

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

FRUTOS, SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PLANTULAR DE TRÊS ESPÉCIES DE
Parkia R. Br. (FABACEAE-MIMOSOIDEAE): UMA ABORDAGEM
MORFOANATÔMICA, HISTOQUÍMICA E TECNOLÓGICA

MARIA DA GLÓRIA GONÇALVES DE MELO

MANAUS
2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL

MARIA DA GLÓRIA GONÇALVES DE MELO

FRUTOS, SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PLANTULAR DE TRÊS ESPÉCIES DE
Parkia R. Br. (FABACEAE-MIMOSOIDEAE): UMA ABORDAGEM
MORFOANATÔMICA, HISTOQUÍMICA E TECNOLÓGICA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientadora: Professora Dra. Maria Sílvia de Mendonça

MANAUS
2011

Melo, Maria da Glória Gonçalves de

M528f Frutos, sementes e desenvolvimento plantular de três espécies de *Parkia* R. Br. (Fabaceae-Mimosoideae): uma abordagem morfoanatômica, histoquímica e tecnológica / Maria da Glória Gonçalves de Melo. - Manaus: UFAM, 2011.

175 f.: il. color.

Tese (Doutorado em **Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal**) — Universidade Federal do Amazonas, 2011.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Sílvia de Mendonça

1. Sementes - Plântula 2. Morfologia vegetal 3. Faveira – Árvore
I. Mendonça, Maria Sílvia de (Orient.) II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU 582.738(043.2)

MARIA DA GLÓRIA GONÇALVES DE MELO

FRUTOS, SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PLANTULAR DE TRÊS ESPÉCIES DE
Parkia R. Br. (FABACEAE-MIMOSOIDEAE): UMA ABORDAGEM
MORFOANATÔMICA, HISTOQUÍMICA E TECNOLÓGICA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Aprovada em 28 de julho de 2011.

BANCA EXAMINADORA



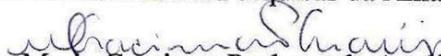
Profa. Dra. Maria Sílvia de Mendonça, Orientadora
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. Antenor Francisco de Figueiredo, Membro
Universidade Federal do Amazonas



Dr. Antenor Pereira Barbosa, Membro
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia



Profa. Dra. Maria Gracimar Pacheco de Araújo, Membro
Universidade Federal do Amazonas



Dr. Roberval Monteiro Bezerra de Lima, Membro
EMBRAPA Amazônia Ocidental

Aos meus pais, Mário Diogo de Melo e Floripes Gonçalves de Melo, por terem me incentivado a trilhar o caminho acadêmico, pelo amor, dedicação à família e exemplo moral, que tanto contribuíram para minha formação profissional.

Ter sempre mais um objetivo a ser alcançado, aprendi com meu quase centenário pai, além do amor à Amazônia, refletido em suas poesias.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por colocar em meu caminho pessoas que me conduziram à pesquisa e por este trabalho se tornar possível.

À Universidade Federal do Amazonas, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, por ter proporcionado meios para realização deste trabalho e por contribuir para a formação de recursos humanos na região Amazônica.

À professora Dra. Maria Sílvia de Mendonça pela orientação, ensinamentos na área de morfoanatomia vegetal, profissionalismo, ética, incentivo e amizade que contribuíram para minha formação.

À Coordenação do Curso de Doutorado em Agronomia Tropical e a todos os funcionários do Departamento de Ciências Agrárias.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM pelo fomento à pesquisa no Amazonas e pela bolsa concedida.

À FINEP/MCT e ao Petróleo Brasileiro S/A pelo financiamento desta pesquisa por meio do Programa de Ciência e Tecnologia do Petróleo – CTPETRO.

À Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, que disponibilizou o Laboratório de Sementes e Viveiros Florestais, pelo apoio nos experimentos e especialmente à equipe: Sheylla Fontes Pinto, José Loureiro e Sálvio Neves.

Ao corpo docente do doutorado, especialmente aos Professores Dr. Antenor Francisco de Figueiredo e Dr. Carlos Alberto Franco Tucci pelos ensinamentos, incentivo e amizade.

À equipe do Laboratório de Botânica Agroflorestal da UFAM, principalmente ao Manoel Roberto Pereira Viana e Poliana Roversi Genovez pelo auxílio em todas as etapas anatômicas e histoquímicas do trabalho.

Aos amigos do doutorado Anisia, Ângela, Beth, Sônia, Albejamere, Aildo, e Nailson, pela amizade e apoio durante toda a jornada do curso. É uma bênção ter amigos como vocês em um momento especial da minha vida.

À professora Dra. Maria Gracimar Pacheco de Araújo, que sempre esteve disposta a colaborar, esclarecendo minhas dúvidas sobre a anatomia de sementes, com muita satisfação e carinho pela botânica.

Ao Dr. Gil Vieira, Coordenador do PT2 pelo apoio, incentivo, confiança no meu trabalho e amizade sempre.

À amiga Patrícia Nazário pelo valioso auxílio e esclarecimentos sobre as análises estatísticas.

Aos parobotânicos Toninho e Chapeuzinho, da empresa Parente Andrade, terceirizada da Petrobrás, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Ao Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, especialmente à Dra. Marília Contin Ventrella pela oportunidade de estágio e ensinamentos histoquímicos.

Ao Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura, do Museu Paraense Emílio Goeldi, principalmente ao Dr. Hilton Tulio Costi e ao M.Sc. Rolf Junior Ferreira Silva, pela colaboração quando da obtenção das micrografias.

Ao Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pelas identificações do material botânico e pela colaboração dos funcionários Márcia Carla Ribeiro da Silva, Ana Lúcia e José Ferreira Ramos.

Ao ilustrador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Felipe França de Moraes, pela confecção dos desenhos morfológicos.

À minha família, pelo apoio e compreensão durante todas as etapas da minha vida.

Aos amigos de trabalho, Ananias Alves Cruz, Anízio Cavalcante, Cristine Teixeira, Eduardo Mafra, José Brandão, Luis Antônio de Araújo Pinto, Márcia, Nazaré e Margareth por fazerem parte de minha trajetória acadêmica e vibrarem com minhas conquistas.

A todos que contribuíram e participaram direta ou indiretamente para a concretização deste trabalho, o meu mais sincero, **OBRIGADA!!**

RESUMO

As espécies de *Parkia* são representativas da paisagem florística amazônica e ocupam papel importante entre as leguminosas arbóreas. Apesar da importância das espécies para projetos de reflorestamento, são poucos os trabalhos morfoanatômicos e tecnológicos no gênero, que carecem de estudos mais detalhados. Este trabalho teve por objetivo caracterizar a morfologia dos frutos, morfoanatomia e histoquímica das sementes e plântulas, bem como as características tecnológicas das sementes, visando obter padrões para o manejo adequado de reprodução das espécies de *Parkia multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina*. Os frutos foram coletados de dez indivíduos por espécie, ao longo do rio Urucu na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, Coari/AM, localizada a 623 km de Manaus. Os testes físicos indicaram que as sementes de *P. multijuga* apresentaram peso de 1000 sementes maduras equivalente a 3.432,6 g, enquanto *P. panurensis* 712,10 g e *P. velutina* 521,31 g. O número de sementes por quilograma foi de 291 sementes para *P. multijuga*, 1.404 para *P. panurensis* e 1.918 para *P. velutina*. Para determinar o teor de água das sementes de *P. multijuga* pode-se utilizar três sementes cortadas por subamostra, cinco para *P. velutina* e 25 para *P. panurensis*. As três espécies apresentam frutos do tipo legumes nucóides, secos, estenocárpicos, unisseriados. A semente é oblonga em *P. multijuga*, elíptica em *P. panurensis* e oboval em *P. velutina*. O tegumento apresenta camada paliçádica com linha lúcida e impresso nas duas faces pleurograma apical-basal, regular, a 100 e 90% em *P. multijuga* e 90% em *P. panurensis* e *P. velutina*. Cotilédones, fendido com radícula escondida em *P. multijuga* e *P. panurensis* e entalhado com radícula exposta em *P. velutina*. Eixo hipocótilo-radícula com plúmula bem diferenciada nas três espécies, mas apenas *P. velutina* apresenta eixo com ráquis dos primórdios foliares com tricomas pluricelulares capitados de base tricelular. Na semente madura das três espécies, destaca-se a presença de compostos fenólicos e alcalóides, o que pode estar relacionado com a defesa primária da semente a possíveis predadores e ao

mecanismo de dormência, enquanto, carboidratos, proteínas e lipídios, constituem as principais reservas. Os tratamentos de escarificação mecânica com esmeril elétrico na lateral da semente foram eficientes na superação da dormência física de sementes de *P. panurensis* e *P. multijuga*, enquanto a escarificação química com ácido sulfúrico em maior tempo de imersão foi mais eficiente para as sementes de *P. panurensis* e *P. velutina*. A plântula completa a formação de 18 a 21 dias em *P. multijuga* e de 12 a 15 dias em *P. velutina* e *P. panurensis*. A raiz de *P. multijuga* é poliarca e apresenta crescimento primário, já a de *P. panurensis* e *P. velutina* apresentam início de crescimento secundário com câmbio tanto fascicular quanto interfascicular instalados. Compostos fenólicos foram evidenciados na epiderme e periciclo da raiz, no parênquima cortical periférico e epiderme do hipocótilo, nos cotilédones de *P. panurensis* e nos foliólulos das três espécies.

Palavras-chave: *Parkia multijuga*, *Parkia panurensis*, *Parkia velutina*, morfologia, análise de semente, substâncias ergásticas.

ABSTRACT

Parkia species are representative of the Amazonian floristic landscape and occupy an important role among leguminous trees. Despite the importance of species for reforestation projects, there are few reports on morpho-anatomical-technological in the gender, which require more detailed studies. This study aimed to characterize the morphology of fruit, morpho-anatomy and histochemistry of the seeds and seedlings, as well as the technological characteristics of the seeds, in order to obtain standards for the proper management of species reproduction of *Parkia multijuga*, *P. panurensis* and *P. velutina*. The fruits were collected along the Urucu river at the Pedro de Moura Geologist Operations Base, Coari / AM, located at 623 km from Manaus. The physical tests indicated that seeds of *P. multijuga* had a weight of 1000 mature seeds equivalent of 3,432.6 g, whereas *P. panurensis* 712.10 g and *P. velutina* 521.31 g. The number of seeds per kilogram was 291 seeds for *P. multijuga*, 1404 for *P. panurensis* and 1918 for *P. velutina*. To determine the water content of seeds of *P. multijuga* three cut seeds by subsample can be used five for *P. velutina*. and 25 for *P. panurensis*. The three species have type of fruit nucóides vegetables, dry, estenocárpicos, uniseriate. The seed is oblong in *P. multijuga*, elliptical in *P. panurensis* and oboval in *P. velutina*. The integument presents palisade layer with clear line and printed on both sides pleurogram apical-basal, regular, 100 and 90% in *P. multijuga* and 90% in *P. panurensis* and *P. velutina*. Cotyledons, cloven with hidden rootlet in *P. multijuga* and *P. panurensis* and carved in radicle exposed to *P. velutina*. Radicle hypocotyl axle with well differentiated plumule in the three species, but only *P. velutina* presents axle with rachis of leaf prime with multicellular trichomes got from the tricellular base. In the mature seeds of three species, there is the presence of phenolics and alkaloids, which may be related to the mechanism of dormancy, while, carbohydrates, proteins and lipids, are the major reservations. The treatments of mechanical scarification with emery electric on the side of the seed were effective in overcoming physical dormancy of

seeds of *P. panurensis* and *P. multijuga*, while the chemical scarification with sulfuric acid in a longer period of immersion was more effective for seeds of *P. panurensis* and *P. velutina*. The full seedling formation from 18 to 21 days in *P. multijuga* and 12 to 15 days in *P. velutina* and *P. panurensis*. The root of *P. multijuga* is polyarc and presents primary growth, since the *P. panurensis* and *P. velutina* present beginning of secondary growth with fascicular and interfascicular exchange both installed. Phenolic compounds were detected in the epidermis and pericycle of the root, the peripheral cortical parenchyma and epidermis of the hypocotyl, cotyledons of *P. panurensis* and in the pinnae of the three species.

Keywords: *Parkia multijuga*, *Parkia panurensis*, *Parkia velutina*, morphology, seed analysis, ergaster substances.

LISTA DE FIGURAS

MATERIAL E MÉTODOS

Figura 1- Localização geográfica da área de seleção das matrizes de *Parkia multijuga* Bentham, *P. panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins e *P. velutina* Benoist na BOGPM – Coari (AM)..... 26

Figura 2- Amostras de exsiccatas e sementes de *Parkia* R. Br. A. *P. multijuga* Bentham. B. *P. panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins. C. *P. velutina* Benoist. D. Amostras das sementes..... 27

CAPÍTULO II- Morfoanatomia de sementes de três espécies de *Parkia* R. Br. (Fabaceae-Mimosoideae)

Figura 1-3 Aspectos gerais dos frutos de *Parkia* R. Br. A- Fruto fechado. B. Fruto aberto. 1. *P. multijuga*. 2- *P. panuresnsis*. 3- *P. velutina*..... 89

Figura 4-15 Sementes e embrião de *Parkia* R. Br. 4,7,10,13- *Parkia multijuga*; 5,8,11,14- *P. panurensis*; 6,9,12,15- *P. velutina*. 4-6- semente em vista ventral; 7-10- detalhes do pleurograma; 11- semente com visgo; 12 – aspecto geral da semente. 13-15- embrião..... 90

Figura 16-27 Eletromicrografias de varredura das sementes de *Parkia* R. Br. 16,19,22,25- *Parkia multijuga* ; 17,20,23,26- *P. panurensis*; 18,21,24,27- *P. velutina*. 16-18- superfície do tegumento ou parede periclinal externa?; 19-21- tegumento em secção transversal; 22,24- pleurograma na parede periclinal externa do tegumento; 23- pleurograma em secção transversal; 25-27- região hilar da semente..... 91

Figura 28-36 Eletromicrografias de varredura do embrião das sementes de *Parkia* R. Br. 28,31,34- *Parkia multijuga*; 29,32,35- *P. panurensis*; 30,33,36- *P. velutina*. 28-30- cotilédone, parede periclinal externa; 31-33- radícula; 34- cotilédone, epiderme e mesofilo em secção transversal; 35- plúmula; 36- eixo embrionário em secção longitudinal, ráquis com tricomas..... 92

Figura 37-42 Sementes de *Parkia* em secções transversais do tegumento e cotilédones. 37,40- *Parkia multijuga* ; 38,41- *P. panurensis*; 39,42- *P. velutina*. 37-39- tegumento; 40-42- cotilédones..... 93

CAPÍTULO III- Análise qualitativa e quantitativa de substâncias ergásticas de sementes maduras e na germinação de três espécies de *Parkia*.

Figura 1- Composição química de reservas das sementes de *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina*..... 113

Figura 2-16. Secções transversais da semente madura de *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina* submetidas a testes histoquímicos em amostras frescas. 2. Tegumento de *P. multijuga* evidenciando compostos fenólicos gerais. 3. Tegumento de *P. panurensis*, evidenciando taninos. 4. Tegumento de *P. multijuga* idem. 5-6. Idem

idem, evidenciando alcalóides. 7. Idem <i>P. velutina</i> , idem terpenóides. 8. Idem <i>P. panurensis</i> , mucilagens. 9. Idem <i>P. velutina</i> , mucopolissacarídeos ácidos. 10. Idem <i>P. multijuga</i> , ácidos graxos. 11. Cotilédones de <i>P. multijuga</i> , pectinas. 12. Idem <i>P. panurensis</i> , lipídios totais. 13. Idem <i>P. velutina</i> , ácido graxo. 14. Idem, idem, proteínas. 15. Idem <i>P. multijuga</i> , compostos fenólicos. 16. Idem <i>P. multijuga</i> , mucilagens.....	115
--	-----

CAPÍTULO IV- Superação de dormência em sementes de três espécies de *Parkia*

Figura 1- Emergência (A), índice de velocidade de emergência (IVE- B), tempo médio de emergência (TME- C), índice de sincronização (E- D) pelos critérios de emissão do hipocótilo e de formação de plântulas normais de <i>Parkia multijuga</i>	137
Figura 2- Emergência (A), índice de velocidade de emergência (IVE- B), tempo médio de emergência (TME- C), índice de sincronização (E- D) pelos critérios de emissão do hipocótilo e de formação de plântulas normais de <i>Parkia panurensis</i>	137
Figura 3- Emergência (A), índice de velocidade de emergência (IVE- B), tempo médio de emergência (TME- C), índice de sincronização (E- D) pelos critérios de emissão do hipocótilo e de formação de plântulas normais de <i>Parkia velutina</i>	138

CAPÍTULO V- Germinação e aspectos morfoanatômicos de plântulas de três espécies de *Parkia* R. Br. (Fabaceae-Mimosoideae).

Figura 1-3 Desenvolvimento pós-seminal. 1. <i>Parkia multijuga</i> . 2. <i>P. velutina</i> . 3. <i>P. panurensis</i> . A. Protrusão da raiz. B. Alongamento da raiz. C. Diferenciação da alça epicotiledonar ou hipocotiledonar. D. Alongamento do epicótilo ou hipocótilo e surgimento dos eofilos.....	161
Figura 4- <i>Parkia multijuga</i> . A. Plântula totalmente formada. B. Detalhe da glândula na base do pecíolo. C. Foliólulos, face adaxial.....	162
Figura 5-6 5. <i>Parkia velutina</i> . 6. <i>P. panurensis</i> . A. Plântula com cotilédones. B. Plântula após desprendimento dos cotilédones. C. Foliólulos, face adaxial. D. Foliólulos, face abaxial.....	163
Figura 7-12. Eletromicrografias de varredura dos foliólulos de <i>Parkia</i> R. Br. 7. <i>Parkia multijuga</i> , ápice. 8. <i>P. velutina</i> , ápice. 9. <i>P. panurensis</i> , ápice. 10. <i>P. multijuga</i> , base. 11. <i>P. multijuga</i> , margem com tricomas. 12. <i>P. panurensis</i> , margem glabra.....	164
Figuras 13-18. Eletromicrografias de varredura da epiderme dos foliólulos de <i>Parkia</i> R. Br. 13. <i>P. velutina</i> , face abaxial. 14. <i>P. multijuga</i> , face abaxial. 15. <i>P. panurensis</i> , face abaxial. 16. <i>P. velutina</i> face adaxial. 17-18. <i>P. velutina</i> , foliólulo, face abaxial.....	165

Figura 19-22. Eletromicrografias de varredura da epiderme do eixo vegetativo de <i>Parkia panurensis</i> . 19. Epicótilo, tricomas. 20. Raquis, tricomas. 21. Hipocótilo. 22. Glândula interpeciolar.....	166
Figuras 23-28. Eletromicrografias de varredura em secções transversais do hipocótilo de <i>Parkia</i> . 23,25,27. <i>Parkia panurensis</i> . 24,26,28. <i>P. velutina</i>	167
Figura 29-34. . Eletromicrografias de varredura em secções transversais do epicótilo de <i>Parkia</i> . 29,31,33. <i>Parkia multijuga</i> . 30,32,34. <i>P. velutina</i>	168
Figura 35-36. Eletromicrografias de varredura do epicótilo em secção transversal de <i>Parkia panurensis</i> . 35. Aspecto geral. 36. Detalhe do epicótilo.....	169
Figuras 37-42. Foliólulo e raiz em secção transversal. 37. Foliólulo de <i>Parkia multijuga</i> . 38. Raiz de <i>P. multijuga</i> . 39. Foliólulo de <i>P. panurensis</i> . 40. Raiz de <i>P. panurensis</i> . 41. Foliólulo de <i>P. velutina</i> . 42. Raiz de <i>P. velutina</i>	170
Figuras 43-57. Secções transversais do eixo vegetativo das plântulas de <i>Parkia</i> R. Br. submetidas a testes histoquímicos. 43. Raiz de <i>P. panurensis</i> evidenciando proteínas. 44. Raiz de <i>P. multijuga</i> idem. 45. Cotilédone de <i>P. velutina</i> idem. 46. Foliólulo de <i>P. multijuga</i> idem. 47. Cotilédone de <i>P. panurensis</i> , lipídios totais. 48. Raiz de <i>P. velutina</i> idem. 49. Hipocótilo idem, idem. 50. Foliólulo de <i>P. multijuga</i> idem. 51. Raiz de <i>multijuga</i> , evidenciando amido em roxo. 52. Hipocótilo de <i>P. panurensis</i> idem. 53. Cotilédone de <i>P. velutina</i> idem. 54. Foliólulo idem, idem. 55. Cotilédone de <i>P. multijuga</i> , pectinas. 56. Cotilédone de <i>P. panurensis</i> idem. 57. Foliólulo de <i>P. multijuga</i> idem.....	171
Figuras 58-72. Secções transversais das plântulas de <i>P. multijuga</i> , <i>P. panurensis</i> e <i>P. velutina</i> submetidas a testes histoquímicos. 58. Raiz de <i>P. multijuga</i> , evidenciando lignina. 59. Raiz de <i>P. velutina</i> idem. 60. Epicótilo idem idem. 61. Hipocótilo de <i>P. panurensis</i> idem. 62. Raiz de <i>P. multijuga</i> evidenciando compostos fenólicos gerais. 63. Raiz de <i>P. velutina</i> , idem. 64. Epicótilo de <i>P. multijuga</i> idem. 65. Foliólulo de <i>P. multijuga</i> idem. 66. Hipocótilo de <i>P. panurensis</i> , idem. 67. Cotilédone de <i>P. panurensis</i> idem. 68. Raiz de <i>P. multijuga</i> , evidenciando tanino. 69. Raiz de <i>P. panurensis</i> idem. 70. Epicótilo de <i>P. velutina</i> idem. 71. Hipocótilo de <i>P. panurensis</i> idem. 72. Foliólulo de <i>P. velutina</i> idem.....	172

LISTA DE TABELAS

MATERIAL E MÉTODOS

Tabela 1- Testes histoquímicos aplicados para a detecção das principais classes de metabólitos.....	35
---	----

CAPÍTULO I- Características físicas e padronização da determinação do teor de água em sementes de três espécies de *Parkia*.

Tabela 1- Média do peso de 1000 sementes e número de sementes/kg de <i>Parkia multijuga</i> , <i>P. panurensis</i> e <i>P. velutina</i>	61
Tabela 2- Teor de água das sementes de <i>P. panurensis</i> e <i>P. velutina</i> com diferentes números de sementes.....	61
Tabela 3- Teor de água das sementes de <i>P. panurensis</i> e <i>P. velutina</i> sob diferentes períodos (dias) de secagem.....	62
Tabela 4- Teor de água das sementes de <i>P. multijuga</i> com diferentes números de sementes e períodos (dias) de secagem.....	63

CAPÍTULO II- Morfoanatomia de sementes de três espécies de *Parkia* (Fabaceae-Mimosoideae).

Tabela 1- Dimensões e peso da matéria fresca de frutos e sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth. (N = 100).....	86
Tabela 2- Dimensões e peso da matéria fresca de frutos e sementes de <i>Parkia panurensis</i> Benth. ex H. C. Hopkins (N = 100).....	87
Tabela 3- Dimensões e peso da matéria fresca de frutos e sementes de <i>Parkia velutina</i> Benoist (N = 100).....	88

CAPÍTULO III- Análise qualitativa e quantitativa de substâncias ergásticas de sementes maduras e na germinação de três espécies de *Parkia*.

Tabela 1- Metodologias utilizadas para a detecção das principais classes de metabólitos em sementes de <i>Parkia multijuga</i> Benth., <i>Parkia panurensis</i> Bentham ex H. C. Hopki e <i>Parkia velutina</i> Benoist.....	111
Tabela 2- Resultado dos testes histoquímicos aplicados em sementes maduras de <i>Parkia multijuga</i> Benth., <i>P. panurensis</i> Benth. ex H. C. Hopkins e <i>P. velutina</i> Benoist. + = reação positiva; - = reação negativa; Tg = tegumento; Co = cotilédono.....	112
Tabela 3- Teor (%) de substâncias de reservas e umidade nos cotilédones de <i>Parkia multijuga</i> durante a germinação.....	113
Tabela 4- Teor de substâncias de reservas e umidade nos cotilédones de <i>Parkia panurensis</i> durante a germinação.....	114
Tabela 5- Teor de substâncias de reservas e umidade nos cotilédones de <i>Parkia velutina</i> durante a germinação.....	114

CAPÍTULO IV- Superação de dormência em sementes de três espécies de *Parkia*.

Tabela 1- Condição das sementes de *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina* remanescentes nos diferentes tratamentos, após encerramento do experimento, avaliadas pelo teste de tetrazólio..... 138

CAPÍTULO V- Germinação e aspectos morfoanatômicos de plântulas de três espécies de *Parkia* R. Br. (Fabaceae-Mimosoideae)

Tabela 1- Resultados dos testes histoquímicos aplicados em plântulas de *Parkia multijuga* Benth., *P. panurensis* Benth. ex H. C. Hopkins e *P. velutina* Benoist. + = reação positiva; - = reação negativa; rz = raiz; hp = hipocótilo; ep = epicótilo; ct = cotilédone; fo = foliólulo..... 160

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	19
1. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
1.1 Localização geográfica da área de seleção das matrizes	25
1.2 Coleta e identificação do material botânico	26
1.3 Beneficiamento dos frutos e extração das sementes	27
1.4 Características físicas dos lotes de sementes.....	28
1.5 Biometria e morfologia dos frutos.....	29
1.6 Biometria e morfologia das sementes.....	30
1.7 Morfologia do desenvolvimento da plântula.....	31
1.8 Ilustrações morfológicas.....	32
1.9 Anatomia.....	32
1.9.1 Microscopia eletrônica de varredura.....	33
1.9.2 Testes histoquímicos.....	34
1.9.3 Ilustrações anatômicas.....	36
1.10 Determinação do método para superar a dormência tegumentar.....	36
1.10.1 Teste de germinação.....	37
1.11 Análise qualitativa e quantitativa de substâncias ergásticas na germinação.....	38
2. REFERÊNCIAS.....	41
3. CONCLUSÃO GERAL.....	173
ANEXOS.....	176
CAPÍTULO I- Características físicas e padronização da determinação do teor de água em sementes de três espécies de <i>Parkia</i>.	46
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	48
INTRODUÇÃO.....	49
MATERIAL E MÉTODOS.....	51
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53

CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
CAPÍTULO II- Morfoanatomia de sementes de três espécies de <i>Parkia</i> (Fabaceae-Mimosoideae).	64
RESUMO.....	65
ABSTRACT.....	66
INTRODUÇÃO.....	67
MATERIAL E MÉTODOS	69
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
Morfologia dos frutos.....	71
Morfoanatomia das sementes.....	75
CONCLUSÕES.....	80
REFERÊNCIAS.....	80
CAPÍTULO III- Análise qualitativa e quantitativa de substâncias ergásticas de sementes maduras e na germinação de três espécies de <i>Parkia</i>.	94
RESUMO.....	95
ABSTRACT.....	96
1 INTRODUÇÃO.....	97
2 MATERIAL E MÉTODOS	98
3 RESULTADOS.....	100
3.1 <i>Parkia multijuga</i> Benth.....	100
3.2 <i>Parkia panurensis</i> Benth. ex H. C. Hopkins.....	101
3.3 <i>Parkia velutina</i> Benoist.....	102
4. DISCUSSÃO.....	103
4 CONCLUSÕES.....	106
5 GRADECIMENTOS.....	107
5 REFERÊNCIAS.....	107
CAPÍTULO IV- Superação de dormência em sementes de três espécies de <i>Parkia</i>.	117

RESUMO.....	118
ABSTRACT.....	119
INTRODUÇÃO.....	120
MATERIAL E MÉTODOS.....	122
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	125
CONCLUSÕES.....	131
REFERÊNCIAS.....	132

CAPÍTULO V- Germinação e morfoanatomia de plântulas de três espécies de *Parkia* (Fabaceae-Mimosoideae)

	139
RESUMO.....	140
ABSTRACT.....	141
INTRODUÇÃO.....	142
MATERIAL E MÉTODOS.....	143
RESULTADOS.....	146
Morfologia do desenvolvimento da plântula.....	146
Aspectos anatômicos e histoquímicos das plântulas.....	149
DISCUSSÃO.....	151
CONCLUSÕES.....	153
AGRADECIMENTOS.....	154
REFERÊNCIAS.....	154

INTRODUÇÃO GERAL

A Floresta amazônica é considerada a maior reserva florestal contínua do mundo, com espécies que funcionam como um reservatório genético ainda pouco conhecido, mas com grande potencial alimentício e farmacológico de grande importância para a humanidade (HIGUCHI & HIGUCHI, 2004). Contudo, sua diversidade encontra-se ameaçada, em decorrência de vários fatores, como a forma desordenada de ocupação do solo, e as intervenções antrópicas em geral, o que tem acarretado uma significativa lixiviação gênica deste banco natural de germoplasma.

Nos últimos anos algumas alternativas têm sido desenvolvidas no sentido de reverter a perda contínua de biodiversidade, como a recuperação de áreas degradadas e a utilização de sistemas agroflorestais. Entretanto, pouco se conhece sobre o comportamento silvicultural das espécies nativas utilizadas nesse processo, exigindo longas e custosas pesquisas.

Do ponto de vista de Garwood & Hunphries (1993), para reverter essa desastrosa tendência de desmatamento e extinção de espécies em regiões tropicais, é necessário habilidade para manejar e conservar os remanescentes florestais, constituindo áreas de proteção ambiental ou de manejo sustentável, restaurando-se também as áreas já degradadas.

O fortalecimento da política ambiental e a necessidade de conservação das florestas tropicais possibilitaram um aumento na demanda por sementes e mudas de espécies florestais nativas, as quais constituem o principal produto nos programas de recuperação e conservação de ecossistemas (CARVALHO et al., 2006). Essa demanda técnica motivou a realização de pesquisas com sementes de espécies arbóreas nativas.

Um dos principais fatores para o sucesso do reflorestamento é a disponibilidade e utilização de sementes e mudas de boa qualidade. Portanto, o estudo sistemático de espécies florestais, nos seus múltiplos aspectos: fisiologia, morfologia e tecnologia de sementes,

reveste-se de importância, tendo em vista os escassos estudos existentes nessa área e seu papel estratégico na elaboração de planos para as atividades de reflorestamento, manejo florestal, recuperação de áreas degradadas e, mais recentemente, sua valorização no comércio de sementes e mudas.

Existe hoje, uma grande preocupação por parte dos pesquisadores e analistas de sementes, sobretudo dos que trabalham com espécies florestais, em conduzir estudos que forneçam informações sobre a qualidade das sementes, especialmente no que diz respeito à padronização, agilização, aperfeiçoamento e estabelecimento dos métodos de análise (ALVES et al., 2008)

Apesar do aumento considerável dos estudos com sementes de espécies florestais, para a grande maioria delas ainda não se dispõe de informações básicas referentes à morfoanatomia, dados físicos, superação de dormência, entre outros. Portanto, são urgentes e necessários estudos e pesquisas referentes à estrutura das sementes e dados tecnológicos, uma vez que essa variação ocorre entre famílias, gêneros e espécies.

Essa afirmação pode ser verificada nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) que especificam recomendações para análise de sementes de um grande número de espécies vegetais, das quais as florestais constituem pequena parcela. Por sua vez, as Regras para Análise de Sementes da “International Seed Testing Association” (ISTA, 1993) consideram apenas as espécies florestais de clima temperado. Esse fato prejudica a avaliação da qualidade das sementes, principalmente quando é necessário comparar resultados obtidos em diferentes laboratórios.

A caracterização morfoanatômica das sementes permite a obtenção de informações sobre a germinação, bem como a identificação de dormência, como a ocasionada por tegumento impermeável, que impossibilita a entrada de água e gases, ou mesmo a dormência causada por imaturidade do embrião (CASTELLANI et al., 2008). Pesquisas sobre a

morfoanatomia são fundamentais no conhecimento dos processos fisiológicos das plantas e nas investigações sobre a taxonomia das espécies (GARCIA et al., 2006). São também úteis para produtores de mudas e para pesquisas sobre armazenamento de sementes e regeneração de florestas.

O estudo da plântula tem grande valor para estabelecer a dinâmica de populações de uma floresta. Pode servir, ainda, como índice para determinar se uma vegetação se encontra em estado sucessional ou em clímax, de acordo com a diversidade de espécies e de indivíduos que se encontram no solo (SOUZA et al., 2009).

Os estudos tecnológicos abrangem os aspectos físicos e fisiológicos de sementes e são de grande importância para a silvicultura e comercialização de sementes e mudas de espécies florestais. Esses padrões são necessários para a avaliação de lotes de sementes e, conseqüentemente, a comercialização de sementes de boa qualidade para a produção de mudas, parâmetros que vão se refletir no sucesso do plantio.

Para o reflorestamento com espécies nativas, é fundamental o conhecimento do manejo das sementes, principalmente sobre as características tecnológicas. Procedimentos para obtenção de material de alta qualidade tem sido sempre um problema em zonas tropicais, principalmente porque é observado que sementes de espécies tropicais apresentam uma baixa viabilidade quando não se conhecem os procedimentos tecnológicos das mesmas.

Sert et al. (2009) relatam que sementes de Fabaceae podem apresentar tegumento duro e impermeável à água, necessitando de tratamento para a sua superação. Nas sementes dessas leguminosas tropicais, a impermeabilidade do tegumento à água é o mecanismo mais comum de dormência, ocorrendo com maior freqüência nas subfamílias Caesalpinioideae e Mimosoideae (DUARTE, 1978). As sementes de *Parkia* apresentam dormência devido à impermeabilidade do tegumento (BARBOSA et al., 1984, FOWLER & BIANCHETTI, 2000, OLIVEIRA et al., 2006).

O conhecimento da composição química das sementes é de interesse prático em tecnologia de sementes, porque tanto o vigor quanto o potencial de armazenamento, são influenciados pelo teor dos compostos presentes. Outro aspecto importante diz respeito à influência da composição química no gasto das plantas em energia para produzi-las (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). As sementes têm sido estudadas quanto a sua composição química, não só por seu teor nutritivo, mas por apresentarem propriedades úteis à indústria (BUCKERIDGE et al., 2004).

Fabaceae é considerada uma das maiores famílias de Angiospermas, com 730 gêneros e 19.400 espécies registradas (STEVENS, 2006). São encontradas na maioria dos ambientes, em vegetações variadas e podem apresentar variações interessantes nas maneiras de crescimento, defesa e reprodução (POLHILL et al., 1981). As espécies dessa família apresentam um papel importante na composição das matas amazônicas e ocupam o primeiro lugar entre os vegetais lenhosos, tanto em número de indivíduos como em diversidade de espécies e gêneros botânicos.

A classificação taxonômica da família é abordada de forma diferente entre os autores. Polhill et al. (1981), Barroso et al. (1984), Judd et al. (1999) e APG II (2003) reconhecem três subfamílias em Fabaceae: Caesalpinioideae, Faboideae (=Papilionoideae) e Mimosoideae.

A subfamília Mimosoideae apresenta de 50 a 60 gêneros, com 2800 espécies (BARROSO et al., 1984) e, de acordo com Elias (1981), é mais comum em florestas tropicais de baixa altitude, especialmente próxima a rios e lagos, mas também estão bem adaptados a regiões secas da América tropical e África. Essa subfamília apresenta ampla distribuição na área de Porto Urucu, principalmente o gênero *Parkia*, tanto em número de espécies quanto de indivíduos.

O gênero *Parkia* é pantropical, encontrado principalmente em floresta tropical úmida, com maior diversidade na Amazônia, onde existem aproximadamente 17 espécies, que

ocorrem em áreas de floresta de terra-firme, várzea sazonal e floresta secundária (HOPKINS, 1986). As espécies pertencentes a esse gênero são representativas da paisagem florística amazônica, ocupando papel importante entre as leguminosas arbóreas. Normalmente são árvores de grande porte, encontradas em áreas de terra-firme, várzea sazonal e floresta secundária (HOPKINS, 1986). Dada essa grande diversidade, nem sempre os caracteres morfológicos são suficientes para a sua correta identificação, por isso a necessidade de estudos anatômicos e tecnológicos como caracteres decisivos na sistemática do gênero.

Entre as espécies do gênero, *P. pendula* (Wild.) Benth. ex Walp., *P. multijuga* Benth., *P. nitida* Miquel, *P. paraensis* Ducke, *P. ulei* (Harms) Kuhlm. e *P. platycephala* Benth. são conhecidas como espécies fornecedoras de madeiras comerciais na Amazônia (IBDF, 1987; LORENZI, 2002). E na nova lista do ministério da agricultura, *P. velutina* e *P. panurensis* foram incluídas no RENASEM (Registro Nacional de Sementes e Mudanças), abrindo as portas para comercialização de suas sementes e mudas.

***Parkia multijuga* Benth.**, conhecida popularmente como arara tucupi, benguê, paricá, visgueiro, faveira benguê, faveira-pé-de-arara, paricá grande da terra-firme, pinho cuiabano, apresenta madeira leve que pode ser empregada para compensados, caixotaria, brinquedos etc. Também pode ser empregada com sucesso no paisagismo, principalmente na arborização urbana e de praças públicas. Espécie de rápido crescimento constitui excelente opção para plantios de áreas degradadas (SILVA et al., 2004; LORENZI, 2002).

***Parkia panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins**, conhecida popularmente como faveira, arara tucupi, manopé (SILVA et al., 2004; LIMA et al., 2008). Árvore de 20 a 35m de altura, ocupando o dossel e sub-bosque, normalmente com raízes tabulares (sapopemas). A polinização é feita possivelmente por morcegos e as sementes são utilizadas como alimento por pequenos roedores (LIMA et al., 2008).

Parkia velutina **Benoist**, conhecida popularmente como fava peluda, paricá, corazeiro, visgueiro (SILVA et al., 2004; HOPKINS, 1986). Em Coari, Amazonas, é chamada de angico-da-folha-pequena. Ocorre geralmente em mata de terra-firme, frequentemente perto dos rios e córregos da região amazônica, crescendo a uma altura de até 42 m (HOPKINS, 1986).

Considerando a importância das espécies de *Parkia*, para a recuperação de áreas degradadas e conseqüentemente para o comércio de sementes de espécies florestais, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar as características morfológicas de frutos, sementes e do desenvolvimento das plântulas de *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina*, bem como a anatomia, histoquímica e características tecnológicas das sementes, visando obter padrões para o manejo adequado de reprodução das espécies.

As espécies listadas são importantes para projetos de reflorestamento e paisagismo. Entretanto, ainda não há informações suficientes na literatura sobre a morfoanatomia, histoquímica e tecnologia de suas sementes, fato que tem inviabilizado a sua inclusão nas Regras para Análise de Sementes.

O estudo é apresentado em cinco capítulos, de acordo com as características estudadas. No primeiro capítulo (Capítulo I) foram determinados os testes físicos, como peso de 1000 sementes e número de sementes por quilograma e avaliados os métodos para a determinação do teor de água das sementes das três espécies de *Parkia*.

No segundo capítulo (Capítulo II), foram caracterizados os aspectos morfológicos dos frutos e a morfoanatomia das sementes das três espécies. No terceiro capítulo (Capítulo III), foi avaliada a composição química das sementes maduras e as alterações no conteúdo de carboidratos, proteínas e lipídios durante o desenvolvimento das plântulas.

No quarto capítulo (Capítulo IV), foram avaliados diferentes métodos de superação da dormência física das sementes. No quinto capítulo (Capítulo V), foi descrito e ilustrado o processo germinativo e a morfoanatomia e histoquímica das plântulas das três espécies.

1. MATERIAL E MÉTODOS

1.1 Localização geográfica da área de seleção das matrizes

A seleção das matrizes de *P. multijuga* (Figura 1), *P. panurensis* (Figura 2) e *P. velutina* (Figura 3) foi feita na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), Coari, Amazonas, localizada a 623 km de Manaus, com as coordenadas geográficas 04°53'S e 65°11'W (Figura 1). O tipo de solo é classificado como Latossolo amarelo, textura argilosa. O clima é do tipo Af_i, segundo a classificação de Köppen, correspondendo ao clima tropical chuvoso, com temperatura no mês mais frio nunca inferior a 18°C e precipitação média anual de 2000 mm.

As matrizes foram georreferenciadas e marcadas em área de floresta natural em terra-firme ao longo do rio Urucu e nas áreas de LUC (Leste do rio Urucu) na estrada de Porto Evandro. De cada espécie foram selecionados 10 indivíduos, de acordo com as características de vigor, forma do fuste, porte, sanidade, floração e frutificação.

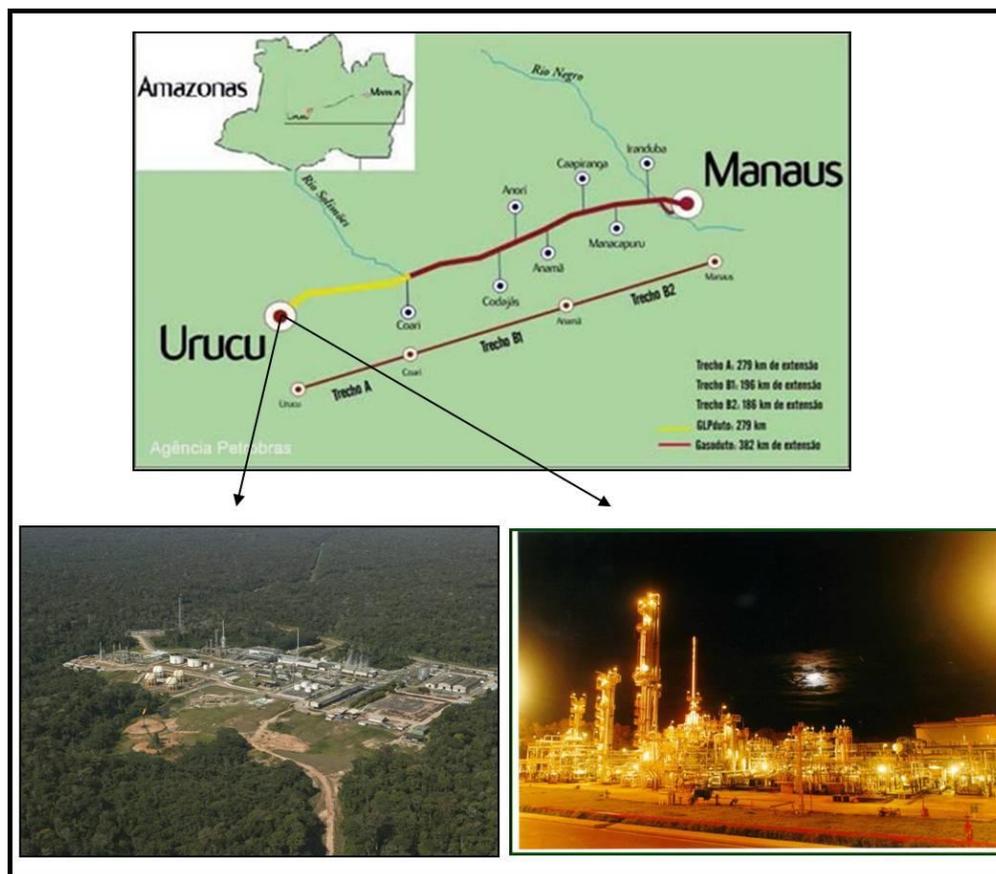


Figura 1. Localização geográfica da área de seleção das matrizes de *Parkia multijuga* Bentham, *P. panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins e *P. velutina* Benoist na BOGPM – Coari (AM).

1.2 Coleta e identificação do material botânico

Foram realizadas coletas de material botânico fértil das matrizes, para confecção das exsiccatas, identificação e obtenção de frutos e sementes.

As coletas foram feitas de forma sistemática, quando os frutos iniciaram o processo de dispersão. Os frutos foram coletados de forma manual diretamente da árvore utilizando para escalada peconha, para espécies próximas às matrizes com diâmetro de palmeira (≤ 30 cm) e esporas, para espécies com diâmetro maior que 60 cm de DAP, com auxílio de podão.

Durante a coleta utilizaram-se podão, tesoura de poda, sacos plásticos e etiquetas. No laboratório, as amostras colhidas de cada indivíduo por espécie, foram cuidadosamente identificadas para a realização das etapas subsequentes.

A identificação do material botânico foi realizada no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA e as exsicatas preparadas e incluídas no acervo do Herbário da Escola Superior de Tecnologia – EST, como documento taxonômico, com os números de registro: *Parkia multijuga*: UTAM 4248; INPA 234649; *P. panurensis*: UTAM 4246, INPA 230533 ; *P. velutina*: UTAM 4245, INPA 230529.



Figura 2. Amostras de exsicatas e sementes de *Parkia* R. Br. A. *P. multijuga* Bentham. B. *P. panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins. C. *P. velutina* Benoist. D. Amostras das sementes.

1.3 Beneficiamento dos frutos e extração das sementes

Após a coleta, os frutos foram mantidos em temperatura ambiente por 24 horas, embalados, transportados ao laboratório e, posteriormente, colocados de molho por 72 horas.

O beneficiamento foi feito por maceração em peneira com lavagem em água corrente até a completa limpeza das unidades de dispersão, com a remoção do visgo que envolve principalmente as sementes de *P. panurensis*. Foram eliminadas as sementes malformadas, com injúrias mecânicas e/ou predadas.

As sementes, depois de beneficiadas, foram secas em ambiente de laboratório por cinco dias e posteriormente acondicionadas em sacos plásticos ou vidros hermeticamente fechados, etiquetados e armazenados em câmara fria, no Laboratório de sementes da Escola Superior de Tecnologia, da Universidade do Estado do Amazonas, com temperatura de 7°C, até a instalação dos testes subseqüentes de germinação.

1.4 Características físicas dos lotes de sementes

As determinações do peso de 1000 sementes e número de sementes por quilograma foram efetuadas através da pesagem de oito subamostras, de 100 sementes, em balança com precisão de 0,01g. O peso de 1000 sementes foi calculado pela multiplicação do peso médio obtido nas subamostras de 100 sementes por 10 e o número de sementes por quilograma foi calculado, a partir do resultado anterior, por regra de três simples (Brasil, 2009).

O método utilizado para determinar o teor de água das sementes foi o de estufa a 105±3°C (Brasil, 2009). Para determinar a quantidade ideal das subamostras de sementes de *Parkia velutina* e *Parkia panurensis*, foram testadas quatro repetições de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 sementes inteiras e cortadas, conforme a RAS (Brasil, 1992). Já para *Parkia multijuga*

usaram-se quatro repetições de 1, 2, 3, 4 e 5 sementes, inteiras e cortadas, conforme a ISTA, (1993). A fragmentação ou redução das sementes a pedaços foi obtida com o uso de tesoura de poda, um corte ao meio em sementes de *P. velutina* e *P. panurensis* e dois cortes em *P. multijuga* formando três partes.

Foram utilizadas cápsulas de alumínio com 6,0 cm de diâmetro para sementes de *P. panurensis* e *P. velutina* e 10 cm para *P. multijuga*, em que inicialmente as sementes foram pesadas em balança de precisão 0,001g e, em seguida, colocadas em estufa a 105 °C, não ventilada. A cada 24 horas as sementes foram levadas a um dessecador, com sílica gel ativada e, após resfriamento, em torno de 20 minutos, pesadas em balança analítica. Esse procedimento foi repetido até a obtenção de peso constante. Os resultados foram expressos em percentuais, com base na massa da matéria úmida.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 (integridade da semente) X 6 (número de semente) X 6 (períodos de secagem) com quatro repetições para *Parkia velutina* e *P. panurensis*. Para *P. multijuga* o fatorial adotado foi 2 (integridade da semente) X 5 (número de semente) X 6 (períodos de secagem) com cinco repetições. As médias dos teores de água foram submetidas à análise de variância seguida de teste de Tukey a 5% de probabilidade. O software utilizado foi o ASSISTAT versão 7.5 beta (2010).

1.5 Biometria e morfologia dos frutos

Os frutos, após mistura e homogeneização, foram selecionados ao acaso (N=100) exemplares por espécie, para medição individual do comprimento (do ápice à base, excluindo-se o pedúnculo), largura (da parte dorsal a ventral) e espessura (linha mediana), com auxílio

de régua graduada em centímetros e paquímetro digital (precisão de 0,1 mm). O peso individual de cada fruto foi tomado em balança de precisão 0,001g.

Na mesma amostra, foi feita a abertura dos frutos com auxílio de tesoura de poda ou canivete metálico para o registro do número de sementes por fruto. Na caracterização morfológica dos frutos foram observados os seguintes aspectos: tipo, deiscência e indumento, coloração do epicarpo na maturação, consistência do pericarpo, síndrome de dispersão, número e posição das sementes no fruto.

As inferências sobre dispersão foram obtidas por meio de observações em campo e comparando-se as características morfológicas dos frutos e das sementes com trabalhos já publicados. Observações detalhadas dos frutos foram realizadas com auxílio de microscópio estereoscópio binocular e a terminologia e metodologia empregadas nas descrições foram baseadas em Gun (1984), Barroso et al. (1999) e Roth (1977).

1.6 Biometria e morfologia das sementes

As características biométricas das sementes foram obtidas a partir de 100 unidades retiradas aleatoriamente dos lotes, medindo-se o comprimento, largura, espessura e peso, com auxílio de paquímetro digital (precisão de 0,1 mm) e balança analítica com precisão de 0,001 g. Considerou-se comprimento a medida que vai do ápice até a base, isto é a região de protrusão da raiz, largura e espessura, a linha mediana das sementes.

As características internas e externas das sementes foram observadas em maiores detalhes, com auxílio de microscópio estereoscópio binocular de 45X. Secções transversais, longitudinais e paradérmicos dos tegumentos e apêndices da semente foram feitas para determinar a forma, conteúdo e demais características que compõem as diferentes camadas.

As características morfológicas das sementes foram descritas e ilustradas a partir de amostras de 50 unidades, provenientes de diferentes indivíduos de cada uma das espécies. A nomenclatura para descrever as sementes foi baseada em Martin (1946), Córner (1976), Gun (1981, 1984), Werker (1997) e Barroso et al. (1999).

1.7 Morfologia do desenvolvimento da plântula

Para os testes de germinação das sementes utilizaram-se bandejas plásticas de 80 x 40 x 20 cm e bandejas de 17 L, onde foram semeadas 100 sementes de cada espécie, sobre bancadas em viveiro. Areia branca lavada e vermiculita média (proporção 2:1) foram os substratos utilizados para germinação de todas as espécies em estudo.

A irrigação foi praticada diariamente por aspersão pela manhã e no final da tarde, fornecendo-se água em quantidade suficiente para manter a umidade do substrato.

Para a descrição morfológica do processo germinativo, foram feitas observações diárias e retiradas amostras das diversas fases de desenvolvimento, antes que o primeiro eofilo estivesse completamente formado. Considerou-se plântula o estágio de desenvolvimento no qual o eofilo estava completamente expandido, de acordo com Souza (2003). Amostras das diversas fases foram fotografadas e, posteriormente, fixadas em FAA por 48 horas e armazenadas em álcool 70% para confecção dos desenhos botânicos. Essa fase foi acompanhada detalhadamente, sendo verificados todos os caracteres morfológicos, sob estereomicroscópio binocular, potencialmente diferenciativos e úteis na identificação das espécies.

Na descrição morfológica, foram utilizadas as dez plântulas mais vigorosas, provenientes de cada um dos espécimes estudados. Foram utilizados apenas os indivíduos que

apresentaram as características mais constantes para cada espécie, sendo algumas plântulas usadas para posterior confecção dos desenhos botânicos.

Os elementos vegetativos descritos e ilustrados foram aqueles sugeridos por Roderjan (1983) - raiz (principal e secundária): forma, cor e superfície; cotilédones: posição, inserção, forma, coloração, nervação, pecíolo e indumento; epicótilo: forma, coloração, superfície, indumento, presença de lenticelas e catafilo; hipocótilo: forma, coloração, superfície, indumento, lenticelas e estrias; eófilos: filotaxia, forma, indumento, coloração, pecíolo, pulvino, pulvínulo, ráquis e estípulas. A terminologia empregada para essa fase está de acordo com Font-Quer (2000), Ducke (1965, 1969); Ducke & Polhill (1981) Radford et al. (1974); Roderjan (1983); Stern (1992) e Oliveira (2001).

1.8. Ilustrações morfológicas

Os principais caracteres morfológicos dos frutos e das fases do desenvolvimento das plântulas foram ilustrados com desenhos botânicos.

As fotografias das sementes foram feitas em estereomicroscópio Olympus 4x, com máquina digital Canon Power Shot S 50 acoplada e máquina digital com lentes para aumentar as estruturas.

1.9 Anatomia

Para os estudos anatômicos foram fixadas pelo menos seis plântulas e dez sementes de cada espécie. As sementes foram incluídas no amolecedor de etileno para corte do tegumento e escarificadas manualmente em lixa na lateral e previamente imersas em água destilada por 24 horas, em seguida o tegumento foi removido e os embriões cortados com auxílio de lâmina

de barbear. As amostras foram fixadas em FAA 70% (JOHANSEN, 1940) durante 48 horas e conservadas em álcool etílico a 70% para os procedimentos anatômicos subsequentes. Amostras da raiz e foliólulo das plântulas foram fixadas em FNT (formalina neutra tamponada), por 48 horas e, posteriormente, conservadas em etanol 70%.

Para o laminário permanente as amostras foram desidratadas em série etílica, infiltradas e incluídas em hidróxi-etil-metacrilato (Leica) (GUERRITS, 1991), seccionadas em micrótopo rotativo com 8 μm de espessura, coradas em azul de toluidina 0.05%, pH 4,7 (O'BRIEN et al. 1964) e montadas em resina sintética Permount.

O laminário semipermanente foi elaborado a partir de cortes obtidos a mão livre com lâminas de barbear de amostras da raiz e foliólulos, os quais foram clarificados, corados com safranina e azul de astra em solução aquosa (BUKATSCH 1972, BURGUER & RICHTER 1991) e montados em gelatina glicerinada (DOP & GAUTIÉ 1928).

1.9.1 Microscopia eletrônica de varredura

Para a obtenção das eletromicrografias de varredura, secções fixadas em glutaraldeído 2,5% (v/v) em tampão fosfato 0,1 M (pH 7,3) por 12 horas a temperatura ambiente, seguido de pós-fixação em tetróxido de ósmio a 1 % no mesmo tampão (SOUZA, 1998) foram desidratadas em série etílica crescente de Johansen (1940), processadas em secador de ponto crítico de CO_2 , aderidas a suportes metálicos através de fita de carbono dupla face e metalizadas com camada de ouro de aproximadamente 20 nm de espessura por 150 segundos em corrente de 25 mA (SILVA & POTIGUARA, 2008).

As imagens foram obtidas em microscópio eletrônico de varredura LEO modelo 1450 VP, com aceleração de voltagem de 15 KV, sendo as escalas micrométricas projetadas nas mesmas condições ópticas. As mensurações em MEV foram obtidas segundo Alvarez et al.

(2009). Foi utilizado o microscópio eletrônico do Laboratório Institucional de Microscopia Eletrônica de Varredura do Museu Paraense Emílio Goeldi.

1.9.2 Testes histoquímicos

Para os testes histoquímicos das sementes e plântulas foram utilizadas secções transversais de amostras frescas, em micrótomo de mesa das principais estruturas das plântulas (raiz principal, hipocótilo, cotilédones, epicótilo e foliólulo).

Os cortes histológicos frescos foram montados e fotografados simultaneamente sem submetê-los aos reagentes, visando constatar o aspecto natural das substâncias secretadas.

Os testes histoquímicos utilizados seguiram os procedimentos indicados na literatura especializada (Tabela 1).

Tabela 1 – Testes histoquímicos aplicados para detecção das principais classes de metabólitos.

	Grupo de Metabólito	Teste aplicado	Reação	Referências
Lipídios	Lipídios totais	Vermelho de sudão escarlatte	Alaranjado (carmim)	Brundett et al. (1991)
	Lipídios ácidos e neutros	Sulfato Azul do Nilo	Ácidos azul e neutros rosa	Cain (1991)
	Ácidos graxos	Ácido Rubeânico	Verde escuro	Ganter & Jollés (1970)
Proteínas	Proteínas totais	Ponceau de xilidina	Vermelho intenso	O' Brien & McCully (1981)
Carboidratos	Amido	Lugol	Roxo	Jensen (1962)
	Polissacarídeos	Pectinas	Vermelho de Rutênio	Rosa
Mucopolissacarídeos ácidos		Azul de Alciano	Azul turquesa	Pearse (1980)
Mucilagens		Ácido Tânico/Cloreto de Ferro III	Negro	Pizzolato & Lillie (1973)
Compostos Fenólicos	Compostos fenólicos gerais	Cloreto de ferro III /Dicromato de Potássio	Verde intenso, azul ou negro	Gabe (1968)
	Taninos	Vanilina clorídrica	Vermelho	Mace & Howel (1974)
	Ligninas	Floroglucinol	Vermelho/rosa intenso	Johansen (1940)
Alcalóides	Alcalóides gerais	Reagente de Dittmar	Castanho avermelhado	Furr & Mahlberg (1981)
Terpenóides	Terpenóides com grupo carbonilo	2,4 dinitrofenilhidrazina	Vermelho escuro	Ganter & Jollés (1970)

Para a comparação dos resultados, foram utilizados os controles, conforme as recomendações dos respectivos autores dos testes histoquímicos realizados.

1.9.3 Ilustrações anatômicas

As fotomicrografias referentes aos aspectos anatômicos das sementes e plântulas foram obtidas com câmara digital Canon Power Shot A6 50 IS acoplada ao microscópio Zeiss Primo Star no Laboratório de Botânica Agroflorestral da Universidade do Estado do Amazonas.

1.10 Determinação do método para superar a dormência tegumentar

Para avaliar o melhor método para superar a dormência tegumentar, as sementes, das espécies em estudo, foram submetidas aos seguintes tratamentos pré-germinativos:

Testemunha (T0): sementes intactas, semeadas sem tratamento prévio.

Desponte (T1): com auxílio de um cortador de unha quadrado, foi efetuado o desponte da semente no lado oposto ao da emissão da radícula, deixando exposta uma pequena parte do cotilédono.

Desponte seguido da imersão em água por 8 horas (T2): seguindo o mesmo procedimento do desponte, as sementes foram imersas em água destilada em béquer de 1 L, até a imersão total da amostra por 8 horas, em ambiente de laboratório (25 °C).

Escarificação mecânica do tegumento em esmeril elétrico (T3): as sementes foram friccionadas manualmente em esmeril elétrico, na região lateral de apenas um lado da semente até o desgaste do tegumento, evitando, contudo danificar o embrião.

Escarificação mecânica do tegumento em esmeril elétrico seguido pela imersão em água por 8 horas (T4): após a escarificação manual, as sementes foram imersas em água destilada

em béquer de 1 L, até a imersão total da amostra por 8 horas, em ambiente de laboratório (25 °C).

Punção com agulha quente (T5): em cada semente foi feita perfuração na região mediana do tegumento com auxílio de agulha quente, até que se visualizasse o cotilédone.

Punção com agulha quente seguido pela imersão em água por 8 horas (T6): após a punção no tegumento, as sementes foram imersas em água destilada em béquer de 1 L, até a imersão total da amostra por 8 horas, em ambiente de laboratório (25 °C).

Imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 30 minutos (T7): utilizando-se um béquer as sementes foram imersas em ácido sulfúrico (96% p.a) por trinta minutos.

Imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 20 minutos (T8): as sementes foram imersas em ácido sulfúrico (96% p.a) por vinte minutos.

Imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 15 minutos (T9): as sementes foram imersas em ácido sulfúrico (96% p.a) por quinze minutos.

As sementes tratadas com ácido sulfúrico foram lavadas em água corrente, à temperatura ambiente por aproximadamente cinco minutos com a finalidade de retirar o excesso de ácido e uniformizar as temperaturas.

1.10.1 Teste de germinação

As sementes de cada tratamento foram submetidas ao teste de germinação e a semeadura, feita em bandejas plásticas, perfuradas no fundo, contendo como substrato areia lavada, previamente peneirada a uma profundidade de duas vezes o diâmetro da semente permanecendo à temperatura ambiente em viveiro com 30% de sombreamento. A umidade do substrato foi mantida com irrigações diárias.

As características avaliadas foram: porcentagem de germinação, tempo médio de emergência (TME) (EDWARDS, 1934), índice de velocidade de emergência (IVE) (MAGUIRE, 1962) e índice de sincronização (E) (LABORIAU, 1983). Também foram avaliadas as sementes intactas e mortas no final do experimento. Consideraram-se como intactas, as sementes duras, que ao término do experimento não apresentavam sinais de deterioração ou embebição e como mortas, as sementes que se apresentavam amolecidas, atacadas por microorganismos e não apresentaram nem um sinal de início de germinação (BRASIL, 2009). Para as sementes intactas, foi aplicado o teste de tetrazólio na concentração de 0,5% para *P. panurensis* e *P. velutina* conforme recomendado por Mendes et al., (2009) e a 1% para as sementes de *P. multijuga* por duas horas em estufa a 40 °C, com o objetivo de verificar se as mesmas permaneciam viáveis.

Foi empregado o delineamento experimental inteiramente casualizado com 100 sementes por tratamento, distribuídas em quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos a testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk) e foi constatada a não normalidade na distribuição dos dados. Então, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis em 5% de probabilidade. O software utilizado foi o ASSISTAT versão 7.5 beta (2010).

1.11 Análise qualitativa e quantitativa de substâncias ergásticas na germinação.

Neste experimento 200 sementes escolhidas aleatoriamente, foram divididas em 4 repetições de 50 sementes. As sementes foram previamente escarificadas mecanicamente em esmeril elétrico na região lateral de apenas um lado da semente até o desgaste do tegumento.

A sementeira foi feita em caixas plásticas, contendo como substrato uma mistura de areia lavada e vermiculita média (proporção 2:1) sob condições de viveiro com sombreamento de 30%. A irrigação foi diária pela manhã e à tarde quando necessário.

Os cotilédones foram coletados e amostrados para a determinação dos teores de lipídios, proteínas e carboidratos a cada dois a três dias de acordo com as fases da germinação de cada espécie, a partir da sementeira até a expansão completa do eofilo.

As coletas foram feitas em quatro fases de germinação, compondo os seguintes tratamentos: Fase 1 – protrusão da raiz; Fase 2 – emergência e alongamento da raiz; Fase 3 – alongamento do hipocótilo ou epicótilo; Fase 4 – expansão do eofilo. Portanto, os tempos de coleta foram distribuídos da seguinte forma:

A cada coleta, foram retiradas amostras dos cotilédones (50 g) separadas em potes de vidro por fase, e acondicionadas em geladeira para posterior análise das substâncias de reservas das sementes, utilizando-se o método de composição centesimal no Laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Federal do Amazonas.

As amostras dos cotilédones de cada fase do processo germinativo foram secas pelo método de liofilização, sendo seccionadas em duas ou mais partes, para facilitar a secagem. Foi mensurado o peso (g) das amostras para determinação da umidade e em seguida colocadas para congelar em freezer na temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ por um período mínimo de 8 horas, em gerbox. As amostras, após esse período, foram colocadas no liofilizador por um período de 30 horas ininterruptas. Após secagem, os cotilédones foram triturados em almofariz, com auxílio de um pistilo.

As amostras foram armazenadas em recipientes de vidro âmbar hermeticamente fechados e identificados para posterior análise. A composição centesimal das sementes referente à umidade, lipídios, proteínas, carboidratos, fibras e cinzas foram determinadas de acordo com as normas analíticas da AOAC (1998) e do Instituto Adolfo Lutz (1985). Para o

cálculo de proteína bruta utilizou-se o fator de correção 6,25. Os carboidratos totais foram calculados por diferença segundo a equação $\% \text{ F.G.} = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ proteína bruta} + \% \text{ fibra bruta} + \% \text{ cinza})$. Cada determinação foi realizada com 3 g de cotilédones e três repetições e os resultados expressos em porcentagem.

O experimento foi analisado em delineamento inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos (fases morfológica da germinação) e três repetições para cada espécie. As médias da quantificação dos teores de substâncias das diversas fases foram analisadas estatisticamente utilizando os testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e de Levene (homogeneidade entre as variâncias) para análise dos pressupostos da ANOVA. Os resíduos apresentaram distribuição normal e as variâncias foram homocedásticas, então foi aplicada a análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2. REFERÊNCIAS

ALVAREZ, A. S.; SILVA, R. J. F.; POTIGUARA, R. C. V. Método de análise quantitativa em microscopia eletrônica de varredura (MEV). **Revista Hispeci & Lema**, n. 1, p.1-4. Disponível: www.fafibe.br/hispecielemaonline. Acesso em: 13 de jul. de 2010.

ALVES, E. U. et al. Germinação e vigor de sementes de *Bauhinia divaricata* L. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 38, n. 4, p.960-966, 2008.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. Um update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, (S.1.), v.141, p.399-436, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Washington, 1990. 684p.

ASSISTAT versão 7.5 beta 2010. Disponível: [http:// www.assistat.com/](http://www.assistat.com/). Acesso em: 15 de nov. de 2010.

BARBOSA, A.P., VASTANO JÚNIOR, B.; VARELA V.P. Tratamento pré-germinativo de sementes de espécies florestais tropicais II. Visgueiro (*Parkia pendula* Benth. Leguminosae – Mimosoideae). **Acta Amazonica** v.4, p. 280-288, 1984.

BARROSO, G. M et al. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1984. v. 2. 326p.

BARROSO, G. M. et al. **Frutos e sementes. Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 443p.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília, 2009. 399p.

BRUNDRETT, M. C.; KENDRICK, B.; PETERSON, C. A. Efficient lipid staining in plant material with Sudan Red 7B or Fluoral Yellow 088 in polyethylene glycol-glycerol. **Biotech e Histochem**. v.66, p. 111-116, 1991.

BUCKERIDGE, M. S. et al. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed, p. 32-50, 2004.

BUKATSCH, F. **Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin**. Mikrokosmos v. 61, 1972. 255p.

- BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da Madeira**. Nobel, São Paulo, 1991.
- CAIN, A. J. The use of Nile Blue in the examination of lipids. **Quarter. J. Microsc. Sci**, v. 88, p. 111-116, 1991.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.
- CASTELLANI, E. D. et al. Morfologia de frutos e sementes de espécies arbóreas do gênero *Solanum* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 102-113, 2008.
- CORNER, E. J. H. **The seeds of the Dicotyledons**. London: Cambridge University Press, v.1, 1976. 311p.
- DOP, P.; GAUTIÉ, A. **Manuel technique** 2. ed. Paris, J. Lamane, 1928.
- DUARTE, A. P. **Contribuição ao conhecimento da germinação de algumas essências florestais**. Rodriguésia, v. 30, n. 45, p. 439-446, 1978.
- DUCKE, J.A. On tropical tree seedlings, systems and systematics. **Ann. Missouri Bot. Gard.**, v. 56 n. 2, p. 135-161, 1969.
- DUCKE, J.A. Keys for the identification of seedlings of some species in eight forest types in Puerto Rico. **Ann. Missouri Bot. Gard.** v. 52, n. 3, p. 314-350, 1965.
- DUCKE, J.A.; POLHILL, R. M. Seedling of Leguminosae. In: POLHILL, R. M.; RAVEN, H. (Eds). **Advances in Legumes Systematics**, part 1. England, Kew, Richmond: Royal Botanic Garden, 1981.
- EDWARDS, T.I. Relations of germinating soy beans to temperature and length of incubation time. **Plant Physiology**, 1934, v. 9, n. 1, 30p.
- ELIAS, T.S. Mimosoideae: key to tribes of Mimosoideae. In: **Advances in legume systematics** (R.M. Polhill & P.H. Raven, eds). Royal Botanic Gardens, Kew, p. 143-152, 1981.
- FONT-QUER, P. **Dicionário de Botânica**. Barcelona: Labor. 2000. 1244p.
- FOWLER, J.A.P.; BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais. Embrapa Florestas v.40, n 1-27, 2000.
- FURR, M.; MAHLBERG, P.G. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. *Journal of Natural Products* v.44, p.153-159, 1981.

GABE, M. Techniques histologiques. Masson & Cie, Paris, 1968.

GANTER, P.; JOLLÉS, G. Histologie normale et pathologique, v.2. Paris: Gauthier – Villars, 1970.

GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ALQUINI, Y. Aspectos morfo-anatômicos de sementes de *Podocarpus lambertii* Klotz. e *Podocarpus sellowii* klotz. – Podocarpaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, n. 3, p.129-134, 2006.

GARWOOD, N. C., HUMPHRIES, C. J. Seedling diversity in the neotropics. **NERC News**, n. 27, p. 20-23, 1993.

GUERRITS, P.O. **The application of glycolmethacrylate in histotechnology: some fundamental principles**. Gröningen, Netherlands: Department of Anatomy and Embriology, 1991. 80p.

GUNN, C.R. Seed topography in the Fabaceae. **Seed Science & Tecnology**. Beltsville: Maryland, v. 9, n. 3, p. 737-757, 1981.

GUNN, C. R. **Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Fabaceae)**. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Port Royal Road, Springfield, 407p. (Technical Bulletin Number 1681), 1984.

HOPKINS, H.C. *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). **Flora Neotrópica**. New York Botanical Garden. New York, Monografia n. 43, p. 93-98, 1986.

HIGUCHI, M. I. G.; HIGUCHI, N. **A floresta amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental**. Manaus, INPA; Brasília, CNPq. 2004. 146p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, IMESP, 3^a ed. v.1, 1985. 533p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL – IBDF **Padronização da nomenclatura comercial brasileira das madeiras tropicais amazônicas**. Brasília, 1987. 85p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA) 1993. International rules for seed testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 21, n. 1, 1993. 363p. Supplement.

JENSEN, W.A. **Botanical histochemistry: principles and practice**. W. H. Freeman & Co., San Francisco, 1962.

JOHANSEN, D. A. 1940. Plant microtechnique McGraw-Hill Book, New York.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOG, E.A.; STEVENS, P.F. **Plant Systematics. A phylogenetic approach**. Sunderland, Sinauer Associates, 1999.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Série de Biologia. Monografia 24, 1983. 174p.

LIMA, S. DE O. F. et al. **Biodiversidade na Província Petrolífera de Urucu**. Rio de Janeiro: Petrobrás, CEMPS, 2008. 194p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 edição, v.1, 2002. 367p.

MACE, M.E.; HOWELL, C.R. Histological and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. **Canadian Journal of Botany** v. 52, p.2423-2426, 1974.

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

MARTIN, A. C. The comparative internal morphology of seeds. **Amer. Midl. Naturalist**, v. 36, n. 3, p. 513-660, 1946.

MENDES, A. M. S.; BASTOS, A. A.; MELO, M. G. G. Padronização do teste de tetrazólio em sementes de *Parkia velutina* Benoist (Leguminosae – Mimosoideae). *Revista Acta Amazonica*, v. 39, n. 4, p. 823-828, 2009.

O'BRIEN, T. P., FEDER, N. ; MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell-walls by toluidine blue O. **Protoplasma**, n. 59, p. 368-373, 1964.

O'BRIEN, T. P.; MCCULLY, M. E. **The study of plant structure: principles and selected methods**. Melbourne: Termarcaphy PTY Ltd., 1981.

OLIVEIRA, D.M.T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de Phaseoleae, Sophoreae, Swartzieae e Tephrosieae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 85-97, 2001.

OLIVEIRA, M. C. P. de; FERRAZ, I. D. K.; OLIVEIRA, G. J. de. Dispersão e superação da dormência de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Walp. (visgueiro) na Amazônia Central, AM, Brasil. **Hoehnea**, v.33, n.4, p.485-493, 2006.

PEARSE, A. G. E. **Histochemistry theoretical and applied**. 4 ed., v.2. Longman Group Limited, 1980.

PIZZOLATO, T. D.; LILLIE, R. D. Mayer's tannic acid-ferric chloride stain for mucins. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**. v. 21, p. 56-64, 1973.

POLHILL, R.M.; RAVEN, P.H.; STIRTON, C.H. Evolution and systematics of the Leguminosae. Pp. 1-26. In: R.M. POLHILL & P.H. RAVEN (eds.). **Advances in Legume Systematics**. Kew, Royal Botanic Gardens, 1981.

RADFORD, A. E.; DICKISON, W. C.; MASSEY, J. R., Bell, C. R. **Vascular plants systematics**. New York: Harper and Row, 1974. 877p.

RODERJAN, C. V. Morfologia do estágio juvenil de 24 espécies arbóreas de uma floresta de araucária. Dissertação de Mestrado Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1983.148p.

ROTH, I. Fruits of Angiosperms. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart., 1977. 675p.

SERT, M. A.; BONATO, C. M.; SOUZA, L. A. Germinação da Semente. **In: Souza, L. A. Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa, PR, 2009. 279p.

SILVA, M. F. DA; SOUZA, L. A. G. DE; CARREIRA, L. M. de M. **Nomes populares das leguminosas do Brasil**. EDUA/INPA/FAPEAM, Manaus, Amazonas, 2004. 236p.

SILVA, R.J.F.; POTIGUARA, R.C. de V. Aplicações taxonômicas da anatomia foliar de espécies amazônicas de *Oenocarpus* Mart. (Arecaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 999-1014, 2008.

SOUZA, W. DE. Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas às ciências biológicas. **Sociedade Brasileira de Microscopia**, 1998. 179p.

SOUZA, L.A. **Morfologia e anatomia vegetal: células, tecidos órgãos e plântula**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2003. 150p.

SOUZA, L. A. DE et al. Morfologia da plântula e do tirodendro. **In: Souza, L. A. 2009. Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa, PR, 2009. 279p.

STERN, W. T. **Botanical latin. History, grammar, syntax, terminology and vocabulary**. Ed. Hafner Publishing Company, New York, 1992. 566p.

STEVENS, P. F. **Angiosperm phylogeny website**, <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APWwb> (acesso em 11/02/2011), 2006.

WERKER, E. **Seed anatomy**. Gebrüder Borntraeger, Berlin. (Handbuch der Pflanzenanatomie), 1997. 424p.

CAPÍTULO I

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E PADRONIZAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DO
TEOR DE ÁGUA EM SEMENTES DE TRÊS ESPÉCIES DE *Parkia***

Elaborado de acordo com as normas da Revista Seed Science Technology (SST)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E PADRONIZAÇÃO DA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA EM SEMENTES DE TRÊS ESPÉCIES DE *Parkia*¹

MARIA DA GLÓRIA GONÇALVES DE MELO²; MARIA SILVIA DE MENDONÇA³

RESUMO - A avaliação da qualidade de um lote de sementes requer a utilização de metodologias padronizadas. As espécies de *Parkia* são arbóreas e as sementes apresentam tegumento impermeável. O objetivo deste trabalho foi determinar o peso de 1000 sementes, número de sementes por quilograma e avaliar a quantidade de sementes por amostras e período de secagem, visando estabelecer métodos apropriados de determinação do teor de água das sementes de *Parkia multijuga*, *P. velutina* e *P. panurensis*. Foram avaliadas as características físicas das sementes. O método utilizado para determinar o teor de água das sementes foi o de estufa a 105 ± 3 °C. Para determinar a quantidade ideal das subamostras de sementes de *Parkia velutina* e *Parkia panurensis*, foram testadas quatro repetições de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 sementes e para *Parkia multijuga*, quatro repetições de 1, 2, 3, 4 e 5 sementes inteiras e cortadas. Os resultados demonstraram que as sementes de *P. multijuga* são as maiores e mais pesadas das três espécies estudadas, seguido de *P. panurensis* e *P. velutina*. A promoção da secagem foi mais rápida quando se usaram sementes cortadas para as três espécies. Os teores de água mais elevados para *P. multijuga* e *P. panurensis* foram obtidos nos tratamentos de sementes cortadas com exposição de parte do embrião. Somente *P. velutina* apresentou sementes inteiras em média com maior teor de água.

Termos para indexação: análise de semente, espécies florestais, Fabaceae.

¹ Parte da Tese de Doutorado da primeira autora

² Eng. Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical PPGAT/UFAM, Pesquisadora CTPETRO, Professora da Escola Superior de Tecnologia EST/UEA, Av. Darcy Vargas 1200, Parque Dez, CEP: 69.050.020 - Manaus – AM. Email: mgmelo@uea.edu.br

³ Professora Titular da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (FCA/UFAM) – Manaus – AM

STANDARDIZATION AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF WATER CONTENT
DETERMINATION IN SEEDS OF THREE SPECIES OF *Parkia*.

ABSTRACT - The evaluation of the quality of a bunch of seeds requires the use of standardized methodologies. *Parkia* species are arboreal and the seeds show impermeable teguments. The purpose of this study was to determine the weight of 1000 seeds, number of seeds per kilogram and to evaluate the amount of seeds per samples and the drying period, in order to establish appropriate methods for determining the water content of seeds of *Parkia multijuga*, *P. velutina* and *P. panurensis*. Physical characteristics of the seeds were calculated. The method used to determine the water content of seeds was the greenhouse at 105 ± 3 °C. To determine the ideal number of subsamples of seeds of *Parkia velutina* and *Parkia panurensis* four repetitions were tested of 5, 10, 15, 20, 25 and 30 seeds and *Parkia multijuga*, four repetitions of 1, 2, 3, 4 and 5 whole and cut seeds. The results showed that seeds of *P. multijuga* are the largest and the heaviest of the three species studied, followed by *P. panurensis* and *P. velutina*. The progress of drying was faster when cut seeds were used for the three species. The highest water levels for *P. multijuga* and *P. panurensis* were obtained from cut seeds treatment with exposure of the embryo part. Only *P. velutina* showed whole seeds on average higher water content.

Index terms: seed analysis, forest species, Fabaceae.

INTRODUÇÃO

As espécies florestais nativas ocupam importante e crescente espaço no mercado de sementes. Porém, até o momento, ainda existe uma lacuna para se formalizar as atividades de comercialização e controle de qualidade das sementes, tanto por falta de conhecimento do comportamento biológico de muitas espécies, como de padrões estabelecidos para a sua comercialização (Sarmiento e Villela, 2010).

Devido à necessidade de recomposição florestal, a demanda por sementes ou mudas de espécies florestais nativas vem sendo crescente. Considerando-se que a maioria é propagada por sementes, o sucesso na formação das mudas depende do conhecimento dos processos de formação e da germinabilidade de cada espécie e qualidade da semente utilizada (Rego *et al.*, 2009).

Nos últimos anos, pesquisadores e analistas de sementes têm focado estudos que forneçam informações sobre a qualidade das sementes, especialmente no que diz respeito à padronização, aperfeiçoamento e estabelecimento dos métodos de análise. Diversas propostas de metodologias para análises de sementes de espécies florestais nativas do Brasil em laboratório foram sugeridas (Piña-Rodrigues e Vieira, 1988; Oliveira *et al.*, 1989; Figliolia e Piña-Rodrigues, 1995, Souza-Silva *et al.* 2001), todavia esse número ainda é incipiente, dada a diversidade de espécies em florestas tropicais.

A avaliação da qualidade de um lote requer que se utilizem metodologias padronizadas, de modo que os testes sejam reproduzíveis em qualquer laboratório, com o mesmo material genético. As Regras para Análise de Sementes contêm os procedimentos básicos exigidos para obtenção de amostras, para os métodos de avaliação, para a interpretação e indicação de resultados de análise de lotes de sementes para a produção e o comércio.

A utilização dessas regras possibilita a padronização de procedimentos entre analistas. No entanto, há poucas informações sobre o método mais adequado de determinação do teor de água da maioria das espécies nativas, o que tem gerado dificuldades em padronizar procedimentos básicos de comparação dos resultados (Ramos e Bianchetti, 1990).

O controle do teor de água das sementes começa a ser realizado na fase de colheita. O grau de umidade das sementes define o momento da colheita, a necessidade de secagem, o tipo de embalagem e a manutenção da qualidade das sementes durante o beneficiamento, armazenamento e comercialização. Além disso, a umidade da semente está relacionada à maturação, ao peso e à suscetibilidade às injúrias pelo calor, congelamento, fumigação, insetos e patógenos e danos mecânicos (Grabe, 1989).

A determinação do grau de umidade, estabelecida pelas Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009), baseia-se na perda de peso das sementes quando secadas em estufa. A aplicação de calor, sob condições controladas, possibilita que a água contida nas sementes seja expelida em forma de vapor, ao mesmo tempo em que são minimizadas a oxidação, a decomposição e a perda de outras substâncias voláteis durante a operação; a redução do peso reflete a perda de água das sementes e, baseado neste princípio, as pesagens realizadas antes e após a secagem fornecem os dados para o cálculo do grau de umidade (Brasil, 2009).

A perda de peso das sementes, que ocorre durante a secagem, é dependente tanto da temperatura sob a qual está submetida quanto do período de exposição a essa temperatura (Gentil e Ferreira, 2002).

As espécies de *Parkia* são arbóreas e as sementes apresentam tegumento impermeável, com ampla distribuição em toda a região Amazônica, ocorrendo tanto no interior da mata primária quanto em formações secundárias (Lorenzi, 2002).

Existem normas para a determinação das características físicas das sementes prescritas nas RAS (Brasil, 2009). Entretanto as sementes de *Parkia*, não constam em tais Regras, necessitando de padronização, principalmente quanto ao tamanho mínimo da amostra para determinação do teor de água das sementes. Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar o peso de 1000 sementes e número de sementes por quilograma e avaliar a quantidade de sementes por amostras e período de secagem, visando contribuir para estabelecer métodos apropriados de determinação do teor de água das sementes de *Parkia multijuga*, *P. velutina* e *P. panurensis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram coletados diretamente das copas das matrizes, quando 10% iniciaram o processo de dispersão, em maio de 2008 para *P. multijuga* e 2009 para as demais espécies. A coleta foi feita em área de floresta natural, em terra-firme ao longo do rio Urucu e nas áreas de LUC (Leste do rio Urucu) na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), Coari, Amazonas, localizada a 623 km de Manaus, em linha reta, com as coordenadas geográficas 04°53'S e 65°11'W.

Os testes foram conduzidos no Laboratório de Sementes da Escola Superior de Tecnologia, EST, da Universidade do Estado do Amazonas, UEA. As amostras de trabalho foram retiradas por amostragem do lote de sementes de cada espécie. As determinações do peso de 1000 sementes e número de sementes por quilograma foram efetuadas através da pesagem de oito subamostras, de 100 sementes, em balança com precisão de 0,01 g. O peso de 1000 sementes foi calculado pela multiplicação do peso médio obtido nas subamostras de 100 sementes por 10 e o número de sementes por quilograma foi calculado, a partir do resultado anterior, através de regra de três simples (Brasil, 2009).

O método utilizado para determinar o teor de água das sementes foi o de estufa a 105 ± 3 °C (Brasil, 2009). Para determinar a quantidade ideal das subamostras de sementes de *Parkia velutina* e *Parkia panurensis*, foram testadas quatro repetições de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 sementes inteiras e cortadas, conforme Brasil (1992). Já para *Parkia multijuga* usou-se quatro repetições de 1, 2, 3, 4 e 5 sementes, inteiras e cortadas, conforme a ISTA, (1993). A fragmentação ou redução das sementes a pedaços foi obtida com o uso de tesoura de poda, um corte ao meio em sementes de *P. velutina* e *P. panurensis* e dois cortes em *P. multijuga* formando três partes.

Foram utilizadas cápsulas de alumínio com 6 cm de diâmetro para sementes de *P. panurensis* e *P. velutina* e 10 cm para *P. multijuga*, em que inicialmente as sementes foram pesadas em balança de precisão 0,001 g e em seguida colocadas em estufa a 105 °C, não ventilada. A cada 24 horas as sementes foram levadas a um dessecador, com sílica gel ativada, e após resfriamento, em torno de 20 minutos, pesadas em balança analítica. Esse procedimento foi repetido até a obtenção de peso constante. Os resultados foram expressos em percentuais, com base na massa da matéria seca.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 (integridade da semente) X 6 (número de semente) X 6 (períodos de secagem) com quatro repetições para *Parkia velutina* e *P. panurensis*. Para *P. multijuga* o fatorial adotado foi 2 (integridade da semente) X 5 (número de semente) X 6 (períodos de secagem) com cinco repetições. As médias dos teores de água foram submetidas à análise de variância seguida de teste de Tukey a 5% de probabilidade. O software utilizado foi o ASSISTAT versão 7.5 beta (2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *Parkia multijuga* apresentaram peso de 1000 sementes maduras equivalente a 3.432,6 g, enquanto *P. panurensis* 712,10 g e *P. velutina* 521,31 g. O número de sementes por quilograma foi de 291 sementes para *P. multijuga*, 1.404 para *P. panurensis* e 1.918 para *P. velutina* (Tabela 1).

O peso de mil sementes é utilizado para calcular a densidade de semeadura, o número de sementes por embalagem e o peso da amostra de trabalho para análise de pureza, quando não especificado nas RAS. É uma informação que dá idéia do tamanho das sementes, assim como seu estado de maturidade e sanidade (Brasil, 2009). De acordo com os resultados pode-se observar que as sementes de *P. multijuga* são as maiores e mais pesadas das três espécies estudadas, seguidas de *P. panurensis* e *P. velutina* respectivamente. Pinedo e Ferraz (2008) estudando o hidrocondicionamento de sementes de *Parkia pendula* relatam que o peso de 1000 sementes para essa espécie foi de 100 g, possivelmente as menores sementes do gênero.

A uniformidade de tamanho das sementes é uma característica a ser considerada no peso de 1000 sementes. As sementes de *P. panurensis* e *P. velutina* apresentaram tamanho relativamente uniforme, havendo maior variação nas sementes de *P. multijuga*, apesar de que as sementes não foram submetidas a nenhuma prática de classificação.

A promoção da secagem foi mais rápida quando se usou sementes cortadas. A determinação do teor de água para as três espécies foi obtida em menor tempo nos tratamentos de sementes cortadas com exposição de parte do embrião. A exposição da área interna da semente (embrião) facilita a liberação de água, indicando que a presença do tegumento impermeável dificulta a retirada de água do embrião durante a secagem em estufa.

Para *P. multijuga*, a saída de água foi facilitada pela fragmentação das sementes. Em média, o teor de água determinado nas sementes inteiras foi de 8,22%, enquanto nas sementes

cortadas foi de 10,87%, evidenciando a necessidade de partir a semente para a retirada total da água contida em seu interior. Houve interação entre o período de secagem e a integridade das sementes. Verificou-se que quando se utilizam sementes inteiras, são necessários cinco a seis dias para se determinar o teor de água, enquanto utilizando-se sementes cortadas, um dia é suficiente (Tabela 4). Com relação ao número de sementes a ser utilizado por amostra, observa-se que os procedimentos recomendados pela ISTA parece não serem adequados para esta espécie, pois os teores determinados com duas ou com quatro sementes foram iguais e superiores ao determinado com três e cinco sementes inteiras. Quando se utilizaram sementes cortadas, o teor de água foi estatisticamente igual, utilizando-se de uma a quatro sementes, sendo que os valores não diferiram entre as amostras com duas, quatro e cinco sementes (Tabela 4).

Andrade *et al.* (2001) encontraram resultados semelhantes na determinação do teor de água de sementes de *P. multijuga*, recomendando o uso de sementes fragmentadas para facilitar a retirada de água. Quanto ao número de sementes por repetição, os autores não encontraram diferença significativa entre o uso de uma e sete sementes. Nesse trabalho, no entanto, os autores, não fazem recomendações quanto aos dias de secagem, pois o método utilizado foi de secagem em estufa a 105 °C por 24 horas.

Em sementes de *P. panurensis* foram observados resultados semelhantes aos das sementes de *P. multijuga*, o teor de água nas sementes inteiras foi em média 9,92 % e nas sementes cortadas de 10,17 % (Tabela 2). Todavia, não houve interação entre o número de sementes e dias de secagem e entre o tempo de secagem e a integridade das sementes. O período de secagem mínimo para *P. panurensis* foi de quatro dias (Tabela 3). Quanto ao número de sementes por amostra, não houve diferença entre 5, 20, 25 e 30 sementes inteiras e para sementes cortadas 25 sementes por amostra apresentou o melhor resultado (Tabela 2). Portanto, é recomendável cortar as sementes para facilitar a retirada de água.

Andrade *et al.* (2010), na determinação do grau de umidade de sementes de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang., espécie com tegumento impermeável, também observaram que os maiores graus de umidade foram obtidos nos tratamentos em que as sementes foram cortadas ao meio ou em quatro partes, recomendando que estas sejam cortadas para determinação do teor de água.

Para *P. velutina*, o corte das sementes também facilitou a retirada de água das sementes. O teor de água das sementes inteiras em média foi de 14,79% e das sementes cortadas foi de 13,92% (Tabela 2). Para esta espécie houve interação entre o período de secagem e a integridade das sementes. Observou-se que quando se utilizam sementes inteiras, são necessários três dias para se determinar o teor de água, enquanto com sementes cortadas, dois dias são suficientes (Tabela 3). Com relação ao número de sementes por amostra, 5, 20 e 30 sementes inteiras não apresentaram diferenças, já para sementes cortadas, o teor de água não apresentou diferença entre 5 a 30 sementes (Tabela 2). Apesar de, em média, as sementes inteiras apresentarem maior teor de água retirada, observa-se na tabela que as sementes cortadas, necessitam de menor tempo para a retirada da água.

Os resultados demonstram ainda que, apesar de as sementes de *P. velutina* e *P. panurensis* apresentarem quase o mesmo padrão de tamanho, a diferença no número de sementes cortadas por amostra pode estar relacionada à estrutura do tegumento que em *P. velutina* quando submetida à temperatura de 105 °C se desprende completamente facilitando a retirada da água, o que indica a necessidade de serem testadas outras temperaturas de secagem para essa espécie.

Em sementes de *Parkia pendula*, o teor de água determinado em estufa a 105 °C a cada 24 horas até a obtenção de peso constante, imediatamente após a dispersão, apresentou-se bastante heterogêneo, variando entre 9 a 18% (Oliveira *et al.* 2006). Nas três espécies desse estudo, não houve grande variação no teor de água determinado, os resultados apresentados

em *P. pendula* podem estar relacionados à forma de dispersão, por tratar-se de frutos deiscentes em que as sementes permanecem por cerca de seis meses no banco aéreo.

As Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) estabelecem que, usando temperaturas de 103 ou 105 °C, a determinação do grau de umidade deve ser feita com sementes inteiras, qualquer que seja a espécie. Todavia, na atual RAS (Brasil, 2009), recomendam-se especificações de corte para sementes grandes de espécies florestais (peso de 1000 sementes maior que 200 g) e sementes com tegumento muito duro, como as de Fabaceae, e ou espécies com alto teor de óleo. Em sementes de *Parkia* essa metodologia deve ser adotada em função da impermeabilidade do tegumento. Todavia, na hora da pesagem, deve-se observar que a exposição das amostras ao ambiente não deve exceder a quatro minutos, de acordo com a RAS (Brasil, 2009).

A quantidade de sementes a ser usada na determinação do teor de água depende do tamanho do recipiente e da disponibilidade de sementes. De acordo com a RAS (Brasil, 2009), para sementes cortadas, a amostra de trabalho deve ter tamanho suficiente para a retirada de duas repetições, onde cada uma tenha peso aproximado de cinco sementes intactas. Para semente de *P. multijuga* uma semente é suficiente, mas como não houve diferença entre uma e três sementes, para atender as especificações da RAS (Brasil, 2009) recomenda-se o uso de três sementes cortadas por repetição para esta espécie.

Ramos e Bianchetti (1990) estudando a determinação do teor de água de sementes de *Araucaria angustifolia* recomendaram o corte das sementes transversalmente uma vez, ou longitudinalmente e transversalmente duas vezes para o acréscimo significativo no teor de umidade determinado em comparação com o da testemunha.

A padronização do teor de água requer estudos específicos para cada espécie, uma vez que as espécies pertencem a diferentes grupos ecológicos o que vai influenciar no grau de umidade após a dispersão. Gentil e Ferreira (2002), estudando o grau de umidade das

sementes de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh), consideraram inadequada a combinação sementes cortadas e temperatura de 105 °C, independentemente do período de secagem, por ter apresentado valores mais elevados de grau de umidade e das diferenças entre os graus de umidade das subamostras de trabalho. Esses resultados demonstram a importância da padronização por espécie, uma vez que se trata de uma espécie de diferente grupo ecológico (mata ciliar) e que apresenta elevado teor de água.

A determinação do teor de água das sementes é importante em todas as etapas do processo de tecnologia de sementes, desde a manipulação, processamento, armazenamento entre outras (Carvalho, 2005). Assim, a longevidade das sementes está essencialmente ligada ao teor de água, uma vez que esta interfere diretamente nos processos fisiológicos, com redução da qualidade da semente, chegando a afetar diretamente o vigor e até o poder germinativo (Marcos Filho, 2005).

CONCLUSÕES

Para determinar com maior precisão o teor de água das sementes de *P. multijuga* e *P. velutina*, pelos resultados obtidos em menor tempo, recomenda-se o uso de sementes cortadas com exposição de parte do embrião. Devido às características físicas do tegumento das sementes de *P. velutina*, recomenda-se testar outras temperaturas.

Para *P. panurensis*, não houve interação entre a integridade das sementes e o tempo de secagem. A retirada de água das sementes cortadas foi mais eficaz, para determinar o número de sementes por subamostra.

Para *P. multijuga* pode-se utilizar de uma a quatro sementes cortadas por subamostra, cinco para *P. velutina* e 25 para *P. panurensis*.

REFERÊNCIAS

Andrade, L. A. de; Bruno, R. de L. A.; Oliveira, L. S. B. de; Silva, H. T. F. da. (2010). Aspectos biométricos de frutos e sementes, grau de umidade e superação de dormência de jatobá. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, 32, 293-299.

Andrade, A. C. S.; Ramos, F. N.; Souza, A. F.; Loureiro, M. B.; Souza, A. D. O.; Cruz, A. P. M. (2001). Tamanho mínimo e preparo da amostra na determinação do grau de umidade de sementes de *Parkia multijuga* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). *Revista Árvore*. Viçosa, 25, 203-207.

Assistat versão 7.5 beta 2010. Disponível: [http:// www.assistat.com/](http://www.assistat.com/). Acesso em: 15 de nov. de 2010.

Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (1992). Regras para Análise de Sementes. Brasil: SNDA/DNDV/CLAV, Brasília, 365pp.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento (2009). Regras para Análise de Sementes. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília, 399pp.

Carvalho, N. M. (2005). A secagem de sementes. Funep, São Paulo.

Figliolia, M. B.; Piña-Rodrigues, F. C. M. (1995). Considerações práticas sobre o teste de germinação. **IF Série Registros**, vol. 14, pp. 45-59, São Paulo.

Gentil, D. F. de O.; Ferreira, S. A. do N. (2002). Preparação das subamostras, temperatura e período de secagem na determinação do grau de umidade de sementes de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh). *Revista Brasileira de Sementes*. Brasília, 24, 62-69.

Grabe, D. F. (1989). Measurement of seed moisture. In: Stanwood, P. C.; McDonald, M. B. (Eds.), Seed moisture. Madison: Crop Science Society of America, n.14, pp. 69-91.

International Seed Testing Association (ISTA) (1993). International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*, Zurich, 21, **Supplement**, 363pp.

Lorenzi, H. (2002). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4ª Edição, 1, Nova Odessa: Plantarum, 368pp.

Marcos Filho, J (2005). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. São Paulo: Fealq.

Oliveira, E.C.; Piña Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. (1989). Proposta para a padronização de metodologias em análise de sementes florestais. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 11, 1-42.

Oliveira, M. C. P. de; Ferraz, I. D. K.; Oliveira, G. J. de. (2006). Dispersão e superação da dormência de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Walp. (visgueiro) na Amazônia Central, AM, Brasil. *Hoehnea*, 33, 485-493.

Pinã- Rodrigues, F. C. M.; Vieira, J. D. (1988). Teste de Germinação. In: Pinã-Rodrigues, F. C. M. (Ed.). Manual de análise de sementes florestais. Fundação Cargill, pp.70-90, Campinas.

Pinedo, G. J. V.; Ferraz, I. D. K. (2008). Hidrocondicionamento de *Parkia pendula* [Benth ex Walp]: sementes com dormência física de árvore da Amazônia. *Revista Árvore*, Viçosa, 32, 39-49.

Ramos, A.; Bianchetti, A. (1990). Metodologia de determinação do teor de água de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 3, 9-16.

Rego, S. S.; Nogueira, A. C.; Kuniyoshi, Y. S.; Santos, A. F. dos (2009). Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H. B. K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperatura, luz e umidade. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 31, 212-210.

Sarmiento, M. B.; Villela, F. A. (2010). Sementes de espécies florestais nativas do Sul do Brasil. *Informativo ABRATES*, 20, 039-044.

Sousa-Silva, J.C.; Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L.; Antunes, N.B. (2001). Germinação de sementes e emergência de plântulas de espécies arbóreas e arbustivas que ocorrem em Mata de Galeria. In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L.; Sousa-Silva, J.C. **Cerrado**: caracterização e recuperação de mata de galeria. Planaltina: Embrapa Cerrados, pp. 379-422.

TABELA 1. Média do peso de 1000 sementes e número de sementes/kg de *Parkia multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina*.

Espécie	Peso de 1000 sementes (g)	Nº de Sementes/Kg
<i>Parkia multijuga</i>	3.432,6 ± 6,59	291,0
<i>Parkia panurensis</i>	712,1 ± 1,96	1.404,0
<i>Parkia velutina</i>	521,3 ± 0,32	1.918,0

TABELA 2. Teor de água das sementes de *P. panurensis* e *P. velutina* com diferentes números de sementes.

Nº de sementes	Teor de água (%)			
	<i>P. panurensis</i>		<i>P. velutina</i>	
	Inteiras	Cortadas	Inteiras	Cortadas
5	9,86 ab	10,29 b	15,11 ab	14,29 a
10	9,19 b	9,96 c	14,25 bc	13,64 a
15	9,84 b	10,00 c	14,17 bc	13,96 a
20	10,11 a	10,04 bc	15,82 a	14,13 a
25	9,95 ab	10,59 a	14,09 c	13,75 a
30	9,94 ab	10,16 bc	15,33 a	13,72 a
Média	9,92 B	10,17 A	14,79 A	13,92 B

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 3. Teor de água das sementes de *P. panurensis* e *P. velutina* sob diferentes períodos (dias) de secagem.

Dias de secagem	Teor de água (%)		
	<i>P. panurensis</i>	<i>P. velutina</i>	
		Inteiras	Cortadas
1	9,60 d	6,70 c	13,27 b
2	9,87 c	14,93 b	13,82 ab
3	10,10 b	16,33 a	14,32 a
4	10,16 ab	17,03 a	14,04 ab
5	10,23 ab	16,88 a	14,03 ab
6	10,30 a	16,88 a	14,02 ab
Média	10,04	14,79 A	13,92 B

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 4. Teor de água das sementes de *P. multijuga* com diferentes números de sementes e períodos (dias) de secagem.

Teor de água (%)					
Nº de sementes	Inteiras	Cortadas	Dias de secagem	Inteiras	Cortadas
1	8,23 ab	11,54 a	1	2,17 d	10,27 a
2	8,68 a	11,00 ab	2	6,57 c	10,10 a
3	7,51 b	11,42 a	3	7,75 bc	11,15 a
4	9,20 a	10,41 ab	4	8,82 b	11,26 a
5	7,48 b	9,99 b	5	11,51 a	11,07 a
-	-	-	6	12,48 a	11,08 a
Média	8,22 B	10,87 A		8,22 B	10,87 A

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CAPÍTULO II

MORFOANATOMIA DE SEMENTES DE TRÊS ESPÉCIES DE *Parkia* R. Br.

(FABACEAE-MIMOSOIDEAE)

Elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Sementes

**MORFOANATOMIA DE SEMENTES DE TRÊS ESPÉCIES DE *Parkia* R. Br.
(FABACEAE-MIMOSOIDEAE)¹**

MARIA DA GLÓRIA GONÇALVES DE MELO²; MARIA SILVIA DE MENDONÇA³

RESUMO – As espécies de *Parkia* apresentam ampla distribuição natural na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, Coari, Amazonas, onde são utilizadas no reflorestamento das áreas alteradas. Apesar da importância das espécies para projetos de reflorestamento, paisagismo e principalmente para o comércio de sementes, poucos estudos morfoanatômicos das estruturas reprodutivas foram realizados. Este trabalho objetivou caracterizar os aspectos morfológicos de frutos e a morfoanatomia das sementes de *Parkia multijuga* Benth, *P. velutina* Benoist. e *P. panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins. Os frutos foram coletados de matrizes em área de floresta natural, na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, Coari, Amazonas. Os frutos das três espécies são do tipo legume nucóide, seco, estenocárpico, unisseriado e diferem entre si nas dimensões, número de sementes, cor e indumentos do epicarpo. A semente de *P. multijuga* é oblonga, *P. velutina* oboval e *P. panurensis* elíptica. As três espécies apresentam padrão anatômico do tegumento semelhante, com uma camada paliádica formada por macrosclereídes alongadas no sentido radial e dispostas compactamente. Cotilédones marfim em *P. multijuga* e amarelo nas demais espécies, fendido com radícula escondida em *P. multijuga* e *P. panurensis* e entalhado com radícula exposta em *P. velutina*. O eixo embrionário das três espécies apresenta plúmula diferenciada, com folíolos e foliólulos visíveis, ráquis glabra em *P. multijuga* e *P. panurensis* e com tricomas pluricelulares em *P. velutina*.

Termos para indexação: *Parkia multijuga*; *Parkia velutina* e *Parkia panurensis*, anatomia, frutos.

¹ Parte da Tese de Doutorado da primeira autora

² Eng. Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical PPGAT/UFAM, Professora da Escola Superior de Tecnologia EST/UEA, Av. Darcy Vargas 1200, Parque Dez, CEP: 69.050.020 - Manaus – AM. Email: mgmelo@uea.edu.br

³ Professora Titular da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (FCA/UFAM) – Manaus - AM

SEEDS MORPHOANATOMY OF THREE SPECIES OF *Parkia* R. Br. (FABACEAE-MIMOSOIDEAE)

ABSTRACT - The *Parkia* species have a wide natural distribution in the Pedro de Moura Geologist Operation Base, Coari, Amazonas, where they are used in reforestation of disturbed areas. Despite the importance of species for reforestation projects, landscaping and especially for the seeds trade, few studies of morphoanatomical reproductive structures were performed. This study aimed to characterize the morphological features of fruits and the morphoanatomy of seeds of *Parkia multijuga* Benth, *P. velutina* Benoist. and *P. panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins. The fruits were collected from molds in natural forest area, in the Pedro de Moura geologist operation base, Coari, Amazonas. The fruits of three species are a type of legume nucóide, dry, carpal stenosis, uniseriate and differ in size, number of seeds, color and epicarp skin. The *P. multijuga* seed is oblong, *P. velutina* oboval and *P. panurensis* elliptical. The three species have similar anatomical tegument pattern with a palisade layer formed by radially elongated macrosclereids formed in cell walls unequally thick. Ivory cotyledons in *P. multijuga* and yellow in the other species, cleaved with hidden radicle in *P. multijuga* and *P. panurensis* and embedded with exposed radicle to *P. velutina*. The embryonic axis of the three species has differentiated plumule, with visible leaflets and subleaflets, glabrous rachis in *P. multijuga* and *P. panurensis* and multicellular trichomes in *P. velutina*.

Index terms: *Parkia multijuga*, *Parkia velutina* and *Parkia panurensis*, anatomy, fruit.

INTRODUÇÃO

A família Fabaceae (Leguminosae) é tradicionalmente dividida em três subfamílias: Caesalpinioideae, Faboideae e Mimosoideae, compreendendo cerca de 650 gêneros e 18000 espécies, representando uma das maiores famílias das angiospermas e também uma das principais famílias do ponto de vista econômico (Gunn, 1984).

A subfamília Mimosoideae apresenta de 50 a 60 gêneros, com 2800 espécies (Barroso et al. 1984). É mais comum em florestas tropicais de baixa altitude, especialmente próxima a rios e lagos, também estão bem adaptados a regiões secas da América tropical e África. Nesta subfamília sobressai-se o gênero *Parkia* que é pantropical, encontrado principalmente em floresta tropical úmida, com maior diversidade na Amazônia, onde existem aproximadamente 17 espécies, que ocorrem em áreas de floresta de terra-firme, várzea sazonal e floresta secundária (Hopkins, 1986). Na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, Coari, Amazonas, ocorre uma ampla distribuição natural das espécies desse gênero, que são utilizadas no reflorestamento, sendo comum o uso do nome popular angico, para a maioria das espécies, que em outros locais da Amazônia são mais conhecidas como faveira e visgueiro.

Dentre as espécies do gênero destaca-se *Parkia multijuga* Benth., conhecida popularmente como arara tucupi, benguê, paricá, visgueiro, faveira benguê, faveira-pé-de-arara, paricá, paricá grande da terra firme, pinho cuiabano ou angico-da-folha-grande em Coari, Amazonas. Árvore de 20 a 35m de altura, ocupando o dossel e sub-bosque, normalmente com raízes tabulares (sapopemas), caracterizada como fornecedora de madeiras comerciais na Amazônia (Silva et al. 2004; Lorenzi, 2002). No entanto, na nova lista do ministério da agricultura *P. velutina* Benoist. e *P. panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins também foram incluídas no RENASEM (Registro Nacional de Sementes e Mudanças). Essas

espécies são importantes para projetos de reflorestamento e paisagismo e principalmente para o comércio de sementes de espécies florestais.

A diversidade morfológica entre as espécies de *Parkia* foi estudada na revisão taxonômica realizada por Hopkins (1986). No entanto, essa diversidade morfológica requer estudos mais detalhados sobre as estruturas reprodutivas das espécies, justificando análises mais aprofundadas. Dessa forma, informações a respeito dos frutos e morfoanatomia das sementes das três espécies supracitadas vêm complementar aquelas provenientes de órgãos vegetativos. Quando o interesse passa do campo taxonômico para o filogenético, a análise dos órgãos reprodutivos torna-se ainda mais indispensável (Oliveira, 1999).

Considerando-se que frutos e sementes exibem pequena plasticidade fenotípica, diversos autores têm se dedicado a ampliar as informações morfológicas e anatômicas referentes a esses órgãos, como subsídios para trabalhos taxonômicos, ecológicos e, especialmente, filogenéticos (Martins e Oliveira, 2001). Entre os autores que ressaltam a importância dos estudos básicos com morfologia de frutos e sementes de espécies arbóreas merecem destaque os trabalhos de Gunn (1984), que estudou a morfologia de frutos e sementes de Mimosoideae; Oliveira (1999) com a morfoanatomia do embrião de leguminosas arbóreas; Barroso et al. (1999); Lopes e Matheus (2008) com *Dimorphandra wilsonii* Rizz.; Camara et al. (2008) com morfometria de frutos e sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp.

Os aspectos morfológicos dos frutos e sementes são importantes na identificação das espécies e no estudo dos mecanismos de dispersão e regeneração (Braz et al., 2009). A morfoanatomia dos envoltórios das sementes é importante no manejo, na paleobotânica, arqueologia e fitopatologia. Podem ainda auxiliar no entendimento do processo de germinação, vigor, armazenamento, testes de qualidade, viabilidade e métodos de propagação das espécies.

No Brasil, as Regras para Análise de Sementes (RAS) ainda não incorporaram os avanços da pesquisa em regiões tropicais, sobretudo de espécies florestais (Piña-Rodrigues et al, 2004), o que torna imprescindível investir nos estudos dessas espécies.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo caracterizar os aspectos morfológicos de frutos e a morfoanatomia das sementes de *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina*. Este estudo é também legitimado pela escassez de trabalhos sobre anatomia de sementes dessas espécies e pelo auxílio na compreensão de suas estratégias adaptativas ao bioma Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram coletados diretamente das copas das matrizes, quando iniciaram o processo de dispersão ao longo de três anos, sendo usado neste trabalho o lote de 2009. Foram coletados frutos de dez indivíduos de cada espécie, selecionados em área de floresta natural, em terra-firme ao longo do rio Urucu e nas áreas de LUC (Leste do rio Urucu) na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), Coari, Amazonas, localizada a 623 km de Manaus, com as coordenadas geográficas 04°53'S e 65°11'W.

A identificação do material botânico foi realizada no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA e as exsicatas preparadas e incluídas no acervo do Herbário da Escola Superior de Tecnologia – EST, como documento taxonômico com os números de registro: *Parkia multijuga*: UTAM 4248; INPA 234649; *P. panurensis*: UTAM 4246, INPA 230533 ; *P. velutina*: UTAM 4245, INPA 230529.

As características biométricas dos frutos e sementes foram obtidas após mistura e homogeneização, em que foram selecionados de forma aleatória 100 exemplares por espécie para medição individual do comprimento (da base até o ápice), largura e espessura (linha

mediana dos frutos e sementes) com auxílio de régua graduada em centímetros e paquímetro digital (precisão de 0,1 mm). Foram obtidas as médias aritméticas simples, o desvio padrão e coeficiente de variação. As medidas de tamanho foram registradas em centímetros para frutos e em milímetros para sementes.

Para as descrições da morfologia interna e externa dos frutos e das sementes maduros, foram utilizadas 50 unidades escolhidos aleatoriamente dos diferentes lotes de cada espécie.

Foram descritas as características usuais que permitem a identificação dos frutos e sementes. Para o estudo dos frutos os seguintes aspectos foram observados: tipo, cor, textura e consistência do pericarpo, deiscência, número e posição das sementes no fruto. No estudo da semente as características observadas e descritas foram: cor, textura e consistência dos tegumentos, forma, posição do hilo, rafe e outras estruturas presentes. Após escarificação lateral e embebição das sementes em água por 24 horas, foram feitos cortes longitudinais e transversais com lâmina de aço para o estudo das características do embrião (cotilédones, eixo hipocótilo-radícula e plúmula).

As observações dos frutos e sementes foram feitas visualmente, quando possível e com auxílio de microscópio estereoscópio binocular. A terminologia e metodologia empregada nas descrições estão de acordo com os trabalhos de Barroso et al. (1999), Corner (1976), Gun (1981b, 1984), Martin (1946), Werker (1997) e Roth (1977).

Para os estudos anatômicos, as sementes foram incluídas no amolecedor de etileno para corte do tegumento e escarificadas manualmente em lixa na lateral e previamente imersas em água destilada por 24 horas, em seguida o tegumento foi removido e os embriões cortados com auxílio de lâmina de barbear. As amostras foram fixadas em FAA 70% (Johansen, 1940) durante 48 horas e conservadas em álcool etílico a 70%. Para o laminário permanente, após desidratação em série etílica, o material foi incluído em hidróxi-etil-metacrilato (Leica) (Gerlach, 1969, modificado por Ruzin, 1999), em seguida seccionados em micrótomo rotativo

com 8 µm de espessura, coradas em azul de toluidina 0.05%, pH 4,7 (O'Brien et al. 1964) e montadas em resina sintética Permout.

Para a obtenção das eletromicrografias de varredura, seções fixadas em glutaraldeído 2,5% (v/v) em tampão fosfato 0,1 M (pH 7,3) por 12 horas a temperatura ambiente, seguido de pós-fixação em tetróxido de ósmio a 1% no mesmo tampão (Souza, 1998) foram desidratadas em série etílica crescente de Johansen (1940), processadas em secador de ponto crítico de CO₂, aderidas a suportes metálicos através de fita de carbono dupla face e metalizadas com camada de ouro de aproximadamente 20 nm de espessura por 150 segundos em corrente de 25 mA (Silva e Potiguara, 2008). As imagens foram obtidas em microscópio eletrônico de varredura LEO modelo 1450 VP, com aceleração de voltagem de 15 Kv, sendo as escalas micrométricas projetadas nas mesmas condições ópticas. As mensurações em MEV foram obtidas segundo Alvarez et al. (2009).

As observações das lâminas e fotomicrografias referentes à anatomia das sementes foram obtidas com câmara digital Canon Power Shot A650 IS acoplada ao microscópio Zeiss Primo Star, no Laboratório de Botânica Agroflorestral (LABAF) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), seguindo a terminologia de Metcalfe (1979), Fahn (1990) e Oliveira (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Morfologia dos frutos

Parkia multijuga Benth., *P. panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins e *P. velutina* Benoist apresentam frutos do tipo legumes nucóides, secos, estenocárpicos, unisseriados

(Figuras 1,2,3). Barroso et al. (1999) relata que nas espécies de *Parkia* ocorrem dois tipos de frutos, os deiscentes de *P. paraensis* e *P. pendula* e indeiscentes de *P. nítida* e *P. multijuga*.

Segundo Hopkins (1986) os frutos da maioria das espécies de *Parkia* são indeiscentes e entre as espécies neotropicais existem dois grupos morfológicos distintos de vagens deiscentes. No primeiro grupo a autora inclui *P. pendula* e *P. paraensis*, em que a deiscência ocorre ao longo da sutura adaxial ventral e no segundo *P.ulei*, *P. velutina* e *P. cachimboensis*, abertura a partir da sutura adaxial dorsal, posterior, parcial ou distintamente. No entanto, no presente trabalho, não se verificou a deiscência dos frutos de *P. velutina*, mesmo após a secagem, caracterizando-se assim como indeiscentes. O que pode ocorrer é uma maior facilidade de abertura, quando da torção dos frutos, o que não acontece com as demais espécies desse estudo. O equívoco também pode ter acontecido, porque alguns frutos são abertos ainda na árvore por pássaros, principalmente araras que consomem o visgo presente internamente. A autora também não relata a presença de visgo interno nos frutos de *P. velutina*, talvez por que no final da maturação, o mesmo parece inconspícuo.

Nas três espécies em estudo os frutos são comprimidos com margens inteiras e não constrictas; falcado com ápice subapiculado e base arredondada em *P. multijuga* (Figura 1A), ápice acuminado e apiculado e base atenuada não estipitada em *P. panurensis* e oblongo, longo, com ápice acuminado e base inequilátera estipitada em *P. velutina* (Figura 2A, 3A). Essa descrição confirma caracterização feita por Barroso et al. (1999) para os legumes, quanto à forma, que podem se lanceolados, lineares, oblongos, elípticos, comprimidos, globosos, elipsóides, ovóides ou torulosos.

Os frutos de *P. multijuga* apresentaram em média 40,5 cm de comprimento, por 7,1 cm de largura, 1,6 cm de espessura e 110,9 g de peso da massa fresca; *P. panurensis* 24,0 cm por 4,2 cm de largura, 0,9 cm de espessura e 31,1 g; *P. velutina* 41,6 cm de comprimento por 5,2 cm de largura, 0,9 cm de espessura e 69,0 g (Tabela 1). Embora o fruto de *P.*

multijuga, aparentemente, seja menor que o das demais espécies, devido à curvatura, o que apresenta menor média de comprimento é o de *P. panurensis* (Figura 1). Os resultados indicaram ainda, uma grande variação entre o peso unitário dos frutos e os valores mínimo e máximo do comprimento, o que pode ressaltar a alta variabilidade das espécies encontradas na área de coleta ou dos frutos em uma mesma matriz, embora essa variabilidade não tenha sido testada (Tabela 1).

Camargo et al. (2008) caracterizou o fruto de *P. multijuga* como muito grande, com média de 21,3 cm de comprimento, 8,6 cm de largura, 1,5 cm de espessura e 168 g de peso. Esses dados diferem principalmente no comprimento e peso dos resultados desse trabalho, talvez em decorrência da procedência dos frutos e do número de matrizes utilizadas na coleta.

Segundo Oliveira e Beltrati (1994), embora de valor taxonômico questionável, os dados morfométricos têm indiscutível valor ecológico, auxiliando na determinação da variabilidade da espécie, bem como no estudo do tipo de dispersão e dos agentes dispersores.

O número de sementes por fruto varia de 5 a 18 para *P. multijuga*, 11 a 23 para *P. panurensis* e de 22 a 38 para *P. velutina* (Tabelas 1-3). Esses resultados diferem dos estudos de Hopkins (1986), que caracteriza frutos de *Parkia* neotropicais com no máximo 15 a 34 sementes.

Quando imaturos apresentam cor verde, e maduros, preto em *P. multijuga*, esverdeado a marrom-claro com sutura abaxial rígida e saliente, verde em *P. panurensis*, vermelho-grená a marrom-velutino em *P. velutina*, com visibilidade externa da câmara de sementes nas duas últimas espécies. Essa descrição está de acordo com Hopkins (1986), que relata que frutos maduros de *Parkia* apresentam vários tons de marrom ou preto e, às vezes, a sutura abaxial permanece verde.

Pedúnculo cilíndrico, lenhoso, espesso, com 1,4 a 4,4 cm de comprimento e 0,6 a 1,6 cm de diâmetro, superfície enrugada, glabra com estrias longitudinais formadas por lenticelas

intactas, bractéolas na base, cálice não persistente em *P. multijuga*, cilíndrico, lenhoso, espesso, castanho, sem brilho, glabro com fissuras longitudinais salientes, com 2,6 a 8,6 cm de comprimento e 0,6 a 1,2 cm de diâmetro em *P. panurensis* e cilíndrico com fissuras salientes, lenhoso, castanho avermelhado, glabro, com densas lenticelas intactas, elípticas, 5,0 a 14,0 cm de comprimento e 0,4 a 0,9 cm de diâmetro em *P. velutina* (Tabelas 1-3) (Figuras 1, 2, 3).

Pericarpo maduro seco, lenhoso, para as três espécies (Figuras 1A, 2A, 3A). Roth (1977) salienta que o pericarpo geralmente tem grande utilidade taxonômica, mas é pouco considerado em estudos evolutivos e em considerações sobre a filogenia das plantas. A partir do presente estudo, destacam-se os seguintes caracteres morfológicos do pericarpo como úteis na taxonomia das três espécies de *Parkia*: epicarpo opaco, glabro, com tom castanho-escuro a preto em *P. multijuga*, cartáceo, ondulado, devido aos lóculos das sementes, superfície sem brilho, com pelos finos, hialinos, macios, eretos e dificilmente visíveis a olho nu em *P. panurensis* e cartáceo, coberto de pelos velutinos de cor marrom em *P. velutina* (Figuras 1A, 2A, 3A). Hopkins (1986), em sua caracterização do gênero, relata que o epicarpo pode ser velutino, glabro ou raramente pintado, o que pode ser confirmado nesse estudo.

O mesocarpo é lenhoso, de cor castanha em *P. multijuga* e fibroso-farináceo em *P. panurensis* e *P. velutina*. O endocarpo é lenhoso, castanho-claro, septado, formando cavidades seminais transversais ao comprimento do fruto, com superfície brilhante em *P. multijuga*, cartáceo, com superfície perolada em *P. panurensis* e fibroso, com superfície lisa, esbranquiçado no interior das valvas em *P. velutina*. Na cavidade dos frutos de *P. panurensis* há grande quantidade de resina viscosa cristalina a âmbar, brilhante, que envolve as sementes na maturação e torna-se vítrea quando seca. Em *P. velutina* a resina é perceptível em menor quantidade apenas quando os frutos são colocados de molho na maturação e em *P. multijuga* a resina não foi observada.

O funículo é longo, castanho-claro, sublenhoso, delgado, cilíndrico e quebradiço, nas três espécies; curvo em *P. multijuga*, linear espiralado em *P. panurensis* e filiforme em *P. velutina* (Figuras 1B, 2B, 3B).

O fruto de *P. multijuga* é o único que na dispersão a abscisão ocorre no pedúnculo, já em *P. panurensis* e *P. velutina* o desprendimento ocorre a partir do enfraquecimento do pedicelo caindo em cacho.

Morfoanatomia das sementes

As sementes das três espécies estudadas, quando maduras, são exalbuminosas, monocômicas, marrons-escuras a pretas; oblonga em *P. multijuga*, elíptica em *P. panurensis* e oboval em *P. velutina* (Figuras 4-6). Hopkins (1986) relata que as sementes desse gênero, em linhas gerais, vão de elípticas a quase circular e caracteriza as sementes de *P. multijuga* como cuneadas, já Camargo et al. (2008) corrobora a forma com descrição desse trabalho.

O tegumento é liso, brilhante, homócromo, ósseo desidratado e coriáceo hidratado, desprendendo facilmente, a primeira camada, na linha do pleurograma. A análise da superfície das células da epiderme externa do tegumento revelou que as três espécies apresentam-se com paredes anticlinais de retas a levemente onduladas, revestidas por cutícula lisa (Figuras 16-18).

Segundo Corner (1976), o caráter distintivo do tegumento das sementes relaciona-se à posição e estrutura da principal camada de tecido mecânico presente. A partir dessa caracterização, as sementes que apresentam as características distintivas na testa são denominadas testais e as que têm o tégmen característico, tégmicas (Beltrati e Paoli, 2003). Dentro dessas duas categorias as sementes das espécies em estudo são testais com a principal camada mecânica localizada na exotesta.

As três espécies apresentam padrão anatômico do tegumento semelhante, constituindo caracteres conservativos para o gênero e mesmo para a família, sendo típico de espécies de Fabaceae, como descrito por Corner (1976) e revisto por Gun (1981b). Observa-se uma epiderme simples, uma camada paliçádica típica, formada por macrosclereídes alongadas no sentido radial e dispostas compactamente, com comprimentos em torno de 246,9 μm em *P. velutina*, 174,5 μm em *P. panurensis* e 130,6 μm em *P. multijuga* (Figuras 19-21). A linha lúcida ou linha clara percorre transversalmente as macrosclereídes através de toda a extensão da paliçada da semente, localiza-se no terço superior dessas células nas três espécies, com pequenas variações na extensão em relação à superfície da semente, sendo esta extensão, mais distante em *P. multijuga* e mais próximas em *P. velutina* e *P. panurensis* (Figuras 37-39). Algumas pesquisas demonstram que a posição da linha lúcida é variável entre as espécies. Mello-Pinna et al. (1999) não observou variação na posição da linha lúcida de *Caesalpinia ferrea* e *C. pyramidalis*.

Abaixo da camada paliçádica, encontra-se uma camada de osteosclereídes, com presença de espaços esquizógenos entre as paredes anticliniais das células (Figura 37-39). A seguir, o tecido é formado por várias camadas de células parenquimáticas achatadas com paredes espessadas e no tecido médio o parênquima é amorfo com amplos espaços intercelulares e na camada mais interna as células novamente se apresentam espessas e achatadas.

A dormência tegumentar descrita por diversos autores (Barbosa et al. 1984; Bianchetti et al. 1998; Cruz et al. 2001; Oliveira et al. 2006; Nascimento et al. 2009) para sementes de *Parkia*, deve-se provavelmente à presença de macrosclereídes, osteosclereídes no tegumento que atuam como barreira a entrada de água e oxigênio para a germinação das sementes.

A semente apresenta impresso nas duas faces pleurograma apical-basal, regular, a 100 e 90% em *P. multijuga* e 90% em *P. panurensis* e *P. velutina*, apresentando linha divisória

proeminente em *P. velutina* e irregular em mais de 90% das sementes analisadas de *P. multijuga* (Figuras 7-10). Camargo et al. (2008), ao descreverem a morfologia externa de sementes de *P. multijuga* caracterizam o pleurograma como igual (90%) e sem conexão. No entanto, neste trabalho (N=100), foi observado que 70% das sementes têm pleurograma fechado e 30% aberto, de acordo com a posição dos cotilédones (Figura 7-10). Assim, para *P. multijuga*, a forma do pleurograma não é um indicativo taxonômico seguro para a identificação da espécie, essa variação ocorreu entre matrizes, que foram identificadas como sendo a mesma espécie.

De acordo com Werker (1997), o pleurograma é uma estrutura especializada encontrada nas sementes de Mimosoideae, Caesalpinioideae e algumas Cucurbitaceae, em forma de fissura linear ou linha de sutura, em concordância com Corner (1976). Para Gunn (1981a) em sementes de Mimosoideae o pleurograma é decorrente de uma quebra na camada paliçádica exotestal, como constatado neste estudo. O pleurograma é visualizado como uma interrupção restrita à exotesta (Figura 7-10). De-Paula e Oliveira (2008) também afirmam que o pleurograma nas Mimosoideae é uma quebra linear nas células paliçádicas da exotesta, que forma uma ranhura.

Em *P. multijuga* e *P. velutina* o pleurograma é menos impresso que em *P. panurensis*, onde a quebra do paliçádico da exotesta é mais impressa, como pode ser observado nas micrografias (Figura 22-24). A profundidade do pleurograma nas sementes de *Parkia* também pode influenciar no grau de dormência das sementes. Gunn (1981b, 1991), associa o pleurograma com a desidratação em sementes de Mimosoideae e Caesalpinioideae, porém sem base experimental. Essa característica também foi observada em sementes de *P. pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. por Câmara et al. (2008), pleurograma na forma de U invertido. Também Ramos e Ferraz (2008) observaram pleurograma apical-basal (90%) nas sementes de *E. schomburgkii*, como foi descrito por Barroso et al. (1999).

A região hilar é apical com hilo oblongo em *P. multijuga*, oval em *P. panurensis* e *P. velutina*, depresso, castanho-claro, com restos funiculares aderidos (Figuras 25-27).

O embrião é axial invaginado, com cotilédones dominantes, carnosos (hidratados) e pétreos (desidratados), crassos, isófilos e acompanha a forma das sementes (Figuras 13-15). Cotilédones marfim em *P. multijuga* e amarelo nas demais espécies deste estudo, fendido com radícula escondida em *P. multijuga* e *P. panurensis* e entalhado com radícula exposta em *P. velutina*. A superfície dos cotilédones das três espécies apresenta cutícula estriada (Figuras 28-30). Em *P. multijuga* e *P. panurensis* as estriações são inconspícuas, enquanto que em *P. velutina* elas formam arranjo reticulado. As epidermes externas e internas dos cotilédones nas três espécies são constituídas de células cúbicas e justapostas, enquanto o parênquima constitui-se de células com paredes espessas e feixes vasculares dispersos (Figuras 40-42).

Eixo hipocótilo-radícula, reto, com nó cotiledonar evidente e plúmula bem diferenciada nas três espécies com folíolos multifoliolulados distintos (Figuras 13-15). Em *P. multijuga* o eixo hipocótilo-radícula apresenta polo radicular cônico, epicótilo longo, marfim, com um catafilo na base e ráquis glabra (Figuras 13 e 31). Em *P. panurensis*, hipocótilo longo, epicótilo arqueado, ráquis glabra e polo radicular obcônico (Figuras 14 e 32). Em *P. velutina*, hipocótilo curto, polo radicular obcônico e ráquis dos primórdios foliares com tricomas pluricelulares capitados de base tricelular (Figuras 15, 33 e 36).

Gunn (1984) ressaltou a importância da morfologia do eixo embrionário, em especial da plúmula, como caráter de identificação das sementes de Caesalpinioideae e Mimosoideae, por apresentar grande importância no reconhecimento de relações filogenéticas.

As características morfológicas dos eixos das espécies em estudo são indicativas do tipo de germinação de cada espécie no desenvolvimento da plântula. Câmara et al. (2008) em caracterização de sementes de *P. pendula* descreveu a plúmula como bem diferenciada em muitos folíolos. Oliveira (1999) também caracterizou o embrião de *Anadenanthera*

macrocarpa (Benth.) Brenan com plúmula diferenciada, com folíolos, ráquis e foliólulos visíveis, assim como nas espécies deste estudo. A autora descreveu ainda tricomas pouco diferenciados na plúmula de *Centrolobium tomentosum*, enquanto neste estudo a plúmula de *P. velutina* apresentou-se com tricomas bem diferenciados na ráquis.

As sementes de *P. multijuga* são as maiores e mais pesadas do gênero, apresentaram com maior frequência as dimensões de 38,0 a 48,8 mm de comprimento, 7,0 a 15,8 mm de largura, 7,7 a 17,7 mm de espessura (Tabela 1). Essas dimensões são similares às observadas por Camargo et al. (2008) que foram de 3,6 a 5,9 cm de comprimento, por 1,3 a 2,2 cm de largura e 0,8 a 1,6 cm espessura. As diferenças, principalmente no comprimento, comparando-se com o presente trabalho, podem ser explicadas tanto por fatores endógenos, genéticos e hormonais quanto por exógenos, como efeito de temperatura, fotoperíodo e umidade do solo, que podem ser contrabalanceados com produção total de frutos, sincronia de frutificação entre indivíduos, impactos por predadores, entre outros (Piña-Rodrigues e Piratelli, 1993).

P. panurensis apresentou 15,7 a 21,8 mm de comprimento, 7,4 a 12,2 mm de largura e 5,5 a 7,8 mm de espessura (Tabela 2), *P. velutina* 13,7 a 21,8 mm de comprimento, 6,6 a 10,7 mm de largura e 3,0 a 5,9 mm de espessura (Tabela 3). As sementes de *P. velutina* e *P. panurensis* apresentam dimensões similares no comprimento, com pouca variação na largura e espessura.

CONCLUSÕES

Os frutos das três espécies em estudo são do tipo legume nucóide, seco, estenocárpico, unisseriado. Como característica para separar as espécies destaca-se a superfície do epicarpo e as dimensões dos frutos.

As características morfoanatômicas das sementes permitem a diferenciação das espécies, podendo-se enfatizar o formato, as dimensões e forma do eixo embrionário.

O eixo embrionário das três espécies de *Parkia* apresenta características distintas em relação à pilosidade, ao tipo de germinação e comprimento do hipocótilo.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, A. S.; SILVA, R. J. F.; POTIGUARA, R. C. V. Método de análise quantitativa em microscopia eletrônica de varredura (MEV). **Revista Hispeci & Lema**, n. 1, p.1-4. Disponível: www.fafibe.br/hispecielemaonline. Acesso em: 13 de jul. de 2010.
- BARBOSA, A. P.; VASTANO JÚNIOR, B.; VARELA, V.P. Tratamentos pré-germinativos de sementes de espécies florestais amazônicas II Visgueiro (*Parkia pendula* Benth. Leguminosae – Mimosoideae). **Acta Amazonica**, v. 14, n.1/2, p.280-288. 1984.
- BARROSO, G. M; PEIXOTO, A. L.; COSTA, C. G.; ICHASO, C. L. F.; GUIMARÃES, E. F.; LIMA, H. C. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. v. 2. 326 p, 1984.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes. Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 443 p, 1999.

BRAZ, M. do S. S.; Souza, V. C.; ANDRADE, L. A. de; BRUNO, R. de L. A.; OLIVEIRA, L. S. B. de; SILVA, J. M. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth.) Leguminosae-Papilonoideae. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** Recife, v.4, n.1, p.67-71, 2009.

BELTRATI, C. M.; PAOLI, A. A. S. Semente. **In:** APPEZZATO-da-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. 2003. **Anatomia Vegetal.** Viçosa: UFV. p. 399-424, 2003.

BIANCHETTI, A.; TEIXEIRA, C. A. D.; MARTINS, E. P. Escarificação ácida para superar a dormência de sementes de pinho-cuiabano (*Parkia multijuga* Benth.). Comunicação Técnica. **Revista Brasileira de Sementes,** v.20, n.1, p.215-218, 1998.

CÂMARA, C. de A.; ARAUJO NETO, J. C. de; FERREIRA, V. M.; ALVES, E. U.; MOURA, F. de B. P. M. Caracterização morfométrica de frutos e sementes e efeito da temperatura na germinação de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. **Ciência Florestal.** Santa Maria, v. 18, n.3, p.281-290, 2008.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D.; MESQUITA, M. R.; SANTOS, B. A.; BRUM, H. D. **Guia de propágulos & plântulas da Amazônia.** Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA. 2008. 168 p.

CORNER, E. J. H. **The seeds of the Dicotyledons.** London: Cambridge University Press, v.1, 1976. 311 p.

CRUZ, E.D., CARVALHO, J.E.U., LEÃO, N.V.M. Métodos para a superação da dormência e biometria de frutos e sementes de *Parkia nitida* Miquel. (Leguminosae- Mimosoideae). **Acta Amazonica** v.31, p.167-177, 2001.

DE-PAULA, O. C.; OLIVEIRA, D. M. T. Multiple pleurograms in *Chamaecrista* Moench (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.157, p.487–492, 2008.

FAHN, A. Plant Anatomy. Oxford: Pergamon Press, 4th ed. 1990. 588p.

GERLACH, G. Botanische mikrotechnik. Stuttgart. Georg Thieme Verlag, 1969. 311 p.

GUNN, C.R. Seeds of Leguminosae. In: POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. (eds.). **Advances in Legumes Systematics** part. 2. England Royal Botanic Garden, Kew, Richmond, Surrey, 1981a. p.913-925.

GUNN, C.R. Seed topography in the Fabaceae. **Seed Science & Tecnology**. Beltsville: Maryland, v.9, n.3, p.737-757, 1981b.

GUNN, C. R. Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Fabaceae). United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Port Royal Road, Springfield. **Technical Bulletin**, n. 1681, 407 p., 1984.

GUNN, C. R. Fruits and seeds of genera in the subfamimily Caesalpinioideae (Fabaceae). United States Departament of Agriculture. 408 p. (Technical Bulletin, n. 1755), 1991.

HOPKINS, H.C. *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). **Flora Neotrópica**. New York Botanical Garden. New York, Monografia 43, p. 93-98, 1986.

JOHANSEN, D. A. Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill Book, 1940. 523 p.

LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e da germinação de *Dimorphandra wilsonii* Rizz. – faveiro- de-wilson (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.96-101, 2008.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 edição, v.1. 2002. 367p.

MARTIN, A. C. The comparative internal morphology of seeds. **The American Midland Naturalist**, v.36, n.3, p.513-660, 1946.

MARTINS, M. A. G.; OLIVEIRA, D. M. T. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e da semente de *Ipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze (Fabaceae-Faboideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.3, p.109-121, 2001.

MELLO-PINNA, G. F. de A.; NEIVA, M. S. M.; BARBOSA, D. C. de A. Estrutura do tegumento seminal de quatro espécies de Leguminosae (Caesalpinioideae), ocorrentes numa área de caatinga (PE-Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.3, p.375-379, 1999.

METCALFE, C. R. The leaf: general topography and ontogeny of the tissues. In. METCALFE, C. R.; CHALK, L. (eds). **Anatomy of dicotyledons: systematic anatomy of the leaf and stem**. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1979. p. 63-75.

NASCIMENTO, I. L. do; ALVES, E. U.; BRUNO, R. de L. A.; GONÇALVES, E. P.; COLARES, P. N. Q.; MEDEIROS, M. S. de. Superação da dormência em sementes de faveira (*Parkia platycephala* Benth). **Revista Árvore**, v.33, n.1, p. 35-45, 2009.

O'BRIEN, T. P., FEDER, N. ; MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell-walls by toluidine blue O. **Protoplasma** v.59, p.368-373, 1964.

OLIVEIRA, D. M. T. Morfo-anatomia do embrião de leguminosas arbóreas nativas. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v.22, n.3, p.413-427, 1999.

OLIVEIRA, D.M.T.; BELTRATI, C.M. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de *Inga fagifolia* Willd. (Fabaceae: Mimosoideae). **Revista Brasileira de Biologia** v.54, p.91-100, 1994.

OLIVEIRA, M. C. P. de; FERRAZ, I. D. K.; OLIVEIRA, G. J. de. Dispersão e superação da dormência de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Walp. (visgueiro) na Amazônia Central, AM, Brasil. **Hoehnea**, v.33, n.4, p.485-493, 2006.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 323p.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PIRATELLI, A. J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In **Sementes Florestais Tropicais** (I. B. AGUIAR; F. C. M. PIÑARODRIGUES; M. B. FIGLIOLA, eds.). Brasília: ABRATES, 1993, p. 47-81.

RAMOS, M. B. P.; FERRAZ, I. D. K. Estudos morfológicos de frutos, sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n.2, p.227-235, 2008.

ROTH, I. **Fruits of Angiosperms**. Berlin: Gebrüder Born-traeger, Stuttgart. 1977. 675p.

RUZIN, S. E. **Plant microtechnique and microscopy**. New York: Oxford University Press, 1999. 322p.

SILVA, M. F. da; SOUZA, L. A. G. de; CARREIRA, L. M. de M. **Nomes populares das leguminosas do Brasil**. EDUA/INPA/FAPEAM, Manaus, Amazonas. 2004. 236p.

SILVA, R.J.F.; POTIGUARA, R.C. de V. Aplicações taxonômicas da anatomia foliar de espécies amazônicas de *Oenocarpus* Mart. (Arecaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v,22, n.4 p. 999-1014, 2008.

SOUZA, W. DE. Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas às ciências biológicas. **Sociedade Brasileira de Microscopia**, 1998. 179p.

WERKER, E. **Seed anatomy**. Gebrüder Borntraeger, Berlin. (Handbuch der Pflanzenanatomie), 1997. 424p.

TABELA 1. Dimensões e peso da matéria fresca de frutos e sementes de *Parkia multijuga* Benth. (N = 100).

	Variáveis	Média	Desvio Padrão	Amplitude
FRUTO	Comprimento (cm)	40,5	4,67	29,0 – 49,0
	Largura (cm)	7,1	0,68	5,0 – 8,5
	Espessura (cm)	1,6	1,86	1,0 – 2,4
	Comp. do pedúnculo (cm)	2,4	5,17	1,4 – 4,4
	Diâm. do pedúnculo (cm)	0,94	0,16	0,6 – 1,6
	Peso (g)	110,9	27,28	51,7 – 180,5
	Semente/Fruto	12,5	2,88	5,0 – 18,0
SEMENTE	Comprimento (mm)	44,6	2,41	38,0 – 48,8
	Largura (mm)	9,3	1,38	7,0 – 15,8
	Espessura (mm)	12,2	1,88	7,7 – 17,7
	Peso (g)	3,9	0,44	2,7 – 4,7

TABELA 2. Dimensões e peso da matéria fresca de frutos e sementes de *Parkia panurensis* Benth. ex H. C. Hopkins (N = 100).

	Variáveis	Média	Desvio Padrão	Amplitude
	Comprimento (cm)	24,0	3,16	16,0 – 31,0
	Largura (cm)	4,2	0,24	3,7 – 5,0
	Espessura (cm)	0,9	0,86	0,5 – 1,1
FRUTO	Comp. do pedúnculo (cm)	5,7	15,14	2,6 – 8,6
	Diâm. do pedúnculo (cm)	0,8	1,18	0,6 – 1,2
	Peso (g)	31,1	6,11	18,5 – 50,7
	Semente/Fruto	18,0	2,99	11,0 – 23,0
	Comprimento (mm)	18,9	1,17	15,7 – 21,8
SEMENTE	Largura (mm)	9,2	0,88	7,4 – 12,2
	Espessura (mm)	6,7	0,48	5,5 – 7,8
	Peso (g)	0,8	0,09	0,5 – 1,0

TABELA 3. Dimensões e peso da matéria fresca de frutos e sementes de *Parkia velutina* Benoist (N = 100).

	Variáveis	Média	Desvio Padrão	Amplitude
FRUTO	Comprimento (cm)	41,6	4,68	31,5 – 64,5
	Largura (cm)	5,2	0,54	4,1 – 8,0
	Espessura (cm)	0,9	0,82	0,6 – 1,1
	Comp. do pedúnculo (cm)	9,0	2,23	5,0 – 14,0
	Diâm. do pedúnculo (cm)	0,6	1,14	0,4 – 0,9
	Peso (g)	69,0	13,25	37,2 – 95,2
	Semente/Fruto	30,9	4,08	22,0 – 38,0
SEMENTE	Comprimento (mm)	18,0	1,93	13,7 – 21,9
	Largura (mm)	8,4	0,81	6,56 – 10,7
	Espessura (mm)	4,8	0,52	3,0 – 5,9
	Peso (g)	0,6	0,13	0,3 – 0,9

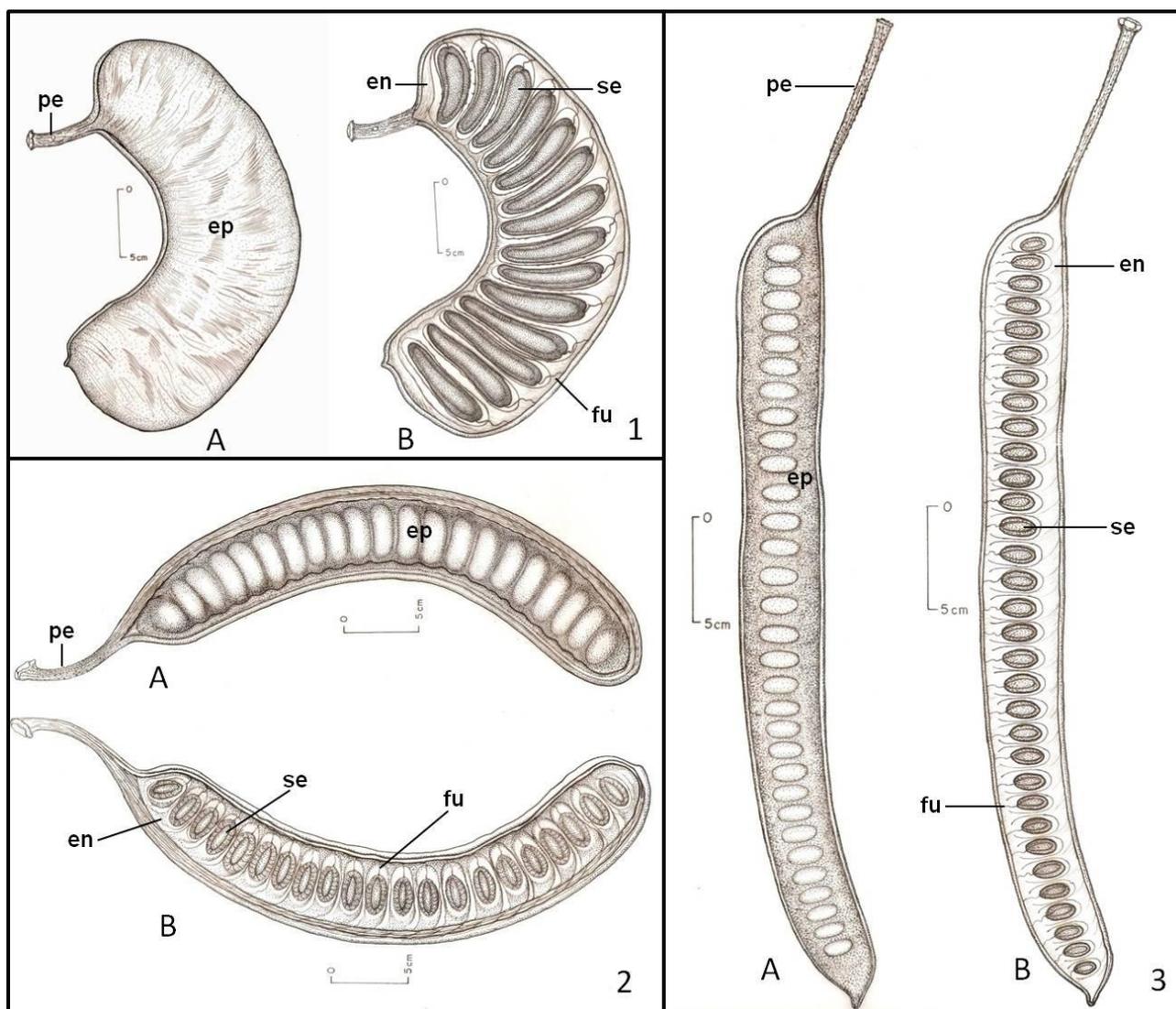


FIGURA 1-3. Aspectos gerais dos frutos maduros de *Parkia* R. Br. A- Fruto fechado, B – Fruto aberto . 1. *P. multijuga*, 2. *P. panurensis*. 3. *P. velutina*. en – endocarpo; ep – epicarpo; fu – funículo; pe – pedúnculo; se – semente.

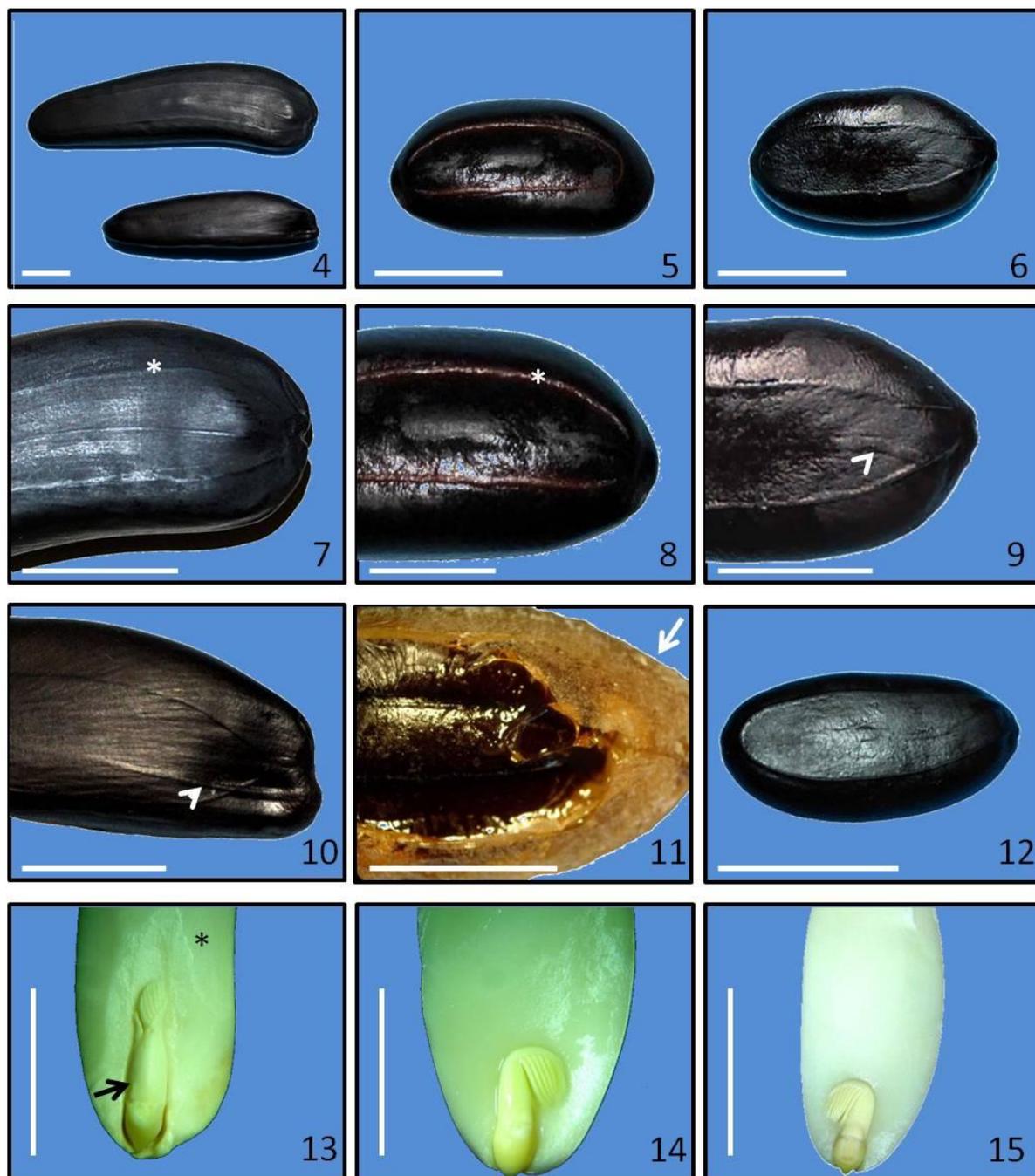


FIGURA 4-15. Sementes e embrião de *Parkia* R. Br. 4,7,10,13- *Parkia multijuga*; 5,8,11,14- *P. panurensis*; 6,9,12,15- *P. velutina*. 4-6- semente em vista ventral; 7-10- detalhes do pleurograma; 11- semente com visgo; 12 – aspecto geral da semente. 13-15- embrião. Asterisco branco – pleurograma; asterisco preto – cotilédone; ponta de seta – linha divisória do pleurograma; seta branca – visgo envolvendo a semente; seta preta – eixo embrionário. Barras – 1 cm.

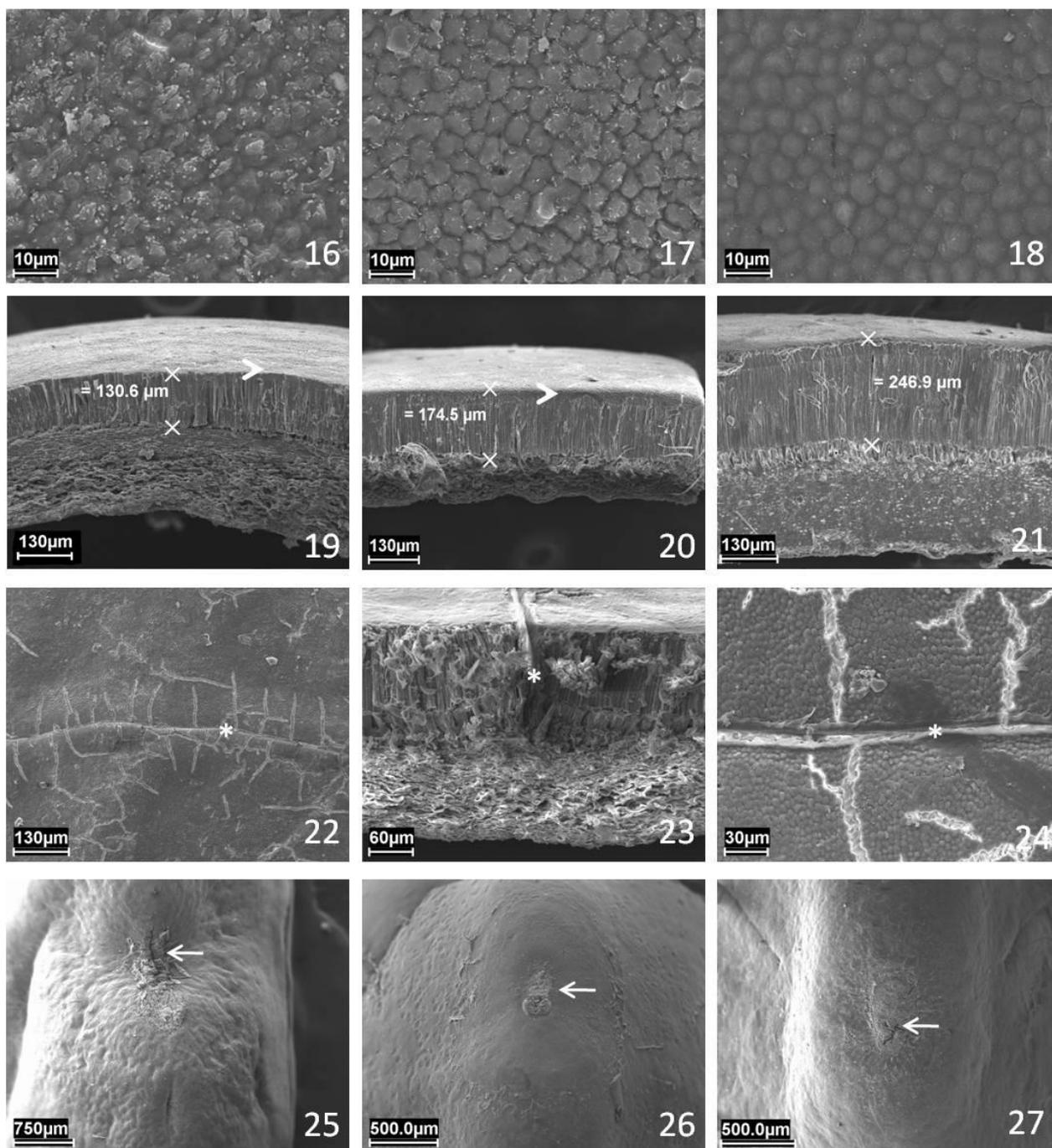


FIGURA 16-27. Eletromicrografias de varredura das sementes de *Parkia* R. Br. 16,19,22,25-*Parkia multijuga* ; 17,20,23,26- *P. panurensis*; 18,21,24,27- *P. velutina*. 16-18- superfície do tegumento; 19-21- tegumento em secção transversal; 22,24- pleurograma na parede periclinal externa do tegumento; 23- pleurograma em secção transversal; 25-27- região hilar da semente. asterisco - linha do pleurograma; ponta de seta – epiderme; seta - hilo.

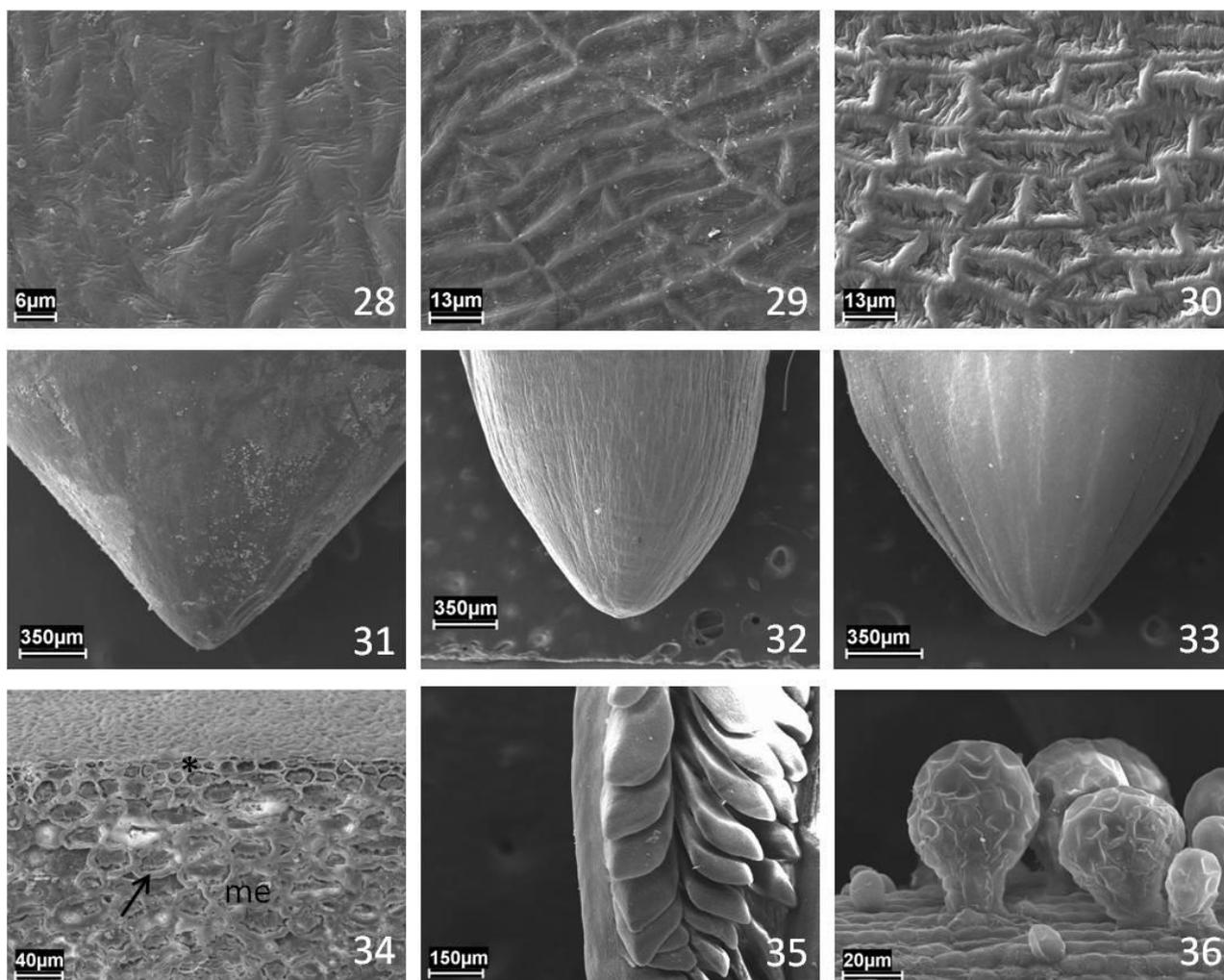


FIGURA 28-36. Eletromicrografias de varredura do embrião das sementes de *Parkia* R. Br. 28,31,34- *Parkia multijuga*; 29,32,35- *P. panurensis*; 30,33,36- *P. velutina*. 28-30- cotilédone, parede periclinal externa; 31-33- radícula; 34- cotilédone, epiderme e mesofilo em secção transversal; 35- plúmula; 36- eixo embrionário em secção longitudinal, ráquis com tricomas. me- mesofilo; seta – parede da célula.

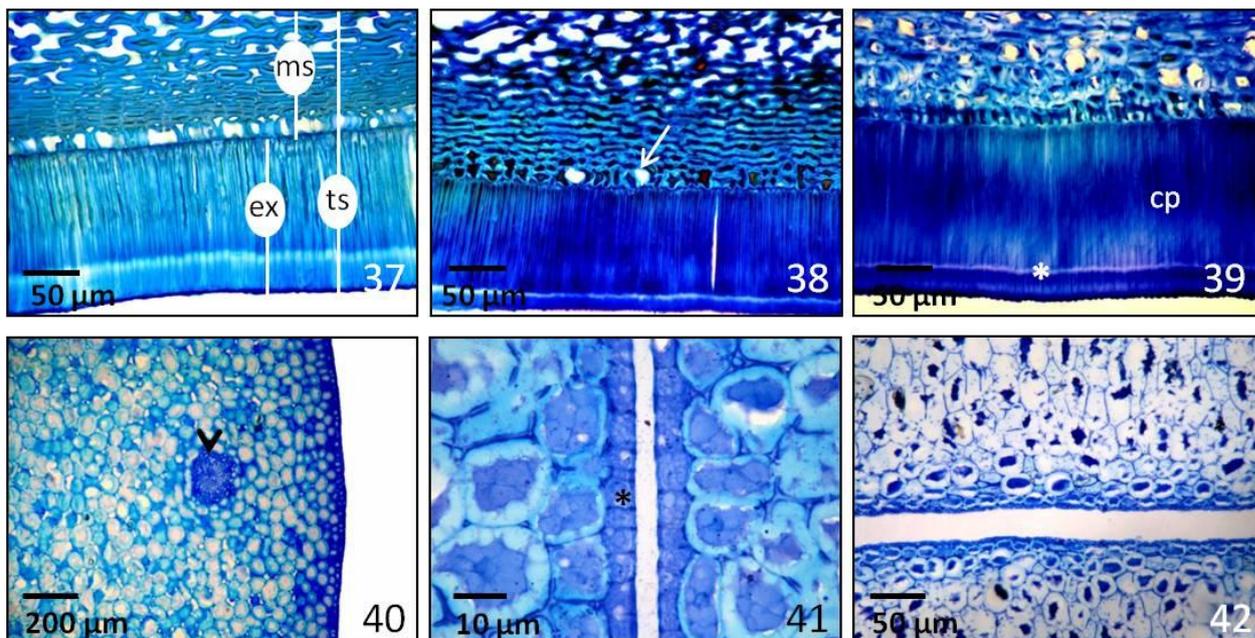


FIGURA 37-42. Sementes de *Parkia* em secções transversais do tegumento e cotilédones. 37,40-*Parkia multijuga* ; 38,41- *P. panurensis*; 39,42- *P. velutina*. 37-39- tegumento; 40-42- cotilédones. Asterisco branco – linha lúcida; asterisco preto - epiderme; cp - camada paliçádica; ex - exotesta; ms - mesotesta; ponta de seta preta - feixe vascular; seta branca - ostesclereídes; ts - testa.

CAPÍTULO III

**ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE SUBSTÂNCIAS ERGÁSTICAS
EM SEMENTES MADURAS E NA GERMINAÇÃO DE TRÊS ESPÉCIES DE *Parkia***

Elaborado de acordo com as normas da Revista *Árvore*

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE SUBSTÂNCIAS ERGÁSTICAS DE SEMENTES MADURAS E NA GERMINAÇÃO DE TRÊS ESPÉCIES DE *Parkia*¹

MARIA DA GLÓRIA GONÇALVES DE MELO²; MARIA SILVIA DE MENDONÇA³

RESUMO – O conhecimento da composição química das sementes é do interesse prático em tecnologia de sementes, porque tanto o vigor, quanto o potencial de armazenamento das sementes são influenciados pelo teor dos compostos presentes. O objetivo deste estudo foi avaliar a composição química das sementes maduras e as alterações no conteúdo de carboidratos, proteínas e lipídios durante a germinação de *Parkia multijuga*, *P. velutina* e *P. panurensis*. As sementes foram coletadas de matrizes na Base de Extração Petrolífera Geólogo Pedro de Moura, Coari, AM. Seções transversais foram obtidas em micrótomo de mesa. Os testes histoquímicos utilizados foram: Lugol, Vermelho de Rutênio, Ácido Tânico, Floroglucinol, Sudam III e Escarlata, Ácido Rubeânico, Sulfato Azul do Nilo, Xyllidine Ponceau, Cloreto de Ferro III e Dicromato de Potássio, Vanilina Clorídrica, Reagente de Dittmar, 2,4 dinitrofenilhidrazina. As colorações e testes propostos foram utilizados em material fresco e para a comparação dos resultados foram utilizados o branco e o controle conforme as recomendações dos respectivos autores dos testes histoquímicos. No tegumento das sementes maduras das três espécies, destaca-se a presença de compostos fenólicos, bem como alcalóides, o que pode estar relacionado com a defesa primária da semente a possíveis predadores e ao mecanismo de dormência das sementes. As principais reservas nas sementes maduras são carboidratos proteínas e lipídios, em ordem decrescente nas três espécies estudadas. As três espécies apresentaram alto consumo de carboidratos na fase inicial da germinação, enquanto proteínas e lipídios foram consumidos quantitativamente até a expansão do eofilo.

Palavras-chave: histoquímica, espécie florestal, leguminosa.

¹ Parte da Tese de Doutorado da primeira autora

² Eng. Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical PPGAT/UFAM, Professora da Escola Superior de Tecnologia EST/UEA, Av. Darcy Vargas 1200, Parque Dez, CEP: 69.050.020 - Manaus – AM. Email: mgmelo@uea.edu.br

³ Bióloga, Dra., Professora Titular da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (FCA/UFAM) – Manaus - AM

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF ERGASTIC SUBSTANCES OF
MATURE SEEDS AND GERMINATION OF THREE SPECIES OF *Parkia*

ABSTRACT - The knowledge of the chemical composition of seeds is of practical interest in seeds technology, because both the energy and the potential for seeds storage are influenced by the content of the compounds present. The objective of this study was to evaluate the chemical composition of mature seeds and changes in content of carbohydrates, proteins and lipids during germination of *Parkia multijuga*, *P. velutina* and *P. panurensis*. The seeds were harvested from plants in Geologist Pedro de Moura Oil Extraction base, Coari, AM. Cross sections were obtained in microtome table. Histochemical tests were used: Lugol, Red Ruthenium, Tannic Acid, Phloroglucinol, Sudam III and Scarlet, Rubanic Acid, Blue Sulphate Nile Xyllidine Ponceau, Iron III Chloride and Potassium Dichromate, Hydrochloric Vanillin, Dittmar reagent, 2, 4 dinitrophenylhydrazine. The coloration and testes proposed were used on fresh material and to compare the results it was used the white and the control according to the recommendations of the authors of the histochemical tests. In the mature seeds tegument of the three species, stands out the presence of phenolics compounds and alkaloids, which may be related to the primary defense of seed and possible predators and the seeds dormancy mechanism. The major reserves in mature seeds are carbohydrates proteins and lipids, in decreasing order in the three species studied. The three species had high consumption of carbohydrates in the early stage of germination, while proteins and lipids were quantitatively consumed by the expansion of eophyll.

Keywords: histochemistry, forest species, leguminous.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por sementes de espécies florestais da Amazônia, seja com a finalidade econômica ou para preservação do meio ambiente, tem determinado a intensificação de estudos relacionados ao controle de qualidade das mesmas.

O conhecimento da composição química das sementes é do interesse prático em tecnologia de sementes, porque tanto o vigor, quanto o potencial de armazenamento das sementes são influenciados pelo teor dos compostos presentes. Outro aspecto importante diz respeito à influência da composição química no gasto das plantas em energia para produzi-las (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

As sementes têm sido estudadas quanto a sua composição química, não só por seu teor nutritivo, mas por apresentarem propriedades úteis à indústria (BUCKERIDGE et al. 2004).

A maior parte do material bibliográfico sobre reserva de sementes se relaciona a grupos extremamente restritos de espécies vegetais de importância agrônômica (BUCKERIDGE et al. 2004). Na literatura, diversos estudos já foram realizados sobre a germinação de sementes de espécies florestais nativas, observa-se, no entanto, que há poucas informações disponíveis quando se trata da composição química das sementes e as modificações fisiológicas que ocorrem durante a germinação e o subsequente crescimento das plântulas.

Segundo Buckeridge et al. (2000), as plantas mostram diferentes estratégias que incluem a acumulação de grandes quantidades de compostos que favorecem sua adaptação a diferentes ambientes. Essas substâncias são mobilizadas durante o desenvolvimento desses produtos, os quais são utilizados para vários propósitos, tais como geração de energia e produção de matéria seca, isto é, proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos, lipídios, para a formação de células e tecidos.

Diante do exposto, o conhecimento do metabolismo das reservas estocadas nas sementes pode ser importante para entender os seus processos fisiológicos, podendo assim, determinar a viabilidade e a rapidez da germinação, fornecer mais informações para as indústrias, e esclarecer seu significado ecológico, considerando o uso das sementes como fonte de nutrientes para animais silvestres, predadores e patógenos, já que a quantidade de reservas armazenadas nos tecidos está relacionada a sua atratividade e funcionalidade em relação aos agentes dispersores (GONÇALVES et al. 2002).

Para o estudo da composição química em sementes, têm-se adotado técnicas bioquímicas (BORGES et al., 2002). No entanto, esta pode ser detectada *in situ*, por meio de técnicas histoquímicas específicas, que permitem informações detalhadas sobre a organização e distribuição dos compostos no tecido.

O gênero *Parkia* é pantropical, encontrado principalmente em floresta tropical úmida, com maior diversidade na Amazônia, onde existem aproximadamente 17 espécies, que ocorrem em áreas de floresta de terra-firme, várzea sazonal e floresta secundária (HOPKINS, 1986).

Entre as espécies desse gênero, destacam-se *Parkia multijuga* Benth., *Parkia panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins e *Parkia velutina* Benoist que são representativas da paisagem florística amazônica e ocupam papel importante entre as leguminosas arbóreas, utilizadas em projetos de reflorestamento e paisagismo. São árvores de grande porte, encontradas em áreas de terra-firme, várzea sazonal e floresta secundária (HOPKINS, 1986).

A inexistência de estudos histoquímicos com as sementes das três espécies supracitadas é constatada. A fim de preencher esta lacuna, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química das sementes maduras e as alterações no conteúdo de carboidratos, proteínas e lipídios durante o desenvolvimento das plântulas de *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram coletados diretamente das copas das matrizes, quando 10% dos frutos iniciaram o processo de dispersão. Foram coletados frutos de dez indivíduos de cada espécie, selecionados em área de floresta natural, distanciados cem metros de cada indivíduo, em terra-firme ao longo do rio Urucu e nas áreas de LUC (Leste do rio Urucu) na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), Coari, Amazonas, localizada a 623 km de Manaus, com as coordenadas geográficas 04°53'S e 65°11'W.

Durante o beneficiamento foram eliminadas as sementes malformadas e danificadas. Para a caracterização histoquímica da semente madura foi utilizado material fresco e fixado em FAA em etanol 50% por 24 horas e então estocados em etanol 70% (JOHANSEN, 1940). Posteriormente foram desidratadas em série etílica e incluídas em metacrilato (Historesim Leica Instruments, Heidelberg, Alemanha), sendo as seções transversais e longitudinais, obtidas em um micrótomo de rotação de avanço automático com 8 µm de espessura em

navalha de aço descartáveis. As seções foram coradas com azul de toluidina, pH 4,0 por 4 minutos para a caracterização estrutural e determinação de compostos fenólicos gerais (O'BRIEN e MCCULLY, 1981).

Os demais testes histoquímicos foram aplicados em seções de amostras frescas, que foram escarificadas e previamente embebidas em água destilada e seccionadas transversalmente, utilizando-se um micrótomo de mesa. As principais classes de metabólitos presentes no material foram investigadas conforme os testes histoquímicos na tabela 1.

Para a comparação dos resultados, foram utilizados os controles, simultaneamente com os testes histoquímicos, conforme as recomendações dos respectivos autores dos testes. Algumas seções foram montadas e observadas sem tratamento, visando constatar o aspecto natural das substâncias secretadas.

As lâminas foram montadas com gelatina glicerinada. As observações e a documentação fotográfica foram realizadas em microscópio óptico (Zeiss), provido de câmara clara, equipado com máquina fotográfica, no Laboratório de Botânica Agroflorestal (LABAF) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Para o acompanhamento da germinação e consumo de reservas das sementes, foram utilizadas 200 sementes distribuídas em 4 repetições de 50 sementes. As sementes foram previamente escarificadas em esmeril elétrico na região lateral de apenas um lado da semente até o desgaste do tegumento. A semeadura foi feita em caixas plásticas, contendo como substrato uma mistura de areia lavada e vermiculita média (2:1) sob condições de viveiro com sombreamento de 30%. A irrigação foi feita diariamente pela manhã e à tarde quando necessário.

Os cotilédones foram coletados e amostrados para a determinação dos teores de lipídios, proteínas e carboidratos a cada dois a três dias de acordo com as fases da germinação de cada espécie, a partir da semeadura até a abscisão dos cotilédones para as espécies que apresentam germinação epígea e semi-hipógea e até a expansão completa do eofilo para *P. multijuga* que apresenta germinação hipógea. As coletas foram feitas em quatro fases de germinação, compondo os seguintes tratamentos: Fase 1 – protrusão da raiz; Fase 2 – emergência e alongamento da raiz; Fase 3 – alongamento do hipocótilo ou epicótilo; Fase 4 – expansão do eofilo.

Para a determinação da composição química e físico-química tanto das sementes maduras quanto das fases dos processos germinativos, as sementes foram congeladas em ultra-freezer (-20°C), sendo posteriormente liofilizadas e moídas em moinho da marca Metvisa.

Nas fases do processo de germinação, a cada coleta, foram retiradas amostras dos cotilédones (50g) separadas em potes de vidro por fase, e acondicionadas em geladeira para posterior análise das substâncias de reservas das sementes, utilizando-se o método de composição centesimal no Laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Federal do Amazonas.

As amostras dos cotilédones de cada fase do processo germinativo foram desidratadas pelo método de liofilização, sendo seccionadas em duas ou mais partes, para facilitar a secagem. Foi mensurado o peso (g) das amostras para determinação da umidade e em seguida colocadas para congelar em freezer na temperatura de -20°C por um período mínimo de 8 horas, em gerbox. As amostras, após esse período, foram colocadas no liofilizador por um período de 30 horas ininterruptas. Após secagem, os cotilédones foram triturados em almofariz, com auxílio de um pistilo.

As amostras foram armazenadas em recipientes de vidro âmbar hermeticamente fechados e identificadas para posterior análise. A composição centesimal das sementes referente à umidade, lipídios, proteínas, carboidratos, fibras e cinzas foram determinadas de acordo com as normas analíticas da AOAC (1990) e do Instituto Adolfo Lutz (1985). Para o cálculo de proteína bruta utilizou-se o fator de correção 6,25. Os carboidratos totais foram calculados por diferença segundo a equação $\% \text{ F.G.} = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ proteína bruta} + \% \text{ fibra bruta} + \% \text{ cinza})$. Cada determinação foi realizada com 3g de cotilédones e três repetições e os resultados expressos em porcentagem.

O experimento foi analisado em delineamento inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos (fases morfológica da germinação) e três repetições para cada espécie. As médias da quantificação dos teores de substâncias das diversas fases foram analisadas estatisticamente e os pressupostos da ANOVA foram analisados, utilizando os testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos resíduos) e de Levene (homogeneidade entre as variâncias). Então, foi aplicada a análise de variância (ANOVA), seguido pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Após a realização da ANOVA, verificou-se que os resíduos apresentaram distribuição normal e as variâncias foram homocedásticas.

3. RESULTADOS

3.1 *Parkia multijuga* Benth.

A semente madura é constituída pelo tegumento e embrião. O tegumento é formado pela exotesta constituída pela epiderme, uma camada de células paliçádicas espessadas, fortemente unidas entre si (macroesclereídeos) e linha lúcida ou linha clara que percorre transversalmente os macroesclereídeos, repleta de compostos fenólicos (Figura 2). Além dessa camada, também apresenta uma camada média uniestratificada, formada por células colunares com espaços aeríferos amplos entre si (osteoesclereídeos), várias camadas de células parenquimáticas na mesotesta, bem como a endotesta com células achatadas (Figura 4, 5). Compostos fenólicos gerais foram evidenciados na testa e nos cotilédones, bem como taninos, na mesotesta e endotesta dessa espécie, onde também se detectou alcalóide do grupo carbonila e lignina na epiderme da testa (Figura 2-5, 6,15 e Tabela 2).

Os cotilédones são compostos por células parenquimáticas e feixes vasculares dispersos, núcleos evidentes e citoplasma com grande quantidade de grânulos de reserva. A parede das células parenquimáticas do embrião é espessada e rica em polissacarídeos principalmente pectinas, e também mucilagens no lúmen, sendo os carboidratos a principal composição das sementes (54, 92%), seguido pelas proteínas no lúmen da célula, organizadas em corpos protéicos, compondo um total na semente de 17,7%, além de corpos oleaginosos, na forma de lipídios ácidos e principalmente de ácidos graxos (12,57%) (Figuras 11,16 e Tabela 2).

No início da germinação, de três a sete dias após a semeadura (Fase 1), observou-se um grande consumo de carboidratos, em relação ao total armazenado nas sementes após dispersão (Tabela 3 e Figura 1). No decorrer da germinação esse consumo foi reduzindo, mas ainda se observa na fase 4 alto percentual de carboidratos.

Com o desenvolvimento do processo germinativo as demais reservas foram sendo consumidas quantitativamente até a formação da plântula de 18 a 21 dias após a semeadura (Tabela 3).

A umidade dos cotilédones apresentou oscilação durante o desenvolvimento, permanecendo alto na fase final da germinação (Tabela 3).

3.2 *Parkia panurensis* Benth. ex H. C. Hopkins

A semente de *P. panurensis* é testal, com a principal camada de tecido mecânico na testa, constituída por uma exotesta com células alongadas em paliçada que formam uma camada de macroesclereídeos ou camada de Malpighi, onde se observa a linha lúcida, que

acompanha toda a extensão da semente, com células de paredes espessadas. A epiderme da testa é rica em mucopolissacarídeos ácidos (Tabela 2). Em seguida, uma camada de células colunares os osteoesclereídes e a mesotesta que se apresenta pluriestratificada com células desuniformes de tamanhos diferenciados rica em compostos fenólicos gerais e mais internamente células achatadas. Taninos ocorrem na mesotesta e endotesta (Figura 3). As células da testa apresentaram reação positiva também para alcalóides, mucilagens e lipídios, em forma de ácidos graxos, assim como terpenóides na meso e endotesta (Figura 8 e Tabela 2).

A semente apresenta em média 58,47% de carboidratos, 18,72% de proteínas e 5,40% de lipídios totais (Figura 1). Os cotilédones são compostos por células parenquimáticas de paredes espessas com grande quantidade de polissacarídeos, em forma de pectinas, e citoplasma evidenciando corpos protéicos, bem como corpos oleaginosos na forma de lipídios totais (Figura 12 e Tabela 2).

Durante a germinação das sementes, os teores de carboidratos foram requeridos em grande quantidade na protrusão da raiz de dois a quatro dias após a semeadura. O teor de carboidratos da semente após dispersão de 58,47% foi reduzido para 22,06% (Tabela 4). Proteínas e lipídios apresentaram consumo gradual de acordo com o desenvolvimento da plântula de 12 a 15 dias após a semeadura (Tabela 4).

O teor de água também apresentou pequena redução, no entanto significativa, até a expansão do eofilo (Tabela 4).

3.3 *Parkia velutina* Benoist

A semente madura de *P. velutina* apresenta o tegumento diferenciado em três camadas celulares distintas, uma epiderme com cutícula serícea com reação positiva para mucopolissacarídeos ácidos (Figura 9), logo abaixo uma camada de células de paredes espessas, os macroesclereídes, dispostos em paliçada no sentido radial e linha lúcida que percorre transversalmente os macroesclereídes em toda a extensão do tegumento, que constituem a exotesta. Abaixo uma camada de células esclerificadas, os osteoesclereídes, em seguida a mesotesta com várias camadas de células parenquimáticas de forma variada com paredes espessadas e internamente a endotesta com células colapsadas ricas em conteúdo fenólico principalmente taninos, mucilagens, bem como alcalóides e terpenóides (Tabela 2 e Figura 7).

Os cotilédones são formados por células parenquimáticas e feixes vasculares dispersos. As células parenquimáticas possuem paredes espessas, com reação positiva para vermelho de rutênio na parede celular identificadas na forma de pectinas, os polissacarídeos totais e núcleo proeminente com mucilagens (Tabela 2). A semente apresenta em média 57,86% de carboidratos, 20,75% de proteínas e 5,09% de lipídios. No embrião essas reservas são organizadas na forma de corpos protéicos, e corpos oleaginosos, distribuídos na forma de ácidos graxos (Figuras 13,14 e Tabela 2).

Na Tabela 5, Fase 1, observa-se maior consumo de carboidratos no início do processo germinativo de três a sete dias após a semeadura. À medida que as reservas foram sendo consumidas, teores de carboidratos, lipídios e proteínas reduziram-se continuamente durante todo o processo germinativo de 12 a 15 dias após a semeadura, até a expansão do eofilo (Tabela 5).

A redução da umidade dos cotilédones foi lenta, porém significativa durante todo o processo germinativo (Tabela 5).

4. DISCUSSÃO

As sementes maduras de *Parkia multijuga* Benth., *P. panurensis* Benth. ex H. C. Hopkins e *P. velutina* Benoist apresentam padrão anatômico semelhante, são testais, apresentando estrutura típica de leguminosas relatada por Corner (1951, 1976).

O tegumento, das sementes das três espécies deste estudo, apresentou compostos fenólicos, principalmente taninos, detectados por meio dos testes histoquímicos (Tabela 2). Werker (1997) relata que os compostos fenólicos nas sementes atuam na proteção contra herbívoros, fungos e bactérias com possível efeito, também contra vírus. O autor também ressalta que os compostos mais comuns responsáveis pela coloração preta ou marrom do tegumento, são os fenólicos e seus derivados, o que parece ser o que confere a coloração das sementes deste estudo.

De acordo com Mayer e Poljakoff-Maber (1975), os compostos fenólicos também ajudam os tegumentos a se tornarem mais rígidos e impermeáveis e atuam como inibidores da germinação. Várias espécies de Fabaceae, como *Mimosa dolens* var. *anisitsii*, *M. orthacantha* e *M. daleoides* também apresentaram essas substâncias na testa de suas sementes (IWAZAKI, 2008).

Os seguintes fatores têm sido considerados como causas da impermeabilidade de sementes em Fabaceae: barreira mecânica, fornecida pela camada paliçádica da testa (CORNER 1951); barreira química, devida à suberização das paredes periclinais externas (QUINLIVAN 1971); barreira química, pela formação de cutícula (WHITE 1908, REES 1911); barreira química, pela presença de compostos fenólicos nas células da testa (WERKER et al., 1973). No caso das sementes das três espécies de *Parkia* além da barreira mecânica, observou-se grande quantidade de compostos fenólicos no tegumento, mas apenas *P. multijuga* apresentou lignificação.

As Angiospermas possuem versatilidade nas estratégias de adaptação aos seus respectivos ambientes, entre as quais se destaca o acúmulo de substâncias de reserva e de defesa em suas folhas, caule, raízes, flores, frutos e sementes (BUCKERIDGE et al., 2000).

As três espécies estudadas armazenam substâncias de reserva no embrião, sendo consideradas exalbuminosas, por não apresentarem endosperma. De acordo com Werker (1997), os materiais de reserva podem ser acumulados em praticamente todos os tecidos das sementes, temporariamente, ou permanentemente, para posterior germinação.

Os embriões das sementes, após dispersão, apresentaram maior porcentagem de carboidratos em relação a proteínas e lipídios, nas três espécies estudadas, sendo em *P. panurensis* a maior concentração, seguido de *P. velutina* e *P. multijuga*. Os carboidratos são representados pelos polissacarídeos totais, principalmente pectinas, detectados pelo vermelho de rutênio e mucilagens. Apesar dos testes com Lugol para a detecção de amido não terem reagido nos embriões das sementes das três espécies, a alta porcentagem de carboidratos sugere que algum composto, como ceras entre outros, podem ter interferido na reação.

Mucilagens ocorrem no tegumento de *P. panurensis* e *P. velutina* e nos cotilédones das três espécies. Costa (1994) considera que mucilagens correspondem a substâncias macromoleculares de natureza glicídica (polissacarídeos ácidos ou neutros) e com propriedades hidrofílicas. Devido a essas características, infere-se que a mucilagem encontrada nos tegumentos das duas espécies deste estudo, possa interferir no grau de dormência dessas sementes e na sua adaptação a ambientes degradados, devido a sua capacidade de retenção de água, podendo ser testada a semeadura direta para essas espécies.

Hellman et al. (2008) relataram que sementes maduras de *Caesalpinia echinata* Lam., são tolerantes ao dessecamento e apresentaram como principais compostos de reserva, carboidratos, lipídios e proteínas em quantidades decrescentes respectivamente. Na literatura alguns autores apontam as proteínas específicas envolvidas com a tolerância ao dessecamento e longevidade de sementes ortodoxas (CASTRO et al., 2004). Apesar de as sementes

estudadas apresentarem alto teor de carboidratos, o teor de proteínas não foi tão baixo em relação a *C. echinata*, que também apresenta comportamento de espécies ortodoxas.

De acordo com Buckeridge et al. (2004), as proteínas ocorrem, e provavelmente, são essenciais em todas as sementes. No entanto, Guimarães (1999), Carvalho e Nakagawa (1983) relatam que as proteínas, dentre os componentes químicos das sementes, ocorrem em menor proporção que os carboidratos e lipídios, exceção feita à semente de soja. Os resultados desta pesquisa, todavia, indicaram maior teor de proteínas em relação a lipídios nas sementes das três espécies estudadas. Ao contrário desses resultados, Corte et al. (2006), em estudo com sementes de *Caesalpinia peltophoroides*, observaram maior quantidade de lipídios (50%), seguido de carboidratos (32%) e proteínas solúveis (6,8%) em relação ao peso de matéria seca dos cotilédones.

Martini et al. (2008) estudando a localização de reservas em quatro espécies de *Theobroma* também concluíram que os lipídios foram as principais reservas celulares das quatro espécies estudadas.

As três espécies apresentaram alto consumo de carboidratos na fase inicial da germinação (protrusão da raiz), o que já era de se esperar devido a esta substância representar a maior reserva nas sementes após dispersão, o que pode estar relacionado ao fornecimento de energia para a germinação e ao potencial de armazenamento das sementes. Em *P. multijuga* o teor de carboidrato permanece alto na expansão do eofilo (fase 4), o que demonstra que os cotilédones ainda disponibilizarão carboidratos nas próximas fases do desenvolvimento da plântula. Esses resultados confirmam que a semeadura dessa espécie pode ser realizada diretamente nas embalagens, evitando a repicagem o que facilita o manejo das mudas no viveiro.

Na fase 4 tanto *P. panurensis* quanto *P. velutina* apresentam cotilédones quase totalmente exauridos de todas as substâncias nutritivas de reservas, enquanto *P. multijuga* apresenta cotilédones ainda vigorosos, sem sinal aparente de exaustão.

Ressel et al. (2004) baseando-se na classificação de Miquel (1987) relata que alta porcentagem do tipo morfofuncional cripto-hipógea-armazenadora foi observada para espécies clímax tolerantes à sombra e que essas espécies mantêm as reservas relativamente protegidas, além do tegumento da semente funcionar como uma barreira protetora. De acordo com Hopkins, (1986), as espécies de *Parkia* são encontradas em áreas de terra-firme, várzea sazonal e floresta secundária. *P. multijuga* ocorre tanto no interior da floresta primária como na vegetação secundária, apresentando germinação hipógea com cotilédones de reserva, típico de espécies clímax, apesar de ser classificada como secundária inicial.

Apesar dos carboidratos solúveis não terem sido determinados no presente estudo, provavelmente, estes foram os carboidratos reduzidos durante a germinação nas três espécies de *Parkia*. Outras leguminosas como *Caesalpinia peltophoroides* e *Copaifera langsdorfii* Desf. apresentaram redução nos teores de carboidratos solúveis durante a germinação (CORTE et al., 2008; BUCKERIDGE et al., 1992).

A oscilação do teor de água nos cotilédones de *P. multijuga* durante a germinação também se deve ao tipo de germinação apresentado pela espécie, hipógea criptocotiledonar, pois os cotilédones permanecem sob o solo, recebendo água que permanece nutrindo a plântula mesmo após a expansão do eofilo, portanto não se exaurem gradativamente como na germinação semi-hipógea apresentada por *P. velutina* e epígea em *P. panurensis*.

Corte et al. (2008) estudaram a mobilização de reservas em sementes de *Caesalpinia peltophoroides* durante a germinação e crescimento inicial de plântulas e verificaram que o conteúdo de lipídios presente em grande quantidade nos cotilédones decresceu gradualmente durante o período de estudo nessa espécie que apresenta germinação epígea. Para *P. panurensis* e *P. velutina*, sendo as principais reservas os carboidratos, observou-se também, que essas substâncias foram consumidas gradativamente de três a sete dias após a semeadura, o qual foi consumido até a expansão do eofilo de 12 a 15 dias após a semeadura.

5. CONCLUSÃO

A análise histoquímica das sementes estudadas apresenta algumas características comuns, como compostos fenólicos na exotesta e carboidratos nos cotilédones. A impermeabilidade do tegumento das sementes das três espécies está relacionada às características anatômicas do tegumento e aos compostos fenólicos presentes.

Compostos fenólicos, alcalóides e terpenóides presentes no tegumento das sementes são provavelmente as principais substâncias relacionadas à defesa da semente.

As principais substâncias de reservas encontradas nos embriões das sementes, após dispersão, foram em ordem crescente, lipídios, proteínas e carboidratos, sendo este último com maior proporção nas três espécies estudadas.

Todas as substâncias nutritivas de reservas armazenadas e quantificadas no embrião foram consumidas de forma gradativa durante as fases do processo germinativo até a formação da plântula. Apenas *P. multijuga* apresentou alto teor de carboidratos na fase final da germinação, indicando que a espécie ainda disponibilizará dessa substância nas próximas fases de desenvolvimento da plântula.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical - PPGAT/UFAM pelo curso oferecido; à FINEP/MCT e ao Petróleo Brasileiro S/A pelo apoio financeiro por meio do Programa de Ciência e Tecnologia do Petróleo - CTPETRO; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pela concessão da bolsa de doutorado à primeira autora.

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – A.O.A.C. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 15.ed. Washington, 1990. 684p.

BORGES, E. E. L. et al. Crescimento e mobilização de carboidrato em embrião de sementes de fedegoso (*Senna macranthera* Irwin Barneby) durante a germinação. **Revista Cerne**, v.8, n.1, p.69-76, 2002.

BUCKERIDGE, M. S. et al. Xyloglucan structure and post-germinative metabolism in seeds of *Copaifera langsdorfii* from savanna and forest populations. **Physiologia Plantarum.** V.86, p.145-151, 1992.

BUCKERIDGE, M. S.; DOS SANTOS, H. P; TINÉ, M. A. S. Mobilisation of storage cell wall polysaccharides in seeds. **Plant Physiol. Biochem. Elsevier**, v.38, n.1/2, p.141-156, 2000.

BUCKERIDGE, M. S. et al. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed, 2004.

BRUNDRETT, M. C.; KENDRICK, B.; PETERSON, C. A. Efficient lipid staining in plant material with Sudan Red 7B or Fluoral Yellow 088 in polyethylene glycol-glycerol. **Biotech e Histochem.**, v.66, p. 111-116, 1991.

CAIN, A. J. The use of Nile Blue in the examination of lipids. **Quarter. J. Microsc. Sci.**, v. 88, p.111-116, 1991.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas, Fundação Cargill, 1983.

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

CASTRO, R.D., BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed, pp. 51-67. 2004.

CORNER, E.J.H. The leguminous seed. *Phytomorphology*, v.1, p.117-150, 1951.

CORNER, E. J. H. **The seeds of the Dicotyledons**. London: Cambridge University Press, v.1, 1976. 311p.

CORTE, V. B. et al. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae-Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, v.30, n.6, p.941-949, 2006.

CORTE, V. B. et al. Histochemical aspects of reserves mobilization of *Caesalpinia peltophoroides* (Leguminosae) seeds during germination and seedlings early growth. **Revista Árvore**, v.32, n.4, p.641-650, 2008.

COSTA, A.F. **Farmacognosia**. 4. ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. p. 1-91, 1994.

FURR, M.; MAHLBERG, P.G. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. **Journal of Natural Products** v.44, p.153-159, 1981.

GABE, M. **Techniques histologiques**. Masson & Cie, Paris, 1968.

GANTER, P.; JOLLÉS, G. **Histologie normale et pathologique**, v.2. Paris: Gauthier – Villars, 1970.

GONÇALVES, J. F. de C. et al. Primary metabolism components of seeds from Brazilian Amazon tree species. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.14, n.2, p.139-142, 2002.

GUIMARÃES, R. M. **Fisiologia de sementes**. Lavras: UFLA/FAEP, 1999. 79p.

HELLMAN, M. E. et al. Variações dos carboidratos de reserva de sementes de *Caesalpinia echinata* (pau-brasil) armazenadas sob diferentes temperaturas. **Hoehnea**, v.35, n.2, p.255-264, 2008.

HOPKINS, H.C. *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). **Flora Neotrópica**. New York Botanical Garden. New York, Monografia 43, p.93-98, 1986.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, IMESP, 3ª ed. v.1, 1985. 533p.

IWAZAKI, M. de C. **Frutos, sementes e plântulas de três espécies de *Mimosa* Linnaeus (Fabaceae-Mimosoideae): aspectos morfoanatômicos e considerações ecológico-filogenéticas**. Dissertação (Mestrado - Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, 2008.

JENSEN, W.A. **Botanical histochemistry: principles and practice**. W. H. Freeman & Co., San Francisco, 1962.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique** McGraw-Hill Book, New York, 1940.

MACE, M.E.; HOWELL, C.R. Histological and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. **Canadian Journal of Botany** v. 52, p.2423-2426, 1974.

MARTINI et al. Localization of the cotyledon reserves of *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum., *T. subincanum* Mart., *T. bicolor* Bonpl. and their analogies with *T. cacao* L. **Revista Brasileira de Botânica**. v.31, n.1, p.147-154, 2008.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MABER, A. The germination of seeds. Exeter, Pergamon Press. NIKOLAEVA, M.G. 2004. On criteria to use in studies of seed evolution. **Seed Science Research**. v.14, p. 315 - 320, 1975.

MIQUEL, S. Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. **Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle**, 4ème série, section B, Adansonia, v.9, p. 101-121, 1987.

O'BRIEN, T. P.; MCCULLY, M. E. **The study of plant structure: principles and selected methods**. Melbourne: Termarcaphy PTY Ltd, 1981.

PIZZOLATO, T. D.; LILLIE, R. D. Mayer's tannic acid-ferric chloride stain for mucins. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v.21, p.56-64, 1973.

PEARSE, A. G. E. **Histochemistry theoretical and applied**. Churchill Livingstone, Edinburgh. 4 ed., v.2, 1980.

QUINLIVAN, B.J. Seed coat impermeability in legumes. **The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, v. 37, p.283-293, 1971.

REES, B. **Longevity of seeds and structure and nature of seed coat**. Proceedings of the Royal Society of Victoria, New Series, v. 23, p.393-414, 1911.

RESSEL, K.; GUILHERME, F. A. G.; SHIAVINI, I; OLIVEIRA, P. E. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da estação ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**. v.27, n.2, p.311-323, 2004.

WERKER, E. **Seed anatomy**. Gebrüder Borntraeger, Berlin. (Handbuch der Pflanzenanatomie), 1997. 424p.

WERKER, E., DAFNI, A.; NEGBI, M. Variability in *Prosopis farcata* in Israel: anatomical features of the seed. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 66, p.223-232, 1973.

WHITE, J. **The occurrence of an impermeable cuticle on the exterior of certain seeds**. Proceedings of the Royal Society of Victoria, v. 21, p.203-210, 1908.

Tabela 1. Metodologias utilizadas para a detecção das principais classes de metabólitos em sementes de *Parkia multijuga* Benth., *Parkia panurensis* Bentham ex H. C. Hopki e *Parkia velutina* Benoist.

Table 1. Methodologies used for the detection of major classes of metabolites in seeds of Parkia multijuga Benth. Parkia panurensis Bentham ex H. C. Hopki and Parkia velutina Benoist.

	Grupo de Metabólito	Teste aplicado	Reação	Referências
Lipídios	Lipídios totais	Vermelho de sudão escarlatte	Alaranjado (carmim)	Brundett et al. (1991)
	Lipídios ácidos e neutros	Sulfato Azul do Nilo	Ácidos azul e neutros rosa	Cain (1991)
	Ácidos graxos	Ácido Rubeânico	Verde escuro	Ganter e Jollés (1970)
Proteínas	Proteínas totais	Ponceau de xilidina	Vermelho intenso	O' Brien e McCully (1981)
Carboidratos	Amido	Lugol	Roxo	Jensen (1962)
	Polissacarídeos	Pectinas	Vermelho de Rutênio	Rosa
Mucopolissacarídeos ácidos		Azul de Alciano	Azul-turquesa	Pearse (1980)
Mucilagens		Ácido Tânico/Cloreto de Ferro III	Negro	Pizzolato e Lillie (1973)
Compostos Fenólicos		Compostos fenólicos gerais	Cloreto de ferro III /Dicromato de Potássio	Verde intenso, azul ou negro
	Taninos	Vanilina clorídrica	Vermelho	Mace e Howel, (1974)
	Ligninas	Floroglucinol	Vermelho/rosa intenso	Johansen (1940)
Alcalóides	Alcalóides gerais	Reagente de Dittmar	Castanho avermelhado	Furr e Mahlberg (1981)
Terpenóides	Terpenóides com grupo carbonilo	2,4 dinitrofenilhidrazina	Vermelho escuro	Ganter e Jollés (1970)

Tabela 2. Resultado dos testes histoquímicos aplicados em sementes maduras de *Parkia multijuga* Benth., *P. velutina* Benoist e *P. panurensis* Benth. ex H. C. Hopkins. + = reação positiva; - = reação negativa; Tg = tegumento; Co = cotilédone

Table 2. Results of histochemical tests on mature seeds of *Parkia multijuga* Benth., *P. velutina* Benoist and *P. panurensis* Benth. ex H. C. Hopkins. + = positive reaction, - = negative reaction; Tg = tegument Co = cotyledon.

GRUPOS METABÓLICOS	TESTE	<i>P. multijuga</i>		<i>P. panurensis</i>		<i>P. velutina</i>	
		Tg	Co	Tg	Co	Tg	Co
LIPÍDIOS							
Lipídios totais	Sudam Scarlatte/Sudam III	+	+	+	+	+	+
Lipídios ácidos e neutros	Sulfato Azul do Nilo	+	+	-	-	-	-
Ácidos graxos	Ácido Rubeânico	+	+	+	+	+	+
PROTEÍNAS							
Proteínas totais	Xylidine Ponceau	+	+	-	+	-	+
CARBOIDRATOS							
Amido	Lugol	-	-	-	-	-	-
Polissacarídeos (Pectinas)	Vermelho de Rutênio	-	+	-	+	-	+
Mucopolissacarídeos ácidos	Azul de alciano	-	-	+	-	+	+
Mucilagens	Ácido Tânico	-	+	+	+	+	+
COMPOSTOS FENÓLICOS							
Compostos fenólicos gerais	Cloreto de ferro III/Dicrom. de Potássio/Sulfato ferroso	+	+	+	-	+	+
Taninos	Vanilina clorídrica	+	-	+	-	+	+
Ligninas	Floroglucinol	+	-	-	-	-	-
ALCALÓIDES							
Alcalóides gerais	Reagente de Dittmar	+	-	+	+	+	+
TERPENÓIDES							
Terpenóides	2,4 dinitrofenilhidrazina	-	-	+	-	+	-

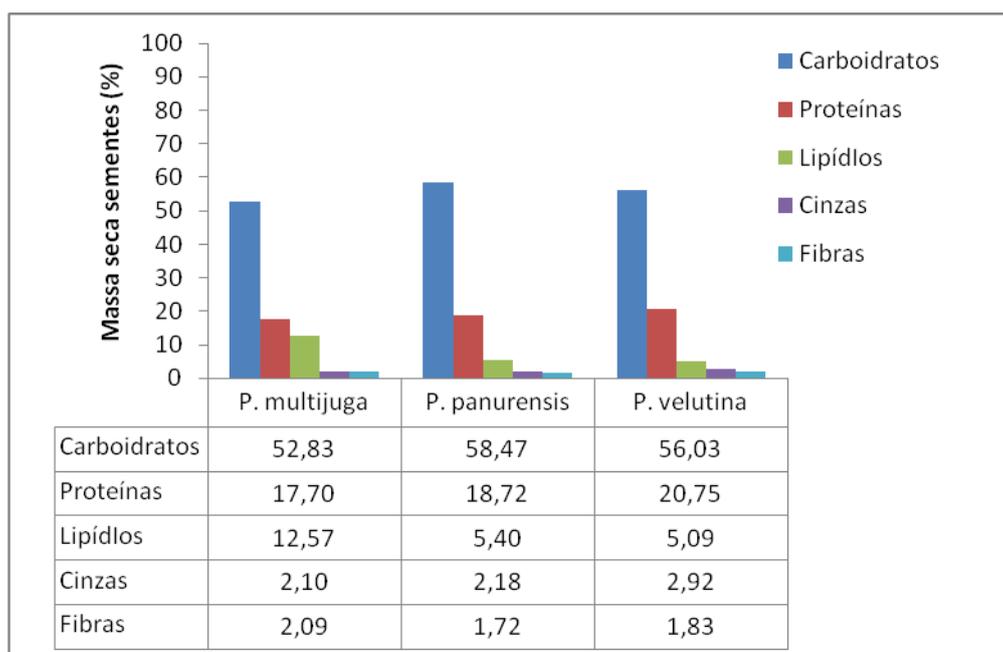


Figura 1- Composição química das sementes, após dispersão, de *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina*.

Figure 1. Chemical composition of seeds after dispersal of P. multijuga, P. panurensis and P. velutina.

Tabela 3 - Teor (%) de substâncias de reservas e umidade nos cotilédones de *Parkia multijuga* durante a germinação.

Table 3. Content (%) of reserves substances and moisture in the cotyledons of Parkia multijuga during germination.

Tratamentos	Características (%)					
	Carboidratos	Lipídios	Proteínas	Cinzas	Fibras	Umidade
Fase 1	36,90 a	3,03 ab	3,70 a	1,09 a	1,92 ^{ns}	53,36 d
Fase 2	29,67 b	4,03 a	2,97 b	0,90 ab	2,08 ^{ns}	75,85 a
Fase 3	24,28 c	2,77 b	2,40 c	0,96 ab	1,89 ^{ns}	67,70 b
Fase 4	17,84 d	1,07 c	2,80 b	0,71 b	1,74 ^{ns}	60,33 c
CV (%)	1,846	14,944	4,564	12,836	8,236	0,785

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 4 - Teor de substâncias de reservas e umidade nos cotilédones de *Parkia panurensis* durante a germinação.

Table 4. Substance content of reserves and moisture in cotyledons of Parkia panurensis during germination.

Tratamentos	Características (%)					
	Carboidratos	Lipídios	Proteínas	Cinzas	Fibras	Umidade
Fase 1	22,06 a	1,23 a	4,17 a	0,81 a	2,03 ^{ns}	85,70 a
Fase 2	17,71 b	0,37 b	3,27 b	0,60 b	2,01 ^{ns}	78,10 b
Fase 3	16,70 b	0,33 b	2,23 c	0,54 c	2,10 ^{ns}	76,05 b
Fase 4	9,84 c	0,23 b	1,57 d	0,54 c	2,13 ^{ns}	69,70 c
CV (%)	7,530	31,075	4,821	1,891	10,122	1,506

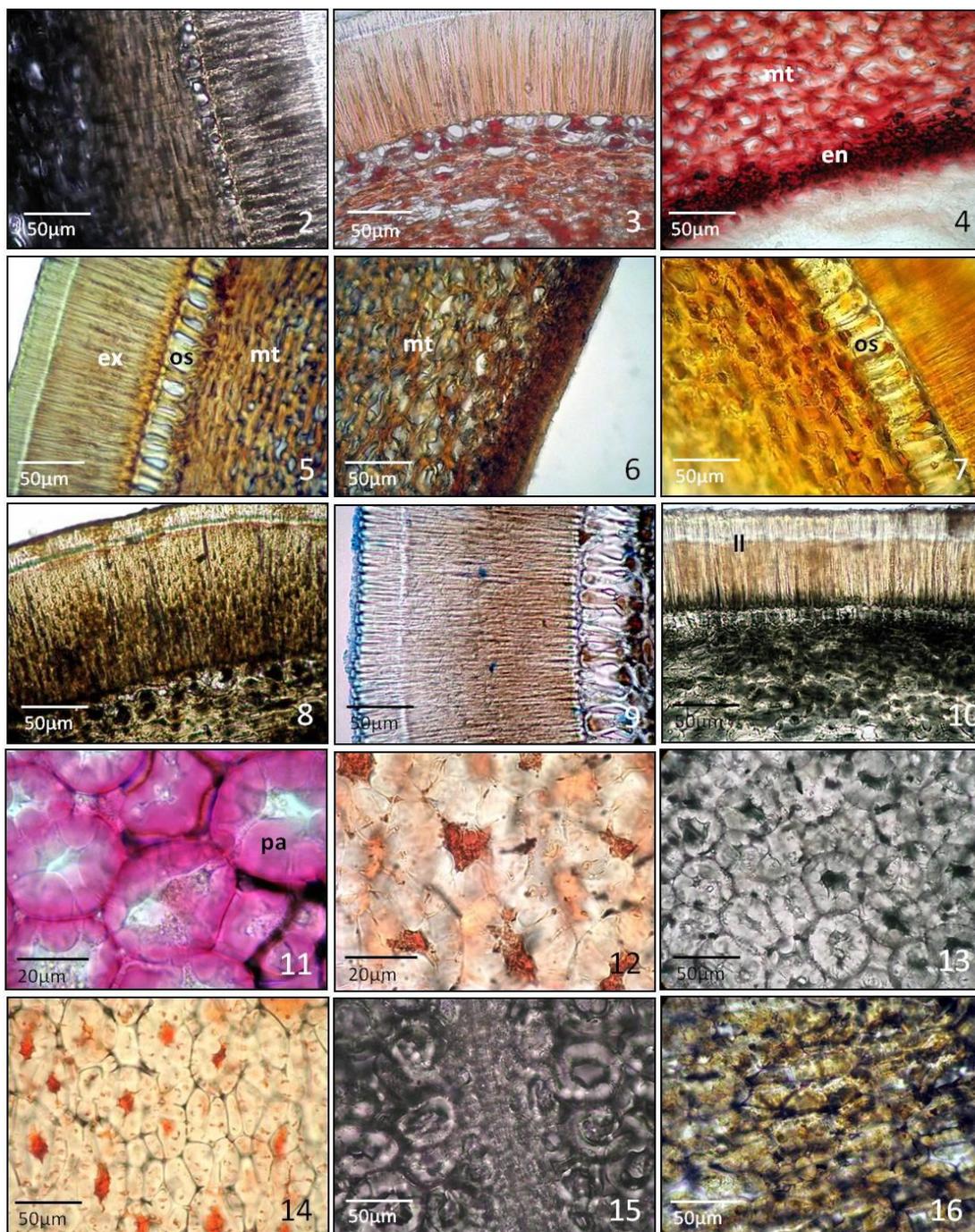
* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 5 - Teor de substâncias de reservas e umidade nos cotilédones de *Parkia velutina* durante a germinação.

Table 5. Substance content of reserves and moisture in cotyledons of Parkia velutina during germination.

Tratamentos	Características (%)					
	Carboidratos	Lipídios	Proteínas	Cinzas	Fibras	Umidade
Fase 1	24,99 a	1,03 a	3,57 a	0,98 a	2,54 a	86,69 a
Fase 2	19,50 b	0,40 b	2,83 b	0,98 a	1,78 c	77,10 b
Fase 3	18,17 b	0,23 bc	1,90 c	0,54 b	2,06 bc	74,50 b
Fase 4	9,44 c	0,10 c	0,93 d	0,54 b	2,30 ab	66,90 c
CV (%)	6,936	18,487	7,184	5,032	5,209	1,609

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Figuras 2-16. Secções transversais da semente madura de *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina* submetidas a testes histoquímicos em amostras frescas. 2. Tegumento de *P. multijuga* evidenciando compostos fenólicos gerais. 3. Tegumento de *P. panurensis*, taninos. 4. Tegumento de *P. multijuga* idem. 5-6. Idem idem, evidenciando alcalóides. 7. Idem *P. velutina*, terpenóides. 8. Idem *P. panurensis*, mucilagens. 9. Idem *P. velutina*, mucopolissacarídeos ácidos. 10. Idem *P. multijuga*, ácidos graxos. 11. Cotilédones de *P. multijuga* evidenciando pectinas. 12. Idem *P. panurensis*, lipídios totais. 13. Idem *P. velutina*, ácido graxo. 14. Idem idem, proteínas. 15. Idem *P. multijuga*, compostos fenólicos. 16. Idem *P. multijuga*, mucilagens. en – endotesta; ex – exotesta; ll – linha lúcida; mt – mesotesta; os – osteoesclereídeos; pa – parede da célula.

Figure 2-16. Cross sections of mature seed of *P. multijuga*, *P. panurensis* and *P. velutina* submitted to histochemical tests on fresh samples. 2. Tegument of *P. multijuga* showing general phenolic compounds. 3. Tegument of *P. panurensis*, tannin. 4. Tegument of *P. multijuga* ditto. 5-6. Ditto ditto, showing alkaloids. 7. Ditto *P. velutina*, terpenoids. 8. Ditto *P. panurensis*, mucilage. 9. Ditto *P. velutina*, acidic mucopolysaccharides. 10. Ditto *P. multijuga*, fatty acids. 11. Cotyledons of *P. multijuga* showing pectin. 12. Ditto *P. panurensis*, total lipids. 13. Ditto *P. velutina*, fatty acid. 14. Ditto ditto, proteins. 15. Ditto *P. multijuga*, phenolic compounds. 16. Ditto *P. multijuga*, mucilage. en - endotesta; ex - exotesta; ll - lucid line; mt - mesotesta; the - osteoesclereídeos; pa - cell wall.

CAPÍTULO IV
SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE TRÊS ESPÉCIES DE
***Parkia* (FABACEAE-MIMOSOIDEAE)**

Elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Sementes

SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE TRÊS ESPÉCIES DE *Parkia*
(FABACEAE-MIMOSOIDEAE)¹

MARIA DA GLÓRIA GONÇALVES DE MELO²; MARIA SILVIA DE MENDONÇA³

RESUMO – O conhecimento dos processos germinativos de sementes com tegumentos resistentes, como ocorre em algumas espécies pertencentes à família Fabaceae, pode fornecer subsídios para a produção de mudas e recomposição de áreas degradadas. As sementes de *Parkia* apresentam germinação natural lenta e irregular, o que pode ser atribuído à impermeabilidade do tegumento. O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar diferentes métodos de superação de dormência física das sementes de *Parkia multijuga*, *P. velutina* e *P. panurensis*. Foram utilizadas sementes coletadas na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), em Coari/AM, submetidas aos seguintes tratamentos: testemunha (T0), desponte (T1), desponte seguido da imersão em água por 8 horas (T2), escarificação mecânica do tegumento em esmeril elétrico (T3), escarificação mecânica do tegumento em esmeril elétrico seguido pela imersão em água por 8 horas (T4), punção com agulha quente (T5), punção com agulha quente seguido pela imersão em água por 8 horas (T6), imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 30 minutos (T7), imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 20 minutos (T8), imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 15 minutos (T9). As sementes de cada tratamento foram submetidas ao teste de germinação, avaliando-se a porcentagem de germinação, tempo médio de emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência de plântulas e índice de sincronização. Em geral, todos os tratamentos pré-germinativos aplicados às sementes das três espécies, foram eficientes para aumentar a porcentagem de germinação em relação à testemunha. Os tratamentos de escarificação mecânica com esmeril elétrico na lateral da semente foram mais eficientes na superação da dormência de sementes de *P. panurensis* e *P. multijuga*, enquanto a escarificação química com ácido sulfúrico em maior tempo de imersão foi mais eficiente para as sementes de *P. panurensis* e *P. velutina* tanto para emergência de plântulas quanto para a formação de plântulas normais.

Termos para indexação: espécie florestal, tegumento impermeável, *Parkia multijuga*, *Parkia velutina*, *Parkia panurensis*.

¹ Parte da Tese de Doutorado da primeira autora

² Eng. Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical PPGAT/UFAM, Pesquisadora CTPETRO (PT2), Professora da Escola Superior de Tecnologia EST/UEA, Av. Darcy Vargas 1200, Parque Dez, CEP: 69.050.020 - Manaus – AM. Email: mgmelo@uea.edu.br

³ Professora Titular da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (FCA/UFAM) – Manaus – AM

DORMANCY OVERCOMING IN SEEDS OF THREE SPECIES OF *Parkia* (FABACEAE-MIMOSOIDEAE)

ABSTRACT - The germinative processesess knowledge of seeds with resistant coats, as occurs in some species belonging to the Fabaceae family, may provide subsidies for seedling production and restoration of degraded areas. The *Parkia* seeds have a natural slow and irregular germination, which can be attributed to the tegument impermeability. The study aimed to evaluate different methods of physical dormancy overcoming of *Parkia multijuga*, *P. velutina* and *P. panurensis* seeds. Collected seeds were used at the Base de Operações Pedro de Moura (BOGPM), in Coari/AM, subject to the following treatments: control (T0), sprout (T1), sprout followed by immersion in water for 8 hours (T2), mechanical scarification tegument on electrical emery (T3), mechanical scarification of the tegument on electrical emery followed by immersion in water for 8 hours (T4), needle puncture in hot water (T5), needle puncture followed by immersion in hot water for 8 hours (T6), sulfuric acid immersion (H₂SO₄) for 30 minutes (T7), sulfuric acid immersion(H₂SO₄) for 20 min (T8), sulfuric acid immersion(H₂SO₄) for 15 minutes (T9). The seeds of each treatment were submitted to germination tests, to evaluate the germination percentage, average time of seedling emergency, seedling emergency speed index and rate of synchronization. In general, all pre-germinative treatments on the seeds of three species were efficient to increase the percentage of germination in relation to the control. The mechanical scarification treatments with emery electric on the side of the seed were more effective in overcoming the dormancy of seeds of *P. panurensis* and *P. multijuga*, while the chemical scarification with sulfuric acid in a longer period of immersion was more effective for seeds of *P. panurensis* and *P. velutina* to both seedling emergency and for formation of normal seedling.

Index Terms: forest species, waterproof coat, *Parkia multijuga*, *Parkia velutina*, *Parkia panurensis*.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a taxa de conversão de florestas tem sido particularmente elevada nos trópicos (Sarmiento e Villela, 2010). Embora as taxas de desmatamento estejam diminuindo, ainda não é possível estabelecer uma tendência de estabilização ao longo do tempo.

A necessidade de conservação das florestas tropicais e a forte demanda social e científica pela conservação das florestas e recuperação de áreas ambientalmente degradadas são urgentes e se constitui em premissa básica. Esses fatores vêm, nos últimos anos, fortalecendo as políticas ambientais na promoção de um aumento de demanda de sementes de espécies nativas, que constituem insumo básico nos programas de recuperação ou conservação de ecossistemas, melhoramento florestal e biotecnologia (Sarmiento e Villela, 2010).

Em contraste a esse fato, observa-se o avanço inexpressivo de estudos sobre as espécies florestais que compõem esses ecossistemas, do ponto de vista ecológico, biológico e tecnológico.

As espécies nativas ocupam importante e crescente espaço no mercado de sementes. No entanto, ainda existe uma lacuna para se formalizar as atividades de comercialização e controle de qualidade das sementes dessas espécies, tanto por falta de conhecimento do comportamento biológico de muitas espécies, como de padrões estabelecidos para a sua comercialização. Apesar de ser grande o número de espécies nativas comercializadas no Brasil para fins de recomposição florestal, e da inclusão de expressivo número de novas espécies nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), esse número ainda é incipiente dada a diversidade de espécies em florestas tropicais.

A utilização de sementes é a maneira mais usual de propagação das espécies e também considerada mais fácil e econômica do que a propagação vegetativa e a micropropagação

(Silveira et al., 2002). Porém, o sucesso na utilização de sementes depende de uma germinação rápida e uniforme, seguida por pronta emergência das plântulas, pois quanto mais tempo a plântula demorar a emergir e permanecer nos estádios iniciais de desenvolvimento, mais vulnerável estará exposta às condições adversas do ambiente (Martins et al., 2000).

Na maioria das espécies florestais, a dormência de sementes é um fato comum, sendo esta, em condições naturais, de grande valor por ser um mecanismo de sobrevivência da espécie. No entanto, passa a ser um problema quando as sementes são utilizadas para a produção de mudas em razão do longo tempo necessário para a germinação, ficando as mesmas sujeitas a condições adversas, com grandes possibilidades de ataques de fungos, o que acarreta em perdas (Borges et al., 1982).

O conhecimento dos processos germinativos, sobretudo daquelas sementes com tegumentos resistentes, como ocorre com a maioria das espécies pertencentes à família Fabaceae, pode fornecer subsídios para a produção de mudas e recomposição de áreas degradadas (Piña-Rodrigues et al., 2007).

As sementes de *Parkia* apresentam dormência devido à impermeabilidade do tegumento, como já foi observado por Barbosa et al. (1984) e Fowler e Bianchetti (2000) e relatado por Oliveira et al. (2006), ou seja, as sementes são dotadas de dormência física, seguindo a classificação de Baskin e Baskin (1998), que dificulta a sua propagação.

Entre os tratamentos utilizados com sucesso para superação da dormência tegumentar de espécies florestais, destacam-se as escarificações mecânica e química. A aplicação e eficiência desses tratamentos dependem do grau de dormência, que é variável entre diferentes espécies, procedências e anos de coleta (Oliveira et al., 2003).

Os tratamentos visando à superação de dormência de sementes com tegumento impermeável à água apresentam vantagens e desvantagens, de modo que cada um deles deve ser estudado, levando-se em conta, também, o custo efetivo e a facilidade de execução. Diante

do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes métodos de superação da dormência física das sementes de *Parkia multijuga*, *P. velutina* e *P. panurensis*.

MATERIAL E MÉTODOS

As matrizes foram selecionadas em área de floresta natural, em terra-firme, caracterizada por apresentar espécies de maior porte (até 50 m) (Noronha, 2003). Os frutos foram coletados de dez indivíduos por espécie, ao longo do rio Urucu e nas áreas de LUC (Leste do rio Urucu) na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), Coari/AM, localizada a 623 km de Manaus, com as coordenadas geográficas 04°53'S e 65°11'W.

A identificação do material botânico foi realizada no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA e as exsicatas preparadas e incluídas no acervo do Herbário da Escola Superior de Tecnologia – EST, como documento taxonômico.

A extração das sementes foi feita de forma manual após imersão dos frutos em água por 72 horas. Em seguida as sementes foram lavadas em água corrente até a completa remoção do visgo por maceração em peneira sendo eliminadas as sementes malformadas, com injúrias mecânicas e/ou predadas por insetos.

As sementes, depois de beneficiadas, foram secadas em ambiente de laboratório por cinco dias e acondicionadas em sacos plásticos, etiquetados e armazenados por seis meses em câmara fria (7 °C), no Laboratório de Sementes da Escola Superior de Tecnologia, da Universidade do Estado do Amazonas.

Antes da instalação dos experimentos foi determinado o teor de água das sementes segundo Brasil (2009) com duas subamostras de 10 g de sementes inteiras para *P. multijuga* e 5 g para *P. velutina* e *P. panurensis*.

As sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos pré-germinativos:

Testemunha (T0): sementes intactas, semeadas sem tratamento prévio.

Desponte (T1): com auxílio de um cortador de unha com corte linear, o desponte da semente foi feito no lado oposto ao da emissão da raiz primária, deixando exposta uma pequena parte do cotilédone.

Desponte seguido da imersão em água por 8 horas (T2): seguindo o mesmo procedimento do desponte, as sementes foram imersas em água destilada em béquer de 1L, até a imersão total da amostra por 8 horas, em ambiente de laboratório (25 °C).

Escarificação mecânica do tegumento em esmeril elétrico (T3): as sementes foram friccionadas manualmente em esmeril elétrico, na região lateral de apenas um lado da semente até o desgaste do tegumento, evitando, contudo danificar o embrião.

Escarificação mecânica do tegumento em esmeril elétrico seguido pela imersão em água por 8 horas (T4): após a escarificação manual, as sementes foram imersas em água destilada em béquer de 1L, até a imersão total da amostra por 8 horas, em ambiente de laboratório (25 °C).

Punção com agulha quente (T5): em cada semente foi feita perfuração na região mediana do tegumento com auxílio de agulha quente, até que se visualizasse o cotilédone.

Punção com agulha quente seguido pela imersão em água por 8 horas (T6): após a punção no tegumento, as sementes foram imersas em água destilada em béquer de 1L, até a imersão total da amostra por 8 horas, em ambiente de laboratório (25 °C).

Imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 30 minutos (T7): utilizando-se um béquer as sementes foram imersas em ácido sulfúrico (96% p.a) por trinta minutos.

Imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 20 minutos (T8): as sementes foram imersas em ácido sulfúrico (96% p.a) por vinte minutos.

Imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄) por 15 minutos (T9): as sementes foram imersas em ácido sulfúrico (96% p.a) por quinze minutos.

As sementes tratadas com ácido sulfúrico foram lavadas em água corrente, à temperatura ambiente por aproximadamente cinco minutos com a finalidade de retirar o excesso de ácido e uniformizar as temperaturas.

As sementes de cada tratamento foram submetidas ao teste de germinação e a semeadura, feita em bandejas plásticas, perfuradas no fundo, contendo como substrato areia lavada, previamente peneirada a uma profundidade de duas vezes o diâmetro da semente permanecendo à temperatura ambiente em viveiro com 30% de sombreamento. A umidade do substrato foi mantida com irrigações diárias.

As características avaliadas foram: porcentagem de germinação, tempo médio de emergência (TME) (Edwards, 1934), índice de velocidade de emergência (IVE) (Maguire, 1962) e índice de sincronização (E) (Laboriau, 1983). Também foram avaliadas as sementes intactas e mortas no final do experimento. Consideraram-se como intactas, as sementes duras, que ao término do experimento não apresentavam sinais de deterioração ou embebição e como mortas, as sementes que se apresentavam amolecidas, atacadas por microorganismos e não apresentaram nem um sinal de início de germinação (Brasil, 2009). Para as sementes intactas, foi aplicado o teste de tetrazólio na concentração de 0,5% para *P. panurensis* e *P. velutina* conforme recomendado por Mendes et al., (2009) e a 1% para as sementes de *P. multijuga* por duas horas em estufa aos 40 °C, com o objetivo de verificar se as mesmas permaneciam viáveis.

As contagens do número de sementes germinadas iniciaram-se aos 4 dias para *P. panurensis* e 5 dias para *P. velutina* e *P. multijuga* e estenderam-se até 152, 340 e 451 dias respectivamente, utilizando-se como critério de germinação as emissões do epicótilo na superfície do substrato para *P. multijuga* e do hipocótilo para *P. velutina* e *P. panurensis*. Considerou-se como plântula normal a expansão do eofilo com todas as estruturas essenciais da plântula em perfeito estágio de desenvolvimento.

Foi empregado o delineamento experimental inteiramente casualizado com 100 sementes por tratamento, distribuídas em quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos a testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk) e foi constatada a não normalidade na distribuição dos dados. Então, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis em 5% de probabilidade. O software utilizado foi o ASSISTAT versão 7.5 beta (2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início do experimento o teor de água das sementes foi de 11,0% para *Parkia multijuga* e *Parkia velutina* e 8,8% para *Parkia panurensis*.

Para *P. multijuga* a emergência do epicótilo foi superior nos tratamentos de escarificação mecânica do tegumento em esmeril elétrico (T3) e escarificação seguido de imersão em água por 8 horas (T4) (Figura 1A). Houve maior formação de plântula nos tratamentos de escarificação mecânica do tegumento (T3) e imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos (T7) e todos os tratamentos diferiram da testemunha para os dois critérios avaliados.

De acordo com os resultados observados na Figura 2A, a emergência do hipocótilo das sementes de *P. panurensis* submetidas a qualquer um dos tratamentos testados diferiu da testemunha. Contudo, os tratamentos de escarificação mecânica do tegumento (T3) e imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos (T7) apresentaram valores significativamente inferiores aos demais (Figura 2A). Pelo critério de formação de plântula normal todos os tratamentos diferiram da testemunha e as sementes submetidas aos tratamentos com ácido sulfúrico por 30, 20 e 15 minutos (T7, T8 e T9 respectivamente) foram os que promoveram maiores valores, porém o tratamento T7 não diferiu dos tratamentos de escarificação mecânica do

tegumento seguido de imersão em água por 8 horas (T4) e da punção com agulha quente seguido pela imersão em água por 8 horas (T6).

Para *P. velutina* a emergência dos tratamentos, que foram submetidos a algum procedimento, foi superior em relação à testemunha (Figura 3A). Os maiores valores de porcentagem de emergência foram obtidos nos tratamentos de desponte seguido de imersão em água por 6 horas (T2), escarificação mecânica do tegumento (T3), punção com agulha quente seguido pela imersão em água por 8 horas (T6) e imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos (T7), sendo os três últimos significativamente iguais ao desponte (T1) (Figura 3A). Quanto à formação de plântula normal, os tratamentos não diferiram entre si.

Para *P. multijuga*, o tratamento que resultou em maior índice de velocidade de emergência (IVE) e menor tempo médio de emergência (TME) foi o de escarificação seguido de imersão em água por 8 horas (T4), considerando-se a emissão de epicótilo e a formação de plântulas normais (Figura 1B-C). Todos os tratamentos proporcionaram maior IVE e menor TME comparados à testemunha, pelos dois critérios avaliados.

Os tratamentos de escarificação mecânica do tegumento seguido de imersão em água por 8 horas (T4) e com ácido sulfúrico por 30 e 20 minutos (T7 e T8) proporcionaram, para *P. panurensis* maiores índices de velocidade de emergência (IVE) e menores tempos médios de emergência (TME) do hipocótilo (Figura 2B-C). Os maiores índices de velocidade de emergência de plântulas normais ocorreram nos tratamentos T3, T4, T7 e T8 e os menores tempos médios para esse critério ocorreram nos tratamentos T4, T7 e T8. Para essas duas variáveis, nos dois critérios de avaliação, todos os tratamentos diferiram da testemunha.

Para *P. velutina*, os tratamentos que resultaram em maiores índices de velocidade de emergência (IVE) levando em consideração a emissão do hipocótilo foram o de escarificação mecânica do tegumento (T3) e imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos (T7) e os menores tempos médios de emergência (TME) deram-se nos tratamentos de punção com agulha quente

(T5) e imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos (T7) (Figura 3B-C). Considerando-se a formação de plântulas normais, o maior IVE e menor TME ocorreram no tratamento T7. Todos os tratamentos proporcionaram maior IVE e menor TME comparados à testemunha.

Para as três espécies de *Parkia* estudadas, os tratamentos de superação da dormência física foram eficientes, o que pode ser observado, por diferirem da testemunha na promoção de uma emergência rápida e uniforme e no aumento do vigor, demonstrado pelo tempo médio de emergência (TME) e índice de velocidade de emergência (IVE). Em sementes de *Sesbania sesban* e *Vigna oblongifolia* (Fabaceae), Hu et al. (2009) verificaram que o principal local de entrada de água nas sementes após a quebra de dormência física pode variar de acordo com os tratamentos utilizados, o que pode determinar a velocidade da absorção de água e subsequente germinação.

O desponte seguido ou não de embebição, embora não tenha aparecido como o tratamento mais eficiente para a superação da dormência, reduziu o tempo médio de emergência (TME) para as três espécies. Considerando o critério de emissão do epicótilo ou hipocótilo, para *P. multijuga* a redução foi de 238 para 13 dias (com embebição) e a 16 dias (sem embebição), para *P. panurensis* a redução foi de 89 para 7 dias e para *P. velutina* de 137 para 9 dias. Com esses tratamentos também houve redução no tempo médio de emergência (TME) para formação de plântulas normais de 273 para 14 a 18 dias para *P. multijuga*, de 94 para 10 dias para *P. panurensis* e de 143 para 11 a 12 dias para *P. velutina*.

Medeiros Filho et al. (2002) relataram que a escarificação mecânica provoca fissuras no tegumento, aumentando a permeabilidade e permitindo a embebição e, conseqüentemente, o início da germinação. Neste estudo, os tratamentos de escarificação mecânica com esmeril elétrico na lateral da semente seguidos ou não de embebição foram os mais eficientes na superação da dormência de *P. multijuga* e *P. panurensis* reduzindo o tempo de emergência de 238 para 10 dias e de 90 para 5 dias e formação de plântulas normais de 273 para 12 dias e 94

para 9 dias respectivamente. Para *P. velutina* este tratamento proporcionou redução de 136 para 8 dias na emissão do hipocótilo e de 143 para 11 dias na formação de plântulas normais.

Os tratamentos com punção com agulha quente reduziram o tempo médio de emergência (TME) com pequena vantagem para os que foram submetidos à embebição. Para *P. multijuga* o tempo médio de emergência (TME) para emissão do epicótilo foi reduzido para 12 a 13 dias, e para formação de plântulas normais para 14 a 15 dias. Para *P. panurensis* houve redução para 5 a 6 dias (com e sem embebição respectivamente) e para a formação de plântulas para 9 a 10 dias. Já em *P. velutina* o tempo médio de emergência (TME) foi reduzido para 8 a 9 dias na emissão do hipocótilo e de 11 a 12 dias na formação de plântulas normais.

Diversos autores ressaltam a eficiência da escarificação mecânica na superação da dormência física das sementes de leguminosas, como verificado nos trabalhos com sementes de *Dimorphandra mollis* (Hermansen et al., 2000), *Operculina macrocarpa* (Medeiros Filho et al., 2002), *Bauhinia divaricata* (Alves et al., 2004), *Ormosia arborea* (Lopes et al., 2004), *Ormosia nitida* (Lopes et al., 2006), *Trifolium riograndense* Burkart (Suñé e Franke, 2006), *Senna siamea* (Dutra et al., 2007), *Enterolobium contortisiliquum* (Alexandre et al., 2009) e de *Parkia discolor* (Pereira e Ferreira, 2010).

Os tratamentos com ácido sulfúrico foram os mais eficientes na superação da dormência de *P. panurensis* e *P. velutina* para os dois critérios avaliados com destaque para os maiores tempos de imersão. Em *P. panurensis* reduziu para 5 a 6 dias o tempo médio de emergência (TME) para emissão do hipocótilo e para 9 dias na formação de plântulas normais. Essa redução variou de 8 a 32 dias (hipocótilo), e de 10 a 37 dias (plântula) para *P. velutina* e de 29 a 92 dias (hipocótilo) e de 31 a 94 dias (plântula) para *P. multijuga*. Para as três espécies observa-se maior redução no tempo médio com maior tempo de imersão das sementes no ácido, sendo menos eficiente em sementes de *P. multijuga*.

Resultados semelhantes foram obtidos por Nascimento et al. (2009) com sementes de *Parkia platycephala*, em que o maior valor de índice de velocidade de emergência (IVE) foi obtido com sementes submetidas aos tratamentos de escarificação manual com lixa e imersão em ácido sulfúrico concentrado, por 15, 30 e 45 minutos. Entretanto, ao contrário dos resultados apresentados nesse trabalho, para sementes de *P. multijuga*, Bianchetti et al. (1998) recomendaram 16 minutos de imersão em ácido sulfúrico (96% p.a) como suficientes para promover a superação da impermeabilidade do tegumento. A escarificação química com ácido sulfúrico concentrado por 20, 25 e 30 minutos foram mais eficientes na superação da dormência de *Piptadenia moniliformis* Benth. (Azeredo et al., 2010).

Para o critério emissão do epicótilo, em *P. multijuga*, os menores valores do índice de sincronização, foram atribuídos aos tratamentos testemunha (T0), escarificação seguido de imersão em água por 8 horas (T4) e punção com agulha quente seguido pela imersão em água por 8 horas (T6) e os maiores foram nos tratamentos de imersão em ácido sulfúrico por 20 minutos (T8) e por 15 minutos (T9) (Figura 1D). Para o critério formação de plântulas normais o tratamento testemunha (T0) apresentou o menor índice de sincronização e os maiores índices foram apresentados pelos tratamentos T8 e T9.

Para *P. panurensis*, pelo critério emissão do hipocótilo, o menor valor do índice de sincronização, que representa a germinação mais sincronizada, foi atribuído ao tratamento de imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos (T7) e o maior, representando a menor sincronia, no tratamento com desponte (T1) e para o critério formação de plântulas normais não houve diferença entre os tratamentos testados (Figura 2D).

Em *P. velutina*, pelo critério emissão do hipocótilo, os menores valores do índice de sincronização foram atribuídos aos tratamentos de escarificação mecânica do tegumento seguido de imersão em água por 8 horas (T4) e punção com agulha quente (T5) e o maior foi no tratamento T0 (testemunha) (Figura 3D). Para o critério formação de plântulas normais o

tratamento T4 apresentou o menor índice de sincronização e os maiores índices foram apresentados pelos tratamentos testemunha (T0) e imersão em ácido sulfúrico por 15 minutos (T9).

Em *P. multijuga*, no tratamento controle (T0), após 465 dias da sementeira, 6% das sementes morreram e 14% permaneciam viáveis pelo teste de tetrazólio (Tabela 1). No tratamento de imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos (T7), 2% morreram e 2% permaneceram viáveis no final da avaliação pelo teste de tetrazólio; no tratamento de imersão em ácido sulfúrico por 20 minutos (T8), 5% morreram e 4% permaneciam viáveis e no tratamento de imersão em ácido sulfúrico por 15 minutos (T9), 5% estavam mortas e 15% permaneciam viáveis. Nos demais tratamentos, todas as sementes não germinadas encontravam-se mortas após término do experimento, considerando-se assim por apresentarem sinais nítidos de apodrecimento de acordo com Brasil (2009).

O tratamento controle (T0) em *P. panurensis*, aos 165 dias da sementeira, apresentou 8% de sementes mortas e 27% viáveis pelo teste de tetrazólio (Tabela 1). Nos demais tratamentos, todas as sementes remanescentes, encontravam-se mortas ao término do experimento.

Em *P. velutina*, nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 e T8, todas as sementes não germinadas, após 344 dias de sementeira encontravam-se mortas (Tabela 1). No tratamento controle (T0) após o encerramento do experimento, 22% das sementes estavam mortas e 21% apresentaram-se viáveis pelo teste de tetrazólio. No tratamento de imersão em ácido sulfúrico por 15 minutos (T9), 27% morreram e 3% permaneciam viáveis pelo teste de tetrazólio.

As três espécies apresentaram sementes não germinadas no final da avaliação dos experimentos, onde se verificou pelo teste de tetrazólio, que a maioria das sementes sem tratamento para superação da dormência, permanecia viável, comprovando-se o alto grau de

dormência das sementes. Destacaram-se com maior número de sementes intactas e viáveis *P. multijuga*, seguido de *P. velutina* e *P. panurensis*, apresentando diferenças no grau de impermeabilidade por espécie. Essa diferença pode ser atribuída à profundidade da linha do pleurograma no tegumento de cada espécie (menos impresso em *P. multijuga* e *P. velutina* e mais impresso em *P. panurensis*), macrosclereides e aos compostos fenólicos nas sementes. Gunn (1981) sugeriu que o pleurograma, de maneira similar ao hilo, pode também funcionar como uma válvula higroscópica, similar ao hilo das Papilionoideae, o que foi confirmado no presente estudo.

Sert et al. (2009) comentaram que a impermeabilidade do tegumento de sementes de *Cassia cathartica*, espécie da mesma família de *Parkia*, se deve à cutícula, camada subcuticular e ou à porção cônica das macrosclereídes.

CONCLUSÕES

Os tratamentos de escarificação mecânica com esmeril elétrico na lateral da semente reduzem o tempo de emergência, caracterizando eficiência na superação da dormência de sementes de *Parkia panurensis* e *P. multijuga*.

A escarificação química com ácido sulfúrico por 30 minutos é eficaz na superação da dormência das sementes de *P. panurensis* e *P. velutina* tanto para emergência quanto para formação de plântula normal, sendo recomendada para a produção de mudas em escala comercial.

O grau de impermeabilidade do tegumento das sementes apresenta variação entre as espécies estudadas devido às características morfoanatômicas do tegumento o que reflete nos resultados com as diferenças entre os tratamentos aplicados.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, R. S.; GONÇALVES, F. G.; ROCHA A. P.; ARRUDA, M. P. de; LEMES, E. de Q. Tratamentos físicos e químicos na superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.2, p.156-159, 2009.

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

ASSISTAT versão 7.5 beta 2010. Disponível: [http:// www.assistat.com/](http://www.assistat.com/). Acesso em: 15 de nov. de 2010.

AZEREDO, G. A.; DE PAULA, R. C.; VELERI, S. V.; MORO, F. V. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.49-58, 2010.

BARBOSA, A.P., VASTANO JÚNIOR, B.; VARELA V.P. Tratamento pré-germinativo de sementes de espécies florestais tropicais II. Visgueiro (*Parkia pendula* Benth. Leguminosaeae – Mimosoideae). **Acta Amazonica** v.4, p. 280-288, 1984.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. Seed: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, London, 1998. 666p.

BIANCHETTI, A.; TEIXEIRA, C. A. D.; MERTINS, E. P. Escarificação ácida para superar a dormência de sementes de pinho-cuiabano (*Parkia multijuga* Benth.). Comunicação Técnica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.31, p.215-218, 1998.

BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; CANDIDO, J.F.; GOMES, J.M. Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de copaíba. **Revista Brasileira de Sementes**, v.4, n.1, p.9-12, 1982.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília, 2009. 399p.

DUTRA, A. S.; MEDEIROS-FILHO, S.; TEÓFILO, E. M.; DINIZ, F. O. Germinação de Sementes de *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin E Barneby –Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n.1, p.160-164, 2007.

EDWARDS, T.I. Relations of germinating soy beans to temperature and length of incubation time. **Plant Physiology**, v.9, n.1, 30p, 1934.

FOWLER, J.A.P. & BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais. Embrapa Florestas v.40, n 1-27, 2000.

GUNN, C.R. Seed topography in the Fabaceae. **Seed Science & Technology**. Beltsville: Maryland, v.9, n.3, p.737-757, 1981.

HERMANSEN, L. A.; DURYEYEA M.L., WHITE T.L. Pretreatments to overcome seed coat dormancy in *Dimorphandra mollis* Benth. **Seed Science and Technology**, v.28, n.3, p.581-595, 2000.

HU, X. W.; WANG, Y.R.; WU, Y.P.; BASKIN, C.C. Role of the lens in controlling water uptake in seeds of two Fabaceae (Papilionoideae) species treated with sulphuric acid and hot water. **Seed Science Research**, n.19, p. 73-80, 2009.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Série de Biologia. Monografia 24, 1983. 174p.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; MACEDO, C. M. P. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms. **Brasil Florestal**, n.80, p.25-35, 2004.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; MACEDO, C. M. P. Tratamentos para acelerar a germinação e reduzir a deterioração das sementes de *Ormosia nitida* Vog. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.171-177, 2006.

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

MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A.; STANGUERLIM, H. Influência do peso das sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes) na porcentagem e na velocidade de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.47-33, 2000.

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

MENDES, A. M. S.; BASTOS, A. A.; MELO, M. G. G. Padronização do teste de tetrazólio em sementes de *Parkia velutina* Benoist (Leguminosae – Mimosoideae). *Revista Acta Amazonica*, v.39, n.4, p.823-828, 2009.

NASCIMENTO, I. L.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. de L. A.; GONÇALVES, E. P.; COLARES, P. N. Q.; MEDIROS, M. S. de. Superação da dormência em sementes de faveira (*Parkia platycephala* Benth.). **Revista Árvore**, v.33, n.1, p.35-45, 2009.

NORONHA, M.C. Geoespaço: o espaço geográfico do Amazonas, editora Concorde, 2003. 256p.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.597-603, 2003.

OLIVEIRA, M. C. P. de; FERRAZ, I. D. K.; OLIVEIRA, G. J. de. Dispersão e superação da dormência de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Walp. (visgueiro) na Amazônia Central, AM, Brasil. **Hoehnea**, v.33, n.4, p.485-493, 2006.

PEREIRA, S. A.; FERREIRA, S. A. N. Superação da dormência em sementes de visgueiro-do-igapó (*Parkia discolor*). *Acta Amazonica*, v.40, n.1, p.151-156, 2010.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; NOGUEIRA, E.S.; PEIXOTO, M.C. Estado da arte da pesquisa em tecnologia de sementes de espécies florestais da Mata Atlântica. In: Piña-Rodrigues, F.C.M.; Freire, J.M.; Leles, P.S.S.; Breier, T.B. (org.). Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais. Rede Mata Atlântica de Sementes Florestais. Seropédica: UFRRJ, 2007, p.105-1141.

SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do Sul do Brasil. **Informativo ABRATES**, v. 20, n.1,2, p. 039-044, 2010.

SERT, M. A.; BONATO, C. M.; SOUZA, L. A. Germinação da Semente. **In:** Souza, L. A. **Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa, PR, 2009. 279p.

SILVEIRA, M.A. M; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A. Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p.31-37, 2002.

SUÑÉ, A. D.; FRANKE, L. B. Superação de dormência e metodologias para testes de germinação em sementes de *Trifolium riograndense* Burkart e *Desmanthus depressus* Humb.

Revista Brasileira de Sementes, v.28, n.3, p.29-36, 2006.

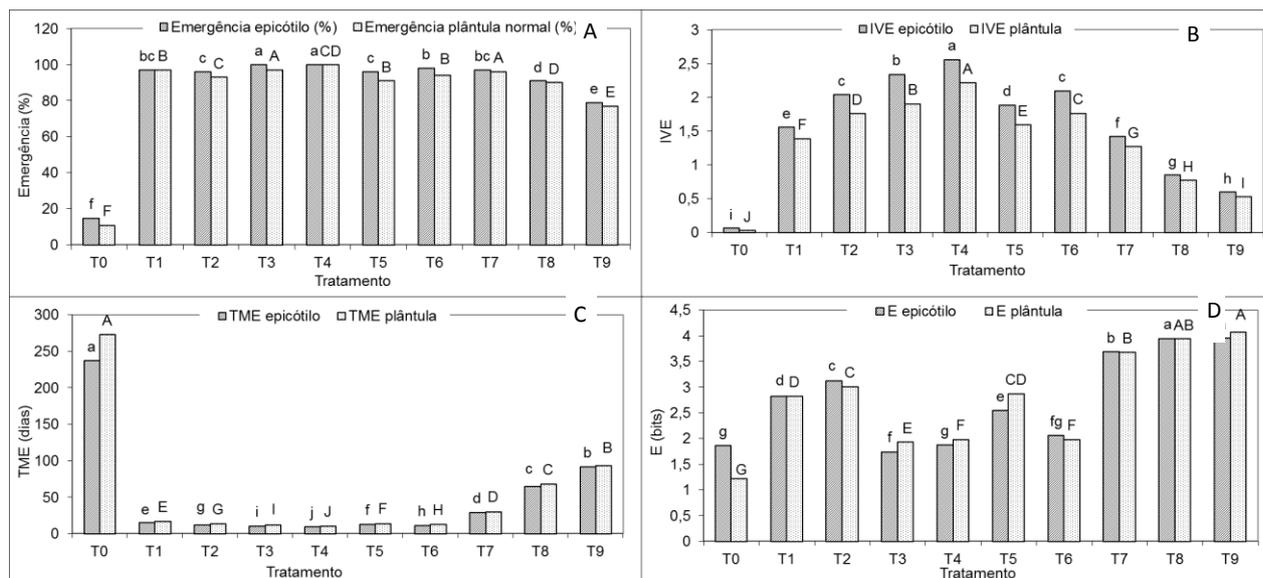


FIGURA 1. Emergência (A), índice de velocidade de emergência (IVE- B), tempo médio de emergência (TME- C), índice de sincronização (E- D) pelos critérios de emissão do hipocótilo e de formação de plântulas normais de *Parkia multijuga*.

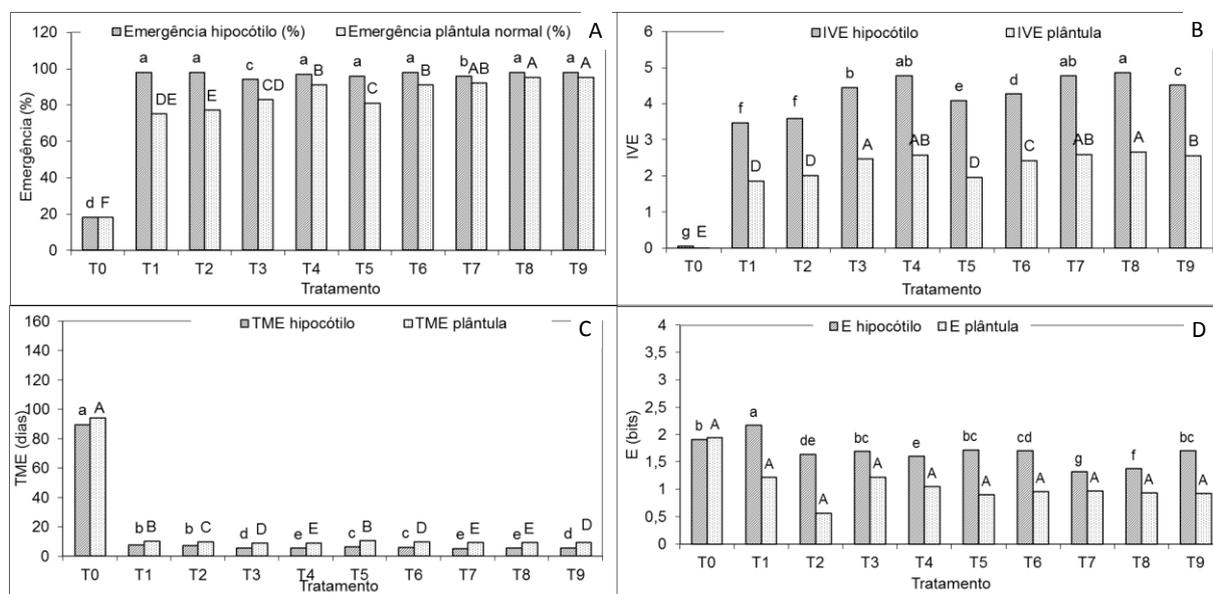


FIGURA 2. Emergência (A), índice de velocidade de emergência (IVE- B), tempo médio de emergência (TME- C), índice de sincronização (E- D) pelos critérios de emissão do hipocótilo e de formação de plântulas normais de *Parkia panurensis*.

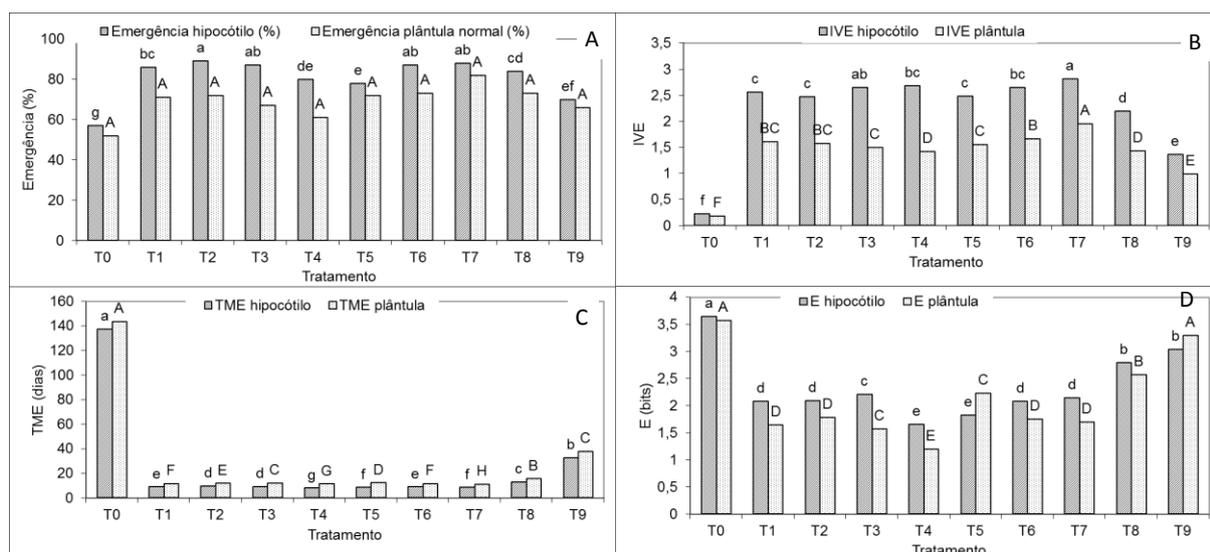


FIGURA 3. Emergência (A), índice de velocidade de emergência (IVE- B), tempo médio de emergência (TME- C), índice de sincronização (E- D) pelos critérios de emissão do hipocótilo e de formação de plântulas normais de *Parkia velutina*.

TABELA 1. Condição das sementes de *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina* remanescentes nos diferentes tratamentos, após encerramento do experimento, avaliadas pelo teste de tetrazólio.

	<i>Parkia multijuga</i>		<i>Parkia panurensis</i>		<i>Parkia velutina</i>	
	Viáveis	Mortas	Viáveis	Mortas	Viáveis	Mortas
T0	80 a	5 a	65 a	8 a	21 a	22 a
T1	0 e	3 a	0 b	2 a	0 c	14 a
T2	0 e	4 a	0 b	2 a	0 c	11 a
T3	0 e	0 a	0 b	6 a	0 c	13 a
T4	0 e	0 a	0 b	3 a	0 c	20 a
T5	0 e	4 a	0 b	4 a	0 c	22 a
T6	0 e	2 a	0 b	2 a	0 c	13 a
T7	2 d	2 a	0 b	4 a	0 c	12 a
T8	4 c	5 a	0 b	2 a	0 c	16 a
T9	15 b	6 a	0 b	2 a	3 b	27 a

Letras iguais representam médias iguais pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

CAPÍTULO V

**GERMINAÇÃO E ASPECTOS MORFOANATÔMICOS DE PLÂNTULAS DE TRÊS
ESPÉCIES DE *Parkia* R. Br. (FABACEAE-MIMOSOIDEAE)**

Elaborado de acordo com as normas da Acta Botânica Brasílica

**Germinação e aspectos morfoanatômicos de plântulas de três espécies de *Parkia* R. Br.
(Fabaceae-Mimosoideae)¹**

Maria da Glória Gonçalves de Melo²; Maria Silvia de Mendonça³

RESUMO – (Germinação e aspectos morfoanatômicos de plântulas de três espécies de *Parkia* (Fabaceae-Mimosoideae)). Este trabalho teve como objetivo descrever e ilustrar o processo germinativo, morfoanatomia e histoquímica das plântulas de *Parkia multijuga* Benth., *P. velutina* Benoist e *P. panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins. Para o acompanhamento do desenvolvimento das plântulas foram usadas 100 sementes por espécie distribuídas em 4 repetições de 25 sementes. A germinação de *P. multijuga* é hipógea criptocotiledonar, semi-hipógea fanerocotiledonar em *P. velutina* e epígea fanerocotiledonar em *P. panurensis*. A plântula completa a formação de 18 a 21 dias em *P. multijuga* e de 12 a 15 dias em *P. velutina* e *P. panurensis*. A raiz de *P. multijuga* é poliarca e apresenta crescimento primário, já a de *P. velutina* apresenta início de crescimento secundário com câmbio tanto fascicular quanto interfascicular instalado. A superfície do eixo vegetativo das plântulas das três espécies apresenta tricomas tectores simples, unicelulares e com indumento rugoso. O mesofilo é dorsiventral, com uma camada de parênquima paliçádico nas três espécies. Compostos fenólicos foram evidenciados na epiderme e periciclo da raiz, no parênquima cortical periférico e epiderme do hipocótilo de *P. panurensis* e nos foliólulos das três espécies.

Palavras-chave: morfologia, anatomia, histoquímica, leguminosas.

¹ Parte da Tese de Doutorado da primeira autora.

² Eng. Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical PPGAT/UFAM, Professora da Escola Superior de Tecnologia EST/UEA, Av. Darcy Vargas 1200, Parque Dez, CEP: 69.050.020 - Manaus – AM. Email: mgmelo@uea.edu.br

³ Professora Titular da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (FCA/UFAM) – Manaus – AM.

ABSTRACT – (Germination and seedling morphoanatomical of three species of *Parkia* R. Br. (Fabaceae-Mimosoideae). This study aimed to describe and illustrate the germination process, morphoanatomy and histochemical seedlings of *Parkia multijuga* Benth., *P. velutina* Benoist and *P. panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins. To monitor the development of the seedlings 100 seeds per species distributed in four repetitions of 25 seeds were used. The germination of *P. multijuga* is hypogeal cryptocotyledonary, semi-hypogeal fanerocotiledonar in *P. velutina* and epigeal fanerocotiledonar in *P. panurensis*. The full seedling formation from 18 to 21 days in *P. multijuga* and 12 to 15 days in *P. velutina* and *P. panurensis*. The root of *P. multijuga* is polyarc and presents primary growth, as for the *P. velutina* it shows secondary growth outset in exchange both fascicular and interfascicular installed. The surface of the vegetative axis of the seedlings of three species shows simple tectors trichomes, unicellular and wrinkled garment. The mesophyll is dorsiventral, with one layer of palisade parenchyma in three species. Phenolic compounds were detected in the epidermis and root pericycle, the peripheral cortical parenchyma and epidermis of the hypocotyl of *P. panurensis* and in the foliólulos of the three species.

Keywords: morphology, anatomy, histochemistry, leguminous.

Introdução

No Brasil, estudos sobre as características morfológicas do desenvolvimento de plântulas são recentes e escassos se comparados ao número de ambientes (biomas) e táxons que ocorrem no país (Félix-da Silva *et al.*, 2009).

Estudos morfológicos com espécies arbóreas da Amazônia têm atraído a atenção de alguns pesquisadores (Gurgel *et al.* 2002; Melo *et al.* 2004; Melo & Varela 2006; Ramos & Ferraz, 2008; Camargo *et al.* 2008; Gurgel 2009). No entanto, o número de trabalhos encontrados na literatura ainda é pequeno, tendo em vista a diversidade de espécies e o avanço da exploração florestal na região.

O manejo, a conservação e a reconstituição de florestas tropicais dependem da compreensão da ecologia tropical que, por sua vez, está atrelada à realização de estudos que permitam a precisa identificação das espécies vegetais a partir de suas fases juvenis (Oliveira, 2001). Para a recomposição de áreas alteradas é necessária a produção de mudas de espécies florestais que, por sua vez, dependem do conhecimento sobre floração, frutificação, germinação e morfologia das espécies.

A associação de estudos morfológicos e anatômicos permite a compreensão de todo o processo de desenvolvimento estrutural, fisiológico e ecológico das plantas florestais nos seus estádios iniciais (Mourão *et al.* 2002).

Na Taxonomia Vegetal, até pouco tempo atrás, apenas os caracteres da planta adulta eram utilizados e as características das plântulas eram pouco exploradas (Barroso *et al.*, 1999). O estudo morfológico das plântulas, em sua primeira fase de desenvolvimento, antes da produção das folhas definitivas, permite a descoberta de estruturas transitórias primitivas ou derivadas que desaparecem com o desenvolvimento da planta, mas que podem ter extraordinária importância para se estabelecerem relações de parentesco ou conexões filogenéticas com grupos, cujos órgãos adultos apresentem essas características (Paoli & Bianconi, 2008).

O estudo da plântula tem grande valor para estabelecer a dinâmica de populações de uma floresta. Pode servir, ainda, como índice para determinar se uma vegetação encontra-se em estado sucessional ou em clímax, de acordo com a diversidade de espécies e de indivíduos que se encontram no solo (Souza *et al.* 2009).

Uma das maiores contribuições sobre *Parkia* foi publicada por Hopkins (1986), em forma de revisão taxonômica. Neste trabalho, os dados sobre a morfologia de plântulas estão

disponíveis na forma de relatos, que enfatizam algumas características com ilustrações ou menções ao tipo morfológico da germinação e quantidade de folíolos e foliólulos por espécie.

Inexistem publicações que focalizem diferenças interespecíficas de plântulas de *Parkia multijuga* Benth., *P. velutina* Benoist e *P. panurensis* Bentham ex H. C. Hopkins, objetos do presente trabalho, que são utilizadas no reflorestamento na base de extração de petróleo em Coari, Amazonas.

P. multijuga é conhecida popularmente como arara tucupi, benguê, paricá, visgueiro, faveira benguê, faveira-pé-de-arara, paricá, paricá grande da terra firme, pinho cuiabano, ocorre na região Amazônica em floresta de terra-firme e várzea alta (Silva *et al.* 2004; Lorenzi, 2002).

Parkia panurensis, conhecida como faveira, arara tucupi, manopé (Silva *et al.* 2004; Lima *et al.* 2008). Ocorre na Colômbia, Venezuela, Peru e Brasil, com distribuição na Amazônia Ocidental e Central (Hopkins, 1982).

P. velutina, conhecida popularmente por fava peluda, paricá, corazeiro, visgueiro (Silva *et al.* 2004; Hopkins, 1986) e em Coari, Amazonas, como angico-da-folha-pequena, sendo encontrada em mata de terra-firme, frequentemente perto dos rios e córregos da região amazônica (Hopkins, 1986). Também ocorre no Peru, Guiana Francesa, Leste da Venezuela e Colômbia, Oeste dos Andes (Hopkins, 1986).

Diante dessas considerações, o presente estudo objetivou descrever e ilustrar o processo germinativo, realizar uma abordagem morfoanatômica e histoquímica das plântulas das três espécies citadas e apresentar uma descrição mais detalhada, além de ilustrações inéditas, visando subsidiar o manejo e reconhecimento dessas espécies nas formações naturais.

Material e Métodos

Os frutos foram coletados de forma manual diretamente da copa das matrizes de 10 indivíduos por espécie, em área de floresta natural na Base de Extração Petrolífera Geólogo Pedro de Moura (BOGPM), Coari, Amazonas, localizada a 623 km de Manaus, com as coordenadas geográficas 04°53'S e 65°11'W. No laboratório, as sementes foram separadas por lote eliminando-se os frutos e sementes malformados, com injúrias mecânicas e/ou predados.

A identificação do material botânico foi realizada no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e as exsicatas preparadas e depositadas como testemunho no acervo dos Herbários da Escola Superior de Tecnologia (EST) e do INPA, com os números de registro: *P. multijuga*: UTAM 4248; INPA 234649; *P. panurensis*: UTAM 4246, INPA 230533 ; *P. velutina*: UTAM 4245, INPA 230529.

Para o acompanhamento do desenvolvimento das plântulas, foram usadas 100 sementes por espécie distribuídas em quatro repetições de 25 sementes. Para a superação da dormência física, as sementes foram escarificadas em esmeril elétrico na região lateral de apenas um lado, até o desgaste do tegumento e em seguida embebidas em água destilada por seis horas. A semeadura foi feita em bandejas plásticas (80 x 40 x 20 cm), contendo como substrato areia lavada e vermiculita (2:1) à profundidade de duas vezes o diâmetro da semente.

As bandejas plásticas foram dispostas sobre bancada de madeira em viveiro protegidas por sombrite de malha 30%, no viveiro da Escola Superior de Tecnologia (EST) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA). A irrigação foi feita com aspersor, diariamente pela manhã e à tarde ao longo do período de germinação, adicionando-se água em quantidade suficiente para manter a umidade do substrato sem encharcá-lo.

O acompanhamento das etapas do desenvolvimento, avaliações e mensurações foram feitos diariamente, verificando-se os caracteres morfológicos que potencialmente diferenciam a identificação das espécies, propostos por Roderjan (1983): raiz (principal e secundária): forma, cor e superfície; cotilédones: posição, inserção, forma, coloração, nervação, pecíolo e indumento; epicótilo: forma, coloração, superfície, indumento, presença de lenticelas e catafilo; hipocótilo: forma, coloração, superfície, indumento, lenticelas e estrias; eofilos: filotaxia, forma, indumento, coloração, pecíolo, pulvino, pulvínulo, ráquis e estípulas.

Amostras das diversas fases de desenvolvimento da plântula foram fixadas em FAA₇₀ (Johansen, 1940) por 24 horas, lavadas e conservadas em etanol 70% para posterior análise e confecção dos desenhos botânicos.

Considerou-se germinação, o período compreendido entre a protrusão da raiz até o alongamento do epicótilo ou hipocótilo, conforme o tipo de germinação da espécie, antes que o eofilo estivesse completamente formado. Adotou-se para a terminologia plântula, a fase que se estendeu da germinação consumada da semente até a completa expansão do eofilo (Souza, 2003). Na descrição morfológica foram utilizadas as 10 plântulas mais vigorosas que apresentaram todas as estruturas essenciais e características mais constantes por espécie.

Os elementos vegetativos descritos e ilustrados foram os mesmos utilizados por Duke (1965,1969); Duke & Phohill (1981); Radford *et al.* (1974); Roderjan (1983); Stern (1992), Font-Quer (2000) e Oliveira (2001).

As observações sobre as modificações morfológicas durante o desenvolvimento das plântulas foram feitas visualmente quando possível e complementadas com auxílio de estereomicroscópio binocular, para melhor identificação das estruturas e indumentos.

Para os estudos anatômicos, amostras da raiz principal, hipocótilo, epicótilo, cotilédones e foliólulos foram seccionados transversalmente com auxílio de lâmina de barbear, posteriormente fixados em FNT (Lillie 1965), por 48 horas e, em seguida, conservados em etanol 70%. Após desidratação em série etílica crescente, o material foi incluído em hidróxi-etil-metacrilato (Leica) (Guerrits, 1991) e seccionados em micrótomato rotativo com aproximadamente 8 μm de espessura, obtendo-se séries transversais. As secções obtidas foram coradas com azul de toluidina 0.05%, pH 4,7 (O'Brien *et al.* 1964) e montadas em resina sintética Permount. O laminário semipermanente foi elaborado a partir de cortes obtidos a mão livre com lâminas de barbear de amostras da raiz principal e foliólulos, os quais foram clarificados, corados com safranina e azul de astra em solução aquosa (Bukatsch 1972, Burguer & Richter 1991) e montados em gelatina glicerinada (Dop & Gautié 1928).

Para os testes histoquímicos, foram utilizadas secções transversais de amostras frescas e fixadas, das principais estruturas das plântulas (raiz principal, cotilédones, hipocótilo, epicótilo, foliólulo). Foram utilizados os seguintes reagentes para a detecção dos grupos metabólicos: Sudam Scarlate para a localização de lipídios totais (Brundett *et al.*, 1991); Lugol, para amido (Johansen, 1940); Vermelho de Rutênio, para identificar polissacarídeos diversos e pectinas (Jensen, 1962); Xylidine Ponceau, para proteínas totais (Vidal, 1977); Cloreto de Ferro III e Dicromato de Potássio, para a ocorrência de compostos fenólicos gerais (Johansen, 1940); Floroglucinol para lignina (Johansen, 1940) e Vanilina Clorídrica para taninos (Mace & Howel, 1974). Testes controle foram realizados conforme recomendações dos respectivos autores dos testes histoquímicos aplicados.

Para a obtenção das eletromicrografias de varredura, secções fixadas em glutaraldeído 2,5% (v/v) em tampão fosfato 0,1 M (pH 7,3) por 12 horas a temperatura ambiente, seguido de pós-fixação em tetróxido de ósmio a 1% no mesmo tampão (Souza, 1998) foram desidratadas em série etílica crescente de Johansen (1940), processadas em secador de ponto crítico de CO₂, aderidas a suportes metálicos através de fita de carbono dupla face e

metalizadas com camada de ouro de aproximadamente 20 nm de espessura por 150 segundos em corrente de 25 mA (Silva & Potiguara, 2008). As imagens foram obtidas em microscópio eletrônico de varredura LEO modelo 1450 VP, com aceleração de voltagem de 15 Kv, sendo as escalas micrométricas projetadas nas mesmas condições ópticas.

As ilustrações referentes à morfologia das plântulas foram obtidas com auxílio de estereomicroscópio Olympus 4x, sendo confeccionados os desenhos botânicos. As fotomicrografias referentes aos aspectos anatômicos das plântulas foram obtidas com câmara digital Canon Power Shot A6 50 IS acoplada ao microscópio Zeis Primo Star.

Resultados

Morfologia do desenvolvimento da plântula

A germinação é hipógea criptocotiledonar em *P. multijuga*, semi-hipógea fanerocotiledonar em *P. velutina* e epígea fanerocotiledonar em *P. panurensis* (Fig. 1, 2, 3).

O processo de germinação, com a superação da dormência física, teve início após desprendimento de parte do tegumento da semente, na linha do pleurograma, com a protrusão da raiz primária na região hilar, três a sete dias após a semente em *P. multijuga* e *P. velutina* e dois a quatro dias em *P. panurensis* (Fig. 1A, 2A, 3A). A raiz primária, nas três espécies, é inicialmente cilíndrica, curta, glabra, cônica, alongando-se de cinco a sete dias em média (Fig. 1B, 2B, 3B). De cor marfim em *P. multijuga*, perolada em *P. velutina* e esbranquiçada em *P. panurensis*.

Simultaneamente ao alongamento da raiz, de sete a 10 dias, ocorre a diferenciação do epicótilo em forma de alça de cor rosa em *P. multijuga* e do hipocótilo verde claro ligeiramente curvado em *P. velutina* e *P. panurensis* (Fig. 1C, 2C, 3C)

De nove a 11 dias após a semente, ocorre o alongamento do epicótilo e ao mesmo tempo surge o eofilo e raízes secundárias em *P. multijuga*, já em *P. velutina* e *P. panurensis* de seis a nove dias ocorre o alongamento do hipocótilo, epicótilo longo, abertura dos cotilédones e surgimento do eofilo (Fig. 1D, 2D, 3D). Nesta fase, o hipocótilo é curto, cilíndrico, espesso, sub-herbáceo, verde-claro, com poucos tricomas simples, hialinos, curtos e retos em *P. velutina* e longo, herbáceo, curvo coberto por pêlos em *P. panurensis*. Em *P. multijuga* o epicótilo com média de 12,7 cm de comprimento e 3,9 mm de diâmetro, cilíndrico

na base e anguloso próximo ao eofilo é herbáceo, reto, espesso, avermelhado, coberto de tricomas velutinos e com um catafilo.

Os cotilédones de *P. velutina* e *P. panurensis* são isófilos, carnosos, glabros, fendidos na base, opostos quando totalmente abertos (Fig. 2D, 3D). Os de *P. velutina*, séssil, pérola, opostos, com manchas púrpuras em ambas as faces mais evidente na face abaxial, plano-convexos, ápice arredondado e base fendida, com plúmula em desenvolvimento entre estes de coloração rósea e os de *P. panurensis* apresentam-se sésseis, verde-claro, coberto de manchas vermelho-ferrugínea, mais acentuada nas margens.

A plântula completa a formação de 18 a 21 dias após a sementeira em *P. multijuga* e de 12 a 15 dias em *P. velutina* e *P. panurensis*, sendo esse estágio, considerado como “plântula normal” por apresentar a expansão do eofilo com todas as estruturas essenciais da plântula em perfeito estágio de desenvolvimento. (Fig. 4A, 5A, 6A).

A raiz principal é axial, cilíndrica nas três espécies, glabra, sinuosa, sublenhosa, castanho-claro, em média (5,9 cm de comprimento x 2,1 mm diâmetro), caracterizando-se pelo desprendimento da epiderme através de fissuras que permite a visualização da parte interna amarelada em *P. multijuga*; com média (6,5 cm x 0,8 mm), sub-herbácea, esbranquiçada, com poucos pêlos absorventes em *P. velutina* e com 7,3 cm de comprimento e 1,0 mm de diâmetro, marrom-claro, glabra, sublenhosa, espessa próximo ao coleto, coberta por um tecido de aparência fibrosa, com extremidade herbácea em *P. panurensis* (Fig. 4A, 5A, 6A).

As raízes secundárias são fasciculadas, distribuídas irregularmente ao longo da principal em *P. multijuga* e *P. velutina* (Fig. 4A, 5A). Muito ramificadas com coleto evidenciado pela sobreposição do nó cotiledonar em *P. multijuga*; pouco ramificadas, delgadas, com forte odor de alho, coleto regular, levemente dilatado, verde-claro, sub-herbáceo em *P. velutina*; longas, dispostas regularmente ao longo da raiz principal, já apresentando raízes terciárias, coleto irregular, herbáceo, bem diferenciado por uma linha de cor marrom na transição entre raiz e hipocótilo em *P. panurensis* (Fig. 6A).

Hipocótilo com tricomas tectores simples e unicelulares nas duas espécies, sendo curto (em média 1,1 cm), cilíndrico, espesso (3,0 mm), sub-herbáceo, verde-claro, com ocorrência de lenticelas em *P. velutina*. Longo (3,9 cm de comprimento por 2,5 mm de diâmetro), herbáceo, base esverdeada e, próximo ao cotilédone, avermelhado, tornando-se verde com o desenvolvimento em *P. panurensis* (Fig. 5A, 6A). Os cotilédones são persistentes até a

expansão completa do eofilo, quando então se desprendem do nó cotiledonar, com 17 a 20 dias para *P. velutina* e 12 a 14 dias para *P. panurensis* (Fig. 5B, 6B).

O epicótilo é longo (em média 19 cm), espesso (diâmetro do coleto em média 4,6 mm), apresentando-se cilíndrico até o catafilo e anguloso a partir deste à gema apical, verde-musgo, herbáceo, com lenticelas em toda a sua extensão e um catafilo verde-claro, piloso em *P. multijuga* (Fig. 4A); em média (5,6 cm x 1,7 mm), cilíndrico, delgado, reto, herbáceo, verde-claro, coberto por tricomas tectores simples, velutinos e retos, mais espessos que no hipocótilo, com um catafilo verde-claro, caduco, logo acima do nó cotiledonar em *P. velutina* (Fig. 5A) e em média (3,9 cm x 1,5 mm), cilíndrico, verde em *P. panurensis* (Fig. 6A). As três espécies apresentam tricomas tectores simples e unicelulares no epicótilo (Fig. 19).

O pecíolo do eofilo é curto, verde-claro coberto de tricomas e com um par de estípulas laterais caducas em *P. multijuga* e caracterizado pela dilatação do pulvino com tricomas curtos, densos em *P. velutina* e *P. panurensis* (Fig. 4A e 6A).

Eofilo composto paripinado, com glândula nectarífera entre os pecíolos das três espécies e ao longo da raquis entre os peciólulos de *P. multijuga* e *P. panurensis*, com quatro a cinco pares de folíolos opostos em *P. multijuga*; cinco a seis em *P. velutina* e dois em *P. panurensis* (Fig. 4A,B; 5A,C e 6B). Ráquis com tricomas tectores simples, unicelulares e de indumento rugoso nas três espécies, longa (6,7 cm x 1,1 mm), angulosa, herbácea, com tricomas esparsos entre os peciólulos em *P. multijuga*; ligeiramente angulosa (3,1cm x 0,5 mm), com tricomas longos e uma estípela apical em *P. velutina* e curta (8,2 cm x 0,8 mm), cilíndrica em *P. panurensis* (Fig. 4A, 5A, 6B e 9B).

Folíolos com peciólulo caracterizado pelo pulvínulo verde-claro, em média 8,0 cm de comprimento, com tricomas e 24 a 26 pares de foliólulos opostos em *P. multijuga*, sésseis (3,7 cm), discolores, face adaxial brilhosa, verde mais escuro que a abaxial opaca, com 19 a 26 pares de foliólulos opostos em *P. velutina* e com média de 5,8 cm e 14 a 19 pares de foliólulos opostos em *P. panurensis* (Fig. 4A,C; 5A,C e 6B,C).

Foliólulos sésseis, oblongo, base oblíqua, lâmina glabra e margem inteira nas três espécies, com tricomas tectores simples, unicelulares de indumento rugoso em *P. multijuga* e *P. velutina* (Fig. 8,11); margem glabra em *P. panurensis* (Fig. 12); ápice agudo em *P. multijuga* e *P. panurensis* e mucronado com tricomas tectores simples, unicelulares de indumento rugoso em *P. velutina* (Fig. 7-9). O padrão de nervação para as três espécies é camptódroma broquidódroma, visto que as nervuras secundárias formam arcos que se unem às superadjacentes (Fig. 4C, 5C, 6C). Nervação promínula na face adaxial e proeminente na

face abaxial em *P. multijuga*, impressa em ambas as faces em *P. velutina* e proeminente em ambas as faces em *P. panurensis*.

Aspectos anatômicos e histoquímicos das plântulas

A raiz de *P. multijuga* é poliarca e apresenta crescimento primário (Fig. 37), já a de *P. panurensis* e *P. velutina* apresentam início de crescimento secundário com câmbio tanto fascicular quanto interfascicular instalado, início de formação dos tecidos vasculares secundários e manutenção das demais estruturas em estágio primário (Fig. 39,41).

A epiderme do eixo vegetativo (hipocótilo e epicótilo), nas plântulas das três espécies, em secção transversal é unisseriada e formada por células de aspecto elíptico, ocorrendo tricomas tectores simples unicelulares e com indumento rugoso (Fig. 19). Estômatos paracíticos ocorrem na superfície do hipocótilo de *P. panurensis* (Fig. 21).

O hipocótilo apresenta secção transversal elíptica em *P. panurensis* e cilíndrica em *P. velutina* (Fig. 23, 24). O crescimento secundário é inicial em *P. panurensis*, com epiderme uniestratificada, e completo em *P. velutina* com periderme apresentando lenticelas conspícuas (Fig. 25, 26, 28). Em ambas as espécies, o preenchimento é parenquimático, delimitado em córtex e medula (Fig. 23, 24). O cilindro vascular apresenta câmbio fascicular e interfascicular com xilema e floema secundários dispostos radialmente (Fig. 25, 26). Em *P. panurensis*, ocorre uma camada contínua de esclerênquima externamente ao floema (Fig. 27).

O epicótilo apresenta secção transversal circular em *P. multijuga*, elipsóide em *P. velutina* e reto-angular em *P. panurensis* (Fig. 29-30 e 35). Tanto em *P. panurensis* como em *P. velutina* ocorre proeminência voltada para o nó cotiledonar (Fig. 32 e 35). A estrutura apresenta crescimento secundário completo, em *P. multijuga* com periderme e lenticelas evidentes e inicial nas duas outras espécies, com epiderme uniestratificada (Fig. 31, 33, 34 e 36). O preenchimento é unicamente parenquimático, delimitado em córtex e medula (Fig. 29-32 e 35-36). O cilindro vascular constitui-se de câmbio fascicular e interfascicular com xilema e floema secundários dispostos radialmente em *P. multijuga* e em feixes colaterais em *P. velutina* e *P. panurensis* (Fig. 31, 32 e 36). Nessas duas espécies, externamente ao floema, observa-se uma camada contínua de esclerênquima (Fig. 34 e 36).

A superfície da lâmina do foliólulo das três espécies apresenta, na face abaxial, cutícula ligeiramente estriada em *P. velutina* e lisa nas duas outras espécies, sendo que em *P. panurensis* ocorre cera epicuticular laminar e em crosta (Fig. 13-15). Na face adaxial, a

cutícula é lisa nas três espécies, ocorrendo em *P. panurensis* cera epicuticular do mesmo padrão citado à face abaxial (Fig. 15). Os foliólulos são hipoestomáticos, com estômatos paracíticos nas três espécies (Fig. 17-18).

Em secção transversal, os foliólulos apresentam epiderme unisseriada (Fig. 38, 40, 42). O mesofilo é dorsiventral, com uma camada de parênquima paliçádico nas três espécies (Fig. 38, 40, 42). A nervura central é ligeiramente proeminente em ambas as faces das folhas nas três espécies.

Os testes histoquímicos estão representados na Tab. 1. Proteínas foram evidenciadas no parênquima medular e raios parenquimáticos da raiz de *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina*, bem como nos cotilédones e nos parênquimas paliçádico e lacunoso dos foliólulos das três espécies (Fig.43-46).

As substâncias lipídicas foram quase totalmente consumidas nos cotilédones de *P. multijuga* e *P. panurensis* (Fig.47) e totalmente em *P. velutina*. Ocorrem no parênquima medular da raiz de *P. velutina*, no parênquima cortical do hipocótilo de *P. panurensis* e nos foliólulos de *P. multijuga* e *P. velutina* (Fig. 48-50).

Os grãos de amido estão presentes no córtex da raiz de *P. multijuga*, no hipocótilo de *P. panurensis*, cotilédones e foliólulos de *P. velutina* (Fig. 51-54). Pectinas apresentaram reação positiva nos cotilédones das três espécies e nos foliólulos de *P. multijuga* (Fig. 55-57).

A lignina está presente nas paredes dos elementos traqueais e das células esclerenquimáticas das raízes, epicótilo e feixe vascular dos foliólulos das três espécies, bem como no hipocótilo de *P. velutina* e *P. panurensis* (Fig. 58-61). Compostos fenólicos foram evidenciados na epiderme e periciclo da raiz, epiderme do epicótilo e nos foliólulos das três espécies (Fig. 62-65). Também ocorre no parênquima cortical periférico e epiderme do hipocótilo, bem como nos cotilédones de *P. panurensis* e *P. velutina* (Fig. 66,67).

Taninos ocorrem na periderme da raiz de *P. multijuga*, epiderme e periciclo da raiz de *P. panurensis* e no epicótilo das três espécies, bem como na epiderme e parênquima cortical externo do hipocótilo desta espécie e nos foliólulos de *P. multijuga* e *P. velutina* (Fig. 68-72).

Discussão

As comparações entre as plântulas das espécies demonstram que *P. multijuga*, *P. velutina* e *P. panurensis* apresentam características que são diagnósticas, enquanto outras são conservativas. Como característica diagnóstica, pode-se destacar a variação que existe na morfologia inicial do tipo de germinação das plântulas descritas, hipógea criptocotiledonar em *P. multijuga*, semi-hipógea fanerocotiledonar em *P. velutina* e epígea fanerocotiledonar em *P. panurensis*. Voguel (1980) sugeriu que essa heterogeneidade ocorre devido à existência de estratégias especiais para a sobrevivência das plântulas em cada tipo distinto de habitat. Nas espécies de *Parkia* o tamanho da semente pode ser um dos fatores para *P. multijuga* apresentar germinação hipógea, já que os cotilédones são grandes e para serem erguidos o gasto de energia seria maior em relação às outras espécies estudadas.

Oliveira (2001) relata que vários estudos confirmaram que as espécies de Mimosoideae são fundamentalmente epígeas, com cotilédones de curta duração. De acordo com Ducke (1969), as leguminosas podem apresentar plântula fanerocotiledonar ou criptocotiledonar, característica importante para diferenciar táxons, como verificado nas espécies desse estudo.

Segundo Hopkins (1986), o tipo de germinação mais comum de acordo com a classificação de Ducke & Polhill (1981) é faneroepigeal, o que ocorre na maioria das espécies de *Parkia*, incluindo *P. discolor* Spruce ex Benth., *P. gigantocarpa* Ducke, *P. nítida* Miquel, *P. igneiflora* Ducke e *P. decussata* Ducke. Nesse estudo, apenas *P. panurensis* apresentou esse tipo de germinação, cuja classificação não foi relatada pela autora. A autora corrobora com esse trabalho quanto ao tipo de germinação apresentado por *P. multijuga* e *P. velutina*. A autora também cita *P. cachimboensis* H. C. Hopkins, *P. biglobosa*, *P. platycephala* Benth., *P. ulei* e *P. pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. com cotilédones ao nível do solo, como apresentado por *P. velutina*.

Os cotilédones de *P. velutina* e *P. panurensis* apresentaram-se carnosos ou de reserva, como descrito para *Parkia nítida* Miquel e *P. pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. por Camargo *et al.* (2008). Smith (1983) descreveu quatro tipos de cotilédones para Fabaceae, os cotilédones foliáceos, os carnosos e dois tipos intermediários. Os cotilédones foliáceos apresentam tempo de vida na planta curto se comparado aos cotilédones carnosos, como observado em *P. panurensis* e *P. velutina*. Outras leguminosas de germinação epígea fanerocotiledonar apresentam cotilédones carnosos, como em *Copaifera multijuga* Hayne

(Camargo *et al.*, 2008), *Copaifera martii* Hayne, *C. duckei* Dwyer e *C. reticulata* Ducke (Gurgel, 2009).

O conhecimento morfológico da plântula permite caracterizar famílias, gêneros e até mesmo espécies, podendo ser aplicado em trabalhos de manejo e inventário florestal. No estudo taxonômico, podem fundamentar a sistemática de um grupo e oferecer caracteres auxiliares na interpretação filogenética (Ducke, 1965).

Características morfológicas como tricomas tectores simples e unicelulares no hipocótilo de *P. velutina* e *P. panurensis* e no epicótilo das três espécies, eofilo composto, paripinado, foliólulos sésseis, oblongos, base oblíqua, lâmina glabra nas três espécies são características conservativas. A ocorrência de tricomas provavelmente pode ter implicações na autoecologia das espécies, como relata Cosmo *et al.* (2009) em plântulas de *Vitex megapotamica*. Vários autores também abordaram a função dos tricomas nas defesas das plantas contra herbivoria (Cutter 1987; Paleari & Santos 1998).

Nas três espécies foram encontradas glândulas nectaríferas na base dos eofilos, detectados pelos testes histoquímicos. Hopkins (1986) constatou que algumas espécies, como *P. multijuga*, apresentam nectários no pecíolo ou ráquis, como confirmado neste estudo. A autora também relata que *P. multijuga* apresenta 22 a 23 pares de foliólulos por pina. Nesse estudo, no entanto, foi observado de 24 a 26 pares de foliólulos opostos nessa espécie, demonstrando que a mesma apresenta plasticidade em relação a essa característica morfológica.

Rodrigues & Tozzi (2007), comparando a morfologia de plântulas de cinco espécies leguminosas, também encontraram glândulas na axila dos eofilos de todas as espécies estudadas, com exceção de *Diploptropis martiusii* Benth.

Os foliólulos são hipoestomáticos, nas três espécies aqui investigadas, e apresentam margem com tricomas tectores simples, unicelulares de indumento rugoso em *P. multijuga* e *P. velutina*. Esses dados confirmam parcialmente estudos de Metcalf & Chalk (1957), em que enunciam estômatos confinados à superfície inferior que ocorrem especialmente em espécies de *Adenanthereae*, *Ingeae* e *Parkia*. Gurgel (2009) também caracterizou os eofilos e metafílos de *C. martii*, *C. duckei* e *C. reticulata* como hipoestomáticos, com estômatos paracíticos.

Moreira-Coneglian & Oliveira (2006), comparando anatomicamente os limbos cotiledonares e eofilares de dez espécies de leguminosas, relatam que no eofilo de *Copaifera langsdorffii* também ocorrem tricomas tectores unicelulares, mas limitados à nervura principal, tanto na face adaxial quanto abaxial e restritos aos bordos. As autoras relatam,

ainda, que os eofilos das espécies estudadas, apresentam estrutura dorsiventral, constituída por uma única camada de parênquima paliçádico, como também observado nas espécies desse estudo.

Pinto (2009), comparando a morfologia das plântulas de *Machaerium brasiliense*, *M. hirtum* e *M. villosum* descrevem tricomas tectores unicelulares nas três espécies, com maior densidade em *M. villosum* e estômatos anomocítico e paracítico nas três espécies. Nas três espécies desse estudo, foram encontrados apenas estômatos paracíticos.

Caracteres anatômicos provenientes de hipocótilos, epicótilos e eofilos também apresentaram valor diagnóstico em outras leguminosas. Paulino *et al.* (2010) destaca na anatomia foliar de *Indigofera suffruticosa* células parenquimáticas grandes e fenólicas e de sua ausência em *I. anil*.

Os testes histoquímicos permitiram evidenciar a localização dos metabólitos nos diferentes órgãos das plântulas analisadas. Dessa forma, é possível identificar quais as partes mais promissoras para a pesquisa química, para o uso medicinal e para o desenvolvimento de tecnologias de propagação.

Os grãos de amido evidenciados na raiz de *P. multijuga*, hipocótilo de *P. panurensis* e foliólulo de *P. velutina* são importantes a todas as plantas durante o período em que a fotossíntese não está ocorrendo, sendo depois da celulose, o componente mais abundante processado pela célula vegetal (Hewitt *et al.* 1985).

Conclusões

As caracterizações morfológicas do desenvolvimento das plântulas de *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina* contribuem para o conhecimento do ciclo biológico, regeneração natural e conservação das espécies.

As três espécies apresentam variação quanto ao tipo morfológico de germinação, assim como de vários caracteres das plântulas.

Alguns caracteres das plântulas são conservativos e outros peculiares para cada espécie, apresentando valor diagnóstico. Destacando-se a presença de catafilo no epicótilo de *P. multijuga* e *P. velutina*, ausentes em *P. panurensis*. Hipocótilo longo com crescimento secundário inicial e epiderme uniestratificada em *P. panurensis*, e curto completo, com

periderme poliestratificada em *P. velutina*. Estômatos paracíticos que ocorrem apenas na superfície do hipocótilo de *P. panurensis*.

O número de folíolos e foliólulos é um dos caracteres seguros para diferenciar *P. multijuga*, *P. velutina* e *P. panurensis*.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical - PPGAT/UFAM pelo curso oferecido; à FINEP/MCT e ao Petróleo Brasileiro S/A pelo apoio financeiro por meio do Programa de Ciência e Tecnologia do Petróleo - CTPETRO; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pela concessão da bolsa de doutorado à primeira autora.

Referências bibliográficas

- Barroso, G. M.; Morim, M. P.; Peixoto, A. L.; Ichaso, C. L. F. 1999. **Frutos e sementes. Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, Editora UFV. 443 p.
- Brundrett, M. C.; Kendrick, B. & Peterson, C. A. 1991. Efficient lipid staining in plant material with Sudan Red 7B or Fluoral Yellow 088 in polyethylene glycol-glycerol. **Biotech e Histochem**. 66: 111-116.
- Bukatsch, F. 1972. **Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau-Safranin**. Mikrokosmos v. 61, 255p.
- Burger, I. M.; Richter, H. G. 1991. **Anatomia da Madeira**. Nobel, São Paulo.
- Camargo, J. L. C.; Ferraz, I. D.; Mesquita, M. R.; Santos, B. A.; Brum, H. D. 2008. **Guia de propágulos e plântulas da Amazônia**. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA. 168p.

- Cosmo, N. L.; Gogosz, A. M.; Nogueira, A. C.; Bona, C.; Kuniyoshi, Y. S. 2009. Morfologia do fruto, da semente e morfo-anatomia da plântula de *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke (Lamiaceae). **Acta Botânica Brasílica**. 23(2): 389-397.
- Cutter, E.G. 1987. **Anatomia Vegetal: órgãos, experimento interpretações**. São Paulo, Roca. v.II.
- Dop, P.; Gautié, A. 1928. **Manuel technique** 2. ed. Paris, J. Lamane.
- Duke, J.A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some species in eight forest types in Puerto Rico. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 52(3): 314-350.
- Duke, J.A. 1969. On tropical tree seedlings, systems and systematics. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 56(2):135-161.
- Duke, J. A. & Polhill, R. M. 1981. Seedlings of Leguminosae. Pp. 941-949. In: R. M. Polhill & P. H. Raven, (Eds). **Advances in Legumes Systematics**. Part 1. England, Kew, Richmond: Royal Botanic Garden.
- Félix-da-Silva, M. M.; Bastos, M. de N. do C.; Gurgel, E. S. C. 2009. Aspectos taxonômicos e morfológicos do processo germinativo e da plântula de *Peltogyne venosa* subsp. *densiflora* (Spruce ex Benth.) M.F. Silva (Leguminosae – Caesalpinioideae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, 4, 3:291-302.
- Font-Quer, P. 2000. **Dicionário de Botânica**. Barcelona: Labor. 1244p.
- Guerrits, P.O. 1991. **The application of glycolmethacrylate in histiotechnology**: some fundamental principles. Groningen, Netherlands: Department of Anatomy and Embriology. 80p.
- Gurgel, E. S. C. 2009. **Morfoanatomia, perfil químico e atividade alelopática de três espécies de *Copaifera* L. (Leguminosae Caesalpinioideae) nativas da Amazônia**. Tese de Doutorado. Manaus. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia / Universidade Federal do Amazonas.
- Gurgel, E. S. C.; Silva, M. F. da & Carreira, L, M. M. 2002. Morfologia do fruto, da semente de *Calopogonium mucunoides* Desv. e *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. (Leguminosae,

- papilionoideae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Série botânica 18(1):37-60.
- Hewitt, J.D., Casey, L.L. & Zobel, R. W. 1985. Effect of day length and night temperature on starch accumulation and degradation in soybean. **Annals of Botany** (56):513-522.
- Hopkins, H.C. 1982. Three new species of *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae) from tropical South America. **Brittonia**, New York Botanical Garden, Bronx, NY. **34**:346-350.
- Hopkins, H.C. 1986. *Parkia* (Leguminosae: Mimosoideae). **Flora Neotrópica**. New York Botanical Garden. New York, Monografia **43**:93-98.
- Jensen, W. A. 1962. **Botanical histochemistry: principle and practice**. San Francisco, W. H. Freeman.
- Johansen, D. A. 1940. **Plant microtechnique**. New York, McGraw-Hill Book.
- Lillie, R. D. 1965. Histopathologic technic and practical histochemistry. 3rd ed. McGraw-Hill Co., New York. 715 p.
- Lima, S. de O. F.; Martins, M. B; Prudente, A. L. C.; Montag, L. F. A.; Monnerat, M. C.; Cabral, P. R.; Rosário, D. de A. P. do 2008. **Biodiversidade na Província Petrolífera de Urucu**. Rio de Janeiro: Petrobrás, CEMPS. 194p.
- Lorenzi, H. 2002. **Árvores Brasileiras**. Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 edição, Vol I. 367p.
- Mace, M.E. & Howell, C.R. 1974. Histological and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. **Canadian Journal of Botany** 52:2423-2426.
- Melo, M. G. G. de; Mendonça, M. S. de & Mendes, A. M. da S. 2004. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermédia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, **34**(1):9-14.
- Melo, M. de F. F. & Varela, V. P. 2006. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia. I. *Dinizia excelsa* Ducke

- (Angelim pedra). II *Cedrlinga catenaeformis* Ducke (cedrorana) – Leguminosae: Mimosoideae. **Revista Brasileira de Sementes** 28(1):54-62.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1957. Anatomy of the dicotyledons – leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. Oxford: At the Clarendon Press.
- Moreira-Coneglian, I. R. & Oliveira, D. M. T. 2006. Anatomia comparada dos limbos cotiledonares e eofilares de dez espécies de Caesalpinioideae (Fabaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, 29(2):193-207.
- Mourão, K. S. M.; Dias-Pinto, D.; Souza, L. A. de; Moscheta, I. S. 2002. Morfoanatomia de plântula e do tirodendro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. E *T. pallida* Sw. (Meliaceae). **Acta Scientiarum Biological Sciences** 24:601-610.
- O'Brien, T. P., Feder, N. & McCully, M. E. 1964. Polychromatic staining of plant cell-walls by toluidine blue O. **Protoplasma** 59:368-373.
- Oliveira, D.M.T. 2001. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de Phaseoleae, Sophoreae, Swartzieae e Tephrosieae. **Revista Brasileira de Botânica**, 24: 85-97.
- Paleari, L.M. & Santos, F.A.M. 1998. Papel do indumento piloso na proteção contra a herbivoria em *Miconia albicans* (Melastomataceae). **Revista Brasileira de Biologia** 58: 151-157.
- Paoli, A. A. S. & Bianconi, A. 2008. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, 30(2):146-155.
- Paulino, J. V.; Pessine, E. & Teixeira, S. de P. 2010. Estudos morfoanatômicos da semente e da plântula de espécies de Anileiras (*Indigofera* L., Leguminosae). **Acta Botânica Brasilica**, 24(1):1-7.
- Pinto, D. D. 2009. **Morfoanatomia e ontogênese de *Machaerium* Pers. (Fabaceae:Faboideae): fruto, semente e plântula**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, São Paulo. 92p.

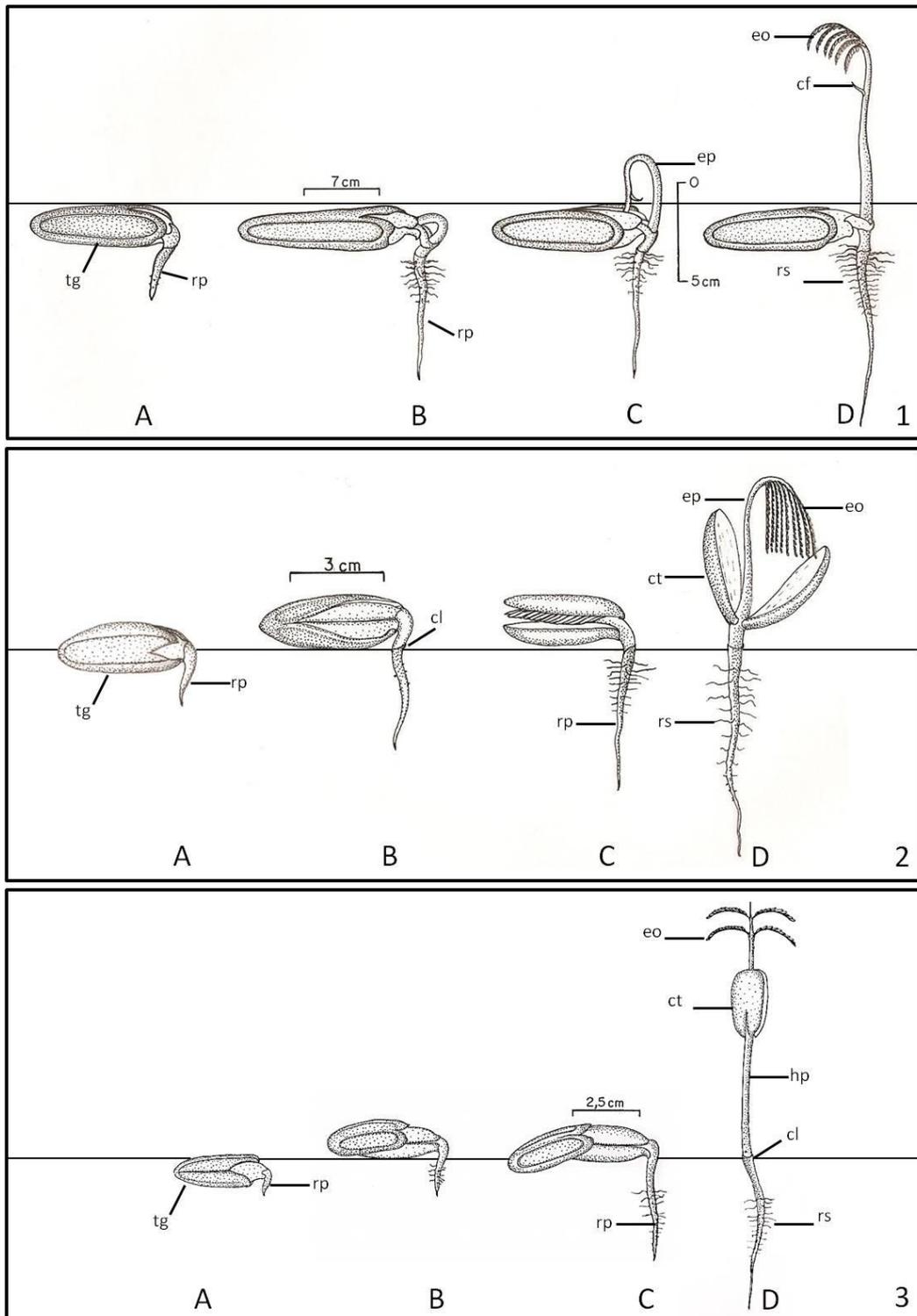
- Ramos, M. B. P.; Ferraz, I. D. K 2008. Estudos morfológicos de frutos, sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, **31**(2):227-235.
- Radford, A. E.; Dickison, W. C.; Massey, J. R., Bell, C. R. 1974. **Vascular plants systematics**. New York: Harper and Row. 877p.
- Rodrigues, R. S.; Tozzi, A. M. G. de A. 2007. Morfologia de plântulas de cinco leguminosas genistóides arbóreas do Brasil (Leguminosae-Papilionoideae). **Acta Botânica Brasilica**, **21**(3):599-607.
- Roderjan, C. V. 1983. **Morfologia do estágio juvenil de 24 espécies arbóreas de uma floresta de araucária**. Dissertação de Mestrado Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 148p.
- Silva, R.J.F.; Potiguara, R.C. de V. 2008. Aplicações taxonômicas da anatomia foliar de espécies amazônicas de *Oenocarpus* Mart. (Arecaceae). **Acta Botanica Brasilica**, **22**(4): 999-1014.
- Silva, M. F. da; Souza, L. A. G. de & Carreira, L. M. de M. 2004. **Nomes populares das leguminosas do Brasil**. EDUA/INPA/FAPEAM, Manaus, Amazonas. 236p.
- Smith, D.L. 1983. Cotyledon anatomy in the Leguminosae. **Botanical Journal of the Linnean Society** **86**:325-355.
- Souza, W. DE. Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas às ciências biológicas. **Sociedade Brasileira de Microscopia**, 1998. 179p.
- Souza, L.A. 2003. **Morfologia e anatomia vegetal: células, tecidos órgãos e plântula**. Ponta Grossa: Editora UEPG. 150p.
- Souza, L. A. de; Moscheta, I.S.; Mourão, K.S.M.; Albiero, A. L. M.; Montanher, D. R.; Paoli, A. A. S. 2009. Morfologia da plântula e do tirodendro. **In: Souza, L. A. 2009. Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa, PR. 279p.
- Stern, W. T. 1992. **Botanical latin. History, grammar, syntax, terminology and vocabulary**. Ed. Hafner Publishing Company, New York. 566p.

Vidal, B. C. 1977. Acid glycosaminoglycans and endochondral ossification: microspectrophotometric evaluation and macromolecular orientation. **Cell Moll. Biol.**, **22**:45-64.

Vogel, E.F. 1980. **Seedlings of dicotyledons: structure, development, types: descriptions of 150 woody Malesian taxa.** Centre for Publishing and Documentation, Wageningen.

Tabela 1. Resultados dos testes histoquímicos aplicados em plântulas de *P. multijuga* Benth., *P. panurensis* Benth. ex H. C. Hopkins e *P. velutina* Benoist. + = reação positiva; - = reação negativa; rz = raiz; hp = hipocótilo; ep = epicótilo; ct = cotilédone; fo = foliólulo.

TESTE	<i>P. multijuga</i>				<i>P. panurensis</i>					<i>P. velutina</i>				
	rz	ep	ct	fo	rz	hp	ct	ep	fo	Rz	hp	ct	ep	fo
LIPÍDIOS														
Sudam IV	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+
PROTEÍNAS														
Xylidine Ponceau	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+
CARBOIDRATOS														
Lugol	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+
Vermelho de Rutênio	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
COMPOSTOS FENÓLICOS														
Dicrom. de Potássio	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cloreto de Ferro III	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Floruglucinol	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
Vanilina Clorídrica	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+



Figuras 1-3. Desenvolvimento pós-seminal. 1. *Parkia multijuga*. 2. *P. velutina*. 3. *P. panurensis*. A. Protrusão da raiz. B. Alongamento da raiz. C. Diferenciação da alça epicotiledonar ou hipocotiledonar. D. Alongamento do epicótilo ou hipocótilo e surgimento dos eofilos. cf = catafilo; cl = coleto; ct = cotilédones; eo = eofilo; ep = epicótilo; hp = hipocótilo; rs = raiz secundária; rp = raiz primária; tg = tegumento.

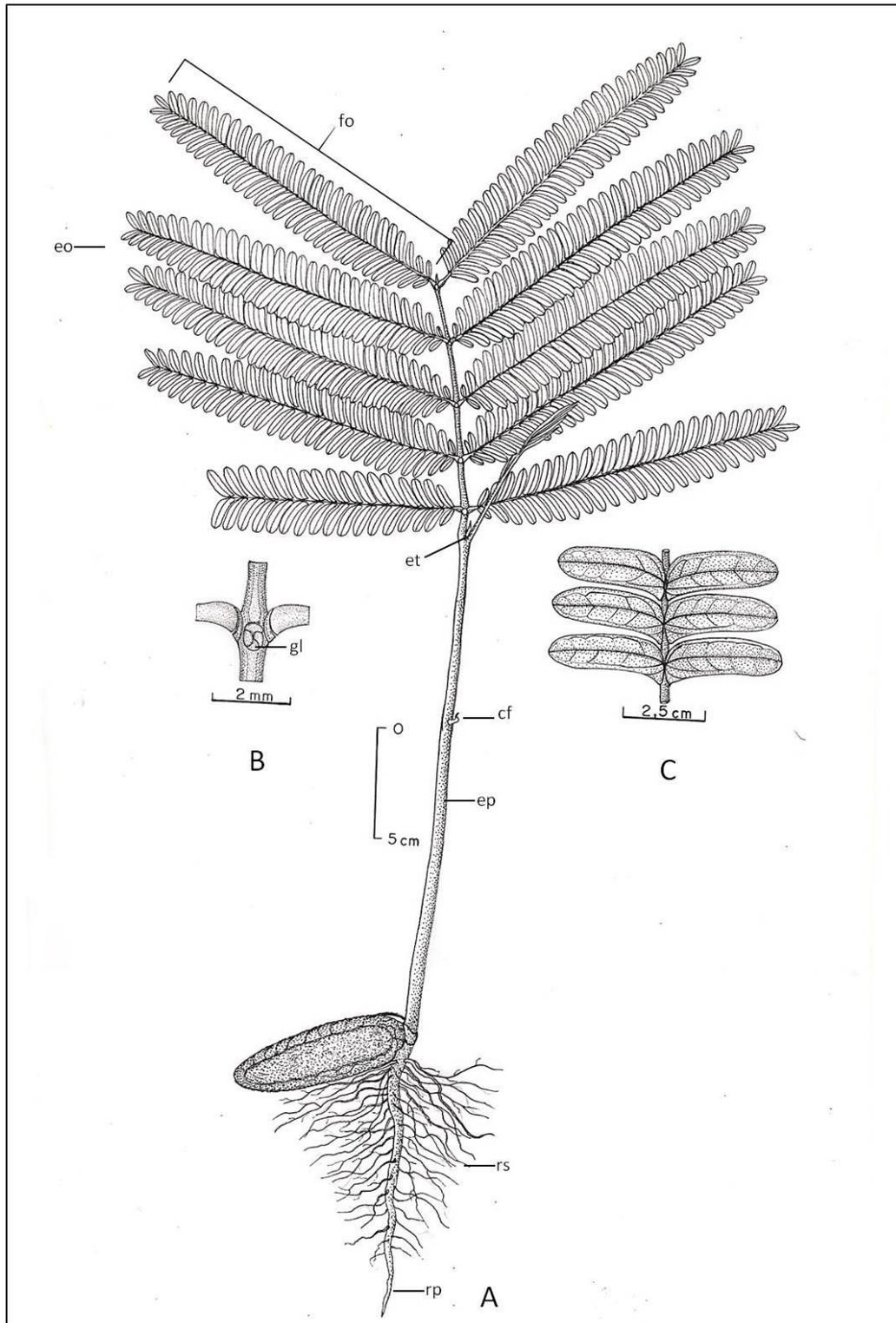
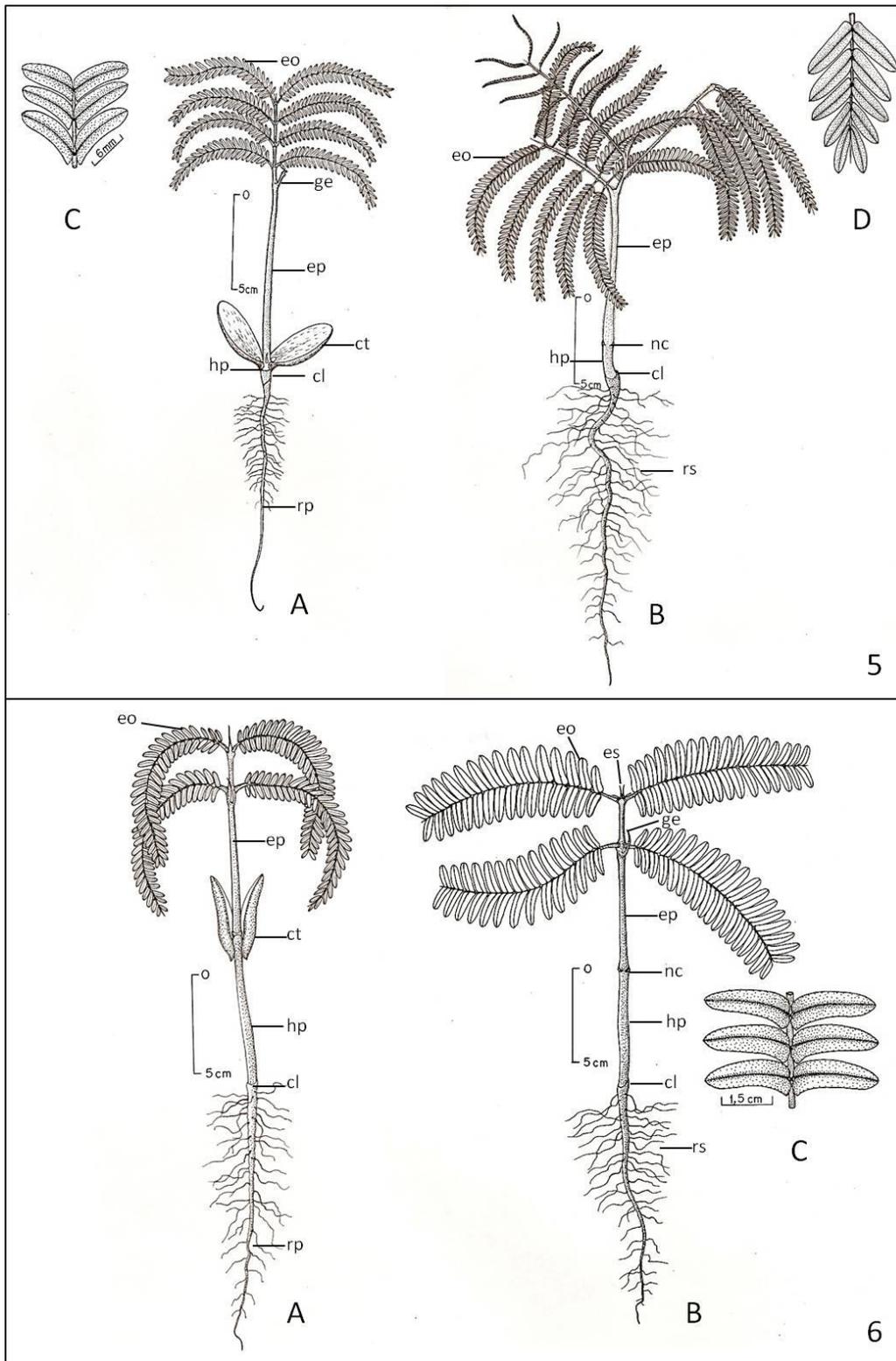


Figura 4. *Parkia multijuga*. A. Plântula totalmente formada. B. Detalhe da glândula na base do pecíolo. C. Foliólulos, face adaxial. cf = catafilo; eo = eofilos; ep = epicótilo; et = estípula; fo = folíolo; gl = glândula; ra= raquis; rs = raiz secundária; rp = raiz principal.



Figuras 5-6. 5. *Parkia velutina*. 6. *P. panurensis*. A. Plântula com cotilédones. B. Plântula após desprendimento dos cotilédones. C. Foliólulos, face adaxial. D. Foliólulos, face abaxial. cl = coleto; ct = cotilédones; eo = eofilo; ep = epicótilo; es = estipela; ge = gema; hp = hipocótilo; nc = nó cotiledonar; rs = raiz secundária; rp = raiz principal.

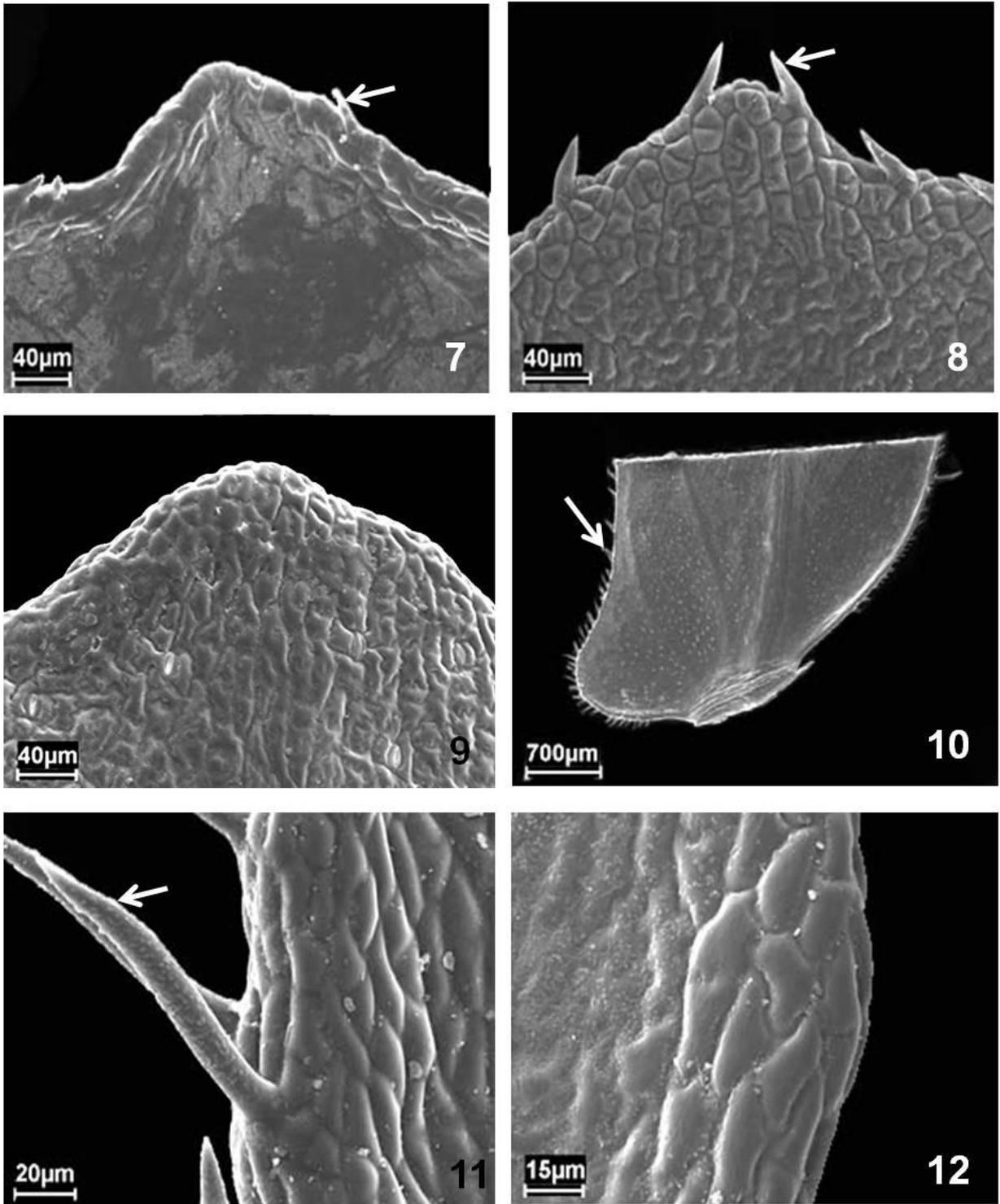
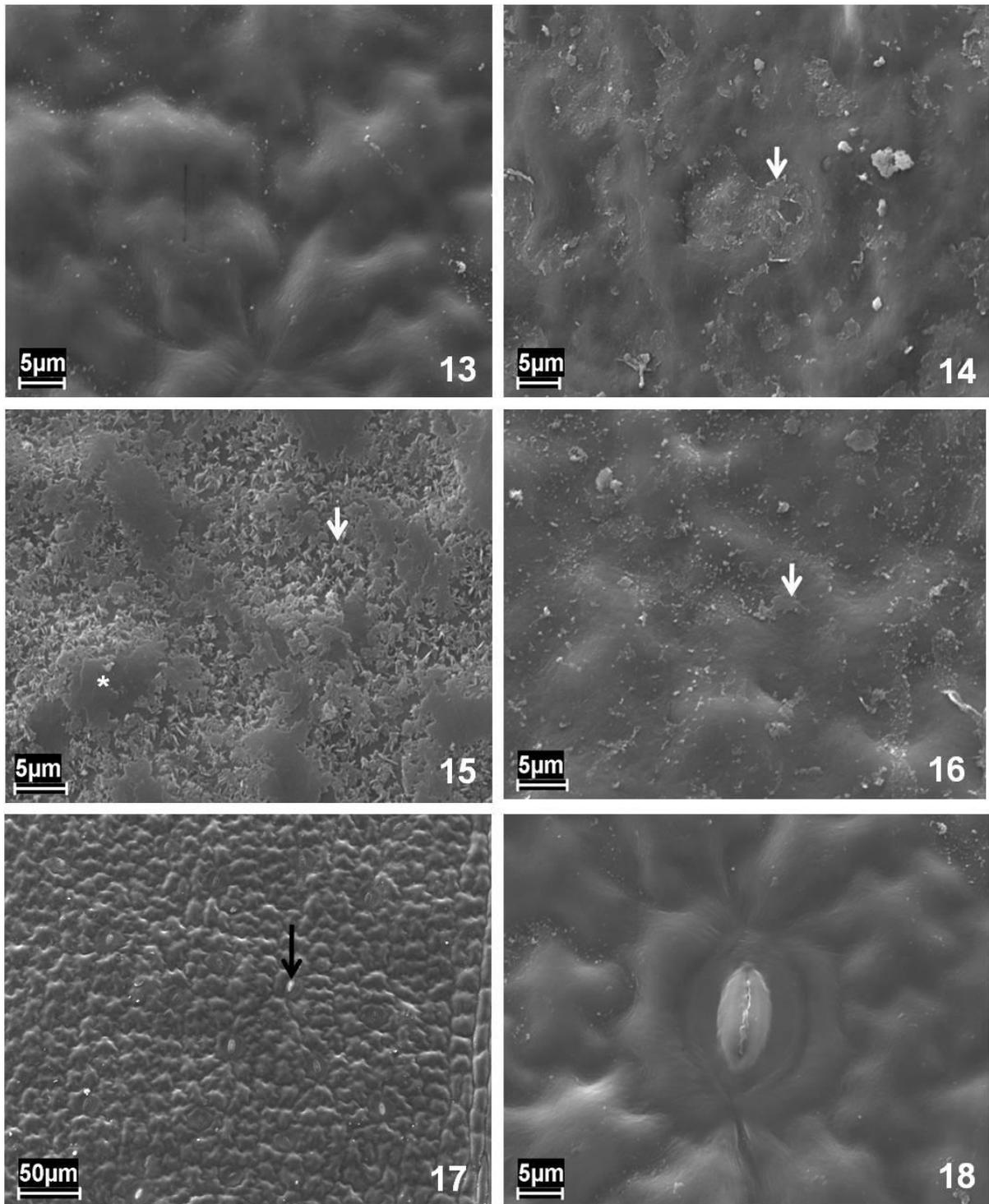


Figura 7-12. Eletromicrografias de varredura dos foliölulos de *Parkia* R. Br. 7. *Parkia multijuga*, ápice. 8. *P. velutina*, ápice. 9. *P. panurensis*, ápice. 10. *P. multijuga*, base. 11. *P. multijuga*, margem com tricomas. 12. *P. panurensis*, margem glabra. seta = tricomas.



Figuras 13-18. Eletromicrografias de varredura da epiderme dos foliölulos de *Parkia* R. Br. 13. *P. velutina*, face abaxial. 14. *P. multijuga*, face abaxial. 15. *P. panurensis*, face abaxial. 16. *P. velutina* face adaxial. 17-18. *P. velutina*, foliölulo, face abaxial. Asterisco = cera em crosta; seta branca = cera epicuticular; seta preta = estômato.

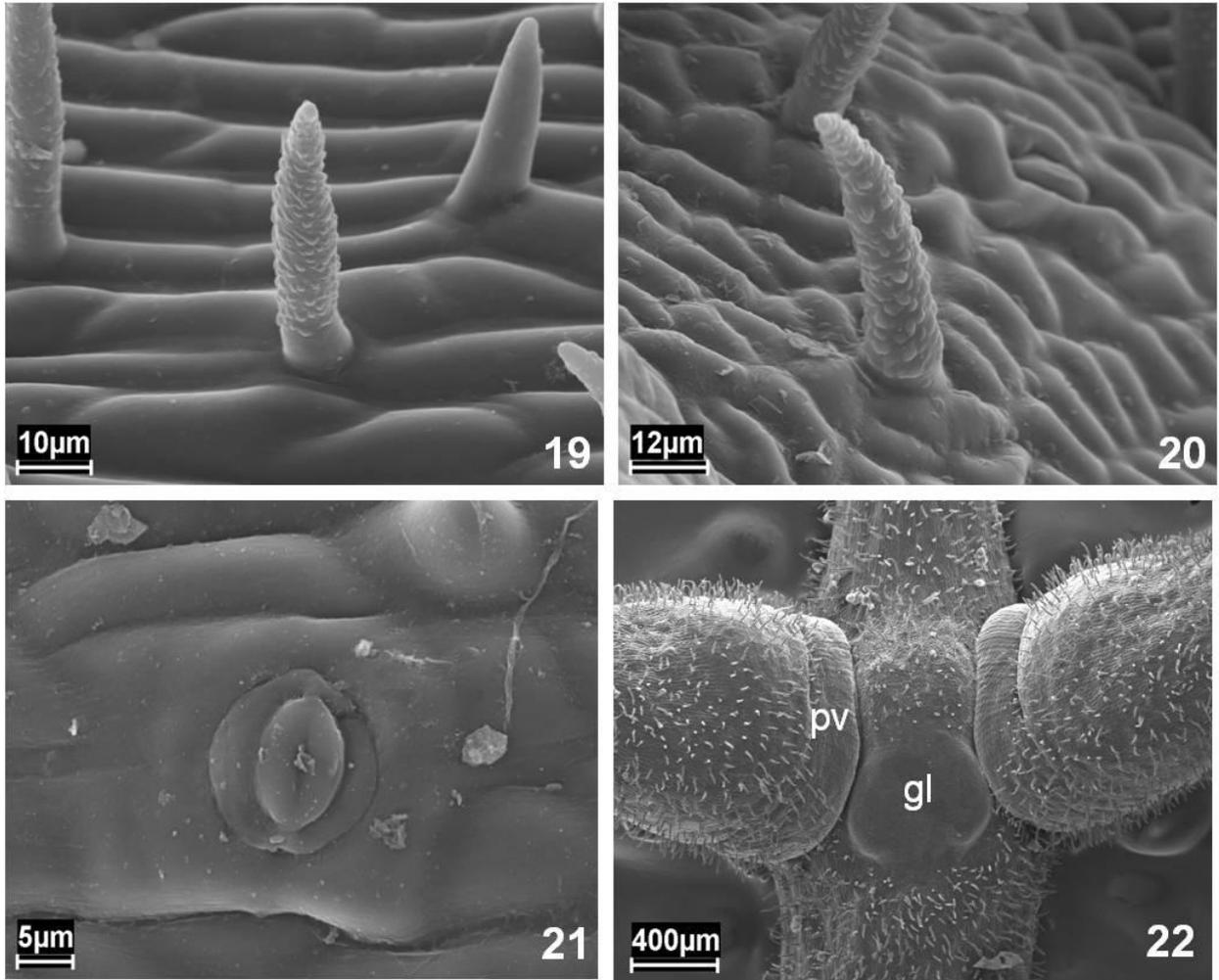
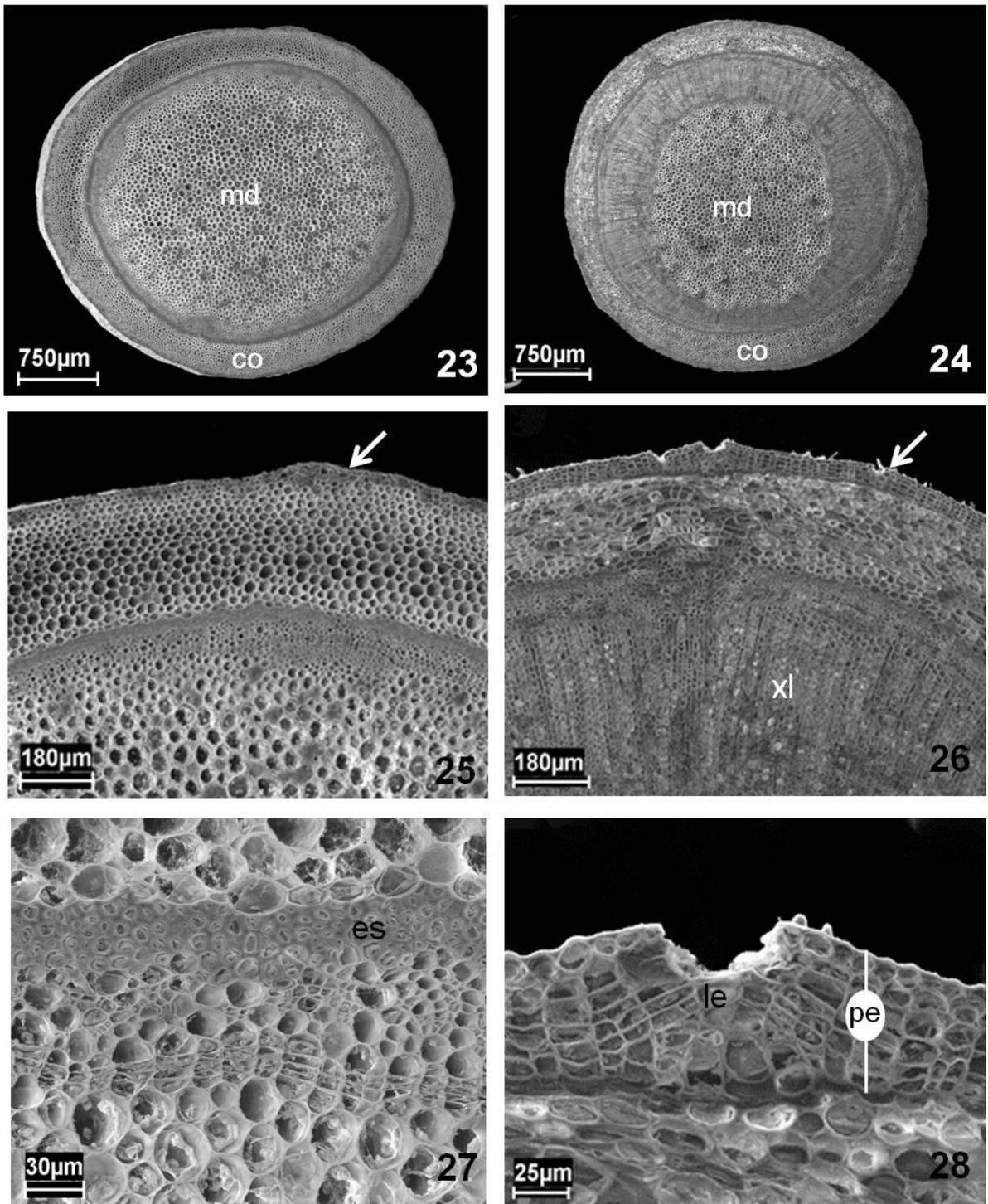


Figura 19-22. Eletromicrografias de varredura da epiderme do eixo vegetativo de *Parkia panurensis*. 19. Epicótilo, tricomas. 20. Raquis, tricomas. 21. Hipocótilo, estômato paracítico. 22. Glândula interpeciolar. gl = glândula; pv = pulvínulo.



Figuras 23-28. Eletromicrografias de varredura em secções transversais do hipocótilo de *Parkia*. 23, 25, 27. *Parkia panurensis*. 24, 26, 28. *P. velutina*. co = córtex; es = esclerênquima; pe = periderme; le = lenticela; md = medula; seta branca = epiderme; xl = xilema.

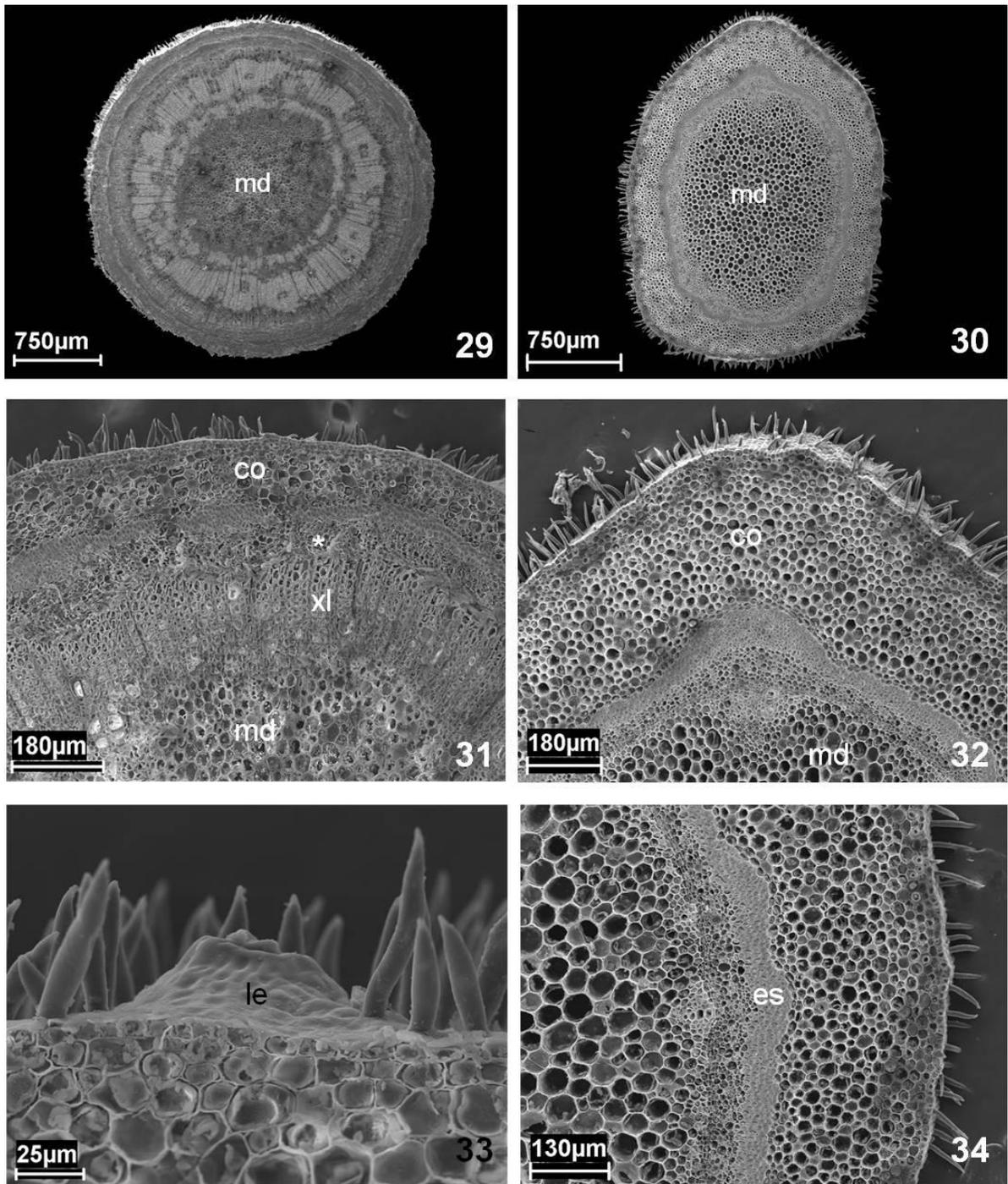


Figura 29-34. . Eletromicrografias de varredura em secções transversais do epicótilo de *Parkia*. 29, 31, 33. *Parkia multijuga*. 30, 32, 34. *P. velutina*. Asterisco = floema; co = córtex; es = esclerênquima; le = lenticela; md = medula; xl = xilema.

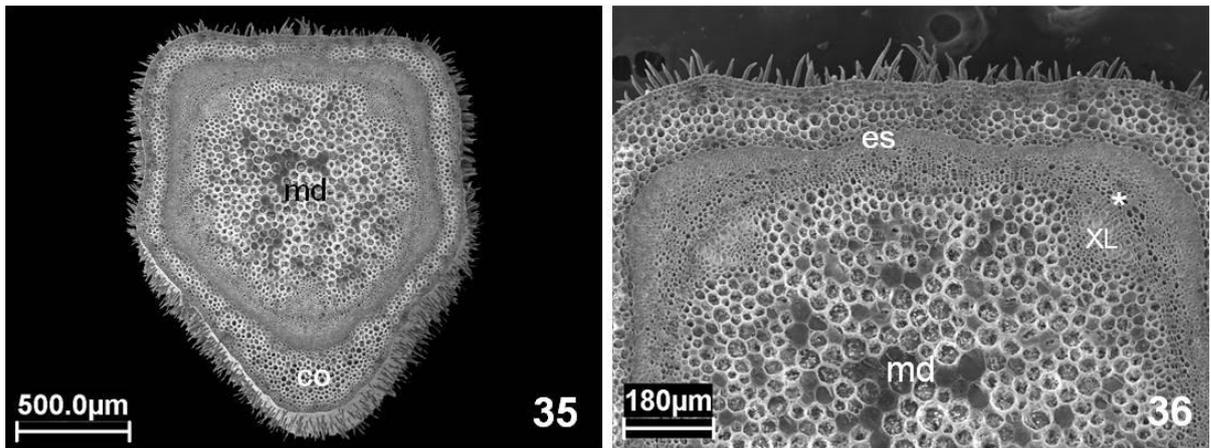
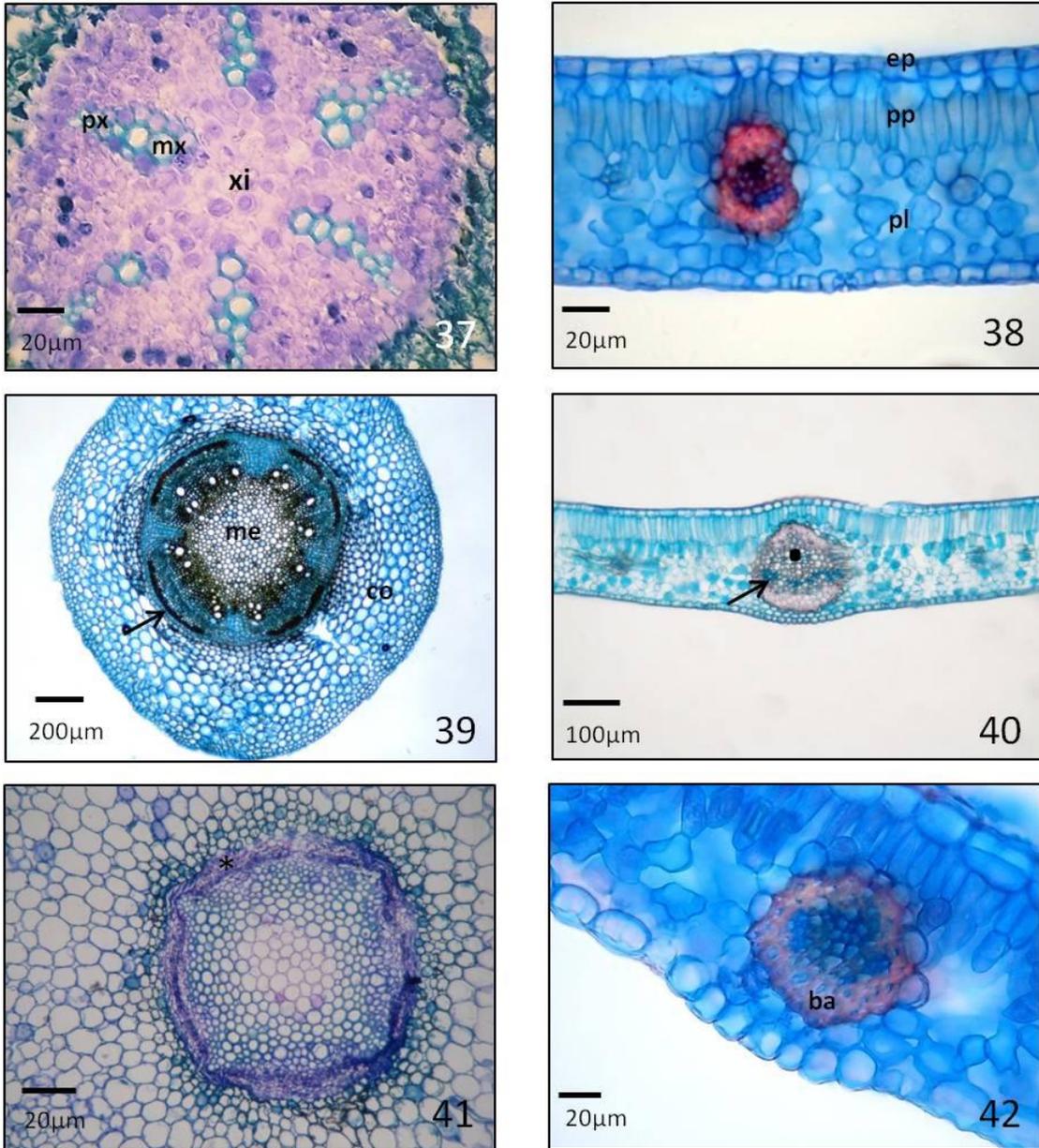
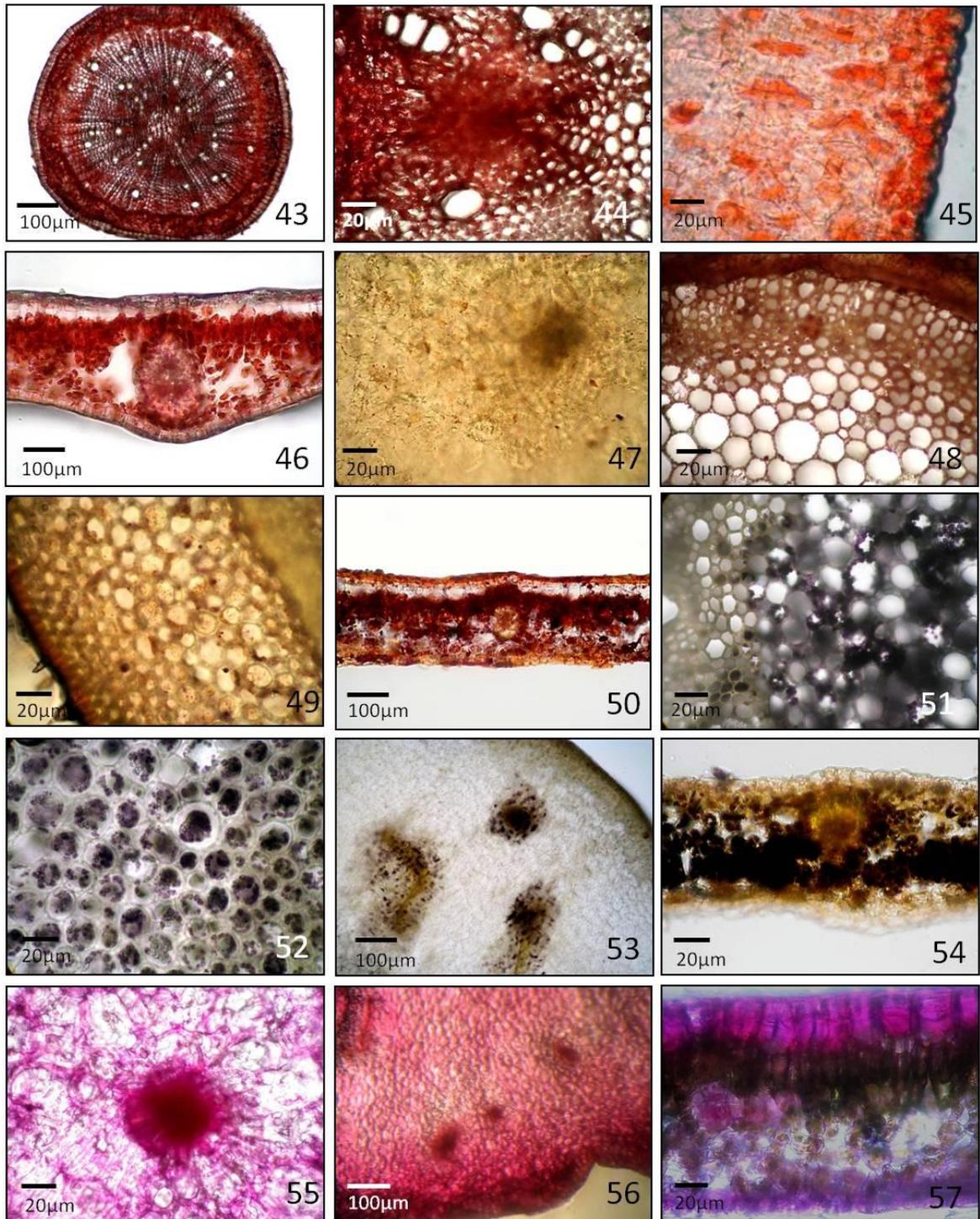


Figura 35-36. Eletromicrografias de varredura do epicótilo em secção transversal de *Parkia panurensis*. 35. Aspecto geral. 36. Detalhe do epicótilo. Asterisco = floema; co = córtex; es = esclerênquima; md = medula; xl = xilema.



Figuras 37-42. Raiz e foliólulo em secção transversal. 37. Raiz de *Parkia multijuga*. 38. Foliólulo de *P. multijuga*. 39. Raiz de *P. panurensis*. 40. Foliólulo de *P. panurensis*. 41. Raiz de *P. velutina*. 42. Foliólulo de *P. velutina*. Asterisco = câmbio; ba = bainha; co = córtex; ep = epiderme; me = medula; mx = metaxilema; pl = parênquima lacunoso; ponto = xilema; pp = parênquima paliçádico; px = protoxilema; seta = floema; xi = metaxilema imaturo.



Figuras 43-57. Secções transversais do eixo vegetativo das plântulas de *Parkia* R. Br. submetidas a testes histoquímicos. 43. Raiz de *P. panurensis* evidenciando proteínas. 44. Raiz de *P. multijuga* idem. 45. Cotilédone de *P. velutina* idem. 46. Foliólulo de *P. multijuga* idem. 47. Cotilédone de *P. panurensis*, lipídios totais. 48. Raiz de *P. velutina* idem. 49. Hipocótilo idem, idem. 50. Foliólulo de *P. multijuga* idem. 51. Raiz de *P. multijuga*, evidenciando amido em roxo. 52. Hipocótilo de *P. panurensis* idem. 53. Cotilédone de *P. velutina* idem. 54. Foliólulo idem, idem. 55. Cotilédone de *P. multijuga*, pectinas. 56. Cotilédone de *P. panurensis* idem. 57. Foliólulo de *P. multijuga* idem.



Figuras 58-72. Secções transversais das plântulas de *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina* submetidas a testes histoquímicos. 58. Raiz de *P. multijuga* evidenciando lignina. 59. Raiz de *P. velutina* idem. 60. Epicótilo idem, idem. 61. Hipocótilo de *P. panurensis* idem. 62. Raiz de *P. multijuga* evidenciando compostos fenólicos gerais. 63. Raiz de *P. velutina*, idem. 64. Epicótilo de *P. multijuga* idem. 65. Foliólulo de *P. multijuga* idem. 66. Hipocótilo de *P. panurensis*, idem. 67. Cotilédone de *P. panurensis* idem. 68. Raiz de *P. multijuga*, evidenciando tanino. 69. Raiz de *P. panurensis* idem. 70. Epicótilo de *P. velutina* idem. 71. Hipocótilo de *P. panurensis* idem. 72. Foliólulo de *P. velutina* idem.

CONCLUSÕES GERAIS

Este trabalho trouxe dados inéditos para as três espécies de *Parkia*, além de contribuir para o conhecimento do gênero como um todo. Os caracteres morfológicos dos frutos, morfoanatomia, características físicas e tecnológicas das sementes, tipos de reservas presentes e a morfoanatomia das plântulas foram explorados nos cinco capítulos.

Para determinar o teor de água das sementes das três espécies recomenda-se o uso de sementes cortadas com exposição de parte do embrião. Três sementes cortadas por subamostra para *P. multijuga*, cinco para *P. velutina* e 25 para *P. panurensis*. Essas informações são importantes para manipulação, processamento e armazenamento das sementes.

Em relação aos frutos, as principais características para separar *P. multijuga*, *P. panurensis* e *P. velutina* foram a superfície do epicarpo, as dimensões e número de sementes por fruto.

As sementes são morfológicamente distintas e podem ser diferenciadas por apresentar forma oblonga em *P. multijuga*, elíptica em *P. panurensis* e oboval em *P. velutina* e pelas dimensões.

O pleurograma das sementes de *P. multijuga* apresenta-se a 100 e 90%, não sendo um indicativo taxonômico seguro para a identificação da espécie. Já para *P. panurensis* e *P. velutina* o pleurograma é uma característica válida para o reconhecimento das espécies.

A diferença de intensidade de dormência pela impermeabilidade do tegumento das sementes nas espécies estudadas se deve às características morfoanatômicas apresentadas: pleurograma menos impresso em *P. multijuga* e *P. velutina* que em *P. panurensis*, comprimento dos macrosclereídes e aos compostos fenólicos presentes;

A superfície dos cotilédones das três espécies apresenta cutícula estriada, mas somente em *P. velutina* essas estriações formam arranjo reticulado.

O eixo hipocótilo-radícula das três espécies apresenta características distintivas em relação à pilosidade e ao tipo de germinação. Em *P. velutina* a ráquis dos primórdios foliares apresenta tricomas pluricelulares capitados de base tricelular, enquanto nas outras duas espécies a mesma é glabra.

A principal substância de reserva encontrada nas sementes maduras foram os carboidratos, nas três espécies estudadas, sendo em *P. panurensis* a maior concentração, seguido de *P. velutina* e *P. multijuga*.

As observações microscópicas, os testes histoquímicos e as eletromicrografias de varredura permitiram, não apenas diagnosticar a natureza das substâncias ergásticas nas sementes, na raiz, hipocótilo, cotilédones, epicótilos e foliólulos das plântulas, como também elucidar a ultraestrutura das mesmas.

As três espécies apresentam alto consumo de carboidratos na fase inicial da germinação, em relação ao conteúdo das sementes após dispersão, que são predominantemente consumidos durante as fases posteriores, até a expansão do eófilo. As demais reservas apresentaram consumo gradual de acordo com o desenvolvimento da plântula.

Para a superação da dormência física das sementes de *Parkia panurensis* e *P. multijuga* os tratamentos de escarificação mecânica com esmeril elétrico na lateral da semente, caracterizam-se eficientes por reduzir o tempo de emergência. A escarificação química com ácido sulfúrico por 30 minutos é eficaz na superação da dormência das sementes de *P. panurensis* e *P. velutina* tanto para emergência quanto para formação de plântula normal.

As espécies apresentam variação quanto ao tipo morfológico de germinação, hipógea criptocotiledonar em *P. multijuga*, semi-hipógea fanerocotiledonar em *P. velutina* e epígea fanerocotiledonar em *P. panurensis* assim como de vários caracteres das plântulas.

A principal diferença encontrada entre as plântulas foi presença de catafilo no epicótilo de *P. multijuga* e *P. velutina*, nesta acima do nó cotiledonar visível à vista desarmada, ausentes em *P. panurensis*. Hipocótilo longo com crescimento secundário inicial e epiderme uniestratificada em *P. panurensis*, e curto completo, com periderme poliestratificada em *P. velutina*. Estômatos paracíticos que ocorrem apenas na superfície do hipocótilo de *P. panurensis*.

O número de folíolos e foliólulos é um dos caracteres seguros para diferenciar *P. multijuga* de *P. velutina* e *P. panurensis*. Os foliólulos apresentam margens com tricomas tectores simples, unicelulares de indumento rugoso em *P. multijuga* e *P. velutina* e glabra em *P. panurensis*.

Compostos fenólicos gerais e, principalmente, taninos foram verificados nas plântulas das três espécies. Provavelmente essas são as principais substâncias relacionadas à defesa das plântulas.

As três espécies podem ser testadas em sementeira direta, como alternativas para a recuperação de áreas degradadas. *P. panurensis* e *P. velutina* por apresentarem mucilagens no tegumento e *P. multijuga* pelo tamanho das sementes e conteúdo de reservas.

ANEXOS

MATRIZES SELECIONADAS

Parkia multijuga Benth.

Nº de sequência	Número da árvore selecionada	Localização, Coordenadas (GPS)	Altura (m)	DAP (cm)
1	37	Lado direito, estrada de Porto Evandro. S 04°52'56.3" W 65°08'50.4"		54
2	39	Estrada de Porto Evandro próximo ao LUC 28. S 04° 51' 49,9" W 65°05' 33.5"	22	78
3	43	Lado esquerdo, antes do cruzamento da estrada p/ Porto Hélio/Evandro S04°51'07.9" W65°16'44.7"	15	64
4	44	Lado direito Estrada P. Evandro (sentido Polo/ Porto) S 04°52'22.5" W 65°15'16.8"	13	71
5	45	Lado esquerdo Estrada P. Evandro (sentido Polo/Porto) S04°52'23.7" W65°15'13.4"	20	79
6	46	Lado esquerdo Estrada P. Evandro (sentido Polo/Porto) S04°53'11.1" W65°09'27.4"	14	76
7	47	Lado direito Estrada P. Evandro (sentido Polo/Porto) px Manifold LUC 5. S04°52'09.4" W65°06'29.0'	15	59
8	48	Lado esquerdo Estrada P. Evandro (sentido Polo/Porto) S04°52'09.6" W65°06'29.4"	20	87
9	49	Lado direito Estrada P. Evandro (sentido Polo/Porto) px Marta 1. S04°49'41.4" W65°01'58.4"	13	87
10	50	Lado direito Estrada P. Evandro (sentido Polo/Porto) após Marta 1 ± 300m/distância. S04°49'29.4" W65°01'44.9"	16	78

Parkia panurensis Benth ex H. C. Hopkins

Nº de sequência	Número da árvore selecionada	Localização, Coordenadas (GPS)	Altura (m)	DAP (cm)
1	24	Margem esquerda rio Urucu. S 04°49'25.8" W 65°16'25.6"	20	92
2	26	Margem esquerda rio Urucu. S 04°50'20.3" W 65°18'49.4"	18	84
3	27	Margem esquerda rio Urucu. S 04°51.00' W 65°18'27.3"	12	64
4	29	Margem direita rio Urucu. S 04°48'38.2" W 65°15'23.2"	11	38
5	32	Lado direito, estrada de Porto Evandro. S 04°51'28.7" W 65°16'12.4'	15	40
6	33	Lado direito, estrada de LUC Porto Evandro. S 04°54'01.0" W 65°12'23.3"	18	95
7	34	Lado direito, estrada de Porto Evandro, em frente ao LUC 25. S 04°53'42.5" W 65°11'17.6"	12	67
8	35	Lado esquerdo, estrada de Porto Evandro, próximo ao LUC 24. S 04°53'15.5" W 65°09'48.7"	20	52
9	36	Lado direito, estrada de Porto Evandro. S 04°52'58.5" W 65°08'56.2"	10	33
10	12	Lado esquerdo, estrada de Porto Evandro. S 04°53'50.2" W 65°11'14.3"	12	45

Parkia velutina Benoist

Nº de sequência	Número da árvore selecionada	Localização, Coordenadas (GPS)	Altura (m)	DAP (cm)
1	17	Margem esquerda rio Urucu. S 04°50'49.8" W 65°20'32.6"	15	47
2	18	Margem direita rio Urucu. S 04°50'38.7" W 65°20'28.7"	20	92
3	19	Margem direita rio Urucu. S 04°50'39.6" W 65°20'17.7"	15	47
4	21	Margem esquerda rio Urucu. S 04°50'03.1" W 65°17'54.7"	13	63
5	23	Margem esquerda rio Urucu. S 04°49'31.3" W 65°16'56.8"	15	70
6	25	Margem esquerda rio Urucu. S 04°49'05.8" W 65°16'22.3"	17	95
7	20	Margem esquerda rio Urucu. S 04°50'24.2" W 65°18'45.8"	16	80
8	28	Margem esquerda rio Urucu. S 04°48'42.8" W 65°15'43.0"	15	61
9	30	Margem esquerda rio Urucu. S 04°48'38.2" W 65°15'23.2"	22	58
10	31	Margem esquerda rio Urucu. S 04°48'18.3" W 65°15'03.7"	12	75