; dimensões entre 1,6-1,9 cm de comp., 0,6-0,9 cm de larg. e 0,1-0,2 cm de esp. (Figura 19-B). Hipocótilo e bem desenvolvido com 3,2-4,0 cm de comp.; branco na base e verde claro no ápice. Epicótilo com 1,8-2,3 cm de comp.; verde.

**Protofilos:** opostos compostos imparipinados com 5 a 7 folíolos; pecíolo com 0,2-0,4 cm de comp.; folíolos alternos ovados a oblongos, 0,9-1,3 cm de comp., 0,6-0,9 cm de larg. e 0,05 cm de esp. (Figura 20-B); peciólulo muito curto, 0,1 cm de comp.; ápice agudo a obtuso; base obtusa a levemente lobada; margem inteira; nervura principal levemente saliente abaxial e impressa face adaxial; nervação broquidódroma; verde concolor; sem exsudação; glabra; textura membranácea; estípulas intrapeciolares; presença de pulvinos e pulvínulos muito diminutos no pecíolo e peciólulo.

**Metafilos:** alternos a e espiralados; composto imparipinado, 9 a 21 folíolos alternos; pecíolo com até 3 cm de comp.; foliólulo ovados ou assimétricos de até 4,0 cm de comp. e 2,0 cm de larg.; ápice retuso ou arredondado; base obtusa; margem inteira; nervura saliente abaxial; nervação broquidódroma; concolores; sem exsudação; glabros; textura coriácea; estípulas caducas; presença manchas circulares pretas (Silva Júnior, 2005).

**Protofilo X Metafilo:** Isofilia; Plântula FER Tipo-I.



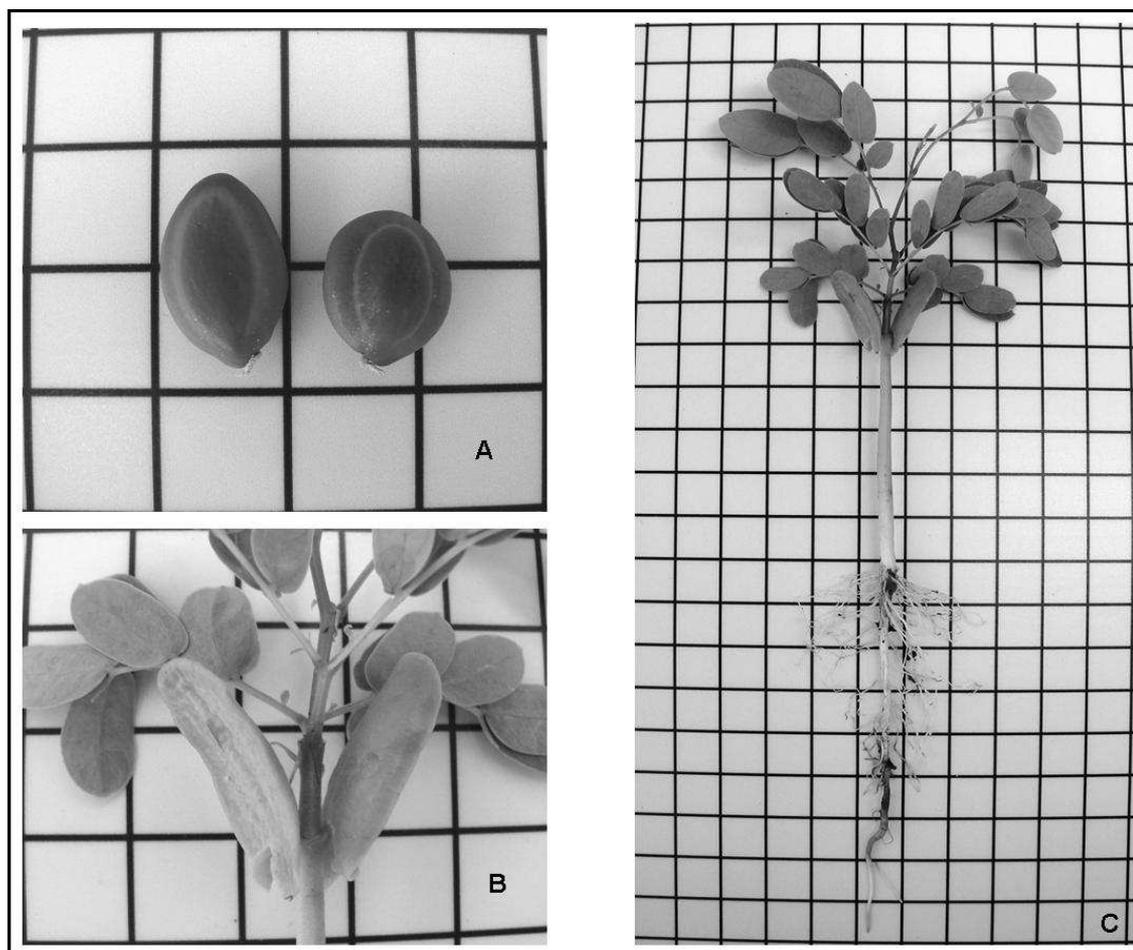
*Dalbergia miscolobium* Benth. –Fabaceae - Faboideae

**Figura 21.** *Dalbergia miscolobium*. A. Semente reniforme; B. Protofilo imparipinado; C. Plântula FER-I com 26 dias e  $\pm$  20 cm de comprimento (tracejado representa a região do colo). Escala: 1 cm.

### 6.3.6 - *Enterolobium gummiferum* (Mart.) J. F. Macbr.

**Família:** Fabaceae - Mimosoideae / **Nome popular:** Orelha-de-macaco

**Floração:** agosto a setembro / **Frutificação:** maio a setembro



**Figura 22.** *Enterolobium gummiferum*. A. Sementes elipsóides a globosas; B. Cotilédones carnosos; C. Plântula com 28 dias e  $\pm 21$  cm de comprimento. Escala: quadrados de 1 cm<sup>2</sup>.

**Semente:** globosa, elipsóide a oblonga; bicolor com marrom claro e escuro; lisa e estriada com tegumento espesso e duro; as dimensões variam de 1,2-1,7 cm de comp., 0,6-0,9 cm de larg. e 0,3-0,5 cm de esp. (Figura 21-A). Taxa de germinação de 80% em 25 dias, com 6 dias; tratamento: T-1.

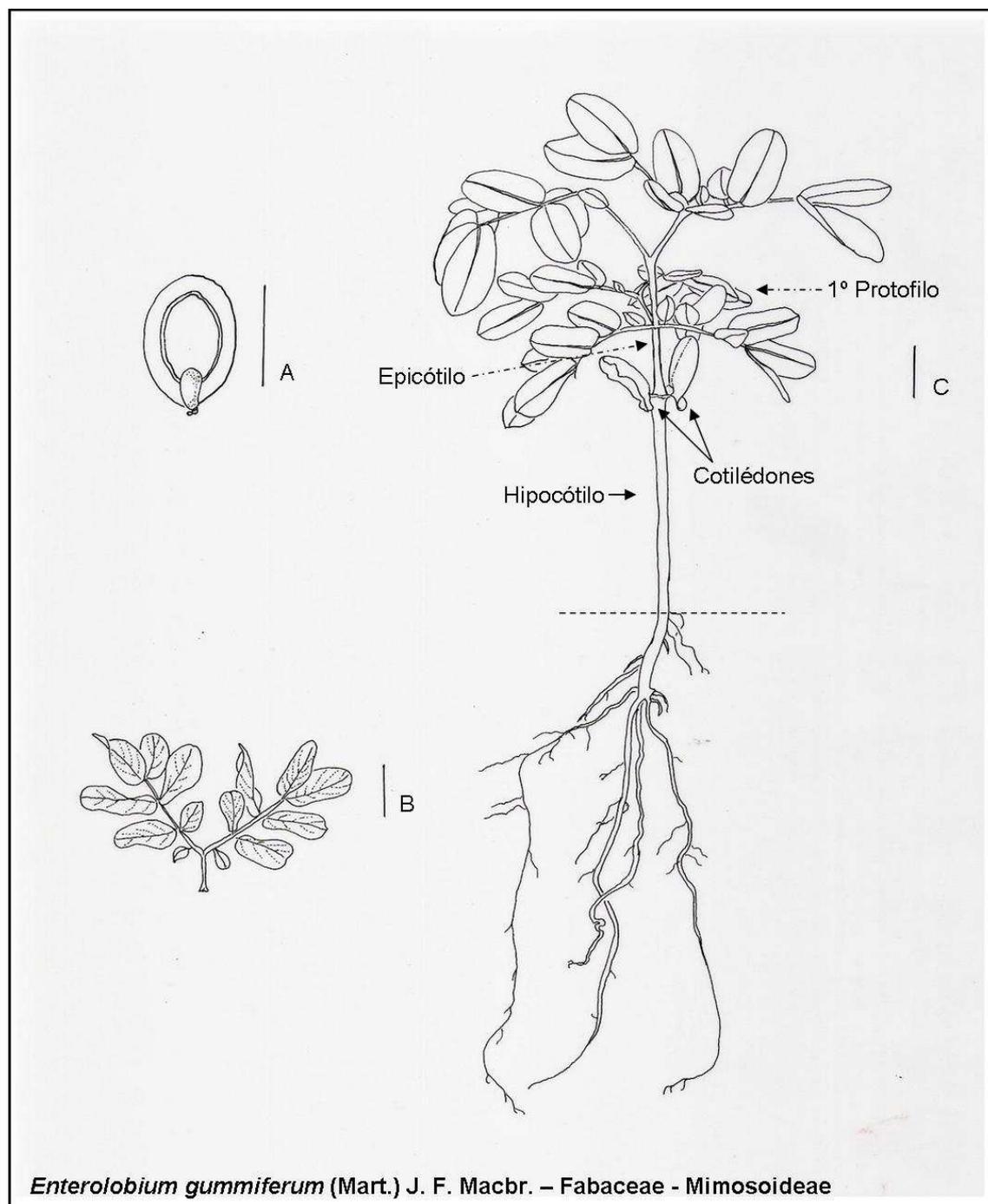
**Plântula FER:** 2 cotilédones opostos epígeos; fanerocotiledonares; levemente peciolados; de reserva; limbo ligeiramente lobado na base; concolor verde e posteriormente amarelo; dimensões entre 1,8-2,2 cm de comp., 0,9-1,3 cm de larg. e 0,2-0,3 cm de esp. (Figura 21-B). Hipocótilo alongado, 4,3-5,5 cm de comp.; branco na base e verde do meio para cima. Epicótilo curto, 0,2-0,4 cm de comp.; verde.

**Protofilos:** alternos e espiralados; compostos, paribipinados com 2 folíolos opostos e 4 a 6 foliólulos oposto com pulvino; pecíolo com 0,2-0,4 cm de comp.; foliólulo elíptico a oblongo com 1,1-1,4 cm de comp., 0,6-0,9 cm de larg. e 0,05 cm de esp.; Ápice obtuso; base obtusa a arredondada; margem inteira, bordo levemente ondulado; nervura principal imersa faces adaxial e abaxial; nervação broquidódroma; concolor verde; sem exsudação; glabra faces adaxial e abaxial; textura membranácea; estípulas intrapeciolares no pecíolo e peciólulo; (Figura 22-B).

**Metafilos:** alternos a espiralados; compostos paribipinados com 2 a 6 folíolos opostos e 6 a 12 foliólulos opostos; pecíolo, até 5 cm de comp.; foliólulo elípticos, oblongos a assimétricos com até 5 cm de comp. e 3 cm de larg.; ápice arredondados a retuso; base

obtusa, arredondadas a assimétricas; margem inteira; nervura principal saliente faces adaxial e abaxial; nervação broquidódroma; concolor verde; sem exsudação; glabra; textura coriácea; estípulas caducas (Silva Júnior, 2005).

**Protofilo X Metafilo:** Isofilia, Plântula FER Tipo-I.

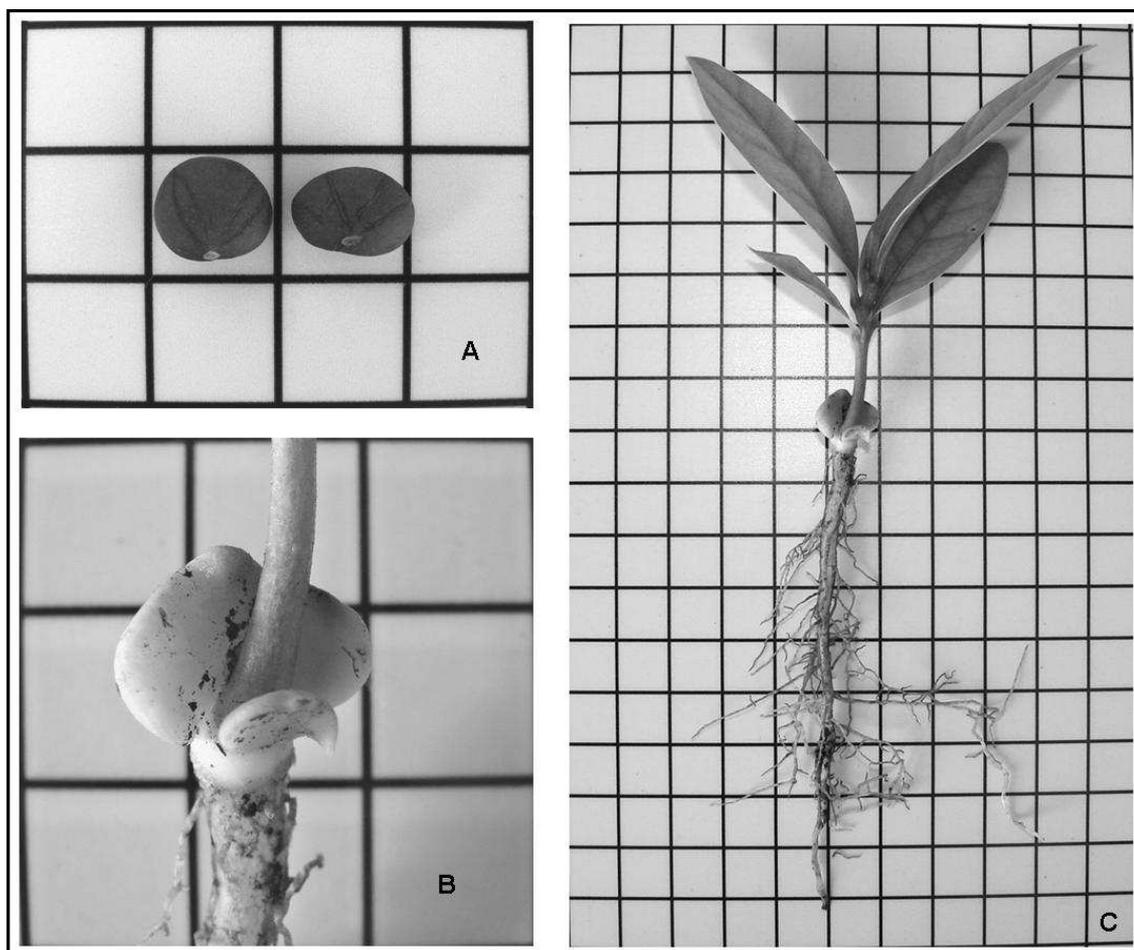


**Figura 23.** *Enterolobium gummiferum*. A. Sementes estriadas; B. Protofilo paribipinado com duas estípulas evidentes; C. Plântula FER-I com 28 dias e  $\pm$  21 cm de comprimento (tracejado representa a região do colo). Escala: 1 cm

### 6.3.7 - *Eriotheca pubescens* (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.

**Família:** Malvaceae / **Nome popular:** Paineira-do-cerrado

**Floração:** julho a setembro / **Frutificação:** agosto a novembro



**Figura 24.** *Eriotheca pubescens*. A. Semente globosa e estriada; B. Cotilédones carnosos; C. Plântula com 70 dias e  $\pm 17$  cm de comprimento. Escala: quadrados de 1 cm<sup>2</sup>.

**Semente:** arredondada e globosa; marrom com estrias mais escuras que partem da região do hilo; superfície estriada; com o tegumento fino e frágil; as dimensões variam de 0,6-0,8 cm de comp., 0,4-0,6 cm de larg. e 0,6 cm de esp. (Figura 23-A). Taxa de germinação de 80% em 70 dias, emergência com 20 dias; sem tratamento; sementes com poliembrião; tratamento: T-1.

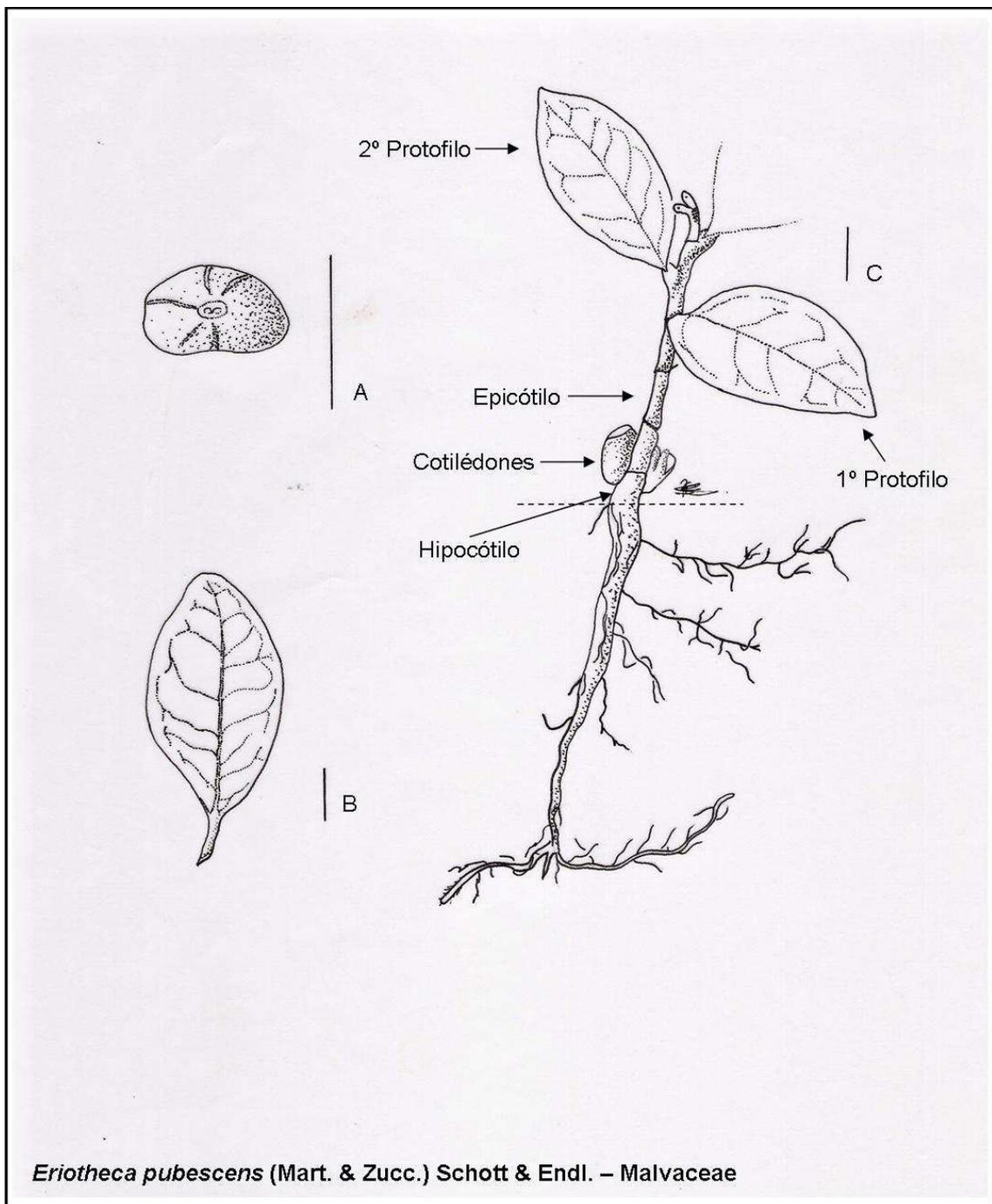
**Plântula FHR:** 2 cotilédones opostos, hipógeos a semi-hipógeos, sendo um nididamente maior; fanerocotiledonares; sésseis; de reserva; limbo recortado; de coloração verde a amarelado; dimensões entre 0,6-0,9 cm de comp., 1,0-1,2 cm de larg. e 0,2 cm de esp. (Figura 23-B). Hipocótilo muito reduzido, 0,5 cm de comp.; branco e grosso. Epicótilo maior que o hipocótilo, 1,6-2,0 cm de comp.; verdes.

**Protofilos:** alternos a espiralados; simples; pecíolo, 0,2-0,4 cm de comp.; elíptico, 2,7-5,8 cm de comp., 1,5-2,8 cm de larg. e 0,05 cm de esp. (Figura 24-B); ápice agudo; base cuneada; margem inteira, bordo reto; nervura principal saliente faces adaxial e abaxial; nervação broquidódroma; levemente discolor com verde bem claro na face abaxial; sem exsudação; glabra; textura cartácea; estípulas intrapeciolares.

**Metafilos:** alternos a espiralados; composto digitado, 3 a 5 folíolos. pecíolo com até 5 cm de comp.; Folíolos elípticos ou obovados com até 16 cm de comp. e 9 cm de larg.; ápice retuso ou emarginado; base aguda ou cuneada; margem inteira; nervura principal

impressa adaxial e saliente face abaxial; nervação broquidódroma; discolor; sem exsudação; pilosa em ambas as faces; textura coriácea; com estípulas caducas. (Silva Júnior, 2005).

**Protofilo X Metafilo:** Heterofilia, porém mandem a filotaxia alterna e espiralada; Plântula FHR Tipo-III.

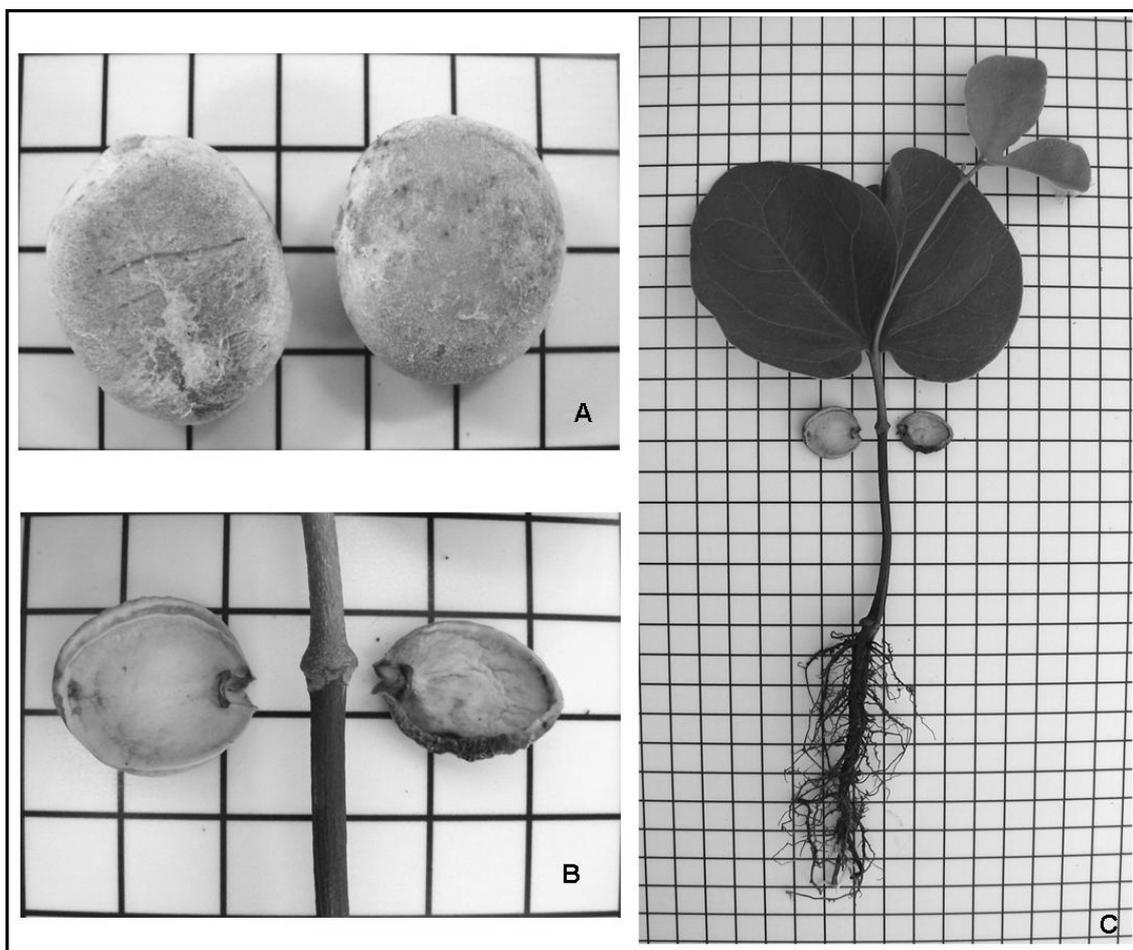


**Figura 25.** *Eriothecha pubescens*. A. Semente com estrias; B. Protofilo simples e com pecíolo; C. Plântula FER-III com 70 dias e  $\pm 17$  cm de comprimento (tracejado representa a região do colo). Escala: 1 cm.

### 6.3.8 - *Hymenaea stigonocarpa* Mart. Ex Hayne

**Família:** Fabaceae - Caesalpinioideae / **Nome popular:** Jatobá-do-cerrado

**Floração:** outubro a abril / **Frutificação:** abril a julho



**Figura 26.** *Hymenaea stigonocarpa*. A. Semente arredondada e globosa; B. Cotilédones carnosos sésseis colocados para registro; C. Plântula FER com 37 dias e  $\pm 28$  cm de comprimento. Escala: quadrados de  $1\text{ cm}^2$ .

**Semente:** levemente achatada, arredondada e globosa; marrom a avermelhada; lisa com testa espessa e dura; dimensões variam de 1,4-2,3 cm de comp., 1,3-2,0 cm de larg. e 1,0-1,5 cm de esp. (Figura 25-A). Taxa de germinação de 95% em 50 dias, emergência com 13 dias; tratamento: T-1.

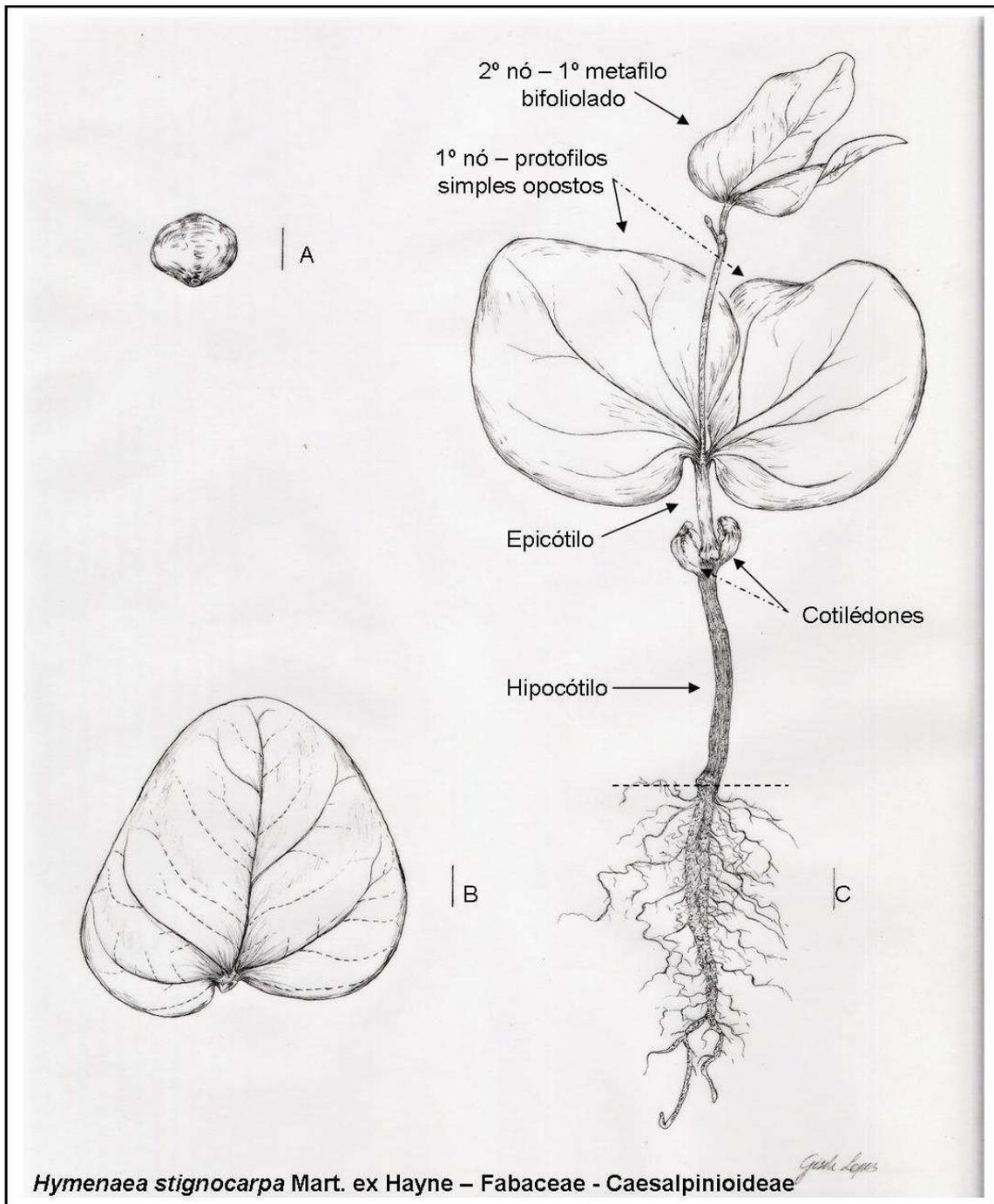
**Plântula FER:** 2 cotilédones opostos, epígeos, fanerocotiledonares; curto peciolados a sésseis; de reserva; limbo recortado; verde adaxial e avermelhado face abaxial; dimensões entre 1,5-2,0 cm de comp., 1,0-1,5 cm de larg. e 0,5-0,8 cm de esp. (Figura 25-B). Hipocótilo desenvolvido com 5,8-6,9 cm de comp.; marrom. Epicótilo com 2,0-2,9 cm de comp.; verdes.

**Protofilos:** opostos espiralados; simples; sésseis.; ovados a assimétricos, 7,2-8,6 cm de comp., 7,0-7,9 cm de larg. e 0,01 cm de esp. (Figura 26-B); ápice obtuso a arredondado; base arredondada a assimétrica; margem inteira com bordo ondulado; nervura principal saliente face abaxial; nervação actinódroma; concolor verde; sem exsudação; glabra; com textura coriácea.

**Metafilos:** alternos a espiralados; compostos bifoliolados; pecíolos de até 2 cm comp.; Folíolos ovados a largo-elípticos, até 25 cm de comp. e 7 cm de larg.; ápice obtuso ou arredondado; base assimétrica; margem inteira; nervura principal e secundárias salientes face abaxial; nervação broquidódroma; concolores; sem exsudação; pilosa em ambas as

faces; textura coriácea; com estípulas caducas e glândulas laminares (Silva Júnior, 2005).

**Protofilo X Metafilo:** Heterofilia; Plântula FER **Tipo-II**.

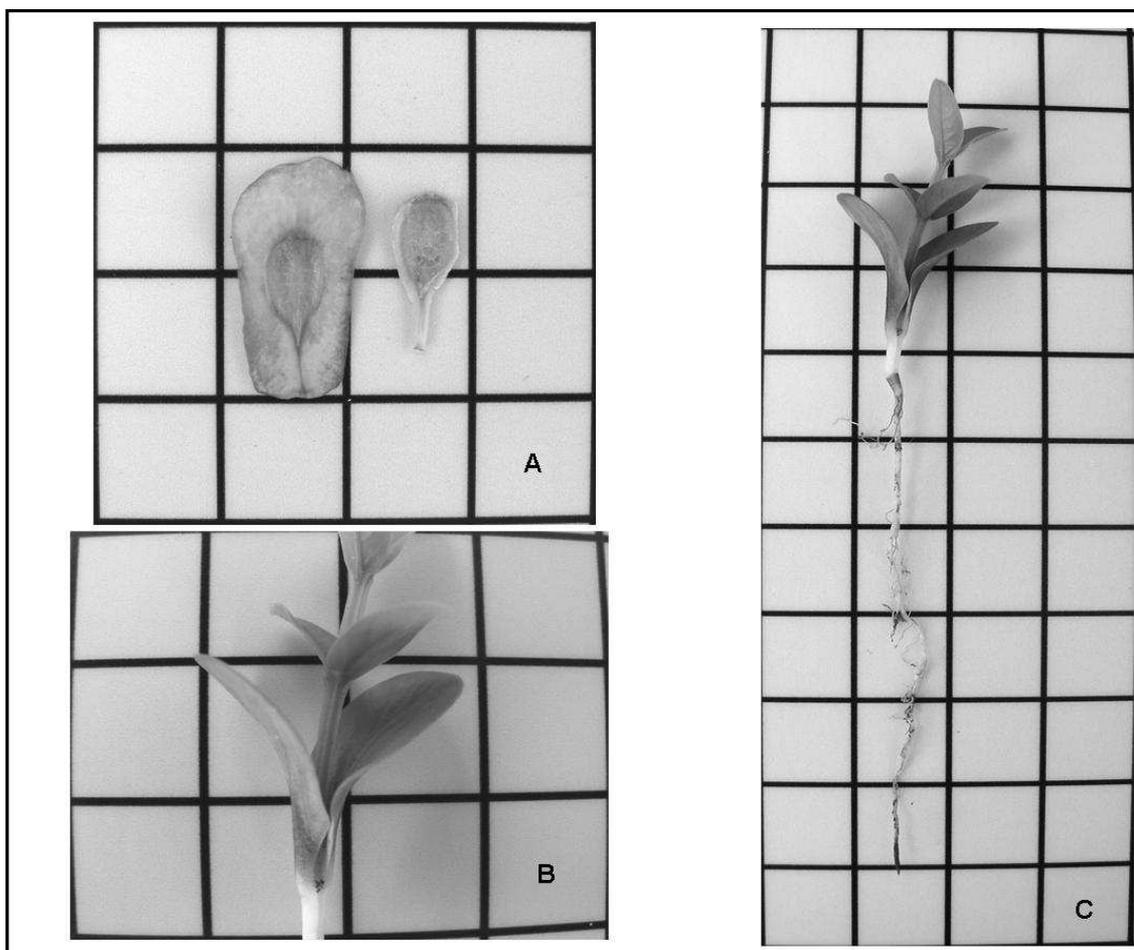


**Figura 27.** *Hymenaea stigonocarpa*. A. Semente globosa; B. Protofilo simples de bordo ondulado; C. Plântula FER-II com 37 dias e  $\pm$  28 cm de comprimento (tracejado representa a região do colo). Escala: 1 cm.

### 6.3.9 - *Lafoensia pacari* A. St. Hil.

**Família:** Lythraceae / **Nome popular:** Pacari

**Floração:** junho a setembro / **Frutificação:** agosto a maio



**Figura 28.** *Lafoensia pacari*. A. Sementes com ala a esquerda e ala retirada a direita; B. Cotilédones foliáceos com pequeno pecíolo; C. Plântula FEF com 12 dias e  $\pm 10$  cm de comprimento. Escala: quadrados de  $1\text{ cm}^2$ .

**Semente:** achatada, alada em toda a extensão e oblonga; amarela com pequenas manchas verdes; rugosa com tegumento fino e frágil; dimensões variam de 1,7-2,0 cm de comp., 1,0-1,3 cm de larg. e 0,1 cm de esp. (Figura 27-A). Taxa de germinação de 75% em 19 dias, emergência com 7 dias; tratamento: T-2.

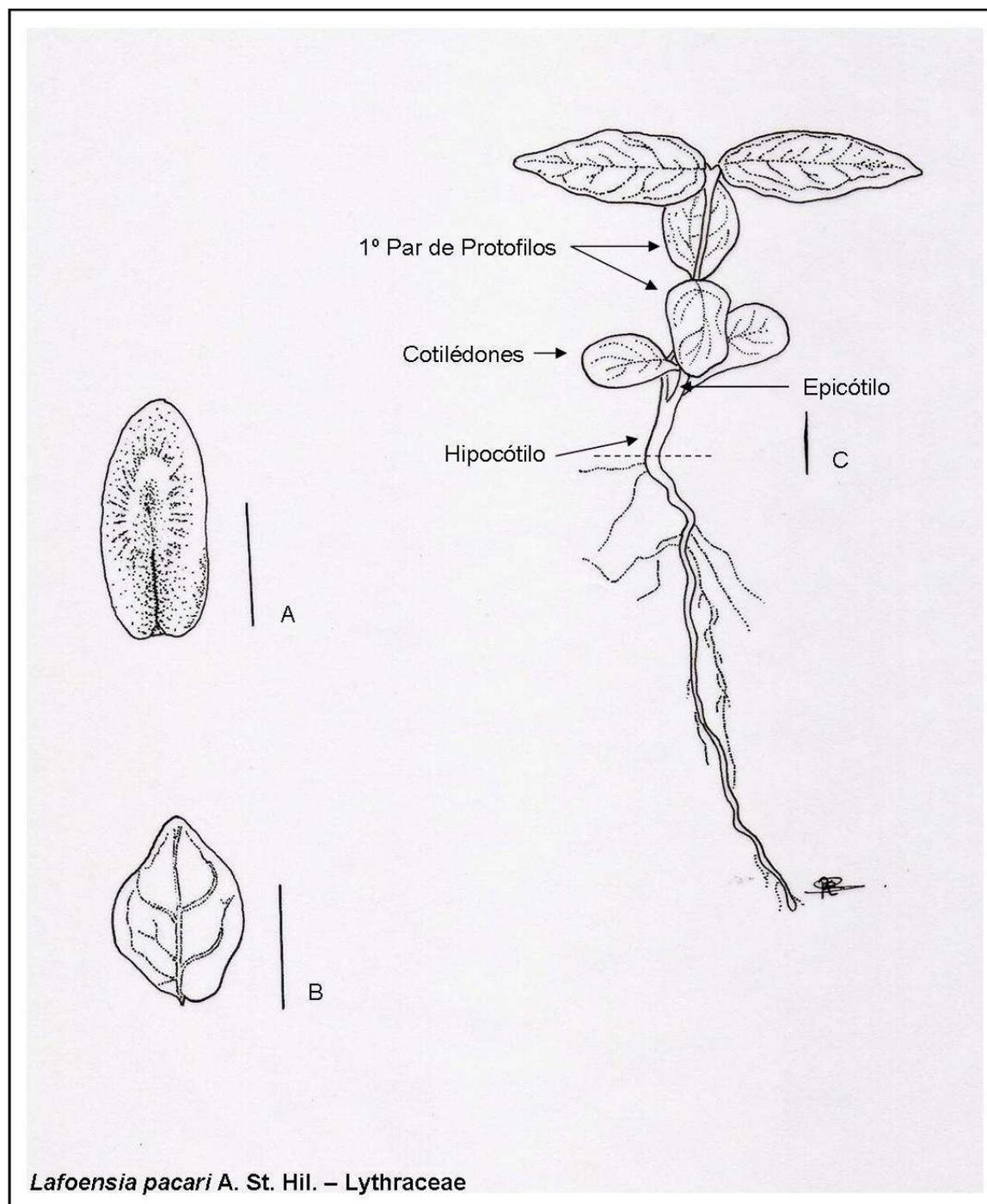
**Plântula FEF:** 2 cotilédones opostos epígeos; fanerocotiledonares; levemente peciolados; foliáceos; limbo inteiro; verde adaxial e avermelhado abaxial; dimensões entre 1,1-1,4 cm de comp., 0,6-0,9 cm de larg. e 0,1 cm de esp. (Figura 27-B). Hipocótilo alongado com 4,3-5,5 cm de comp.; branco na base e verde do meio para cima. Epicótilo curto com 0,2-0,4 cm de comp.; verde.

**Protofilos:** opostos cruzados; simples e sésseis; forma obovada a elíptica, 0,7-0,9 cm de comp., 0,5-0,6 cm de larg. e 0,05 cm de esp.; Ápice agudo; base lobada, obtusa a assimétrica; margem inteira com bordo reto; nervura principal saliente abaxial e imersa face adaxial; nervação broquidódroma; concolor verde; sem exsudação; glabra faces adaxial e abaxial; textura membranácea; estípulas ausente (Figura 28-B).

**Metafilos:** opostos cruzados; simples; pecíolos de até 1 cm de comp.; elíptico, oblongo ou obovado, até 17 cm de comp. e 9 cm de larg.; ápice obtuso, retuso ou agudo, hidatódio na fase inferior superior; base obtusa; margem inteira, bordo ondulado;

nervura principal saliente abaxial; nervação broquidódroma; discolor; sem exsudação; glabra; textura coriácea; estípulas diminutas e caducas. (Silva Júnior, 2005).

**Protofilo X Metafilo:** Isofilia, apenas a formação do hidatódio no ápice abaxial do metafilo. Plântula FEF **Tipo-I**.



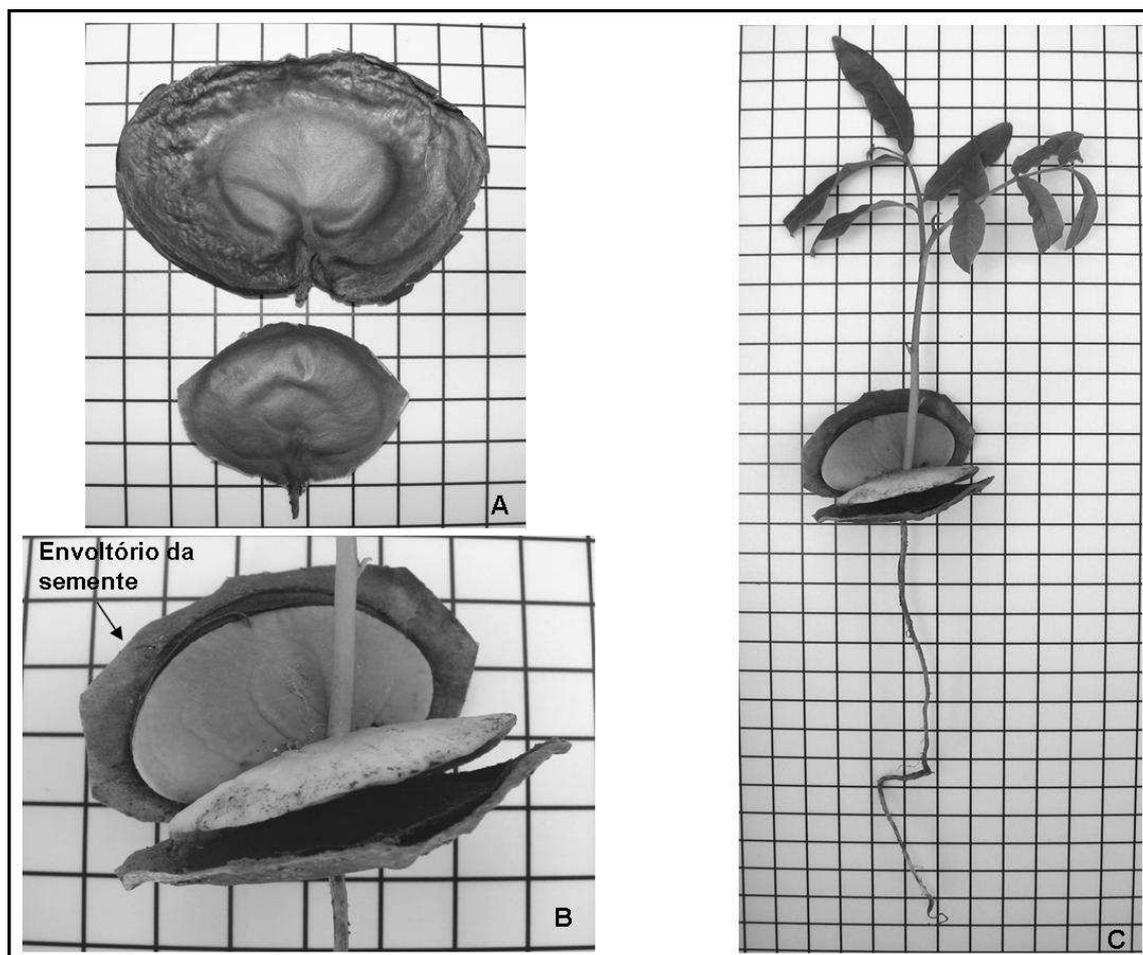
*Lafoensia pacari* A. St. Hil. – Lythraceae

**Figura 29.** *Lafoensia pacari*. A. Semente alada; B. Protofilo simples sem hidatódio; C. Plântula FEF-I com 12 dias e  $\pm$  10 cm de comprimento. (tracejado representa a região do colo). Escala: 1 cm.

### 6.3.10 - *Magonia pubescens* A. St. Hil.

**Família:** Sapindaceae / **Nome popular:** Tingui

**Floração:** junho a outubro / **Frutificação:** agosto a novembro



**Figura 30.** *Magonia pubescens*. A. Sementes achatadas com ala acima e com ala retirada abaixo; B. Cotilédones carnosos, verdes e cobertos pela testa da semente; C. Plântula FHR com 10 dias e  $\pm 27$  cm de comprimento. Escala: quadrados de  $1 \text{ cm}^2$ .

**Semente:** achatada, arredondada e alada por toda a extensão; de cor marrom a castanho; rugosa; com o tegumento fino e frágil; as dimensões variam de 3,2-5,9 cm de comp., 6,5-10,5 cm de larg. e 0,4-0,6 cm de esp. (Figura 29-A). Taxa de germinação de 75% em 25 dias, emergência com 10 dias; tratamento: T-2.

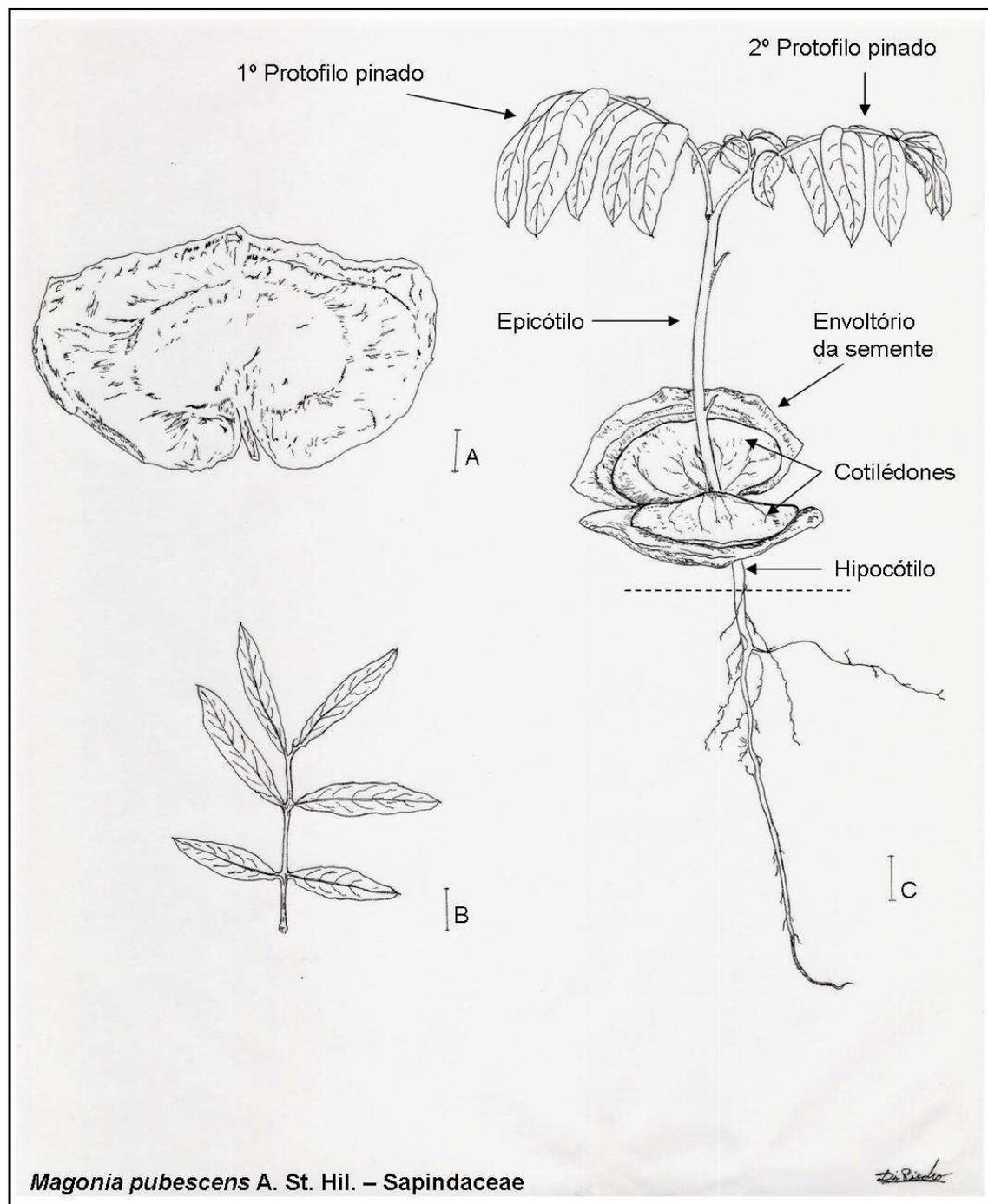
**Plântula FHR:** 2 cotilédones opostos hipógeos a semi-hipógeos; sésseis; criptocotiledonares; de reserva; limbo inteiro; verde levemente discolor; dimensões entre 1,5-2,1 cm de comp., 3,1-5,8 cm de larg. e 0,2-0,3 cm de esp. (Figura 29-B). Hipocótilo muito reduzido com 0,8-1,8 cm de comp.; branco. Epicótilo alongado, 6,1-8,2 cm de comp.; verdes com pequenas escamas.

**Protofilos:** alternos e espiralados; compostos imparipinados (a paripinados), 4 a 7 folíolos alternos (a oposto); pecíolo com 0,3-0,5 cm de comp.; Folíolos elípticos a oblongos, 2,8-4,9 cm de comp., 0,7-1,0 cm de larg. e 0,05 cm de esp. (Figura 30-B); ápice acuminado a mucronado; base aguda; margem inteira com bordo ondulado; nervura principal saliente faces adaxial e abaxial; nervação broquidódroma; coloração concolor verde; sem exsudação; glabra faces adaxial e abaxial; textura membranácea; sem estípulas; com pequenas glândulas na base do pecíolo.

**Metafilos:** alternos a espiralados; compostos imparipinados, 5 a 11 folíolos alternos ou opostos. Pecíolo com até 5 cm de comp.; Folíolos elípticos a oblongos com até 10 cm

de comp. e 5 cm de larg.; ápice retuso ou obtuso; base obtusa; margem inteira; nervura principal saliente faces adaxial e abaxial; nervação broquidódroma; coloração concolor verde; sem exsudação; pilosa na fase abaxial; textura coriácea; sem estípulas (Silva Júnior, 2005).

**Protofilo X Metafilo:** Isofilia, porém ápice e base do folíolo se modificam, assim como a pilosidade e textura. **Plântula FHR Tipo-I.**

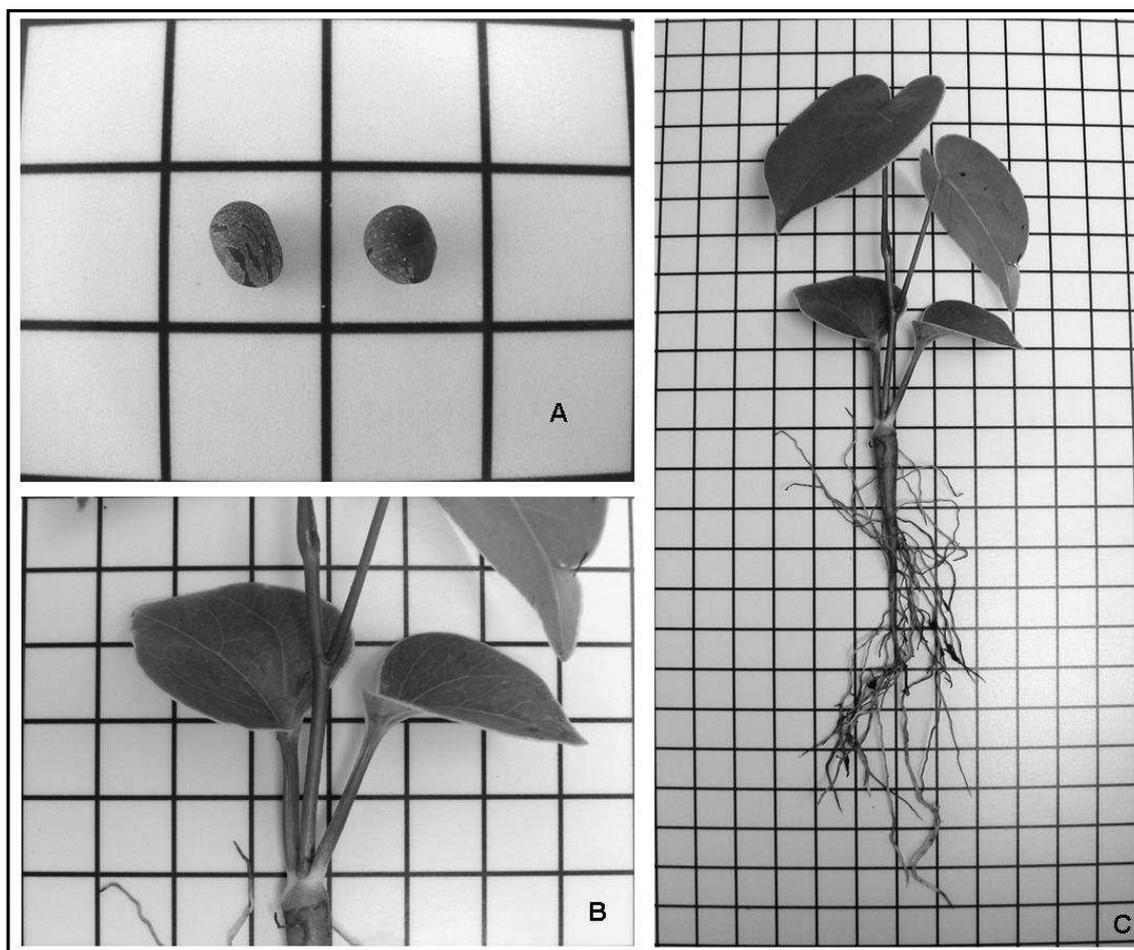


**Figura 31.** *Magonia pubescens*. A. Semente alada; B. Protofilo paribipinados; C. Plântula FHR-I com 28 dias e  $\pm$  21 cm de comprimento (tracejado representa a região do colo). Escala: 1 cm.

### 6.3.11 - *Pseudobombax longiflorum* (Mart. & Zucc.) A. Robyns

**Família:** Malvaceae / **Nome popular:** Mamonarana

**Floração:** julho a novembro / **Frutificação:** julho do próximo ano após a floração



**Figura 32.** *Pseudobombax longiflorum*. A. Semente globosa e estriada; B. Cotilédones foliáceos com grande pecíolo; C. Plântula FEF com 34 dias e  $\pm 21$  cm de comprimento, note início da formação de uma tuberosidade. Escala: quadrados de 1 cm<sup>2</sup>.

**Semente:** arredondada e globosa; marrom a castanho com estrias pretas aleatórias; estriada; tegumento espesso e duro; as dimensões variam de 0,4-0,7 cm de comp., 0,3-0,05 cm de larg. e 0,4 cm de esp. (Figura 31-A). Taxa de germinação de 50% em 40 dias, emergência com 6 dias; tratamento: T-4.

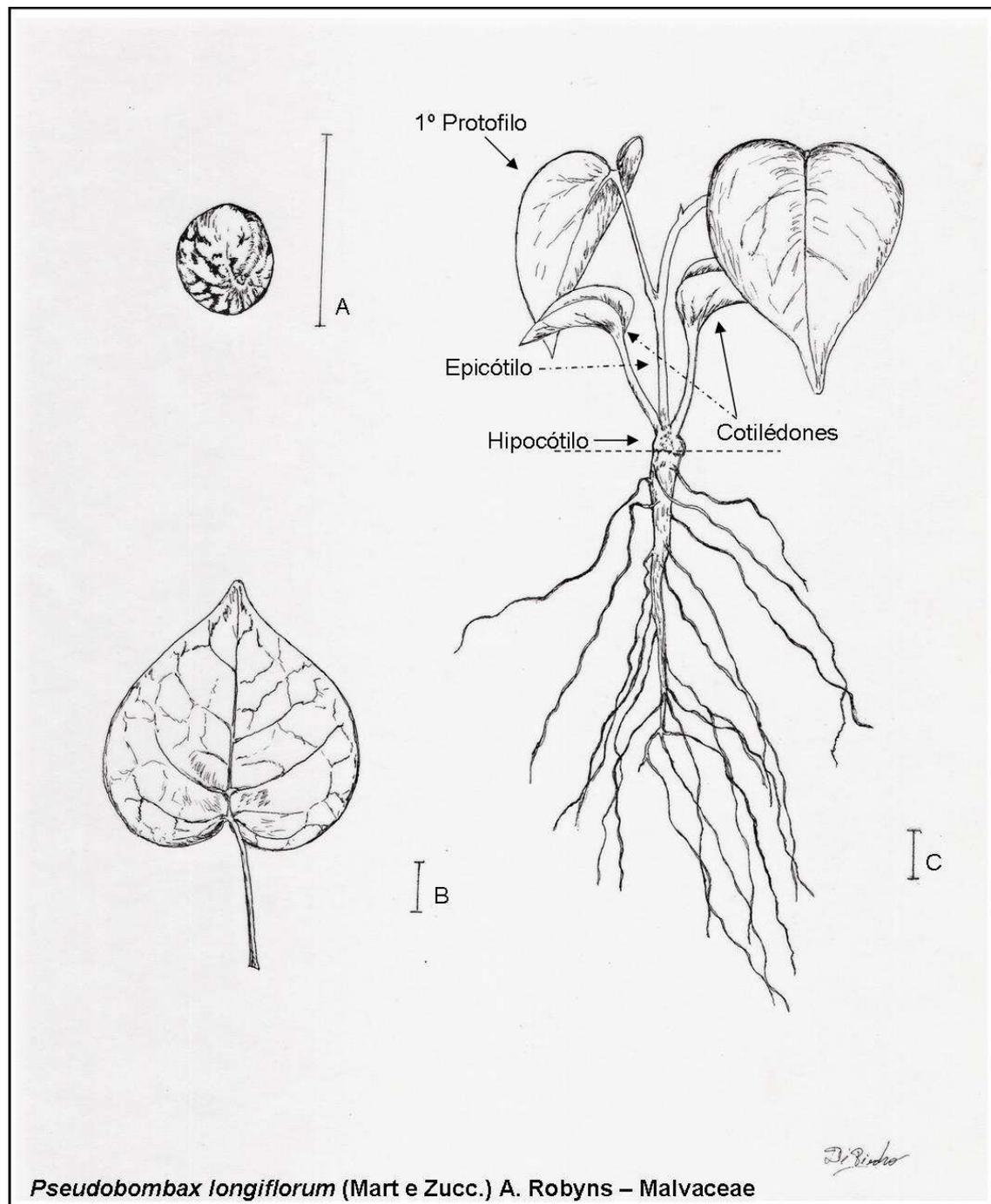
**Plântula FEF:** 2 cotilédones opostos, epígeos elevados por um grande pecíolo, 2,3-2,7 cm de comp.; fanerocotiledonares; foliáceos; limbo inteiro; verde escuro; dimensões entre 2,4-2,7 cm de comp., 2,8-3,1 cm de larg. e 0,05 cm de esp. (Figura 31-B). Hipocótilo muito reduzido junto ao colo bem demarcado aonde se insere os pecíolos dos cotilédones, 0,2-0,3 cm de comp.; marrom e grosso. Epicótilo alongado com 2,3-2,7 cm de comp.; avermelhados. Formação de tuberosidade no sistema radicular.

**Protofilos:** alternos e espiralados; simples; pecíolo com 2,9-3,6 cm de comp.; ovado com 4,8-5,5 cm de comp., 4,8-5,0 cm de larg. e 0,05 cm de esp. (Figura 32-B); ápice apiculado a acuminado; base sagitada; margem inteira, bordo reto; nervura principal saliente abaxial e impressa face adaxial; nervação broquidódroma de coloração avermelhada; verde concolor; exsudação hialina bem escassa; glabra; textura membranácea; estípulas intrapeciolares.

**Metafilos:** alternos e espiralados; compostos digitados, 7 a 11 folíolos; pecíolo com base inflada, até 40 cm de comp.; folíolo elípticos ou oblongo com até 30 cm de comp.

e 15 cm de larg.; ápice arredondado, retuso ou acuminado; base arredondada, aguda ou obtusa; margem inteira; nervura principal impressa adaxial e saliente abaxial; nervação broquidódroma; concolores; sem exsudação; glabros; textura cartácea; com estípulas caducas. (Silva Júnior, 2005).

**Protofilo X Metafilo:** Heterofilia, mudança de folha simples para digitada e a forma de ovada para elíptica ou oblonga. Porém a filotaxia alterna e espiralada se mandem; Plântula FEF Tipo-III.



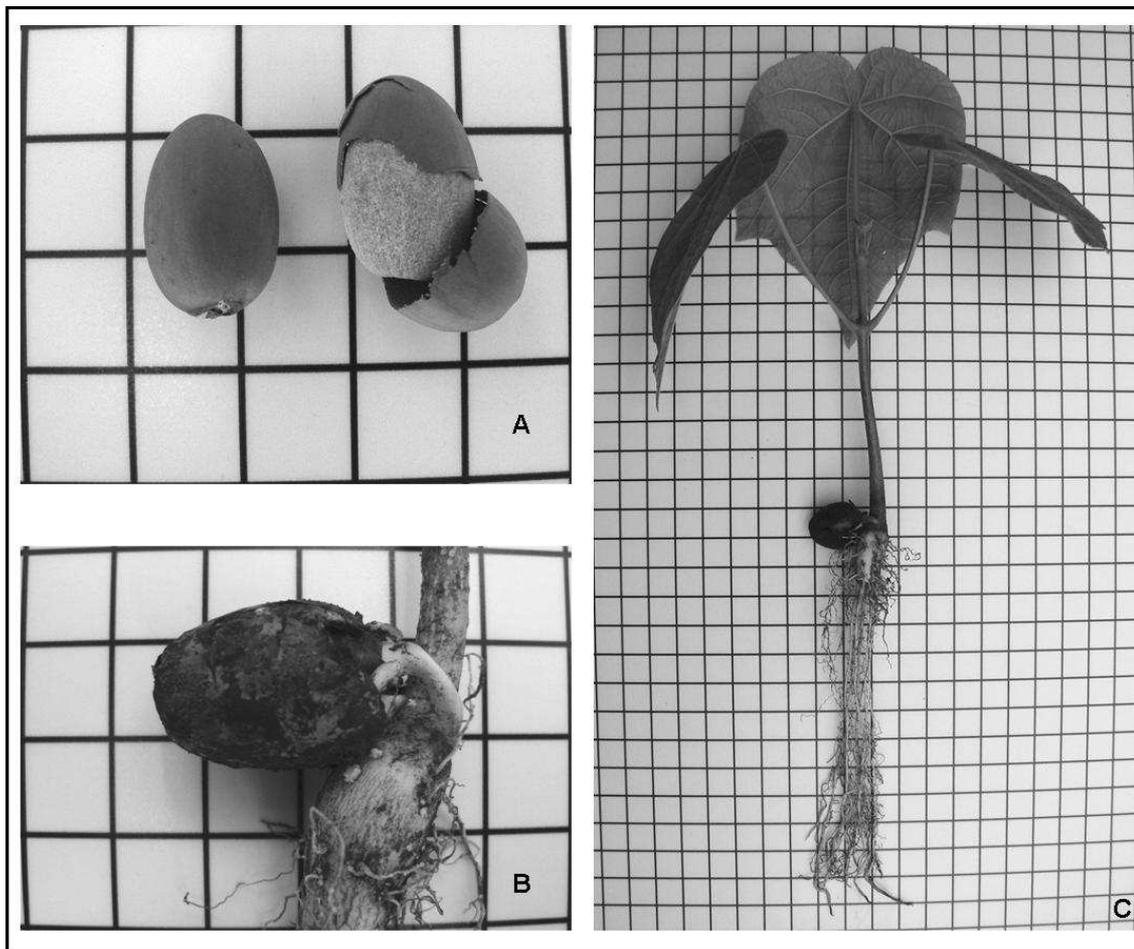
*Pseudobombax longiflorum* (Mart e Zucc.) A. Robyns – Malvaceae

**Figura 33.** *Pseudobombax longiflorum*. A. Semente globosa estriada; B. Protofilo simples com base sagitada bem característica; C. Plântula FEF-III com 34 dias e  $\pm$  21 cm de comprimento (tracejado representa a região do colo). Note raiz tuberosa bem desenvolvida. Escala: 1 cm.

### 6.3.12 - *Sterculia striata* A.St.-Hil. & Naudin

**Família:** Malvaceae **Nome popular:** Xixá

**Floração:** janeiro a abril / **Frutificação:** agosto a setembro



**Figura 34.** *Sterculia striata*. A. Sementes ovóides; B. Cotilédones encerrados dentro da semente, note ambos os pedicelos; C. Plântula CHR com 30 dias e  $\pm$  24 cm de comprimento. Escala: quadrados de 1 cm<sup>2</sup>.

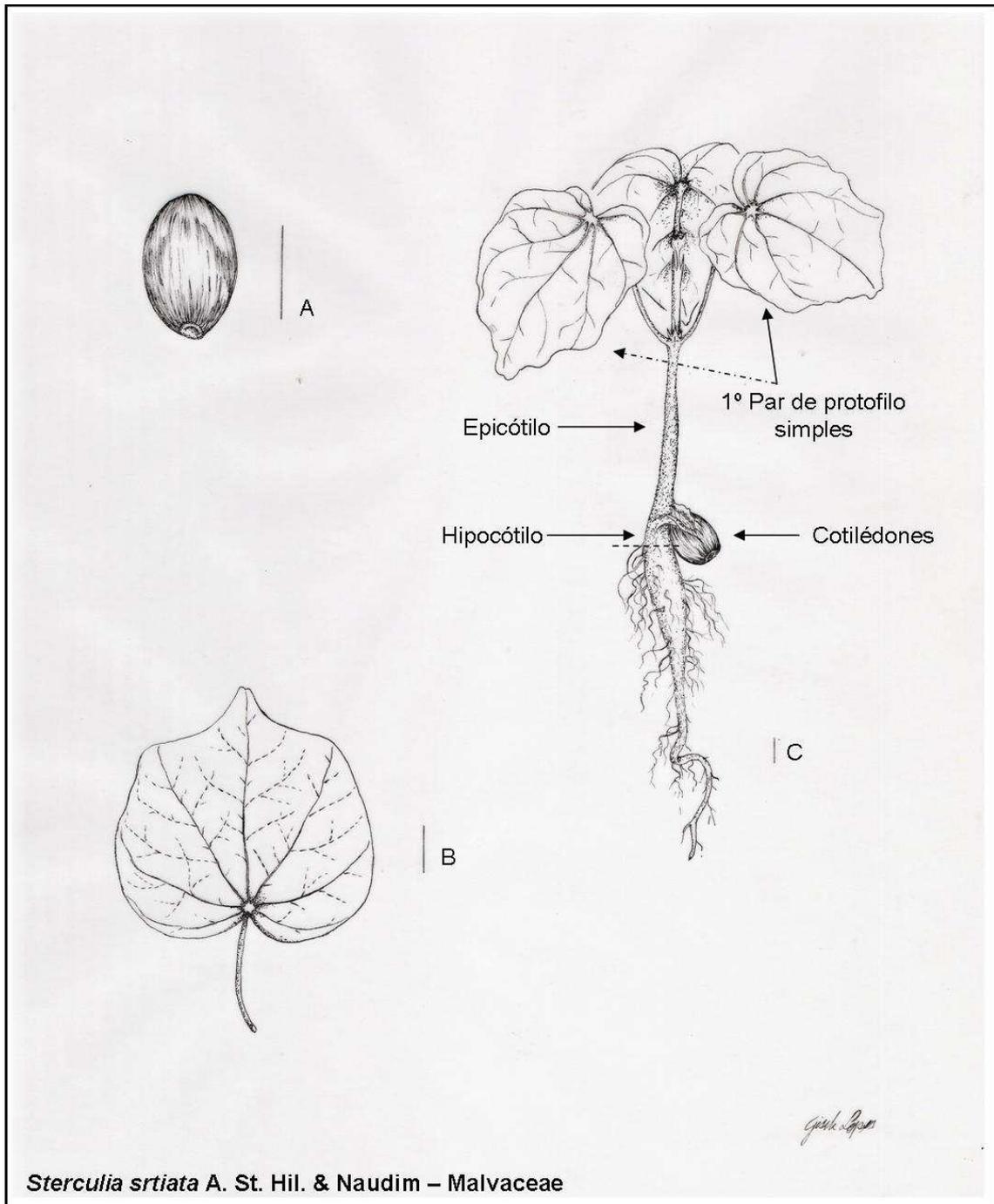
**Semente:** ovóide a arredondada; castanha a cinza; levemente estriada, tegumento fino e frágil; as dimensões variam de 1,4-1,7 cm de comp., 0,9-1,1 cm de larg. e 1,0-1,3 cm de esp. (Figura 33-A). Taxa de germinação de 60% em 45 dias, emergência com 12 dias; tratamento: T-IV.

**Plântula CHR:** 2 cotilédones opostos porém direcionados através dos pecíolos para o mesmo lado, hipógeos; criptocotiledonares; carnosos de reserva; limbo inteiro porém retorcido; levemente discolor branco amarelado; dimensões entre 1,2-1,7 cm de comp., 0,4-0,7 cm de larg. e 0,4-0,8 cm de esp. (Figura 33-C). Hipocótilo reduzido junto ao colo bem demarcado aonde se insere os pedicelos dos cotilédones, com 0,3-0,6 cm de comp.; marrom e grosso. Epicótilo alongado com 6,0-6,1 cm de comp.; verdes e com pelos.

**Protofilos:** opostos cruzados; simples; pecíolo, 6,5-7,6 cm de comp.; ovado a oblongo, 8,1-9,6 cm de comp., 6,9-8,2 cm de larg. e 0,05 cm de esp. (Figura 34-B); ápice acuminado; base lobada a sagitada; margem levemente lobulada com bordo ondulado; nervura principal saliente face abaxial; nervação actinódroma; concolor verdes; sem exsudação; glabra; piloso velutino face abaxial com textura coriácea; estípulas interpeciolares.

**Metafilos:** alternos; simples; peciolados.; oval a trilobado com até 24 cm de comp. e 34 cm de larg.; ápice foliar ou dos lobos agudo a obtuso; base cordada; margem lobada; nervura principal e secundárias salientes abaxialmete; concolores; sem exsudação; glabros; textura cartácea; com estípulas caducas. (Almeida *et al.*, 1998).

**Protofilo X Metafilo:** Isofilia; Plântula CHR Tipo-I.



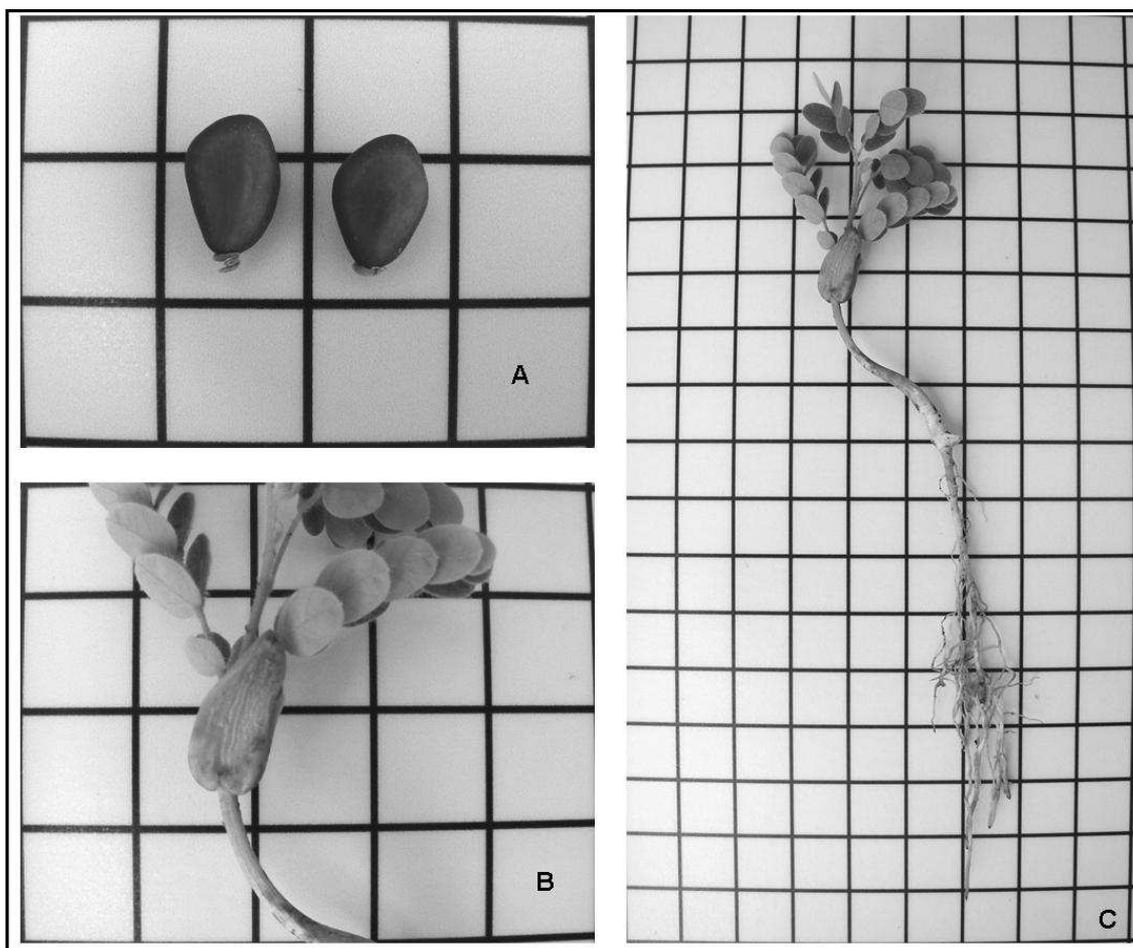
*Sterculia striata* A. St. Hil. & Naudim – Malvaceae

**Figura 35.** *Sterculia striata*. A. Semente globosa; B. Protofilo simples com peciolado; C. Plântula CHR-I com 31 dias e  $\pm 22$  cm de comprimento (traço representa a região do colo). Escala: 1 cm.

### 6.3.13 - *Strephnodendron adstringens* (Mart.) Coville

**Família:** Fabaceae - Mimosoideae / **Nome popular:** Barbatimão

**Floração:** setembro a novembro / **Frutificação:** novembro a junho



**Figura 36.** *Strephnodendron adstringens*. A. Semente elipsóide estriadas; B. Cotilédones esverdeados, porém com textura carnosa; C. Plântula FER com 16 dias e  $\pm$  15 cm de comprimento, note o colo espessado. Escala: quadrados de 1 cm<sup>2</sup>.

**Semente:** levemente achatada, oblonga ou elipsóide; marrom a castanho com algumas estrias mais escuras e outras mais claras; superfície estriada; tegumento espesso e duro; as dimensões variam de 0,7-1,0 cm de comp., 0,4-0,7 cm de larg. e 0,4 cm de esp. (Figura 35-A). Taxa de germinação de 60% em 40 dias, emergência com 10 dias; tratamento: T-IV.

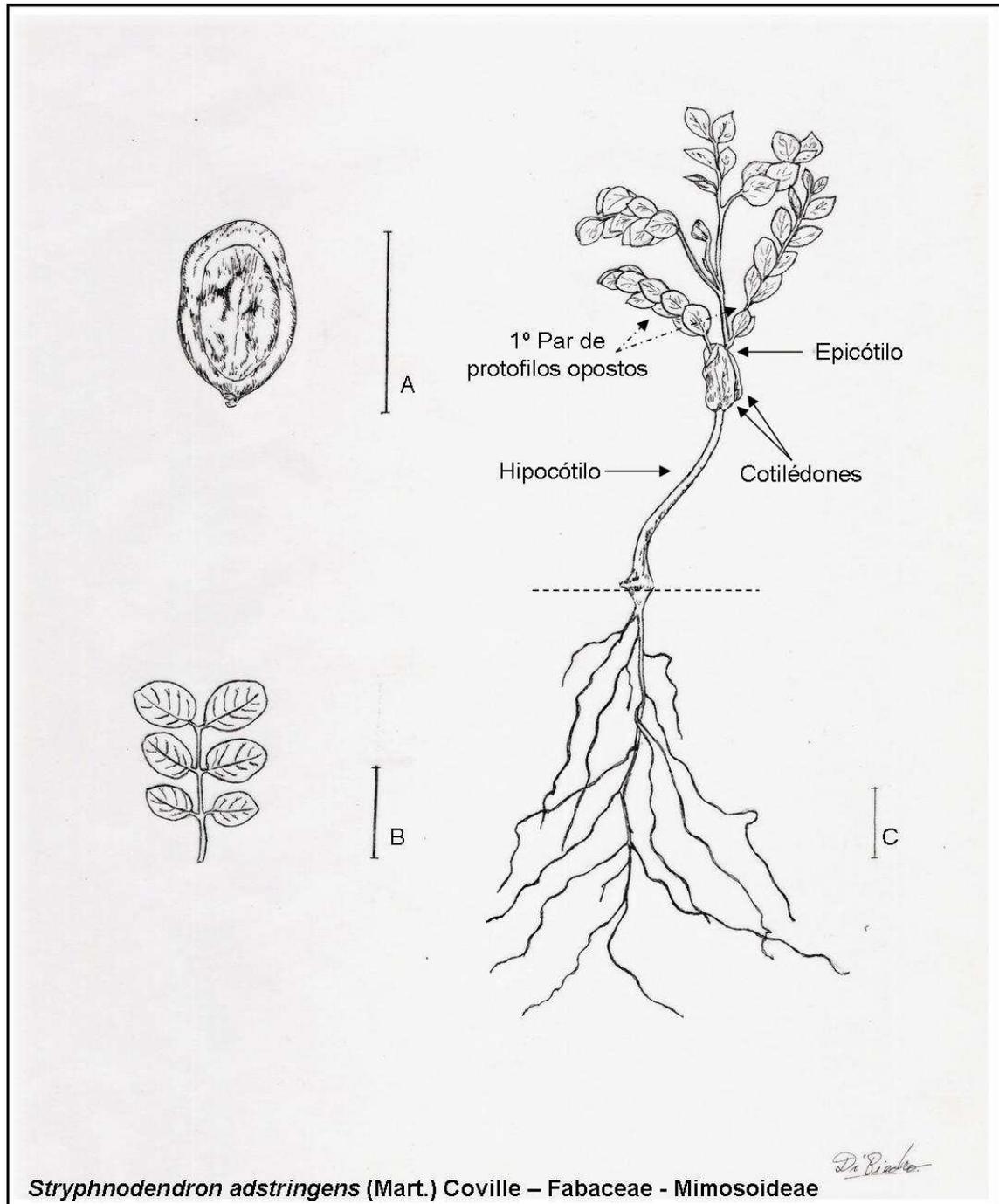
**Plântula FER:** 2 cotilédones opostos, epigeos; sésseis; fanerocotiledonares; de reserva; limbo é sagitado na base; de coloração verde escuro na face adaxial e amarelado abaxial; dimensões entre 1,2-1,4 cm de comp., 0,4-0,6 cm de larg. e 0,1-0,2 cm de esp. (Figura 35-B). Hipocótilo e bem desenvolvido com o a base dilatada inserida em um colo bem delimitado, com 2,4-3,1cm de comp.; branco na base e verde amarelado ápice. Epicótilo com 0,4-0,6 cm de comp.; verde escuro.

**Protofilos:** opostos cruzados, compostos paripinados, 6 a 12 folíolos; pecíolo com 0,2-0,3 cm de comp. Presença de pulvino; folíolos alternos a oblongos, 0,6-0,9 cm de comp., 0,3-0,7 cm de larg. e 0,05 cm de esp. (Figura 36-B); peciólulos curto-peciados; ápice obtuso a arredondado; base arredondada a assimétrica; margem inteira, bordo reto; nervura principal impressa faces adaxial e abaxial; nervação broquidódroma; verde concolor; sem exsudação; glabra; com textura membranácea; sem estípulas.

**Metafilos:** alternos e espiralados; compostos paribipinados com até 24 folíolos e 20 foliólulos, alternos; pecíolo com até 40 cm de comp.; foliólulo largo-elíptico a

suborbicular ou assimétricos de até 3,0 cm de comp. e 2,0 cm de larg.; ápice retuso ou arredondado; base arredondada ou assimétrica; margem inteira; nervura saliente abaxial; nervação broquidódroma; concolores; sem exsudação; glabros ou pilosos; textura coriácea; com estípulas caducas; presença de glândulas no pecíolo e raque. (Silva Júnior, 2005).

**Protofilo X Metafilo:** Heterofilia, mudança de folhas paripinada opostas no 2º nó para paribipinadas alternas no 3º nó em diante; Plântula FER **Tipo-II**.

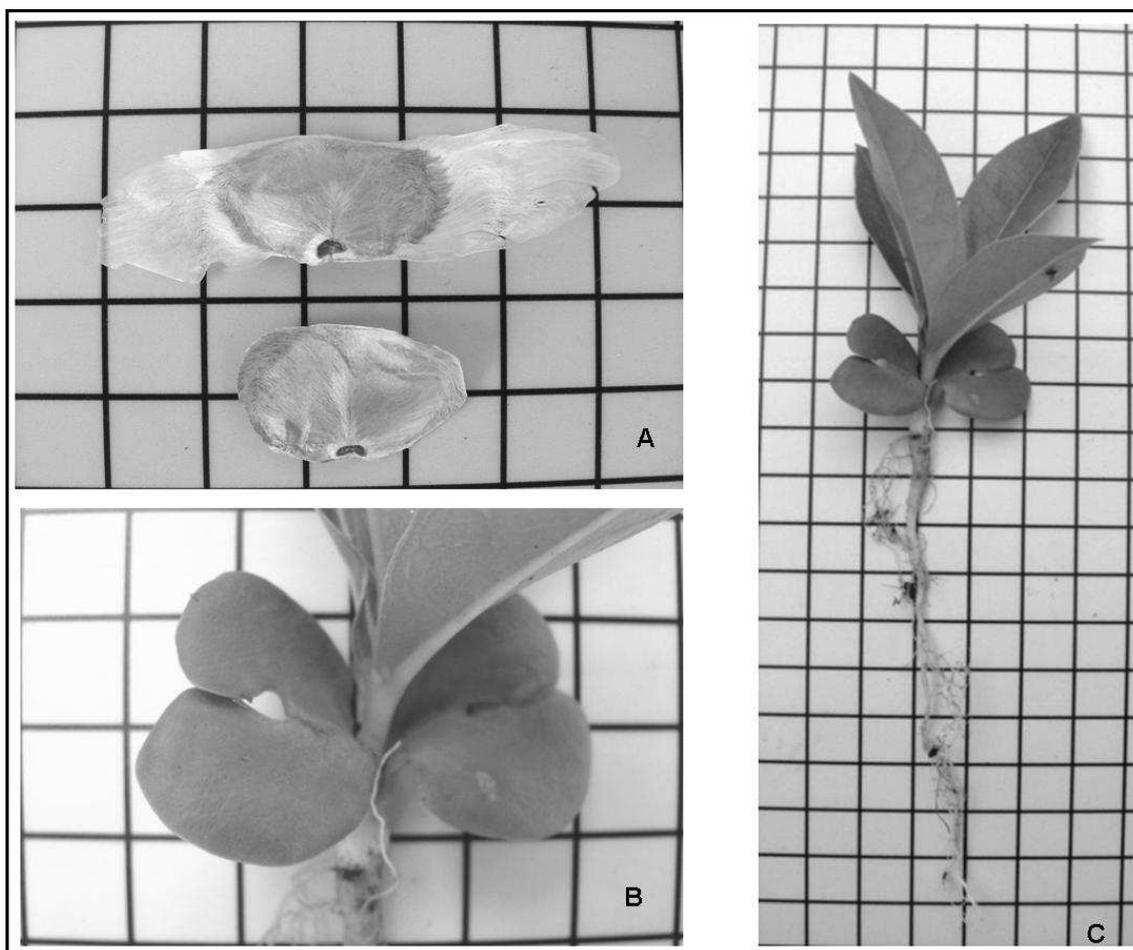


**Figura 37.** *Stryphnodendron adstringens*. A. Semente elíptica; B. Protofilo paripinado; C. Plântula FER-II com 16 dias e  $\pm$  15 cm de comprimento (tracejado representa a região do colo). Note base do hipocótilo espessada junto a região do colo. Escala: 1 cm.

### 6.3.14 - *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook F. Ex S. Moore

**Família:** Bignoniaceae / **Nome popular:** Caraíba

**Floração:** junho a setembro / **Frutificação:** setembro a outubro



**Figura 38.** *Tabebuia aurea*. A. Semente com ala acima e com ala retirada em baixo; B. Cotilédones lobados; C. Plântula FEF com 25 dias e  $\pm 19$  cm de comprimento. Escala: quadrados de 1 cm<sup>2</sup>.

**Semente:** arredondada a oblonga, alada nas duas extremidades; castanha a creme, com a ala mais esbranquiçada; lisa com tegumento fino e frágil; dimensões variam de 3,4-5,6 cm de comp., 0,9-1,5 cm de larg. e 0,1-0,3 cm de esp. (Figura 37-A). Taxa de germinação de 95% em 30 dias, emergência com 7 dias; tratamento: T-1.

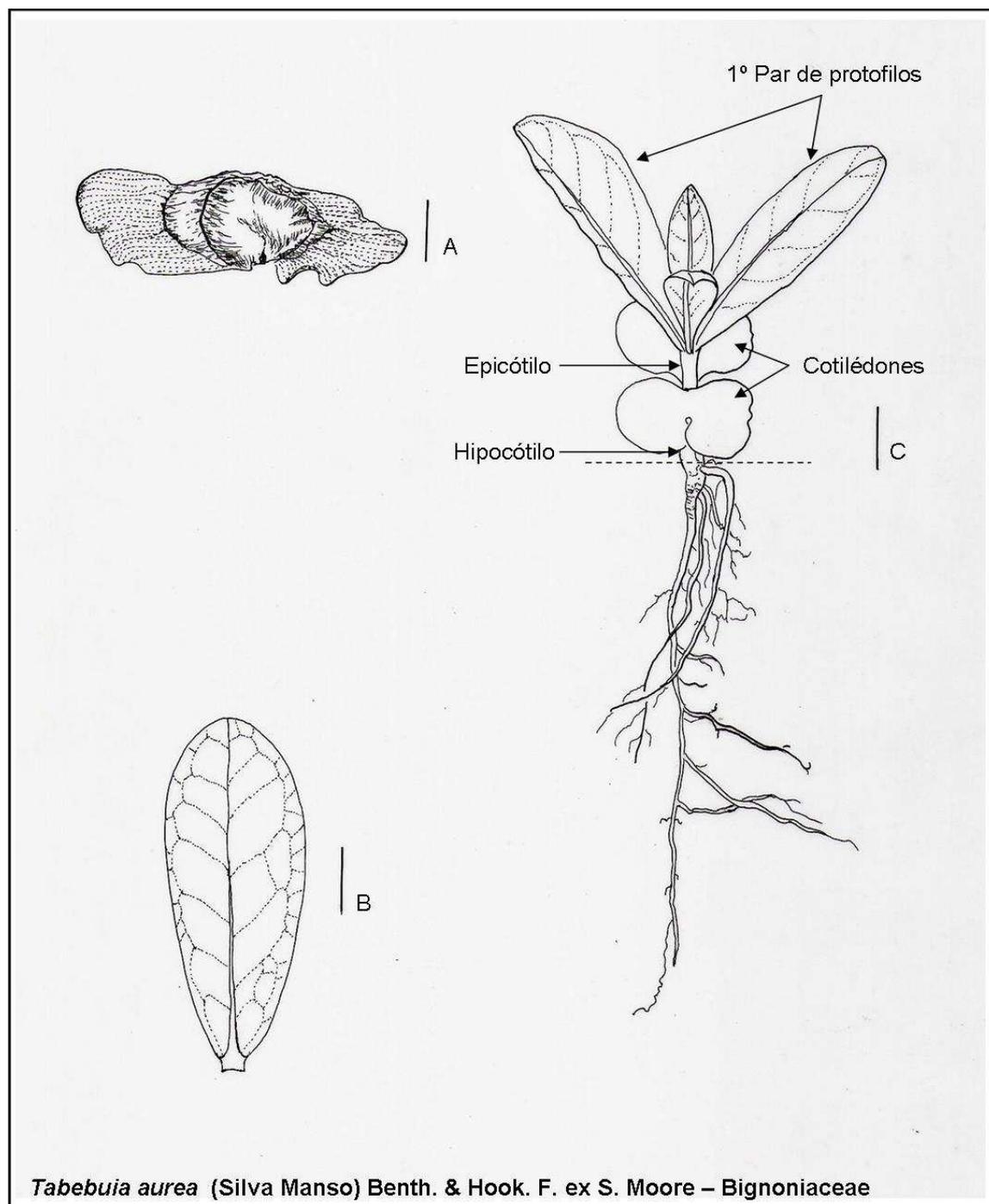
**Plântula FEF:** 2 cotilédones opostos epígeos; fanerocotiledonares; levemente peciolados; foliáceos; limbo lobado; verde adaxial e esbranquiçado na fase abaxial; dimensões entre 2,1-2,5 cm de comp., 2,2-2,7 cm de larg. e 0,5 cm de esp. (Figura 9-B). Hipocótilo reduzido, 0,3-0,5 cm de comp.; branco, bem carnoso e grosso. Epicótilo geralmente curto, porém pode ocorrer variações também entre 0,9-1,7 cm de comp., verde (Figura 37-C).

**Protofilos:** opostos a cruzados; simples curto peciolado; elípticos a oblongos, 4,2-5,1 cm de comp., 1,9-2,2 cm de larg. e 0,05 cm de esp.; ápice agudo a acuminado; base decurrente a aguda; margem inteira, bordo ondulado; nervura principal saliente abaxial e imersa face adaxial; nervação broquidódroma; concolor verde; sem exsudação; glabra adaxial e abaxial; textura membranácea; estípulas ausente (Figura 38-B).

**Metafilos:** opostos a cruzados; compostos digitados, 5 a 7 folíolos; pecíolos de até 15 cm de comp.; folíolo oblongo, elíptico ou obovado, até 20 cm de comp. e 12 cm de larg.; peciólulos de até 5 cm de comp.; folíolos terminais maiores; ápice obtusos a

arredondado, base obtusa a subcordada; margem inteira, bordo ondulado; nervura principal saliente abaxial; nervação broquidódroma; concolores; sem exsudação; glabra; textura coriácea; sem estípulas. (Silva Júnior, 2005).

**Protofilo X Metafilo:** Heterofilia. Protofilo simples para metafilo composto digitado, mantendo a mesma filotaxia; Plântula FEF **Tipo-III**.



**Figura 39.** *Tabebuia aurea*. A. Semente com ala; B. Protofilo simples curto peciolado; C. Plântula FEF-III com 35 dias e  $\pm$  16 cm de comprimento (tracejado representa a região do colo); formação de tuberosidade abaixo do colo. Escala: 1 cm.

**6.4 – Chave de identificação para as 14 espécies de plântulas de espécies lenhosas do Cerrado estudadas, utilizando critérios cotiledonares (exposição, posição e textura) para diferenciação.**

<b>1.a</b> – Plântula criptocotiledonar.....	2
<b>1.b</b> – Plântula fanerocotiledonar.....	4
<b>2.a</b> – Plântula criptocotiledonar, hipógea de reserva (CHR), protofilos simples opostos.....	3
<b>2.b</b> – Plântula criptocotiledonar, hipógea de reserva (CHR), protofilos simples verticilados (3 por verticilo).....	<i>Caryocar brasiliense</i>
<b>3.a</b> – Plântula CHR, ptotofilos simples opostos, estípulas interpeciolares, margem levemente lobulada com bordo ondulado, nervação actinódroma, nervura principal saliente na face abaxial, ápice acuminado, base lobada a sagitada.....	<i>Sterculia striata</i>
<b>3.b</b> – Plântula CHR, ptotofilos simples opostos, sem estípulas, margem serreada a serrilhada com bordo ondulado, nervação broquidódroma, nervura principal saliente face abaxial, ápice acuminado a obtuso, base obtusa a cuneada.....	<i>Aeghiphila lhotskiana</i>
<b>4.a</b> – Plântula fanerocotiledonar, epígea.....	5
<b>4.b</b> – Plântula fanerocotiledonar, hipógea de reserva (FHR).....	13
<b>5.a</b> – Plântula fanerocotiledonar, epígea foliácea (FEF).....	6
<b>5.b</b> – Plântula fanerocotiledonar, epígea de reserva (FER).....	9
<b>6.a</b> – FEF sem exsudação.....	7
<b>6.b</b> – FEF com exsudação leitosa, protofilos simples opostos, sem estípulas, margem inteira com bordo ondulado, nervação craspedódroma simples, nervura principal saliente face adaxial, ápice acuminado a agudo, base decurrente a aguda.....	<i>Aspidosperma tomentosum</i>

- 7.a** – Plântula FEF sem exsudação, sem estípulas.....8
- 7.b** – Plântula FEF sem exsudação, com estípulas intrapeciolares, Protofilos simples alternos, margem inteira com bordo reto, nervação broquidódroma de coloração avermelhada, nervura principal saliente face abaxial, ápice apiculado a acuminado, base sagitada.....*Pseudobombax longiflorum*
- 8.a** – Plântula FEF sem exsudação, sem estípulas, protofilos simples opostos, curto peciolado, margem inteira com bordo ondulado, nervação broquidódroma, nervura principal saliente face abaxial, ápice agudo a acuminado, base decurrente a aguda.....*Tabebuia aurea*
- 8.b** – Plântula FEF sem exsudação, sem estípulas, protofilos simples opostos, sésseis, margem inteira com bordo reto, nervação broquidódroma, nervura principal saliente face abaxial, ápice agudo, base lobada, obtusa a assimétrica.....*Salacia crassiflora*
- 9.a** – Plântula FER, protofilos compostos ..... 10
- 9.b** – Plântula FER, protofilos simples opostos, sésseis, margem inteira com bordo ondulado, nervação actinódroma, nervura principal saliente face abaxial, ápice obtuso a arredondado, base arredondada a assimétrica.....*Hymenaea stigonocarpa*
- 10.a** – Plântula FER, protofilos compostos pinados.....11
- 10.b** – Plântula FER, protofilos compostos bipinados.....12
- 11.a** – Plântula FER, protofilos compostos paripinados opostos, estípulas intrapeciolares, margem inteira com bordo reto, nervação cladódroma, nervura principal saliente face abaxial, ápice agudo a atenuado, base arredondada.....*Copaiifera langsdorffii*
- 11.b** – Plântula FER, protofilos compostos, paripinados, opostos, sem estípulas, margem inteira com bordo reto, nervação broquidódroma, ápice obtuso a arredondado, base arredondada a assimétrica.....*Stryphnodendron adstringens*

**12.a** – Plântula FER, protofilos compostos, paribipinados, alternos e espiralados, estípulas intrapeciolares no pecíolo e peciólulo, margem inteira com bordo levemente ondulado, nervação broquidódroma, ápice obtuso, base obtusa a arredondada.....*Enterolobium gumifferum*

**12.b** – Plântula FER, protofilos compostos imparipinados, opostos, estípulas intrapeciolares, pulvino diminutos no pecíolo e peciólulo, margem inteira com bordo reto, nervação broquidódroma, nervura principal levemente saliente face abaxial, ápice agudo a obtuso, base obtusa a levemente lobada.....*Dalbergia miscolobium*

**13.a** – Plântula FHR, protofilos simples, alternos a espiralados, estípulas intrapeciolares, margem inteira com bordo reto, nervação broquidódroma, nervura principal saliente ambas as faces, ápice agudo, base cuneada.....*Eriotheca pubescens*

**13.b** – Plântula FHR, protofilos compostos imparipinados (a paripinados), margem inteira com bordo ondulado, nervação broquidódroma, nervura principal saliente em ambas as faces, ápice acuminado a mucronado; base aguda.....*Magonia pubescens*

## 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de germinação das sementes de espécies lenhosas do Cerrado sentido restrito gera plântulas com potencial para o estabelecimento e crescimento transformando-se em plantas adultas. As quatorze espécies lenhosas do Bioma Cerrado tiveram a morfologia de sementes e plântulas descritas e registradas.

A classificação morfológica das plântulas aqui adotada incluiu três caracteres distintivos: exposição, textura e nível de inserção dos cotilédones. Quando não expostos indicaram plântulas criptocotiledonares e cotilédones expostos plântulas fanerocotiledonares. Os cotilédones foram avaliados quanto á textura em foliáceos, quando assemelhados às primeiras folhas (protofilos), de textura fina e coloração esverdeada; e carnosos, quando distintos das primeiras folhas, com lâmina cotiledonar espessa e delgada, geralmente avermelhada.

Quanto ao nível de inserção dos cotilédones, estes foram considerados hipógeos quando inseridos abaixo da superfície do solo ou epígeos quando elevados acima do nível da superfície do solo. Com estes três caracteres de classificação foram estabelecidos cinco grupos morfofuncionais:

- **FEF**– fanerocotiledonar - epígeo - foliáceo
- **FER** – fanerocotiledonar - epígeo - de reserva
- **FHR** – fanerocotiledonar - hipógeo - de reserva
- **CHR** – criptocotiledonar - hipógeo - de reserva
- **CER** – criptocotiledonar - epígeo - de reserva

Para as 14 espécies estudadas foram encontradas quatro dos cinco grupos morfofuncionais. FEF foi representado por *Aspidosperma tomentosum*, *Lafoensia pacari*, *Pseudobombax longiflorum* e *Tabebuia aurea*; FER com as espécies *Copaifera langsdorffii*, *Dalbergia miscolobium*, *Enterolobium gummiferum*, *Hymenaea stigonocarpa* e *Stryphnodendron adstringens*; FHR anotado para *Eriotheca pubescens* e *Magonia pubescens* e CHR para as espécies *Aeghiphila lhotskiana*, *Caryocar brasiliense* e *Sterculia striata*. Apenas plântulas criptocotiledonares, epígeas de reserva (CER) não foram encontradas no presente estudo, embora já relatado em outros trabalhos para o Bioma Cerrado.

As espécies FEF - *Aspidosperma tomentosum*, *Lafoensia pacari* e *Tabebuia aurea* apresentam sementes aladas que são dispersas pelo vento na estação seca do Cerrado, garantido um significativo raio de ação. As três apresentam cotilédones esverdeados altamente fotossintetizantes, que perduram por mais de 30 dias.

*Pseudobombax longiflorum* também é disperso pelo vento porém com auxílio de um fruto com plumas. Esta espécie pode apresentar um sistema radicular altamente espesso, podendo chegar a colusão da formação de uma tuberosidade. Outra característica importante é a inserção dos cotilédones ao nível do solo, as lamina cotiledonares são expostas a uma grande altura através de uma haste deixando-os totalmente expostos por mais de 30 dias.

Todas as espécies da família Fabaceae estudadas se caracterizaram como FER, embora outros grupos morfofuncionais já tenham sido relatados elas. *Dalbergia miscolobium*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens* também apresentam diásporos dispersos pelo vento. Seus cotilédones são primariamente esverdeados e pouco espessos, perdendo a função fotossintética muito cedo, sendo rapidamente eliminados.

*Copaifera langsdorffii*, *Hymenaea stigonocarpa* já apresentaram cotilédones avermelhados a pouco esverdeados de espessura maior, persistente por longo período, porém não tanto quando as FEF. *C. langsdorffii* embora tenham sido classificadas como FER, apresenta plântulas hipógeas a semi-hipógea como já relatado para outras floras.

O grupo morfofuncional CHR foi encontrado para *Aeghiphila lhotskiana*, *Caryocar brasiliense* e *Sterculia striata* com cotilédones incluídos escondidos na testa e/ou no fruto, tendo como principal função a reserva nutritiva que garante uma manutenção nos primeiros dias pós germinação.

O grande desafio encontrado no trabalho foi estabelecer o início e o fim da “fase de plântula”. Adotou-se por critério, a protrusão da raiz primária (raiz) como o início e a formação do segundo nó foliar como ponto final da fase plântula, após inicia-se a fase de tirodendron.

A proposta de diferenciação (isofilia, heterofilia) entre protofilos e metafilos foi satisfatória. Dentre as 14 espécies 8 apresentam isofilia e 6 heterofilia. Espécies com isofilia (Tipo I) são *Aspidosperma tomentosum*, *Copaifera langsdorffii*, *Enterolobium gummiferum*, *Dalbergia miscolobium*, *Aeghiphila lhotskiana*, *Lafoensia pacari* e *Magonia pubescens* apresentam as primeiras folhas (protofilos) formadas de igual morfologia as folhas de um individuo adulto. Apenas variando nos comprimentos de

forma geral. Nestas espécies a queda dos cotilédones caracterizou o final da “fase de plântula”.

O tipo II são as espécies com heterofilia determinada. Isto significa que as primeiras folhas liberadas apresentam morfologia do limbo diferente das demais folhas que são produzidas ao longo do desenvolvimento (*Hymenaea stigonocarpa* e *Stryphnodendron adstringens*). A “fase de plântulas” nestas espécies termina com a queda dos cotilédones e não com a mudança na morfologia foliar, pois esta é determinada ao 2º nó.

O tipo III caracterizado por *Caryocar brasiliense*, *Eriotheca pubescens*, *Pseudobombax longiflorum* e *Tabebuia aurea* apresentaram as primeiras folhas com limbo foliar diferente das folhas adultas não só no tamanho, mas principalmente na forma e composição (simples ou composta). Para estas espécies a queda cotiledonar não indicou a “fase final de plântulas”. O que de fato culminou no “final da fase de plântulas” foi a mudança na lamina foliar, que entre as três variou muito. Como exemplo *P. longiflorum* que só apresentou folhas digitadas a partir do 7º nó e *T. aurea* que em média alterou as formas das folhas a partir do décimo nó.

Adotou-se a isofilia e heterofilia como quarto critério para a caracterização de plântulas que deve ser melhor observado em inventários, trabalhos de campo e produção de mudas em viveiros. A errônea classificação das plântulas pode comprometer todo o trabalho pretendido.

Estas variações importantes podem ocorrer nos cinco grupos morfofuncionais e estas devem ser melhor analisadas e compreendidas para elaboração de futuras descrições e chaves morfológicas.

- FEF-I, FEF-II, FEF-III
- FER-I, FER-II, FER-III
- FHR-I, FHR-II, FHR-III
- CHR-I, CHR-II, CHR-III
- CER-I, CER-II, CER-III

As fotos e ilustrações têm o propósito de auxiliar trabalhos sobre a caracterização e conservação de plântulas em seus ambientes naturais ou não. A ficha para caracterização morfológica visa apoiar a coleta homogênea de dados para comparações futuras. A chave de identificação elaborada foi satisfatória para a separação das espécies estudadas. A ficha e a elaboração de chaves devem ser aplicadas e aperfeiçoadas em turmas de graduação e pós-graduação afim de enriquecer a já existente.

Protofilos e metafilos ainda são termos muito subjetivos que devem ser melhor analisados. Quando aos cotilédones, estes, sem dúvida nenhuma são fundamentais para a descrição e atuam diretamente no estabelecimento de plântulas. Sua relação com o modo de dispersão predominante em cada espécie é assunto de grande interesse e deve ser abordado em estudos futuros.

## 8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, S. P.; Proença, C. E. B.; Sano, S. M.; Ribeiro, J. F. 1998. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa – CPAC. xiii + 464 p.

APG-II, The Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**. 141: 399–436.

Amo-Rodrigues, S. 1979. Chave para plântulas y estados juveniles de espécies primarias de una Selva Alta Perenifolia em Veracruz, México. **Biótica**, 4:59-108.

Aqüila, M. E. A. 2004. Tipos de diáporos e suas origens. *In* Ferreira, A. G. & Borghetti, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Ed. Artemed, pp. 70-92.

Burger Hzn, D. 1972. **Seedlings of some tropical trees and shrubs mainly of South East Ásia**. Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc), Wageningen. 399 p.

Bustamante, J. A. B. & Bitencourt, M. D. 2002. Mapeamento temático de fisionomias de Cerrado usando classificação supervisionada Fuzzy. *In* Simpósio ecologia e biodiversidade do Cerrado, Brasília, DF. **Perspectivas e desafios para o século 21: (programas e resumos)**. Embrapa Sede. 7 p.

Corrêa, R. S. 2006. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado: manual para revegetação**. Ed Universa. Brasília 187 p.

Coutinho, L. M. 2003. O Bioma do Cerrado. *In*: Klein, A. L. (Org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: UNESP. 160 p.

Duke, J. A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some provinent woody species in eight forest types in Puerto Rico. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 52: 314-350.

\_\_\_\_\_. 1969. On Tropical Tree Seedlings I. Seeds, Seedlings, Systems and Systematics. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 56: 125-126.

Felfili, J. M.; Silva Júnior, M. C.; Sevilha, A. C.; Rezende, A. V.; Nogueira, P. E.; Walter, B. M. T.; Silva, F. C.; Salgado, M. A. S. 2001. Fitossociologia da vegetação arbórea. *In* Felfili, J. M.; Silva Júnior, M. C. (Org.). **Biogeografia do Bioma Cerrado: estudo fitofisionomico na Chapada do espigão mestre do São Francisco**. Brasília, UnB, pp. 35-56.

Felfili, J. M. & Silva Júnior, M. C. 2005. Diversidade alfa e beta no cerrado *sensu strictu*, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. *In* Scariot, A.; Sousa-Silva, J. C.; Felfili, J. M. (Org.). **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Cap. 7. pp. 141-154.

Ferreira, R. A. 1997. **Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e mudas de espécies arbóreas do Cerrado de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado – Engenharia Florestal. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 109 p.

Ferreira, A. G. 2004. Interferência: competição e alelopatia. *In* Ferreira, A. G & Borghetti, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre. Ed. Artmed. pp. 251-262.

Filho, H. C. B. & Felfili, J. M. 2003. Avaliação dos níveis de extrativismo da casca de Barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] no Distrito Federal, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27 (5), pp. 735-745.

Garwood, N. C. 1983. Seed Germination in a Seasonal Tropical Forest in Panama: A Community Study. **Ecological Monographs**. by the Ecological Society of America. v. 53(2) pp. 159-181.

\_\_\_\_\_.1996. Functional morphology of tropical tree seedlings. *In* Swaine, M. D. (ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Man and the Biosphere Series. UNESCO/Parthenon/Paris, v. 17. Cap 3, pp. 59-129.

Haridasan, M. 2005. Competição por nutrientes em espécies arbóreas do cerrado. *In* Scariot, A.; Sousa-Silva, J. C.; Felfili, J. M. (Org.). **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Cap. 9. pp. 167-178.

Henriques, R. P. B. 2005. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma do Cerrado. *In* Scariot, A.; Sousa-Silva, J. C.; Felfili, J. M. (Org.). **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Cap. 3. pp. 71-92.

Hladik, A. Miquel, S. 1990. Seedling types and plant establishment in an African Rain Forest. *In* Bawa, K. & Hadley, M. (eds.). **Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants**. Man and the Biosphere Series. UNESCO/Parthenon/Paris, v. 7. Sec. 5. Cap. 19, pp. 261-284.

Hoffmann, W. A. 1999. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: matrix model predictions. **Ecology**. 80: 1354-1369.

Ibarra-Manríquez, G.; Martinez-Ramos, M.; Oyama, K. 2001. Seedling functional types in lowland rain forest in México. **American Journal of Botany**. 88: 1801-1812.

IBGE. 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. (Manuais técnicos em Geociências, nº 1). Rio de Janeiro. 92 p.

Jackson, G. 1974. Cryptogeal Germination and Other Seedlings Adaptions to the Burning of Vegetation in Savanna Regions: The Origin of the Pyrophytic Habit. **New Phytologist**, v. 73 (4): 771-780.

Kitajima, K. 1992. Relationship between Photosynthesis and Thickness of Cotyledons for Tropical Tree Species. **Functional Ecology**. 6(5): 582-589.

Kitajima, K. 1996. Cotyledon functional morphology, patterns of seed reserves utilization and regeneration niches of tropical tree. In Swaine, M. D. (ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Man and the Biosphere Series. UNESCO/Parthenon/Paris, v. 17. Cap 8, pp. 193-210.

Kurihara, D. L.; Imaña-Encinas, J.; Paula, J. E. 2005. Levantamento da Arborização da universidade de Brasília. **Revista Cerne**, Lavras, v.11 (2), pp. 127-136.

Larcher, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos. Ed. Rimo artes e textos. 531 p.

Melo, F. P. L.; Neto, A. V. A.; Simabukuro, E. A.; Tabarelli, M. 2004. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In Ferreira, A. G. & Borghetti, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Ed. Artemed, pp. 237-250.

Miquel, S. 1987. Morfologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon (Functional morphology of forest species from Gabon). **Bulletin Musdu Muséum National d'Histoire Naturelle**, Paris, 4<sup>a</sup> série, 9 section B, Adansonia n° 1, pp. 101-121.

Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B.; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403(24): 853-845.

Ng, F. S. P. 1975. The fruits, seeds and seedlings of Malayan trees. I-XI. **Malayan Forester** (38): 33-99.

\_\_\_\_\_. 1978. Strategies of establishment in Malayan forest trees. In Tomlison, P. B. and Zimmerman, M. H. (eds.). **Tropical trees as living systems**. Cambridge University Press. Cambridge. pp. 129-162.

Nunes, R. V.; Silva Júnior, M. C.; Felfili, J. M.; Walter, B. M. T. 2002. Intervalos de classe para abundância, dominância e frequência do componente lenhoso do Cerrado sentido restrito no Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, 26: 173-182.

Oliveira, E. C. 1993. Morfologia de plântulas florestais. In Aquiar, I. B.; Pina-Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. (Org.). **Semente Florestais Tropicais**. Brasília - DF. ABRATES. pp. 175-214.

Okali, D. U. U. & Onyeachusim, H. D. 1991. The Ground Flora and Rain Forest Regeneration at Omo Forest Reserve, Nigeria. In Gómez-Pompa, T. C.; Whitmore, T. C.; Hadley, M (eds.). **Rain Forest regeneration and Management**. Man and the Biosphere Series. UNESCO/Parthenon/Paris, v. 6. Sec. 3. Cap. 15, pp. 273-283.

Pinheiro, A. L. & Almeida, E. 2000. **Fundamentos de taxonomia e dendrologia tropical**. V. 2. Universidade Federal de Viçosa - Minas Gerais.

Reatto, A.; Martins, E. S. 2005. Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. *In* Scariot, A.; Sousa-Silva, J. C.; Felfili, J. M. (Org.). **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Cap. 1. pp. 43-59.

Ressel, K.; Guilherme, F. A. G.; Schiavini, I.; Oliveira, P. E. 2004. ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27(2), pp. 311-323.

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: Sano, S. M.; Almeida, S. P. ed. 1998. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa – CPAC, pp. 89-166.

Ricardi, M.; Hernandez, C.; Torres, F. 1987. **Morfologia de Plantulas de Arboles de los Bosques del Estado Merida**. Impreso na Venezuela – Talleres Gráficos Universitários. 423 p.

Rizzini, C. T. 1965. Experimental Studies on Seedlings Development of Cerrado Woody Plants. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, V. 52(3), pp. 410-426.

\_\_\_\_\_. 1977. Sistematização terminologica da folha. **Rodriguesia**. Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro - Brasil. 42:103-125.

Rousteau, A. 1983. 100 plantules d'arbres guadeloupéens et ecologiques. **These 3<sup>a</sup> Multigraphiee**. Vol 2. pp. 97-200.

Salomão, A. N.; Sousa-Silva, J. C.; Davide, A. C.; Gonzáles, S.; Torres, R. A. A.; Wetzel, M. M. V. S.; Firetti, F.; Caldas, L. S. 2003. **Germinação de Sementes e Produção de Mudanças de Plantas do Cerrado**. Brasília, Ed. Rede de Sementes do Cerrado. 96 p.

Sano, S. M.; Almeida, S. P. ed. 1998. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa – CPAC. 556 p.

Silva Júnior, M. C.; Furley, P. A.; Ratter, J. A. 1996. Variations in Tree Communities and Soils with Slope in Gallery Forest, Federal District, Brazil. **Advances in Hillslope Processes**, Volume 1, pp. 451-469.

Silva, J. M. C.; Bates, J. M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **Bioscience**, Washington, v. 52 (3), pp. 225-233.

Silva, D. B.; Silva, J. A.; Junqueira, N. T. V.; Andrade, L. R. M. 2001. **Frutas do Cerrado**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Informações Tecnológicas. Brasília – DF. 178 p.

Silva Júnior, M. C. 2005. **100 Árvores do Cerrado: guia de campo**. Colaboradores Santos, G. C. [*et al.*]. – Brasília, Ed. Rede de Sementes do Cerrado. 278 p.: 516 fotos + 5 aquarelas.

Souza, L. A. 2003. **Morfologia e anatomia vegetal: célula, tecidos, órgãos e plântula**. Ponta Grossa. Ed. UEPG. 259 p.

- Turner, I. M. 2001. **The Ecology of trees in the Tropical Rain Forest**. Cambridge Tropical. Biology Series. Cambridge University Press. Pp. 194-226.
- Urquiza, N. G. 2004. **Germinação de sementes e morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de algumas espécies do Cerrado**. Dissertação de Mestrado - Botânica. Universidade de Brasília. 83 p.
- Villela, F. A. & Peres, W. B. 2004. Coleta, beneficiamento e armazenamento. *In* Ferreira, A. G & Borghetti, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre. Ed. Artmed. pp 265-282.
- Vogel, E. F. 1980. **Seedlings of Dicotyledons**. Center for Agricultura Publishing and Documentation, Wageningen, the Netherlands. 465 p.
- Walter, B. M. T. 2006. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. Tese de Doutorado – Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília. 373 p.
- Whitmore, T. C. 1993. **An introduction to Tropical Rain Forest**. Oxford: Claredon Press. 226 p.
- Ye, N., 1983. Studies on the seedlings types of dicotyledonous plants (Magnoliophyta, Magnoliopsida). **Phytologia**, 54 (3): 161-189.

## **9 – ANEXOS**

**Anexo 1.** Ficha de análise morfologia de sementes e plântulas elaborada para o projeto.

**Anexo 2.** Características do ácido giberélico utilizado no trabalho.

**Anexo 3.** Tabela com análise do substrato utilizado para produção de plântulas.

**Anexo 4.** Numeração (tombamento) das exsicatas das plântulas montadas e depositadas no Herbário da Universidade de Brasília (UB).

**Anexo 1.** Ficha de análise morfologia de sementes e plântulas elaborada para o projeto.

Nome científico: \_\_\_\_\_ / Família: \_\_\_\_\_

Nome Popular: \_\_\_\_\_

**Morfologia básica das sementes (macroscópica)**

**1- Forma:** ( ) achatada; ( ) alada; ( ) arredondada; ( ) elipsóide; ( ) globosa; ( ) oblonga; ( ) ovóide; ( ) reniforme; ( ) sagitada; ou ( ) \_\_\_\_\_

**2- Cor:** ( ) amarela; ( ) branca; ( ) castanha; ( ) cinza; ( ) esverdeada; ( ) marrom; ( ) preta; ( ) vermelha; ( ) bicolor \_\_\_\_\_; ou ( ) \_\_\_\_\_

**3- Superfície:** ( ) lisa; ( ) estriada; ( ) glandulosa; ( ) pilosa; ( ) reticulada; ( ) rugosa; ( ) viscosa; ou ( ) \_\_\_\_\_

**4- Envoltório (tegumento):** ( ) fino ou ( ) espesso / ( ) frágil ou ( ) duro

**5- Comprimento:** \_\_\_\_/\_\_\_\_ cm - **Largura:** \_\_\_\_/\_\_\_\_ cm - **Espessura:** \_\_\_\_/\_\_\_\_ cm

**6- Classe de tamanho:** ( ) \_\_\_\_\_ / ( ) \_\_\_\_\_ / ( ) \_\_\_\_\_

Semeadura: \_\_\_\_\_ / Emergência: \_\_\_\_\_ / Total dias: \_\_\_\_\_

Tratamento: \_\_\_\_\_ / Bloqueio: \_\_\_\_\_

**Morfologia da plântula:** \_\_\_\_\_ com \_\_\_\_\_ dias / Altura total: \_\_\_\_\_ cm

**7- Tipo de germinação em relação aos cotilédones:**

( ) epígea ou ( ) hipógea / ( ) fanerocotiledonar ou ( ) criptocotiledonar

**8- Cotilédones:**

**8.1-** ( ) com pecíolo ou ( ) séssil

**8.2- Consistência:** ( ) de reserva, ( ) foliáceo ou ( ) haustorial

**8.3- Limbo:** ( ) inteiro; ( ) lobado; ou ( ) \_\_\_\_\_

**8.4-** ( ) Concolor; ( ) Discolor ou ( ) Levemente discolor / **Coloração:** \_\_\_\_\_

**8.5- Comprimento:** \_\_\_\_/\_\_\_\_ **Largura:** \_\_\_\_/\_\_\_\_ **Espessura:** \_\_\_\_/\_\_\_\_

**9- Hipocótilo:**

**9.1- Tamanho:** \_\_\_\_/\_\_\_\_ / **9.2- Coloração:** \_\_\_\_\_ ( ) presença de catafilos

**10- Epicótilo:**

**10.1- Tamanho:** \_\_\_\_/\_\_\_\_ / **10.2- Coloração:** \_\_\_\_\_ ( ) presença de catafilos

**11- Classificação do grupo morfofuncional:** ( ) FEF; ( ) FER; ( ) FHR; ( ) CER; ou ( ) CHR.

**Morfologia do protófilo**

**12- Filotaxia:** ( ) Alternata; ( ) Oposta; ou ( ) Verticilada → Nº de folhas por verticilo: \_\_\_\_\_

Protófilo ( ) Espiralados; ( ) Cruzados → ( ) Dísticos

**13- Divisão da lâmina foliar:**

( ) Simples; ou ( ) Composta → ( ) / Pecíolo ( ) com Comp. (cm): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_.

( ) bifoliolada;

( ) trifoliolada;

( ) pinada → ( ) paripinada; ( ) imparipinada / nº de folíolos \_\_\_\_\_ / ( ) alterno ou ( ) oposto

( ) bipinada → ( ) paribipinada; ( ) imparibipinada / nº de foliólulos \_\_\_\_\_ / ( ) alterno ou ( ) oposto

( ) digitada → nº de folíolos \_\_\_\_\_;

**14- Dimensões ( ) folha, ( ) folíolo ou ( ) foliólulo:**

Comprimento (cm): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_; Largura (cm): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / Espessura: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

( ) Pecíolo; ou ( ) Peciólulo → ( ) folíolo; ou ( ) foliólulo / Comp. (cm): \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_.

**15- Forma:** ( ) Elíptica (lanceolada); ( ) Oblonga; ( ) Obovada; ( ) Ovada; ou ( ) assimétrica**16- Ápice:** ( ) Acuminado; ( ) Agudo; ( ) Apiculado; ( ) Arredondado; ( ) Atenuado; ( ) Emarginado; ( ) Mucronado;

( ) Obtuso; ( ) Retuso; ( ) Truncado.

**17- Base:** ( ) Aguda; ( ) Arredondada; ( ) Assimétrica; ( ) Cordada; ( ) Cuneada; ( ) Decurrente; ( ) Lobada; ( ) Obtusa;

( ) Sagitada; ( ) Truncada.

**18- Margem:** ( ) Inteira ou ( ) Ciliada; ( ) Crenada; ( ) Crenulada; ( ) Dentada; ( ) Denticulada; ( ) Lobada;

( ) Lobulada; ( ) Pinado-lobada; ( ) Palmada; ( ) Serreada; ( ) Serrilhada; ( ) Sinuada.

**19- Bordo:** ( ) Ondulado; ( ) Involuto; ( ) Revoluto; ou ( ) reto.**20- Nervura principal:**

( ) Saliente → ( ) Adaxial e/ou ( ) Abaxial

( ) Impressa ou sulcada → ( ) Adaxial e/ou ( ) Abaxial

( ) Imersa → ( ) Adaxial e/ou ( ) Abaxial

**21- Tipo de nervação:**

( ) Nervação Pinada *Campódroma* → ( ) broquidódroma (PCB); ( ) eucampódroma (PCE);

( ) reticulódroma (PCR); ( ) cladódroma (PCC)

( ) Nervação Pinada *Craspedódroma* → ( ) simples; ( ) semi-craspedódroma; ( ) mista

( ) Nervação *Acródroma* → ( ) Basal → ( ) Perfeita ou ( ) imperfeita

( ) Supra-basal → ( ) Perfeita ou ( ) imperfeita

( ) Nerv. *Actinódroma*; ( ) Nerv. *Paralelódroma*; ( ) Nerv. *Campilódroma*; ( ) Nerv. *Palinactinódroma*

**22- Coloração:** ( ) Concolor; ( ) Discolor ou ( ) Levemente discolor / \_\_\_\_\_**23- Exsudação:** ( ) Leitosa → aparentemente branca e bem fluida; ( ) Abundante ou ( ) Escassa

( ) Hialina → mais transparente que a leitosa; ( ) Ausente

**24- Pilosidade:**

( ) Glabra; ou ( ) Pilosa → ( ) adaxial e/ou ( ) abaxial → ( ) áspero; ( ) pulverulento; ( ) velutino.

**25- Textura:** ( ) Cartácea; ( ) Coriácea; ( ) Membranácea.**26- Estípulas:** ( ) ausentes; ou ( ) Interpeciolares ou ( ) Intrapeciolares ou axilares.**27- Glândulas:** localização: \_\_\_\_\_

Obs: \_\_\_\_\_

# Anexo 2. Características do ácido giberélico utilizado no trabalho.

O produto é aplicado uma única vez. INTERVALO DE SEGURANÇA: 10 dias entre a aplicação e a colheita.

-LIMÃO TAITI:

Para retardar a maturação de frutos colhidos, prolongando a possibilidade de armazenamento e transporte.

DOSE: Imergir o limão em solução contendo 40 gramas de ProGibb em 100 litros d'água, por 15 segundos.

PRECAUÇÕES: Uma única aplicação controla a maturação dos frutos, retardando o aparecimento da coloração ananêa.

INTERVALO DE SEGURANÇA: 30 dias entre a aplicação e o consumo.

Guia de aplicação em BATATA-SEMENTE:

Para facilitar a brotação e a maior produção por hectare para ambos os cultivos laranjeira e Achat.

DOSE: Imergir a batata em solução contendo 10 gramas de ProGibb em 100 litros d'água, por 10 minutos.

PRECAUÇÕES: Uma única aplicação na fase de quebra de dormência.

INTERVALO DE SEGURANÇA: Não determinado devido à modalidade de aplicação.

Guia de aplicação em UVA:

Para incrementar o tamanho, o peso dos cachos e bagas - melhor padrão morfológico dos cachos e bagas de uva, adequando-as às exigências do mercado consumidor. Fazer a imersão total por 3 segundos das inflorescências ou cachos. Fazer uma única aplicação, 14 dias após o florescimento.

DOSE:

SEM SEMENTES (Centennial Seedless) = Imergir os cachos em solução contendo 20 a 30 gramas de ProGibb em 100 litros d'água, adicionando-se 0,1% de espalhante adesivo não iônico.

PRECAUÇÕES: Uma única aplicação, após o florescimento.

COM SEMENTE (Merla = IAC 514-6) = Imergir os cachos em solução contendo 40 a 80 gramas de ProGibb em 100 litros d'água, adicionando-se 0,1% de espalhante adesivo não iônico.

INTERVALO DE SEGURANÇA: 30 dias entre a aplicação e o consumo.

EQUIPAMENTO DE APLICAÇÃO: ARROZ IRRIGADO:

Máquina de tratamento de semente. Estas máquinas já vêm equipadas com resaca sem lim e compartimento para receber a solução contendo 1,5 litros d'água, 10 gramas de ProGibb e 0,75 gramas do corante Brilliant Blue, com dosador, de tal forma que serão tratados 50 kg de semente.

-LARANJA: Aplicação com PISTOLA PARA DOSAGEM DO ProGibb, colina de melhor cálculo. Em laranja Péra, o momento ideal de aplicação é em Abril, quando os frutos estão verdes não atrativos a ovoposição das Moscas-das-Frutas *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata*.

Registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) sob n.º 03995 -LIMÃO TAITI:

COMPOSIÇÃO:

4α,7-metano-5β-piropiperidino-1,2β-11-(4-carboxylic acid (2-Indolyl)-2-oxopropyl)-10β-100 mg/kg ou 10% ppm ingrediente ativo..... 900 mg/kg ou 90% m/m

CLASSE: Regulador de Crescimento do grupo químico Giberelina

TIPO DE FORMULAÇÃO: Pó Solúvel

TITULAR DO REGISTRO: Sumitomo Chemical do Brasil Representações Ltda. Av. Paulista, 854 - 11º andar - cont. 11 - São Paulo - SP

REGISTRO: (09x11) 3174-0377, CNP Licença: 0262004-77, Ins. Estadual No. 113.103.435.118. Registro da Empresa na CDA/SAA No. 261 - São Paulo

FABRICANTE DO PRODUTO TÉCNICO: Abbott Laboratories, Chemical & Agricultural Products Division, North Chicago, IL 60064-USA

FORMULADOR: SIPCAM AGRO S/A - Rua Igarapava, 599 - Distrito Industrial III Uberaba - MG

CNPJ: 02.631.306/0001-75, Ins. Est. 701.550.160.00-81

Registro da Empresa na CDA/SAA No. 701-00046 - Minas Gerais

Nº do lote ou partida: VIDE EMBALAGEM

Data de fabricação: VIDE EMBALAGEM

Data de vencimento: VIDE EMBALAGEM

ANTES DE USAR O PRODUTO LEIA O RÓTULO, A BULA E A RECEITA. CONSERVE-O EM SEU PODER. É OBRIGATÓRIO O USO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL. PROTEJA-SE. É OBRIGATÓRIA A DEVOLUÇÃO DA EMBALAGEM VAZIA.

CLASSIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO AO MEIO AMBIENTAL POR FERTILIZANTE E PESTICIDA: CLASSE IV.

INSTRUÇÕES DE USO

ProGibb é um regulador de crescimento vegetal, de ocorrência natural na planta. É recomendado para: As sementes de arroz irrigado. Os frutos cítricos. LARANJA, para retardar a maturação dos frutos e redução do ataque de Moscas-das-Frutas: *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata*. LIMÃO TAITI, retardar a maturação de frutos colhidos. As batatas-secas, para facilitar a brotação e obter maior produção. As uvas, para melhorar as características morfológicas dos cachos e bagas - incrementar tamanho, peso dos cachos e bagas. Produto temporariamente restrito no Estado do Paraná para as culturas de batata ou laranja.

MODO DE APLICAÇÃO: Guia de aplicação em ARROZ IRRIGADO: Para estimular, na semente, uma brotação uniforme e rápida. DOSE: Pulverizar 50 kg de sementes de arroz com uma solução contendo 10 gramas de ProGibb em 1,5 litros

Para utilizar esta tabela deve-se conhecer-se a quantidade de água que será usada por hectare (a qual dependerá do tipo de pulverizador), a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Messing Interseção está o número que indica a quantidade em gramas de ProGibb que deverá ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Essa embalagem vazia deve ser armazenada separadamente das demais, em sacos plásticos, em locais secos e ventilados, longe de fontes de calor e umidade. Não deve ser armazenada com produtos químicos, especialmente com produtos de limpeza, desinfetantes e outros produtos de uso doméstico. Não deve ser armazenada com alimentos, medicamentos, rações, animais e pessoas.

EMBALAGENS VAZIAS

A destinação final das embalagens vazias, após a devolução pelos usuários, somente poderá ser feita pela Empresa Registradora, ou por empresas competentes autorizadas pelo órgão competente.

REUTILIZAÇÃO AO USUÁRIO A DESTINAÇÃO FINAL DAS EMBALAGENS VAZIAS OU O FRACTIONAMENTO REEMBALAGEM DESTE PRODUTO. EFETOS SOBRE O MEIO AMBIENTE DECORRENTES DA DESTINAÇÃO INADEQUADA DA EMBALAGEM VAZIA E RESTOS DE PRODUTOS:

A destinação inadequada das embalagens vazias e restos de produtos no meio ambiente causa contaminação do solo, da água e do ar, prejudicando a fauna, a flora e a saúde das pessoas.

PRODUTOS IMPROPRIOS PARA UTILIZAÇÃO OU EM DESEUZO

Caso este produto venha a ser tomado impróprio para utilização ou em desuso, consulte o registrante através do telefone indicado no rótulo para sua devolução e destinação final.

A desativação do produto é feita através de incineração em fornos destinados para este tipo de operação, equipados com câmaras de lavagem de gases e filtros, e lavados por água corrente.

RESTRICÇÕES ESTABELECIDAS POR ÓRGÃO COMPETENTE DO ESTADO OU DO DISTRITO FEDERAL OU MUNICIPAL

Produto temporariamente restrito no estado do Paraná para as culturas da Batata e Laranja.

Para utilizar esta tabela deve-se conhecer-se a quantidade de água que será usada por hectare (a qual dependerá do tipo de pulverizador), a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Messing Interseção está o número que indica a quantidade em gramas de ProGibb que deverá ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água a ser usado.

Logo, sendo a concentração desafiada em ppm de Giberelina, a concentração e o volume de água



**Anexo 4.** Numeração (tombamento) das exsicatas das plântulas montadas e depositadas no Herbário da Universidade de Brasília (UB).

	<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>UB</b>
1.	Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	77070
2.	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	76501
3.	Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	76494
4.	Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	76504
5.	Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	76496
6.	Fabaceae - Faboideae	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	76502
7.	Fabaceae - Mimosoideae	<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F. Macbr.	76503
8.	Fabaceae - Mimosoideae	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	77076
9.	Lamiaceae	<i>Aeghiphila lhotskiana</i> Cham	76495
10.	Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	76497
11.	Malvaceae	<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	
12.	Malvaceae	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A. Robyns	76499
13.	Malvaceae	<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	76500
14.	Sapindaceae	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	76498