

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

**PIRÊNIOS E PLÂNTULAS DE TRÊS ESPÉCIES DE MALPIGHIACEAE DE UMA
SAVANA AMAZÔNICA: ASPECTOS MORFOLÓGICOS E TECNOLÓGICOS**

CYLLES ZARA DOS REIS BARBOSA

MANAUS-AMAZONAS

2015

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

CYLLES ZARA DOS REIS BARBOSA

**PIRÊNIOS E PLÂNTULAS DE TRÊS ESPÉCIES DE MALPIGHIACEAE DE UMA
SAVANA AMAZÔNICA: ASPECTOS MORFOLÓGICOS E TECNOLÓGICOS**

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

Orientadora: Profa. Dra. Maria Sílvia de Mendonça

Co-Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Schütz Rodrigues

MANAUS-AMAZONAS

2015

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B238p Barbosa, Cylles Zara dos Reis
Pirênios e plântulas de três espécies de Malpighiaceae de uma savana amazônica: aspectos morfológicos e tecnológicos / Cylles Zara dos Reis Barbosa. 2015
77 f.: il.; 31 cm.

Orientadora: Maria Silvia de Mendonça
Coorientadora: Rodrigo Schütz Rodrigues
Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Byrsonima. 2. Morfologia vegetal. 3. Murici. 4. Tratamentos pré-germinativos. 5. Savana amazônica. I. Mendonça, Maria Silvia de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CYLLES ZARA DOS REIS BARBOSA

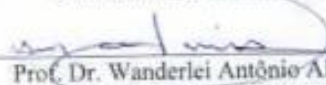
PIRÊNIOS E PLÂNTULAS DE TRÊS ESPÉCIES DE MALPIGHIACEAE DE UMA
SAVANA AMAZÔNICA: ASPECTOS MORFOLÓGICOS E TECNOLÓGICOS

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

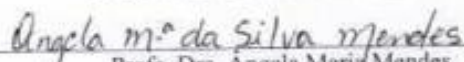
Aprovada em 15 de janeiro de 2015.

BANCA EXAMINADORA


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


Prof. Dr. Wanderlei Antônio Alves de Lima
Embrapa Amazônia Ocidental


Profa. Dra. Maria da Glória Gonçalves de Melo
Universidade Estadual do Amazonas


Profa. Dra. Angela Maria Mendes
Universidade Federal do Amazonas


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

Ao autor da vida, Cristo Jesus

*Aos meus pais, Iva dos Reis Barbosa e
Francisco Ozarias Menezes Barbosa pelo
pouco que há deles em mim*

*Aos meus irmãos Francisco Helton dos Reis
Barbosa e Janderson Junho dos Reis Barbosa
por me fazerem compreender que a distância
física seria necessária*

*Ao meu sobrinho João Guilherme de Moura
Barbosa como incentivo aos estudos*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus por me guiar e dar-me força para vencer todos os obstáculos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, pela oportunidade de realizar o Curso de Doutorado.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudo.

À Embrapa Roraima, por me acolher mais uma vez, disponibilizando as instalações, equipamentos, reagentes e material vegetal para a realização do estudo.

À Empresa retificadora Badú Diesel, pela produção do alicate para extração das sementes, imprescindível para o desenvolvimento do estudo.

À Dra. Maria Sílvia de Mendonça, por me aceitar como orientada mesmo sendo de outra área de conhecimento.

Ao Dr. Rodrigo Schütz Rodrigues, meu co-orientador que admiro muito pela sua competência profissional, e acima de tudo pela paciência, sensibilidade de compreender minhas dificuldades, ensinar-me despertando meu interesse pela Botânica e principalmente pelo acolhimento no momento mais difícil desta jornada, sem a sua ajuda o estudo não seria possível, minha eterna gratidão.

À minha banca examinadora pelas valiosas contribuições, imprescindível para a finalização do estudo.

Ao Dr. Oscar José Smiderle, pela amizade, paciência, respeito as minhas limitações, incentivo constante e por esta ao meu lado ajudando-me a todo o momento e tornar o trabalho possível.

À Engenheira Agrônoma, Larisse Souza de Campos Oliva, pelo companheirismo e inestimável ajuda, sem a qual, não teria como desenvolver o trabalho, meu carinho e gratidão.

À Dra. Andréia Silva Flores, por ter dado-me a oportunidade de trabalhar com meu co-orientador e acima de tudo pelo carinho e enorme auxílio prestado no Herbário do Museu Integrado de Roraima.

Ao Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa, pela identificação das espécies em campo.

À MSc. Rosianne Nara Thomé Barbosa, pela inestimável ajuda na coleta dos frutos, a você amiga de todas as horas, minha eterna gratidão.

Ao Dr. Lourival Novais Néto, pela revisão de português e tradução dos artigos para o inglês que foram fundamentais para a conclusão do trabalho.

Ao MSc. Dalton Roberto Schwengber, por todas as vezes que precisei de sua ajuda e não me foi negada, principalmente no ajuste da versão dos artigos para o inglês, minha eterna gratidão.

Ao graduando de Arquitetura, Tony Guarnielle Barbosa Ribeiro, pela realização das fotografias das plântulas, imprescindíveis para o estudo.

Ao MSc. Edmar da Silva Prado, pela confecção dos desenhos botânicos, que foram fundamentais para a conclusão do trabalho.

À MSc. Andréa Cristina Sant'ana e Lorrane Aesha Malta Feitosa pelo auxílio prestado no Laboratório de Biologia Molecular do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima.

À Dra. Andréia Barroncas de Oliveira, Maria da Glória Gonçalves de Melo e Poliana Roverse Genovese-Marcomini, pelas sugestões oferecidas para o desenvolvimento do trabalho.

Ao Francisco Ozarias Menezes Barbosa, pelo apoio incansável emocional, financeiro e físico em prol da realização do trabalho, eu te amo pai, muito obrigada!

À Rosemary Batista dos Santos e Raimundo Nonato dos Santos, pelo amor de mãe e pai dando-me, mas também pelo carinho e incentivo nos momentos difíceis da jornada, pessoas iluminadas por Deus pela vontade de ajudar o próximo, amo vocês!

À Nelcimar Barbosa de Lima Silva e Amaro de Lima Silva Júnior, pelo apoio nos momentos de dificuldades, mas também pelo amor, carinho, incentivo aos meus estudos e por estarem compartilhando comigo todos os momentos da minha vida acadêmica, amo vocês!

As minhas amigas de doutorado, Sammy Aquino Pereira e Lúcia Helena Pinheiro Martins, pelo apoio em todos os sentidos, angústias que passaram por mim, encorajamentos me fazendo ver o lado bom de tudo, companheirismo fiéis, cuidados para comigo e por fazerem-me acreditar que esta conquista seria possível, mesmo quando tinha tudo para desistir, a vocês minha amizade e inestimável amor, carinho e eterna gratidão.

Aos meus colegas da Pós-Graduação, Catiele Vieira Borges, Joelma Keith Rodrigues, Gerlândio Suassuna Gonçalves e Sílvio Vieira da Silva, pelo apoio acadêmico e leveza trazida em todos os dias durante a minha estada na Universidade Federal do Amazonas.

Aos professores do Curso de Doutorado em Agronomia Tropical, Dra. Maria Teresa Gomes Lopes e Jânia Lilia da Silva Bentes, Dr. Antenor Francisco de Figueiredo, José Zilton Lopes Santos e José Ferreira da Silva, pela paciência nos momentos de dificuldades e principalmente pela amizade.

Muito obrigada!

RESUMO

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth, *Byrsonima coccolobifolia* Kunth e *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. da família Malpighiaceae destacam-se como uma das mais comuns nos grupos de vegetação de savanas do complexo paisagístico “Rio Branco-Rupununi”. O complexo paisagístico “Rio Branco-Rupununi” encontra-se localizado no estado de Roraima, e constitui-se em um dos maiores blocos de savanas da América do Sul e na maior área de savanas da Amazônia Brasileira. Estudos morfológicos e tecnológicos dos órgãos reprodutivos da maioria das espécies nativas de área de savanas da Amazônia Brasileira são desconhecidos. Em Malpighiaceae, apesar da incontestável importância econômica e medicinal das espécies do gênero *Byrsonima* são poucos os estudos quanto a estes aspectos. Assim, objetivou-se estudar aspectos morfológicos do pirênio e plântula de *B. crassifolia* (L.) Kunth, *B. coccolobifolia* Kunth e *B. verbascifolia* (L.) DC. de uma savana amazônica de Boa Vista, Roraima, bem como aspectos tecnológicos dos pirênios das três espécies de *Byrsonima*. Para isto, coletas semanais, entre os meses de abril a julho de 2012, foram realizadas para a obtenção dos pirênios provindos de frutos maduros colhidos de 12 indivíduos de populações naturais de uma área de savana, no Campo Experimental de Água Boa, da Embrapa Roraima, município de Boa Vista-RR. Os pirênios das três espécies estudadas são similares, entretanto, *B. crassifolia* apresentou pirênios com maior diâmetro, enquanto que *B. coccolobifolia* maior comprimento e peso, e *B. verbascifolia* menor peso e sementes com maior comprimento, largura e espessura em relação às outras duas espécies estudadas. As plântulas das três espécies apresentam padrão morfológico diferenciado, *B. crassifolia* possuem plântulas fanerocotiledonares, epígeas e foliáceas, enquanto que *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* plântulas fanerocotiledonares, hipógeas e foliáceas. Outros caracteres variaram entre as espécies, o epicótilo e os entrenós subsequentes em plântulas de *B. verbascifolia* são reduzidos, enquanto que o desenvolvimento da plúmula é lateral em relação aos cotilédones de *B. coccolobifolia*. Ambas as espécies *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* apresentam germinação criptógea, plúmula subterrânea, nó cotiledonar abaixo do nível do solo e fusão dos pecíolos cotiledonares como forma de se manter protegida do fogo que é recorrente em área de savanas. Os pirênios de *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia* apresentam dormência fisiológica e o método com pirênios imersos em solução de ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros foi mais eficiente na superação da dormência das sementes das três espécies de *Byrsonima*.

Palavras-chave: *Byrsonima*, morfologia vegetal, murici, tratamentos pré-germinativos, savana amazônica.

ABSTRACT

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth, *Byrsonima coccolobifolia* Kunth and *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. of the family Malpighiaceae stand out as one of the commonest in the group of savannas vegetation of the “Rio Branco-Rupununi” landscape complex. The “Rio Branco-Rupununi” landscape complex lies in the state of Roraima and is one of the largest blocks of savannas in South America and in the largest area of savannas in Brazilian Amazonia. Morphological and technological studies of the reproductive organs of the native species of savannas area of Brazilian Amazonia are unknown. In Malpighiaceae, despite the unassailable economic and medicinal importance of the species of the genus *Byrsonima* the studies as to these aspects are few. So, it was intended to investigate morphological aspects of the pyrenes and seedling of *B. crassifolia* (L.) Kunth, *B. coccolobifolia* Kunth and *B. verbascifolia* (L.) DC. of an Amazonian savannas of Boa Vista, Roraima, as well as technological aspects of the pyrenes of three species of *Byrsonima*. For this purpose, weekly collections between the months of April to July of 2012 were conducted for the obtaining of the pyrenes coming from ripe fruits collected from 12 individuals of natural populations of an area of savannas, in the Água Boa Campo Experimental, of Embrapa Roraima, municipality of Boa Vista-RR. The pyrenes of the three species studied are similar, but, *B. crassifolia* presented pyrenes with greater diameter while *B. coccolobifolia* greater length and weight and *B. verbascifolia* lower weight and seeds with greater length, breadth and thickness in relation to the other two species investigated. The seedlings of the three species present distinct morphological pattern, *B. crassifolia* have phanerocotyledonary, epigeous and foliaceous seedlings, whereas *B. coccolobifolia* and *B. verbascifolia* present phanerocotyledonary, hypogeous and foliaceous seedlings. Other traits ranged among the species, the subsequent epicotyl and the internodes on seedlings of *B. verbascifolia* are reduced while the development of the plumule is lateral in relation to the cotyledons of *B. coccolobifolia*. The species *B. coccolobifolia* and *B. verbascifolia* present cryptogeal germination, underground plumule, cotyledonary node below soil level and fusion of the cotyledonary petioles as a way of keeping themselves protected from fire which is recurrent on areas of savannas. Pyrenes of *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* and *B. coccolobifolia* present physiological dormancy and the method with immersed pyrenes in gibberellic acid solution at a concentration of 500 mg L⁻¹ for 48 hours and integers was more efficient in overcoming seed dormancy of the three species of *Byrsonima*.

Keywords: *Byrsonima*, plant morphology, murici, pre-germination treatments, Amazonian savannas.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I - MORFOLOGIA DE PIRÊNIO DE TRÊS ESPÉCIES DE *Byrsonima* Rich. ex Kunth (MALPIGHIACEAE)

Figura 1. Pirênios e sementes de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth e *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. (Malpighiaceae) de áreas de savana de Boa Vista, Roraima. A. Vista lateral do pirênio de *B. coccolobifolia*. B. Vista da base truncada do pirênio de *B. coccolobifolia*. C. Vista lateral destacando o lobo radicular e a hipóstase da semente de *B. coccolobifolia*. D. Embrião em secção longitudinal da semente de *B. coccolobifolia*. E. Vista lateral do pirênio de *B. crassifolia*. F. Vista da base truncada do pirênio de *B. crassifolia*. G. Vista lateral destacando o lobo radicular e a hipóstase da semente de *B. crassifolia*. H. Embrião em secção longitudinal da semente de *B. crassifolia*. I. Vista lateral do pirênio de *B. verbascifolia*. J. Vista da base truncada do pirênio de *B. verbascifolia*. K. Vista lateral destacando o lobo radicular e a hipóstase da semente de *B. verbascifolia*. L. Embrião em secção longitudinal da semente de *B. verbascifolia*. (rl = lobo radicular; hp = hipóstase; co = cotilédone; hr = eixo hipocótilo-radicular). Barras = 2 mm. 40

Figura 2. Número de lóculos por pirênio de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) de áreas de savana de Boa Vista, Roraima. 42

Figura 3. Número de sementes por pirênio de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) de áreas de savana de Boa Vista, Roraima. 43

Figura 4. Pirênios e sementes de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth e *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. (Malpighiaceae) de áreas de savana de Boa Vista, Roraima. A-B. Vista lateral do pirênio de *B. coccolobifolia*. I-J. Vista lateral do pirênio de *B. crassifolia*. R-S. Vista lateral do pirênio de *B. verbascifolia*. C-F. Secção longitudinal e transversal do pirênio de *B. coccolobifolia*. L-O. Secção longitudinal e transversal do pirênio de *B. crassifolia*. T-W. Secção longitudinal e transversal do pirênio de *B. verbascifolia*. G. Vista lateral destacando o lobo radicular, hipóstase e micrópila da semente de *B. coccolobifolia*. P. Vista lateral destacando o lobo radicular, hipóstase e micrópila da semente de *B. crassifolia*. X. Vista lateral destacando o lobo radicular, hipóstase e micrópila da semente de *B. verbascifolia*. H. Embrião em secção longitudinal da semente de *B. coccolobifolia*. Q. Embrião em secção longitudinal da semente de *B. crassifolia*. Y. Embrião em secção longitudinal da semente de *B. verbascifolia*. (ap = ápice; ba = base; pe = parede externa; pi = interna; lo = lóculo; se = septo; rl = lobo radicular; hp = hipóstase; mc = micrópila; co = cotilédone; hr = eixo hipocótilo-radicular). Barras = 2 mm. 44

CAPÍTULO II - MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS DE TRÊS ESPÉCIES SIMPÁTRICAS DE *Byrsonima*: PRIMEIRA EVIDÊNCIA DE GERMINAÇÃO CRIPTÓGEA EM MALPIGHIACEAE E UM NOVO TIPO DE PLÂNTULAS EM EUDICOTILEDÔNEAS

Figura 1. Plântulas de três espécies de *Byrsonima*. (A-B) *B. crassifolia*: Plântula fanerocotiledonar, epígea, foliácea. (A) 60 dias após a semeadura. (B) 90 dias após a semeadura. (C-D) *B. coccolobifolia*: Plântula fanerocotiledonar, hipógea, foliácea. (C) 60 dias a partir da semeadura. (D) 90 dias da semeadura. (E-F) *B. verbascifolia*: Plântula fanerocotiledonar, hipógea, foliácea. (E) 60 dias a partir da semeadura. (F) 90 dias da semeadura. Legenda: cb – Lâmina cotiledonar; cp - Pecíolo cotiledonar; ct - Tubo cotiledonar; e1 – Eofilo do primeiro nó; e2 – Eofilo do segundo nó; ep - Epicótilo; hp - Hipocótilo; pr - Raiz primária; Traços indicam o nível do solo..... 63

Figura 2. Plântulas de três espécies de *Byrsonima*. (A) *B. crassifolia*. 90 dias após a semeadura. (B) *B. coccolobifolia*. 70 dias após a semeadura. (C) *B. verbascifolia*. 90 dias após a semeadura. Legenda: cb – Lâmina cotiledonar; cp - Pecíolo cotiledonar; e1 – Eofilo do primeiro nó; e2 – Eofilo do segundo nó; hp - Hipocótilo. Escala (barras): 1 cm..... 64

Figura 3. Detalhes de plântulas de três espécies de *Byrsonima*. (A-B) *B. crassifolia*. (A) cotilédones epígeos e um hipocótilo desenvolvido acima do solo. (B) Detalhe do nó cotiledonar (note os pecíolos cotiledonares livres e as estípulas cotiledonares) e o epicótilo esparsamente pubescente. (C-D) *B. coccolobifolia* (C) cotilédones hipógeos (observe os pecíolos cotiledonares longos que são fundidos em um tubo longo) e um hipocótilo desenvolvido, subterrâneo (D) A mesma vista, mas com o tubo cotiledonar em seção longitudinal, ficando em torno da plúmula e do epicótilo em desenvolvimento. (E-F) *B. verbascifolia*. (E) cotilédones hipógeos (observe os pecíolos cotiledonares longos que são fundidos em um tubo cotiledonar curto) e um hipocótilo desenvolvido subterrâneo. (F) A mesma vista com o tubo cotiledonar em seção longitudinal, em torno do epicótilo glabrescente. Legenda: ar - Raízes adventícias; cb – Lâmina cotiledonar; cp - Pecíolo cotiledonar; cs – Estípula cotiledonar; ct - Tubo cotiledonar; e1 – Eofilo do primeiro nó; ep - Epicótilo; hp - Hipocótilo; pl - Plúmula; pr - Raiz primária; sr - Raiz secundária; Traços indicam o nível do solo..... 65

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - MORFOLOGIA DE PIRÊNIO DE TRÊS ESPÉCIES DE *Byrsonima* Rich. ex Kunth (MALPIGHIACEAE)

Tabela 1. Comprimento, diâmetro, peso, grau de umidade e peso de mil pirênios de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) de áreas de savana de Boa Vista, Roraima. 38

Tabela 2. Comprimento, largura, espessura e peso das sementes de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) de áreas de savana de Boa Vista, Roraima. 39

CAPÍTULO II - MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS DE TRÊS ESPÉCIES SIMPÁTRICAS DE *Byrsonima*: PRIMEIRA EVIDÊNCIA DE GERMINAÇÃO CRIPTÓGEA EM MALPIGHIACEAE E UM NOVO TIPO DE PLÂNTULAS EM EUDICOTILEDÔNEAS

Tabela 1. Resumo dos principais caracteres de plântulas de três espécies simpátricas de *Byrsonima* (Malpighiaceae) nas savanas de Roraima, Brasil. 62

CAPÍTULO III - SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE TRÊS ESPÉCIES DE *Byrsonima* (MALPIGHIACEAE)

Tabela 1. Valores médios para início da germinação (dias), tempo médio de germinação (dias) e germinação (%) em função de métodos de superação de dormência, avaliadas em pirênios de três espécies de *Byrsomina*, obtidos em área de savana de Boa Vista-RR, em 2012. 76

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	14
REFERÊNCIAS	18
CAPÍTULO I - MORFOLOGIA DE PIRÊNIO DE TRÊS ESPÉCIES DE <i>Byrsonima</i> Rich. ex Kunth (MALPIGHIACEAE)	23
RESUMO	24
ABSTRACT	25
1. INTRODUÇÃO.....	26
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3. RESULTADOS	29
4. DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÃO.....	33
6. AGRADECIMENTOS	33
8. REFERÊNCIAS	33
CAPÍTULO II - MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS DE TRÊS ESPÉCIES SIMPÁTRICAS DE <i>Byrsonima</i>: PRIMEIRA EVIDÊNCIA DE GERMINAÇÃO CRIPTÓGEA EM MALPIGHIACEAE E UM NOVO TIPO DE PLÂNTULAS EM EUDICOTILEDÔNEAS.....	46
Resumo	47
Abstract.....	48
Introdução.....	49
Materiais e métodos.....	51
Resultados.....	52
Discussão	54
Agradecimentos	58
Referências	58
CAPÍTULO III - SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE TRÊS ESPÉCIES DE <i>Byrsonima</i> (MALPIGHIACEAE)	66
Resumo	67

Abstract	68
INTRODUÇÃO	69
MATERIAL E MÉTODOS	70
RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
CONCLUSÕES.....	72
AGRADECIMENTOS	73
REFERÊNCIAS	73
 CONCLUSÕES GERAIS	 77

INTRODUÇÃO GERAL

As savanas atuais da região amazônica são consideradas como relíquias das antigas formações abertas que dominaram grande parte do norte da América do Sul (MAYLE et al., 2007). A ocorrência de extensas savanas em muitos locais da região amazônica tem levado à realização de diversos estudos que buscam, sobretudo, entender como paisagens tão diversas podem ocorrer em meio a um domínio de floresta tropical típica. A origem das savanas amazônicas é ainda debatida e, assim, creditada a vários fatores, entre eles a baixa fertilidade e deficiência hídrica dos solos e a atuação do fogo natural ou antrópico (MENESES e COSTA, 2012).

O estado de Roraima possui um território com 225,116 km², sendo que 17% é ocupado por savanas, localmente conhecido como “Lavrado” (BARBOSA, 1997). Sendo interessante ressaltar que, atualmente um dos maiores blocos de savanas da América do Sul encontra-se em Roraima que se constituem no complexo paisagístico “Rio Branco-Rupununi”, que ocupa 42.706 km² entre a Guiana e Venezuela, e se destaca por ser a maior área de savanas da Amazônia Brasileira (BARBOSA et al., 2007; BARBOSA e CAMPOS, 2011). Em inventários da flora fanerogâmica, as espécies *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima coccolobifolia* Kunth e *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC., da família Malpighiaceae são apontadas como uma das mais abundantes nos grupos de vegetação das savanas de Roraima (BARBOSA et al., 2005; BARBOSA e BARCELAR-LIMA, 2008).

A família Malpighiaceae é composta de árvores, arbustos, subarbustos, lianas e ervas perenes que consiste de 75 gêneros e 1.300 espécies que ocorrem preferencialmente em ambientes abertos, como bosques, savanas e campos, podendo também ocorrer em margens de rios e em florestas tropicais e subtropicais do Mundo (ANDERSON et al., 2006; ANDERSON e DAVIS, 2007). No Brasil esta família é representada por 44 gêneros e 528 espécies amplamente distribuídas nas diferentes formações vegetais naturais do país (SOUZA e LORENZI, 2005; MAMEDE, 2013). Dentre os gêneros desta família, o *Byrsonima* Rich. ex Kunth, cujas espécies são popularmente conhecidas como “murici”, destaca-se como um dos maiores com 130 espécies com predominância de ocorrência na América do Sul (DAVIS e ANDERSON, 2010), das quais 93 espécies encontram-se distribuídas no Brasil, sendo que destas 49 espécies ocorrem na Região Amazônica (MAMEDE, 2013).

Diversos estudos têm revelado que algumas destas espécies são amplamente utilizadas na medicina popular principalmente no tratamento de diarreia, asma e infecções da pele (DOSSEH et al., 1980; BEJAR e MALONE, 1993; AMARQUAYE et al., 1994; MENDANHA et al., 2010) e apresentam compostos farmacologicamente ativos na ação contra bactérias, enterobactérias, micobactérias, protozoários e fungos implicados na etiologia de doenças gastrointestinais e da pele (GUILHON-SIMPLICIO e PEREIRA, 2011). A madeira de algumas delas é utilizada na construção civil e a casca em curtumes para tingir tecido (VALLILO, 2007). As flores são fontes de alimento para abelhas e os frutos para diversos tipos de aves e, por possuírem alto valor nutricional (GUIMARÃES e SILVA, 2008) são intensamente consumidos na alimentação humana *in natura* ou na forma de sucos, licores, geleias, doces e sorvetes nas regiões de ocorrência (FIGUEIREDO et al., 2005; ALMEIDA et al., 2008). Segundo IBGE (2006) as populações locais que vivem do extrativismo têm no murici uma de suas principais fontes de renda, sendo comum sua comercialização em feiras livres (GUSMÃO et al., 2006), e o rápido crescimento de algumas espécies tem grande potencial como plantas ornamentais e também são úteis na recuperação de áreas degradadas (VALLILO, 2007).

Nas áreas de savanas do estado de Roraima, os frutos destas espécies são explorados de maneira extrativista por populações tradicionais indígenas e não indígenas, para serem empregados no preparo de sucos e refrescos. A planta é utilizada como forrageira em épocas de falta de pasto, ornamental, na confecção de móveis, produção de lenha e carvão, e o chá da entre casca do caule e da raiz é empregada no tratamento de diarreia e malária (PEREZ, 2010). Entretanto, deve-se enfatizar que estas áreas de savanas estão passando por um rápido processo de degradação em decorrência da substituição por plantações de monoculturas agrícolas ou florestais (SANTOS e SILVA, 2007), implicando em perda de biodiversidade regional de grande valor medicinal e econômico que ainda nem foram completamente exploradas taxonomicamente e tecnologicamente.

Segundo Araújo (2008) as espécies do gênero *Byrsonima* são taxonomicamente de difícil identificação e apresentam alta plasticidade fenotípica (MAGALHÃES, 2011). Estudo acerca da morfologia das estruturas de propagação é importante na identificação das espécies e nos estudos de mecanismos de dispersão e regeneração, taxonômicos, ecológicos e filogenéticos, visto que apresentam pequena plasticidade fenotípica em função do meio (MARTINS e OLIVEIRA, 2001; BRAZ et al., 2009). Como também, os aspectos

morfológicos dos envoltórios das sementes que são de interesse prático tanto para a arqueologia e fitopatologia, quanto para auxiliar no entendimento do processo de germinação, vigor, armazenamento, testes de qualidade, viabilidade e métodos de propagação das espécies (MATHEUS e LOPES, 2007).

Além deste, o estudo da morfologia de plântula é de fundamental importância para ampliar o conhecimento sobre determinada espécie, pois fornece subsídios para a propagação e facilita o reconhecimento e identificação das espécies de uma determinada região, dentro de um enfoque ecológico (OLIVEIRA, 1993). Para Paoli e Bianconi (2008) a fase de plântula em sua primeira fase de desenvolvimento, antes da produção das folhas definitivas permite a descoberta de estruturas transitórias que desaparecem com o desenvolvimento da planta, e pode ser extraordinária para se estabelecerem relações de parentesco ou conexões filogenéticas com grupos, cujos órgãos adultos apresentem estas características.

Do mesmo modo, o estudo do processo germinativo das sementes que pode ocorrer de maneira bem distinta entre as espécies vegetais devido à interação com fatores do ambiente e os processos intrínsecos da semente, entre eles a dormência (MAIA et al., 2010). A ocorrência de dormência em sementes representa um paradoxo, por um lado aumenta as chances de sucesso no estabelecimento das plântulas de espécies nativas em ambientes não sujeitos à interferência humana, por outro é indesejável para as espécies cultivadas ou para a produção de mudas de espécies nativas através de propagação sexuada, pois pode ocasionar a falta de uniformidade da emergência das plântulas e acarretar a necessidade de utilização de métodos para superação da dormência (ZAIDAN e BARBEDO, 2004).

Várias espécies do gênero *Byrsonima* apresentam dormência, ocasionando baixa taxa de germinação, emergência lenta e irregular das plântulas, o que tem inviabilizado a produção de mudas destas espécies (VASCONCELOS FILHO, 2008; CARVALHO e NASCIMENTO, 2008). De acordo com Carvalho e Nascimento (2008) a dormência nas sementes destas espécies é imposta pelo endocarpo córneo que impede a expansão do embrião e a uma considerável proporção de sementes que apresentam dormência fisiológica devido à ausência de diferenciação nos tecidos que impede a protrusão radicular, e não obstante existe variação de dormência entre as diferentes espécies.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo estudar aspectos morfológicos do pirênio e plântula de *B. crassifolia* (L.) Kunth, *B. coccolobifolia* Kunth e *B. verbascifolia* (L.) DC. de uma savana amazônica de Boa Vista, Roraima, bem como aspectos tecnológicos dos pirênios das três espécies de *Byrsonima*.

O estudo é apresentado em três capítulos, de acordo com os aspectos estudados. No primeiro capítulo (Capítulo I) foi descrito, ilustrado e comparado aspectos morfológicos dos pirênios das três espécies de *Byrsonima*. No segundo capítulo (Capítulo II), foi descrito, ilustrado e comparado aspectos morfológicos das plântulas das três espécies. Enquanto, o terceiro capítulo (Capítulo III), foi avaliado diferentes métodos de superação de dormência em sementes das três espécies.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. P.; COSTA, T. S. A.; SILVA, J. A. **Frutas nativas do Cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes**, p. 351-381, 2008. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J. F. (Eds), Cerrado: ecologia e flora. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

AMARQUAYE, A.; CHE, C.; BEJAR, E.; MALONE, M. H.; FONG, H. H. S. A new glycolipid from *Byrsonima crassifolia*. **Planta Medica**, v. 60, n. 1, p. 85-86, 1994.

ANDERSON, W. R.; DAVIS, C. C. Generic adjustments in Neotropical Malpighiaceae. **Contributions from the University of Michigan Herbarium**, v. 25, 2007. 137-166p.

ANDERSON, W. R.; ANDERSON, C.; DAVIS, C. C. 2006. **Malpighiaceae**. Disponível em: <<http://herbarium.lsa.umich.edu/malpigh>>. Acesso em: fev. 2012.

ARAÚJO, J. S. **Anatomia foliar de 16 espécies de Malpighiaceae ocorrentes em área de cerrado (MG)**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Viçosa. 2008. 39p.

BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. **In**: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. (eds.) **Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima**. Manaus: INPA, v. 1, 1997. 325-335p.

BARBOSA, R. I.; NASCIMENTO, S. P. do; AMORIM, P. A. F. de. Notas sobre a composição arbóreo-arbustiva de uma fisionomia das savanas de Roraima, Amazônia Brasileira. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 2, p. 323-329, 2005.

BARBOSA, R. I.; CAMPOS, C.; PINTO, F.; FEARNside, P. M. The “Lavrados” of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil’s Amazonian Savannas. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 1, n. 1, p. 29-41, 2007.

BARBOSA, R. I.; CAMPOS, C. Detection and geographical distribution of clearing areas in the savannas ('lavrado') of Roraima using Google Earth web tool. **Journal of Geography and Regional Planning**, v. 4, n. 3, p. 122-136, 2011.

BARBOSA, R. I.; BACELAR-LIMA, C. G. Notas sobre a diversidade de plantas e fitofisionomias em Roraima através do banco de dados do herbário INPA. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 4, n. 7, 2008.

BEJAR, E.; MALONE, M. H. Pharmacologycal and chemical screening of *Byrsonima crassifolia*, a medicinal tree from Mexico. **Part I. Journal Ethnopharmacology**, v. 39, n. 2, p. 141-158, 1993.

BRAZ, M. do S. S.; SOUZA, V. C. de; 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-Papilionoideae. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 1, p. 67-71, 2009.

CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Caracterização dos pirênios e métodos para acelerar a germinação de sementes de muruci do clone Açú. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 775-781, 2008.

DAVIS, C. C.; ANDERSON, W. R. A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology. **American Journal of Botany**, v. 97, n. 12, p. 2031-2048, 2010.

DOSSEH, C.; MOREITI, C.; TESSIER, A. M.; DELAVEAU, P. Etude chimique des feuilles de *Byrsonima verbascifolia* Rich. ex. Juss. **Plantes Médicinales et Phytothérapie**, v. 14, n. 3, p. 136-142, 1980.

FIGUEIREDO, M. E.; MICHELIN, D. C.; SANNOMIYA, M.; SILVA, M. A.; SANTOS, L. C. dos; ALMEIDA, L. F. R. de; BRITO, A. R. M. S.; SALGADO, H. R. N.; VILEGAS, W. Avaliação química e da atividade antidiarreica das folhas de *Byrsonima cinera* DC.

(Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 41, n. 1, p. 79-83, 2005.

GUILHON-SIMPLICIO, F.; PEREIRA, M. de M. Aspectos químicos e farmacológicos de *Byrsonima* (Malpighiaceae). **Química Nova**, v. 34, n. 6, 1032-1041, 2011.

GUIMARÃES, M. M.; SILVA, M. S. Valor nutricional e características químicas e físicas dos frutos de murici-passa (*Byrsonima verbascifolia*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 817-821, 2008.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. de A.; JR FONSECA, E. M. da. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 84-91, 2006.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2006. Censo agropecuário 1996. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 13 jul. 2010.

MAIA, F. V.; MESSIAS, M. C. T. B.; MORAES, M. G. de. Efeitos de Tratamentos Pré-Germinativos na Germinação de *Chamaecrista dentata* (Vogel) H.S. Irwin & Barneby, **Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 44-50, 2010.

MAMEDE, M. C. H. 2013. ***Byrsonima* in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/?id=FB8827>>. Acesso em: 20 abril 2013.

MAGALHÃES, A. de F. **Efeito da heterogeneidade ambiental em populações naturais de duas espécies arbóreas congenéricas e suas implicações para o manejo e conservação da vegetação ripária**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. 118p

MARTINS, M. A. G.; OLIVEIRA, D. M. T. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e da semente de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze (Fabaceae: Faboideae). **Revista Brasileira Botânica**, v. 24, n. 1, p. 109-121, 2001.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 08-17, 2007.

MAYLE, F. E.; LANGSTROTH, R. P.; FISHER, R. A.; MEIR, P. Long-term forest-savannah dynamics in the Bolivian Amazon: implications for conservation. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 362, n. 1478, p. 291-308, 2007.

MENESES, M. E. N. da S.; COSTA, M. L. da. Caracterização mineralógica e química dos regolitos de uma área de transição savana-floresta em Roraima: uma análise da evolução da paisagem. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, suppl. 1, 2012.

MENDANHA, D. M.; FERREIRA, H. D.; FELÍCIO, L. P.; SILVA, E. M.; PEREIRA, D. G.; NUNES, W. B.; CARVALHO, S. Modulatory effect of *Byrsonima verbascifolia* (Malpighiaceae) against damage induced by doxorubicin in somatic cells of *Drosophila melanogaster*. **Genetics and Molecular Research**, v. 9, n. 1, p. 69-77, 2010.

OLIVEIRA, E. C. Morfologia de plântulas florestais. **In:** AGUIAR, I. B.; PIÑARODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B. (Ed.) **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, 1993. 175-214p.

PAOLI, A. A. S.; BIANCONI, A. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 146-155, 2008.

PEREZ, I. U. **Uso dos recursos naturais vegetais na Comunidade Indígena Araçá, Roraima**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Roraima, 2010. 80p.

SANTOS, M. P. D.; SILVA, J. M. C. da. As aves das savanas de Roraima. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 2, p.189-207, 2007.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, São Paulo, 2005. 640p.

VALLILO, M. I.; PASTORE, J. A.; ESTON, M. R. de; GARBELOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E. de. Caracterização química e valor nutricional dos frutos de *Byrsonima myricifolia* Griseb (Malpighiaceae) – alimento de aves silvestres. **Revista do Instituto Florestal**, v. 19, n. 1, p. 39-45, 2007.

VASCONCELOS FILHO, S. C. **Caracterização anatômica e histoquímica de folhas, calogênese e fitoquímica de calos de murici (*Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich ex Juss.)**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2008. 70p.

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

CAPÍTULO I

MORFOLOGIA DE PIRÊNIO DE TRÊS ESPÉCIES DE *Byrsonima* Rich. ex Kunth (MALPIGHIACEAE)

Elaborado de acordo com as normas da Revista Árvore

MORFOLOGIA DE PIRÊNIO DE TRÊS ESPÉCIES DE *Byrsonima* Rich. ex Kunth (MALPIGHIACEAE)¹

Cylles Zara dos Reis Barbosa^{2*}, Maria Silvia de Mendonça³, Rodrigo Schütz
Rodrigues⁴

RESUMO - As espécies de *Byrsonima* Rich. ex Kunth são de grande importância medicinal e econômica, mas ainda são pouco estudadas quanto à unidade de propagação. Este estudo teve como objetivo descrever, ilustrar e comparar aspectos morfológicos dos pirênios de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e *Byrsonima coccolobifolia* Kunth ocorrentes em áreas de savana de Boa Vista, Roraima. Os pirênios são globoide, obovoide a ovoide, com endocarpo de coloração marrom-escuro, superfície rugosa e reticulada, e consistência córnea. Possuem lóculos distintos septados com ou sem sementes, cujas paredes externas são de coloração marrom-escuro, grossa e de consistência córnea e as paredes internas são de cor preta, fina e de consistência córnea. Foi observada a variação do número de lóculos e sementes por pirênio entre as espécies. As sementes são exalbuminosas, globoide, obovoide a ovoide, com tegumento de coloração marrom-claro, delgado e liso. Apresentam lobo radicular e hipóstase. O embrião é contínuo e axial, com cotilédones cilíndricos e enrolados em espiral. Os pirênios de *B. crassifolia* apresentam diâmetro superior aos das duas outras espécies. Por sua vez, os de *B. coccolobifolia* possuem maior comprimento e peso, enquanto que os de *B. verbascifolia* apresentam menor peso e as sementes com maior comprimento, largura e espessura em relação às outras duas espécies estudadas. As três espécies apresentam padrão morfológico semelhante entre si, diferenciando-se na dimensão e peso dos pirênios e sementes.

Palavras-chave: diásporo; morfologia vegetal; morfometria; murici.

¹Parte da Tese de Doutorado da primeira autora.

²Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical/UFAM, 69077-000, Manaus, AM, Brasil.

³Laboratório de Botânica Agroflorestal/UFAM, 69077-000, Manaus, AM, Brasil.

⁴Centro de Estudos da Biodiversidade/UFRR, 69300-000, Boa Vista, RR, Brasil.

*Autor para correspondência <zarabarbosa@bol.com.br>

**PYRENE OF MORPHOLOGIES OF THREE SPECIES OF *Byrsonima* Rich. ex Kunth
(MALPIGHIACEAE)**

ABSTRACT - Species of genus *Byrsonima* Rich. ex Kunth are of great medicinal and economic importance, but still poorly studied concerning its propagation unit. This study aimed to describe, illustrate and compare morphologies of pyrenes of *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. and *Byrsonima coccolobifolia* Kunth from savanna areas in Boa Vista, Roraima. The pyrenes are globoid, obovoid to ovoid, with brown-black endocarp, corrugated and reticulate surface and corneous consistency. They show distinct septated locules with or without seeds, with thick brown-black external walls with corneous consistency and thin black inner walls also with corneous consistency. Variation concerning number of locules and seeds per pyrene among the species was observed. Seeds are exalbuminous, globoid, obovoid to ovoid, with a thin, smooth and light-brown integument. They present radicular lobe and hypostasis. Embryo is continuous and axial with spirally rolled cylindrical cotyledons. Pyrenes of *B. crassifolia* show a bigger diameter comparing to the other two species. In turn, pyrenes of *B. coccolobifolia* have greater length and weight, while *B. verbascifolia* pyrenes show lower weight but seeds with higher length, width and thickness when compared to the other two species. The three species show similar morphology patterns among themselves, differing in the size and weight of pyrenes and seeds.

Keywords: diaspore; plant morphology; morphometry; murici.

1. INTRODUÇÃO

Malpighiaceae compreende 44 gêneros e 528 espécies distribuídas em todos os domínios fitogeográficos do Brasil (GIULIETTI et al., 2005; MAMEDE, 2013). Dentre os gêneros desta família, o maior é *Byrsonima* Rich. ex Kunth, agrupando 130 espécies exclusivamente neotropicais (DAVIS e ANDERSON, 2010). O Brasil possui 93 espécies deste gênero, das quais 49 espécies estão concentradas na Região Norte, a maior em número de espécies (MAMEDE, 2013).

Em Roraima, algumas espécies de *Byrsonima* são elementos importantes na estrutura de muitas comunidades de savana, destacando-se *B. crassifolia* (L.) Kunth, *B. verbascifolia* (L.) DC. e *B. coccolobifolia* Kunth (MIRANDA et al., 2003; BARBOSA e FEARNside, 2004). O estado de Roraima possui 17% do seu território ocupado por savanas, localmente conhecido como “Lavrado” (BARBOSA, 1997). Estas savanas representam a maior área contínua de savanas do Bioma Amazônia, com cerca de 42.706 km², formando o complexo paisagístico “Rio Branco-Rupununi” (BARBOSA et al., 2007; BARBOSA e CAMPOS, 2011). Conhecidas popularmente como “murici”, estas espécies têm amplo emprego na medicina popular, principalmente no tratamento de diarreia e infecções da pele (AMARQUAYE et al., 1994; MENDANHA et al., 2010). Além disso, os frutos, adocicados e suculentos, são utilizados no preparo de sucos, refrescos e sorvetes (GUSMÃO et al., 2006; ARAÚJO et al., 2009). Por fim, algumas espécies têm grande potencial como plantas ornamentais, forrageiras e na recuperação de áreas degradadas (VALLILO, 2007).

Apesar do reconhecido potencial medicinal e econômico, poucas espécies de *Byrsonima* foram estudadas quanto à estrutura de propagação (SOUTO e OLIVEIRA, 2005). A estrutura de propagação destas espécies é o pirênio (BARROSO et al., 1999), popularmente denominado de caroço, que é constituído pelo conjunto endocarpo e sementes (CARVALHO et al., 2006).

A morfologia das estruturas de propagação é extremamente relevante na identificação das espécies em estudos ecológicos e sistemáticos, visto que apresenta pequena plasticidade fenotípica em função do meio (MARTINS e OLIVEIRA, 2001; BRAZ et al., 2009; LOPES et al., 2010). O conhecimento dos aspectos morfológicos dos envoltórios das sementes é fundamental tanto para o manejo, a paleobotânica, a arqueologia e a fitopatologia, quanto para auxiliar no entendimento do processo de germinação, vigor,

armazenamento, testes de qualidade, viabilidade e métodos de propagação das espécies (MATHEUS e LOPES, 2007).

Na literatura referencial não foram encontrados estudos morfológicos detalhados dos pirênios e sementes das espécies de *Byrsonima* de Roraima. Desta forma, este estudo teve como objetivo descrever, ilustrar e comparar aspectos morfológicos dos pirênios de *B. crassifolia* (L.) Kunth, *B. verbascifolia* (L.) DC. e *B. coccolobifolia* Kunth, de áreas de savana de Boa Vista, Roraima.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As observações e descrições foram feitas em pirênios de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, oriundos de frutos maduros coletados manualmente de 12 indivíduos, no período de abril a julho de 2012, no Campo Experimental de Água Boa, pertencente a Embrapa/RR, localizado a 36 km Sul da cidade de Boa Vista, capital do estado de Roraima (02°39'00" a 02°41'10"N e 60°49'40" a 60°52'20"W) (RODRIGUES et al., 2000).

Para cada espécie, o material testemunha foi depositado no Herbário do Museu Integrado de Roraima (MIRR): *B. crassifolia* - **BRASIL, Roraima**, Boa Vista, Campo Experimental de Água Boa da Embrapa Roraima, 03/IV/2012, fl., C.Z.R. Barbosa s.n. (MIRR 9551), *B. verbascifolia* - **BRASIL, Roraima**, Boa Vista, Campo Experimental de Água Boa da Embrapa Roraima, 03/IV/2012, fl., C.Z.R. Barbosa s.n. (MIRR 9553) e *B. coccolobifolia* - **BRASIL, Roraima**, Boa Vista, Campo Experimental de Água Boa da Embrapa Roraima, 03/IV/2012, fl., C.Z.R. Barbosa s.n. (MIRR 9550).

Após a coleta, os frutos foram mantidos em sacos de polietileno, de três a cinco dias, em temperatura ambiente de laboratório de 24 ± 2 °C e umidade relativa do ar de $60 \pm 5\%$ para completarem a maturação e facilitarem a remoção do mesocarpo (MURAKAMI et al. 2011). A remoção do mesocarpo foi realizada atritando-os sobre a tela de uma peneira de plástico sob fluxo contínuo de água corrente, até que os pirênios se apresentassem completamente desprovidos de resíduos do mesocarpo (CARVALHO e NASCIMENTO, 2008; BIZÃO et al., 2011; MURAKAMI et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2011). Após a remoção do mesocarpo e retirada do excesso de água, os pirênios foram colocados para secar sobre papel-toalha (CARVALHO e NASCIMENTO, 2008), durante três dias em temperatura ambiente de 24 ± 2 °C e umidade relativa do ar de $60 \pm 5\%$ do Laboratório de

Análise de Sementes da Embrapa/RR, quando então, foram acondicionados em sacos de polietileno fechados e armazenados para posteriores avaliações morfológicas.

A morfologia dos pirênios foi descrita e ilustrada a partir de 100 unidades de cada espécie. Para descrição externa dos pirênios foram observados forma, cor, superfície, textura, consistência, comprimento, diâmetro e peso. Na descrição interna dos pirênios foram observados o número de lóculos e de sementes, cor, superfície, textura e consistência. O grau de umidade e o peso de mil pirênios foram feitos de acordo com Brasil (2009).

A morfologia externa e interna das sementes foi descrita e ilustrada a partir de 50 unidades de cada espécie. Para descrição externa das sementes foram observados tipo e forma; cor, superfície, textura e consistência do tegumento; presença de lobo radicular e hipóstase; posição do hilo; posição da micrópila; comprimento, largura, espessura e peso. Para descrever as estruturas internas das sementes foram observadas forma e posição do embrião; tipo e cor do cotilédone; cor e posição do eixo hipocótilo-radícula.

As descrições e ilustrações internas foram obtidas a partir de pirênios e sementes embebidas em água por 24 horas e, em seguida, seccionados em cortes longitudinais e transversais a mão livre utilizando-se lâmina de aço. O comprimento e diâmetro dos pirênios, e o comprimento, largura e espessura das sementes foram aferidos com auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm e o peso com auxílio de balança de precisão de 0,001 g. Considerou-se como comprimento a porção compreendida entre a região basal e apical, e o diâmetro, largura e espessura, a porção mediana. A extração das sementes do interior dos pirênios foi realizada comprimindo-os no sentido da base para o ápice, eliminando as malformadas e com injúrias mecânicas, com auxílio de alicate de abraçadeira adaptado com bases de aços no formato de cone, método mais eficiente, prático e inédito para estas espécies.

Para o comprimento, largura, espessura e peso das sementes; e o comprimento, diâmetro, peso, grau de umidade dos pirênios e peso de mil pirênios foram calculados os valores de máximo, média, mínimo, variância, desvio padrão e coeficiente de variação. O número de lóculos e sementes por pirênio foi obtido por meio de distribuição de frequência.

A terminologia morfológica foi baseada em Corner (1976), Barroso et al. (1999), Souto e Oliveira (2005) e Camargo et al. (2008). As ilustrações morfológicas dos pirênios e sementes foram feitas visualmente e através de fotografias realizadas com auxílio de

estereomicroscópio Opton com câmera clara, acoplada a máquina digital Samsung Power MV-800.

3. RESULTADOS

Os pirênios de *B. coccolobifolia*, *B. crassifolia* e *B. verbascifolia* variam de globoide, obovoide a ovoide, e apresentam endocarpo de coloração marrom-escuro e opaca, superfície rugosa e reticulada, textura áspera e consistência córnea, com base truncada a invaginada e ápice agudo (Fig. 1A-B; Fig. 1E-F; Fig. 1I-J e Fig. 4A-B; Fig. 4I-J; Fig. 4R-S).

As três espécies de *Byrsonima* têm dimensões, grau de umidade e peso de mil pirênios variáveis (Tab. 1). *B. coccolobifolia* apresentou pirênios com maior comprimento (4,67-6,86 mm) e peso (0,04-0,90 g), enquanto que *B. crassifolia* com maior diâmetro (4,40-6,94 mm) e *B. verbascifolia* com menor peso (0,03-0,09 g). Os pirênios de *B. crassifolia* (11,22-11,32%) e *B. verbascifolia* (11,09-11,19%) obtiveram os maiores valores de grau de umidade, enquanto que os de *B. coccolobifolia* e *B. crassifolia*, os maiores valores de peso de mil pirênios (8,101-8,363 g e 7,124-7,710 g, respectivamente).

Os pirênios das três espécies possuem lóculos distintos septados, com ou sem sementes, cujas paredes externas são de coloração marrom-escuro, opacas e grossas, superfície lisa, textura áspera e consistência córnea e as paredes internas são preta, brilhosas e finas, com superfície lisa, textura cerosa e consistência córnea (Fig. 4C-F; Fig. 4L-O; Fig. 4T-W). O número de lóculos e sementes por pirênio variou entre as espécies estudadas (Fig. 2 e Fig. 3). *B. verbascifolia* apresentou maior número de pirênios com três lóculos (78,7%) e *B. coccolobifolia* maior número de pirênios com dois lóculos (43,3%). Foi observado em *B. coccolobifolia*, o menor número de pirênios sem e com três sementes (17,5% e 0,8%, respectivamente), e o maior número de pirênios com uma e duas sementes (46,7% e 35,0%, respectivamente); observam-se ainda que as dimensões das sementes no interior dos pirênios são variáveis nas três espécies (Fig. 4C-F; Fig. 4L-O; Fig. 4T-W).

As sementes de *B. coccolobifolia*, *B. crassifolia* e *B. verbascifolia* são exalbuminosas, variando de globoide, obovoide a ovoide, com tegumento de coloração marrom-claro, delgado, liso, oleaginoso e membranoso (Fig. 4G; Fig. 4P; Fig. 4X). As três espécies de *Byrsonima* apresentam lobo radicular variando de discreto a exposto, no qual se encontram a micrópila e o hilo inconspícuo e próximo a ele, uma área mais pigmentada que

corresponde a hipóstase, mais ou menos discreta (Fig. 1C; 1G; 1K). A dimensão e o peso das sementes variaram entre as espécies (Tab. 2). *B. verbascifolia* apresentou sementes com maior comprimento, largura e espessura (2,53-4,08 x 2,28-3,51 x 1,45-2,38 mm) e *B. coccolobifolia* com maior peso variando entre 0,005 a 0,013 g (Tab. 2).

O embrião de *B. coccolobifolia*, *B. crassifolia* e *B. verbascifolia* é contínuo e axial, com cotilédones circinados e brancos; o eixo hipocótilo-radícula apresenta-se branco e contínuo aos dois cotilédones adjacentes e enrolados em espiral sobre si (Fig. 4H; Fig. 4Q; Fig. 4Y).

4. DISCUSSÃO

Os pirênios das três espécies apresentaram homogeneidade de cor e forma, entretanto, variações na cor e forma foram documentadas para algumas espécies de *Byrsonima*. Segundo a classificação de Barroso et al. (1999), os pirênios das espécies de *Byrsonima* são angulosos. Camargo et al. (2008) relataram que o pirênio de *B. chrysophylla* Kunth é globoso, com coloração marrom esbranquiçada e opaca, rugoso e reticulado, de consistência firme e com base truncada a invaginada e ápice levemente pontiagudo. No clone Açú de *B. crassifolia*, Carvalho e Nascimento (2008) observaram o pirênio com formato ovalado, na cor parda, rígido, reticulado e pontiagudo na extremidade apical e depressos na porção basal. Apesar de se observarem variações na cor e forma do pirênio, vale ressaltar que os demais caracteres da morfologia geral descrita para as espécies anteriormente citadas refletem o padrão encontrado em *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia*.

Os valores de comprimento e diâmetro dos pirênios observados são, de uma maneira geral, maiores quando comparados aos pirênios do clone Açú de *B. crassifolia* (CARVALHO e NASCIMENTO, 2008) e da espécie *B. crassa* Nied. (SILVÉRIO e FERNANDES-BULHÃO, 2009), e menores que o comprimento e diâmetro dos pirênios das espécies de *B. verbascifolia* (L.) DC. e *B. orbignyana* A. Juss. (SILVÉRIO e FERNANDES-BULHÃO, 2009). Com relação ao peso dos pirênios, os de *B. coccolobifolia* são menores que os do clone Açú e da espécie *B. crassifolia* (CARVALHO et al., 2006; CARVALHO e NASCIMENTO, 2008). Observou-se também que os pirênios de *B. coccolobifolia* são mais pesados que os de *B. crassifolia* e *B. verbascifolia*. Porém, os pirênios de *B. verbascifolia* aqui estudados são mais pesados que os examinados por

Silvério & Fernandes-Bulhão (2009). Vale ressaltar que estes dados morfológicos são relevantes na identificação de sementes de espécies do mesmo gênero de biomas diferentes. Lopes et al. (2010) constataram que as sementes de *Plathymenia foliolosa* de fragmentos da Floresta Atlântica são diferentes de *P. reticulata* de fragmentos de cerrado por apresentarem valores maiores de comprimento e espessura.

Pelos resultados obtidos, verificou-se que os pirênios de *B. crassifolia* e *B. verbascifolia* apresentaram valores superiores de grau de umidade em relação os pirênios de *B. coccolobifolia* que foi de 10,79-10,86%. A determinação do grau de umidade das sementes das espécies é importante para a realização adequada do armazenamento. Segundo Marcos Filho (2005) sementes armazenadas com grau de umidade compreendido entre 10 a 13% não apresentam reações bioquímicas que comprometem a germinação, além do que, esta faixa de umidade reduz a velocidade dos processos de deterioração.

Verificou-se também que, *B. coccolobifolia* e *B. crassifolia* apresentaram os maiores valores de peso de mil pirênios (8,101-8,363 e 7,710-7,124 g), tal informação é importante para cálculo de semeadura. Araújo et al. (2009), estudando *B. verbascifolia*, obtiveram peso de mil pirênios superior (136,30 g) ao verificado no presente estudo, o que pode ser atribuído, dentre outros fatores, as variações ambientais das diferentes localidades geográficas e a diversidade genética das espécies estudadas que ainda não são domesticadas.

Para os lóculos dos pirênios de *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia* algumas das características observadas parecem ser comuns entre as espécies deste gênero como as descritas por Carvalho e Nascimento (2008) para o clone Açú de *B. crassifolia*, que relatam lóculos seminíferos com paredes internas de espessura bem menor que as externas. Segundo Barroso et al. (1999) os pirênios das espécies do gênero *Byrsonima* são cristados trilocular. Isto pode se constatado com as espécies aqui estudadas, como a *B. crassifolia* e *B. verbascifolia* que se destacaram, apresentando o maior número de pirênios com três lóculos (60,3 e 78,7%, respectivamente). Para o número de sementes por lóculos, a *B. coccolobifolia* distinguiu-se das demais espécies apresentando o maior número de pirênios com uma semente (acima de 45%) e com duas sementes que foi de 35%. A *B. verbascifolia* apresentou o maior número de pirênios com três sementes, 2,0% em relação às outras duas espécies. Além disso, a *B. verbascifolia* foi a espécie que apresentou o menor número de pirênio com duas sementes (abaixo de 20%), entretanto, foram inferiores aos

observados por Silvério e Fernandes-Bulhão (2009), que obtiveram 32% de pirênios apresentando duas sementes. Também, observou-se que a *B. crassifolia* apresentou a maior frequência de pirênios com uma (44,1%) e duas (33,1%) sementes em relação apenas a *B. verbascifolia*. Estes resultados diferiram dos reportados por Carvalho e Nascimento (2008), que observaram para a *B. crassifolia* do clone Açú, a maior frequência de pirênios contendo duas sementes, entretanto, sendo pequena também, a proporção de pirênios desprovidos de sementes.

B. intermedia A. Juss. apresenta sementes exalbuminosas, obovadas, com lobo radicular e hipóstase (SOUTO e OLIVEIRA, 2005), tais características também foram observadas nas sementes das três espécies de *Byrsonima* estudadas, com exceção da forma das sementes que variaram de globoide, obovoide a ovoide. A presença de tegumento delgado em sementes retiradas de pirênio de consistência córnea é também de ocorrência comum em Malpighiaceae (CORNER, 1976; CARVALHO e NASCIMENTO, 2008). Apesar da constância de caracteres entre as sementes destas espécies, destaca-se a atenção a variação da cor do tegumento, com coloração marrom-claro para *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia*. Souto e Oliveira (2005), estudando as espécies *B. intermedia* A. Juss. descreveram que o tegumento das sementes são enegrecidos, enquanto que Carvalho e Nascimento (2008) em sementes do clone Açú de *B. crassifolia* relatam que a cor do tegumento da semente é creme. Em *B. chysophylla*, Camargo et al. (2008) observaram a cor amarela clara a marrom para o tegumento da semente desta espécie.

As sementes de *B. verbascifolia* são maiores (2,53-4,08 x 2,28-3,51 x 1,45-2,38 mm) em relação às outras duas espécies estudadas. Estas dimensões são similares às observadas por Souto e Oliveira que foram de 0,22-0,43 x 0,21-0,35 x 0,13-0,24 cm para as sementes de *B. intermedia*. Entretanto, *B. coccolobifolia* são mais pesadas (0,005 a 0,013 g) que *B. crassifolia* e *B. verbascifolia* que pesaram 0,004 a 0,010 g, o que está próximo aos observados por Carvalho e Nascimento (2008), cujas sementes do clone Açú de *B. crassifolia* apresentaram peso de 0,003-0,037 g.

Uma característica típica das espécies de *Byrsonima* é o embrião contínuo e axial com cotilédones circinados (BARROSO et al., 1999, CAMARGO et al., 2008, SOUTO e OLIVEIRA, 2005), conforme foi constatado em *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia*.

5. CONCLUSÃO

Os pirênios e sementes das três espécies estudadas apresentam um padrão morfológico semelhante entre si, no entanto, os pirênios de *B. crassifolia* apresentam diâmetro superior aos das duas outras espécies. Por outro lado, os de *B. coccolobifolia* possuem maior comprimento e peso, enquanto que os de *B. verbascifolia* apresentam menor peso e as sementes maior comprimento, largura e espessura em relação às outras duas espécies. Estes caracteres dos pirênios e sementes permitem o reconhecimento de cada uma das três espécies de *Byrsonima* de áreas de savana de Roraima. Além disso, os resultados obtidos neste trabalho representam o primeiro relato da morfologia dos pirênios e sementes para *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia* que podem servir para nortear futuros estudos sobre ecologia, taxonomia, tecnologia de sementes e melhoramento genético das espécies abordadas que não foram domésticas.

6. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida à primeira autora, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical/UFAM e ao Centro de Estudos da Biodiversidade/UFRR pelo auxílio logístico, ao Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa (INPA) por sua ajuda na identificação das espécies em campo, ao MSc. Edmar da Silva Prado pelas ilustrações, ao Dr. Oscar José Smiderle (Embrapa Roraima) e à Eng. Agr., Larisse Souza de Campos Oliva pela assistência prestada no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Roraima.

8. REFERÊNCIAS

AMARQUAYE, A. et al. A new glycolipid from *Byrsonima crassifolia*. **Planta Medica**, v. 60, n. 1, p. 85-86, 1994.

ARAÚJO, R.R. de; SANTOS, E.D. dos; LEMOS, E.E.P. de. Caracterização biométrica de frutos e sementes de genótipos de murici (*Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich.) do tabuleiro costeiro de Alagoas, **Revista Caatinga**, v.22, n. 3, p. 224-228, 2009.

BARBOSA, R.I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: Barbosa, R.I.; Ferreira, E. J. G & Castellón, E. G. **Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. 325-335p.

BARBOSA, R.I.; FEARNSTIDE, P.M. Wood density of trees in open savanas of the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and management**, v. 199, n. 1, p. 115-123, 2004.

BARBOSA, R.I.; CAMPOS, C. Detection and geographical distribution of clearing areas in the savannas ('lavrado') of Roraima using Google Earth web tool. **Journal of Geography and Regional Planning**, v. 4, n. 3, p. 122-136, 2011.

BARBOSA, R.I.; CAMPOS, C.; PINTO, F.; FEARNSTIDE, P.M. The "Lavrados" of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil's Amazonian Savannas. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 1, n. 1, p. 29-41, 2007.

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

BIZÃO, N.; MURAKAMI, D.M.; COSTA, A.S. Avaliação dos efeitos da lixiviação, dano mecânico no endocarpo e de giberelina na emergência de *Byrsonima cydoniifolia* a. Juss. em dois substratos. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 121-129, 2011.

BRAZ, M. do S.S. et al. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth.) Leguminosae-Papilionoideae. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 1, p. 67-71, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretária de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS. 2009. 399p.

CAMARGO, J.L.C. et al. **Guia de propágulos e plântulas da Amazônia**. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus: INPA. 2008. 168p.

CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O. Caracterização dos pirênios e métodos para acelerar a germinação de sementes de muruci do clone Açú. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 775-781, 2008.

CARVALHO, J.E.U. DE, NASCIMENTO, W.M.O. do; MÜLLER, C.H. **Propagação do Murucizeiro**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. (Documentos, 261).

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

DAVIS, C.C.; ANDERSON, W.R. A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology. **American Journal of Botany**, v. 97, n. 12, p. 2031-2048, 2010.

GIULIETTI, A.M. et al. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 52-61, 2005.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. de A.; JÚNIOR FONSECA, E.M. da. 2006. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 84-91, 2006.

LOPES, R. de M.F.; FREITAS, V.L. de O.; FILHO, J.P. de L. BIOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES E GERMINAÇÃO DE *Plathymenia reticulata* BENTH. E *Plathymenia foliolosa* BENTH. (FABACEAE-MIMOSOIDEAE). **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 797-805, 2010.

MAMEDE, M.C.H. *Byrsonima* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. 2013. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/?id=FB8827>. Acesso em: 20 abr. 2013.

MARTINS, M.A.G.; OLIVEIRA, D.M.T. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e da semente de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze (Fabaceae: Faboideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 109-121, 2001.

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

MATHEUS, M.T.; LOPES, J.C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 08-17, 2007.

MENDANHA, D.M. et al. Modulatory effect of *Byrsonima verbascifolia* (Malpighiaceae) against damage induced by doxorubicin in somatic cells of *Drosophila melanogaster*. **Genetics and Molecular Research**, v. 9, n. 1, p. 69-77, 2010.

MIRANDA, I.S., ABSY, M.L., REBELO, G.H. Community structure of woody plants of Roraima savannahs, Brazil. **Plant Ecology**, v. 164, n. 1, p. 109–123, 2003.

MURAKAMI, D.M.; BIZÃO, N.; VIEIRA, R.D. Quebra de dormência de semente de murici. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1257-1265, 2011.

NASCIMENTO, I.L. do. et al. Uso de metodologias variadas na quebra de dormência tegumentar de sementes de murici. **Revista Verde**, v. 6, n. 3, p. 226-230, 2011.

OLIVEIRA, M.E.B. de. et al. Caracterização física de frutos do pequiheiro nativos da chapada do Araripe-CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1196-1201, 2009.

RODRIGUES, T.E. et al. **Caracterização e classificação dos solos do Campo Experimental de Água Boa – Embrapa Roraima, Boa Vista (RR)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. (Documentos, 54).

SILVÉRIO, D.V.; FERNANDES-BULHÃO, C. Fenologia reprodutiva e biometria de frutos e sementes de três espécies de *Byrsonima* Rich. ex Kunth (Malpighiaceae) no Parque do Bacaba, Nova Xavantina - Mato Grosso. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 55-73. 2009.

SOUTO, L.S.; OLIVEIRA, D.M.T. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 4, p. 697-712, 2005.

VALLILO, M.I. et al. Caracterização química e valor nutricional dos frutos de *Byrsonima myricifolia* Griseb (Malpighiaceae) – alimento de aves silvestres. **Revista do Instituto Florestal**, v. 19, n. 1, p. 39-45, 2007.

Tabela 1 - Comprimento, diâmetro, peso, grau de umidade e peso de mil pirênios de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) de áreas de savana de Boa Vista, Roraima.

Table 1 - Length, diameter, weight, moisture content and weight of a thousand pyrenes of *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. and *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) from savanna areas in Boa Vista, Roraima.

Espécie	Máximo	Média	Mínimo	S ¹	DP ²	CV (%) ³
Comprimento do pirênio (mm)						
<i>B. crassifolia</i>	6,38	5,263	4,09	0,2028	0,4504	8,56
<i>B. verbascifolia</i>	6,66	5,233	2,02	0,4034	0,6352	12,14
<i>B. coccolobifolia</i>	6,86	5,555	4,67	0,2395	0,4893	8,81
Diâmetro do pirênio (mm)						
<i>B. crassifolia</i>	6,94	5,564	4,40	0,2487	0,4987	8,96
<i>B. verbascifolia</i>	6,00	5,172	4,39	0,1318	0,3631	7,02
<i>B. coccolobifolia</i>	6,78	5,642	4,32	0,3258	0,5708	10,12
Peso do pirênio (g)						
<i>B. crassifolia</i>	0,76	0,089	0,03	0,0063	0,0797	89,14
<i>B. verbascifolia</i>	0,09	0,054	0,03	0,0001	0,0113	20,99
<i>B. coccolobifolia</i>	0,90	0,096	0,04	0,0112	0,1057	109,95
Grau de umidade de pirênios (%)						
<i>B. crassifolia</i>	11,32	11,27	11,22	0,0050	0,0707	0,62
<i>B. verbascifolia</i>	11,19	11,14	11,09	0,0050	0,0707	0,63
<i>B. coccolobifolia</i>	10,86	10,83	10,79	0,0025	0,0494	0,45
Peso de mil pirênios (g)						
<i>B. crassifolia</i>	7,710	7,353	7,124	0,0488	0,2208	3,00
<i>B. verbascifolia</i>	4,981	4,806	4,531	0,0415	0,2036	4,24
<i>B. coccolobifolia</i>	8,363	8,205	8,101	0,0085	0,0925	1,13

¹S = Variância; ²DP = Desvio padrão; ³CV = Coeficiente de variação (%).

Tabela 2 - Comprimento, largura, espessura e peso das sementes de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) de áreas de savana de Boa Vista, Roraima.

Table 2 - Length, width, thickness and weight of the seeds of *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. and *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) from savanna areas in Boa Vista, Roraima.

Espécie	Máximo	Média	Mínimo	S ¹	DP ²	CV (%) ³
Comprimento da semente (mm)						
<i>B. crassifolia</i>	3,83	2,791	2,22	0,0870	0,2950	10,57
<i>B. verbascifolia</i>	4,08	3,485	2,53	0,1098	0,3314	9,51
<i>B. coccolobifolia</i>	3,85	2,828	2,23	0,1184	0,3441	12,17
Largura da semente (mm)						
<i>B. crassifolia</i>	3,14	2,593	2,10	0,0679	0,2606	10,05
<i>B. verbascifolia</i>	3,51	2,862	2,28	0,0568	0,2383	8,33
<i>B. coccolobifolia</i>	3,23	2,589	1,96	0,0929	0,3048	11,77
Espessura da semente (mm)						
<i>B. crassifolia</i>	2,05	1,485	1,05	0,0502	0,2240	15,09
<i>B. verbascifolia</i>	2,38	1,815	1,45	0,0516	0,2272	12,52
<i>B. coccolobifolia</i>	2,24	1,693	1,24	0,0368	0,1920	11,34
Peso da semente (g)						
<i>B. crassifolia</i>	0,010	0,006	0,004	4,4636	0,0021	30,89
<i>B. verbascifolia</i>	0,010	0,007	0,004	2,1832	0,0015	21,05
<i>B. coccolobifolia</i>	0,013	0,009	0,005	3,4893	0,0019	20,71

¹S = Variância; ²DP = Desvio padrão; ³CV = Coeficiente de variação (%).

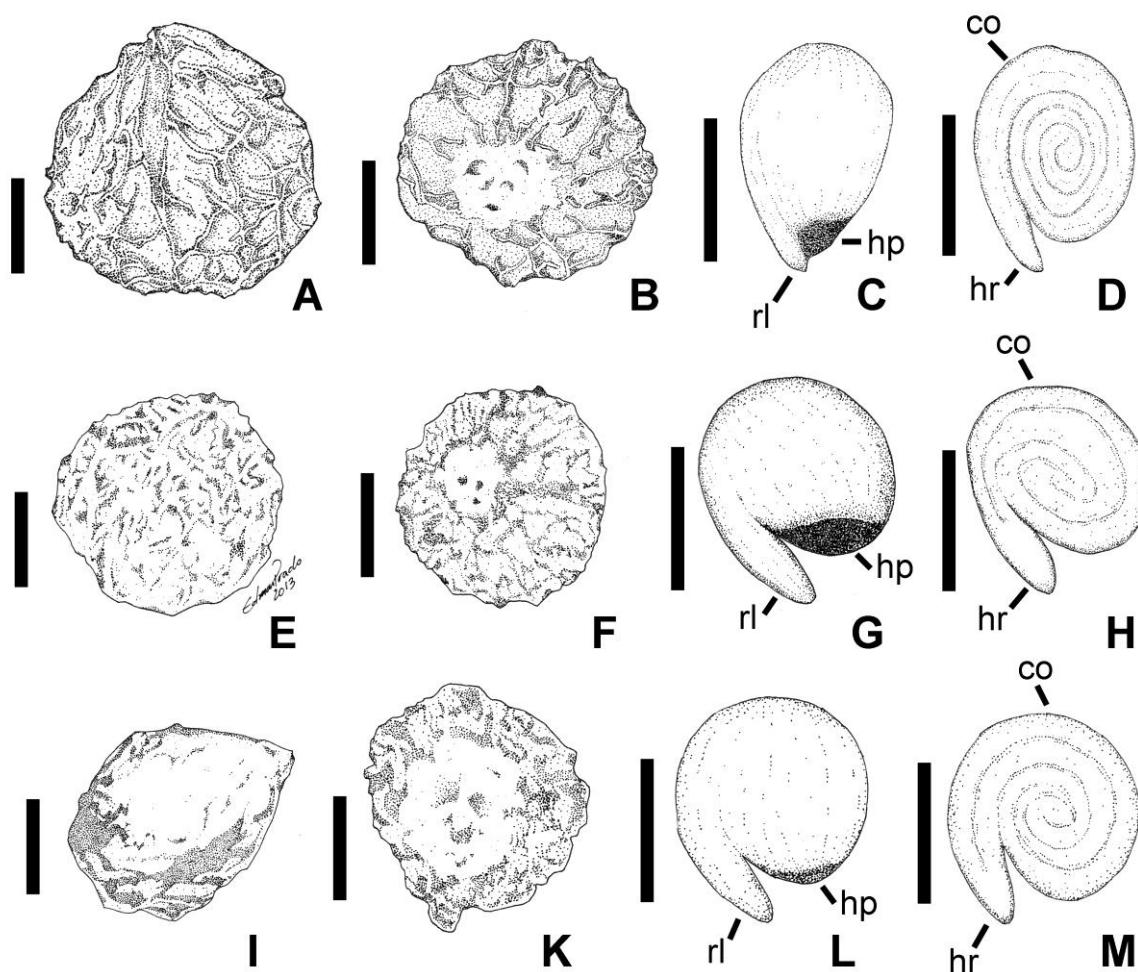


Figura 1 - Pirênios e sementes de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth e *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. (Malpighiaceae) de áreas de savana de Boa Vista, Roraima. A. Vista lateral do pirênio de *B. coccolobifolia*. B. Vista da base truncada do pirênio de *B. coccolobifolia*. C. Vista lateral destacando o lobo radicular e a hipóstase da semente de *B. coccolobifolia*. D. Embrião em secção longitudinal da semente de *B. coccolobifolia*. E. Vista lateral do pirênio de *B. crassifolia*. F. Vista da base truncada do pirênio de *B. crassifolia*. G. Vista lateral destacando o lobo radicular e a hipóstase da semente de *B. crassifolia*. H. Embrião em secção longitudinal da semente de *B. crassifolia*. I. Vista lateral do pirênio de *B. verbascifolia*. J. Vista da base truncada do pirênio de *B. verbascifolia*. K. Vista lateral destacando o lobo radicular e a hipóstase da semente de *B. verbascifolia*. L. Embrião em secção longitudinal da semente de *B. verbascifolia*. (rl = lobo radicular; hp = hipóstase; co = cotilédone; hr = eixo hipocótilo-radicular). Barras = 2 mm.

Figure 1 - Pyrenes and seeds of *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth and *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. (Malpighiaceae) from savanna areas in Boa Vista, Roraima. A. Pyrene side view of *B. coccolobifolia*. B. View from the pyrene truncated base of *B. coccolobifolia*. C. Side view highlighting the radicular lobe and seed hypostasis of *B. coccolobifolia*. D. Embryo in the seed longitudinal section of *B. coccolobifolia*. E. Pyrene side view of *B. crassifolia*. F. View from the pyrene truncated base of *B. crassifolia*. G. Side view highlighting the radicular lobe and seed hypostasis of *B. crassifolia*. H. Embryo in the seed longitudinal section of *B. crassifolia*. I. Pyrene side view of *B. verbascifolia*. J. View from the pyrene truncated base of *B. verbascifolia*. K. Side view highlighting the radicular lobe and seed hypostasis of *B. verbascifolia*. L. Embryo in the seed longitudinal section of *B. verbascifolia*. (rl = radicular lobe; hp = hypostasis; co = cotyledon; hr = hypocotyl-root axis). Bars = 2 mm.

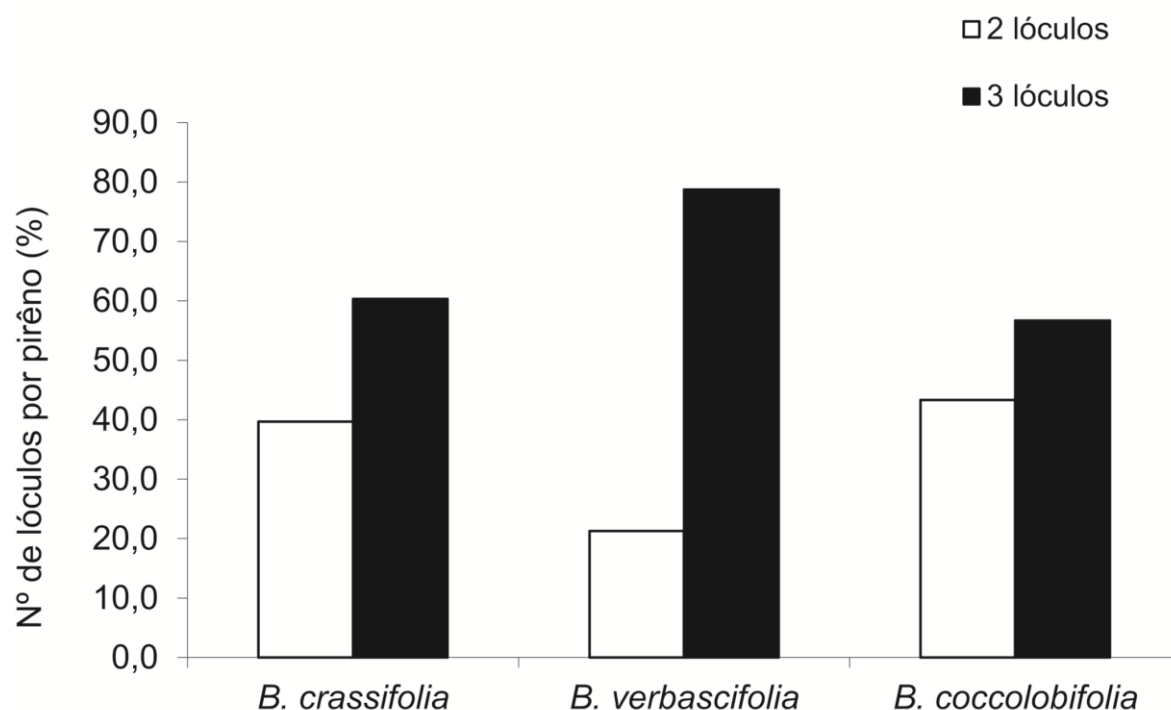


Figura 2 - Número de lóculos por pirênio de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) de áreas de savana de Boa Vista, Roraima.

Figure 2 - Number of locules per pyrene of *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. and *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) from savanna areas in Boa Vista, Roraima.

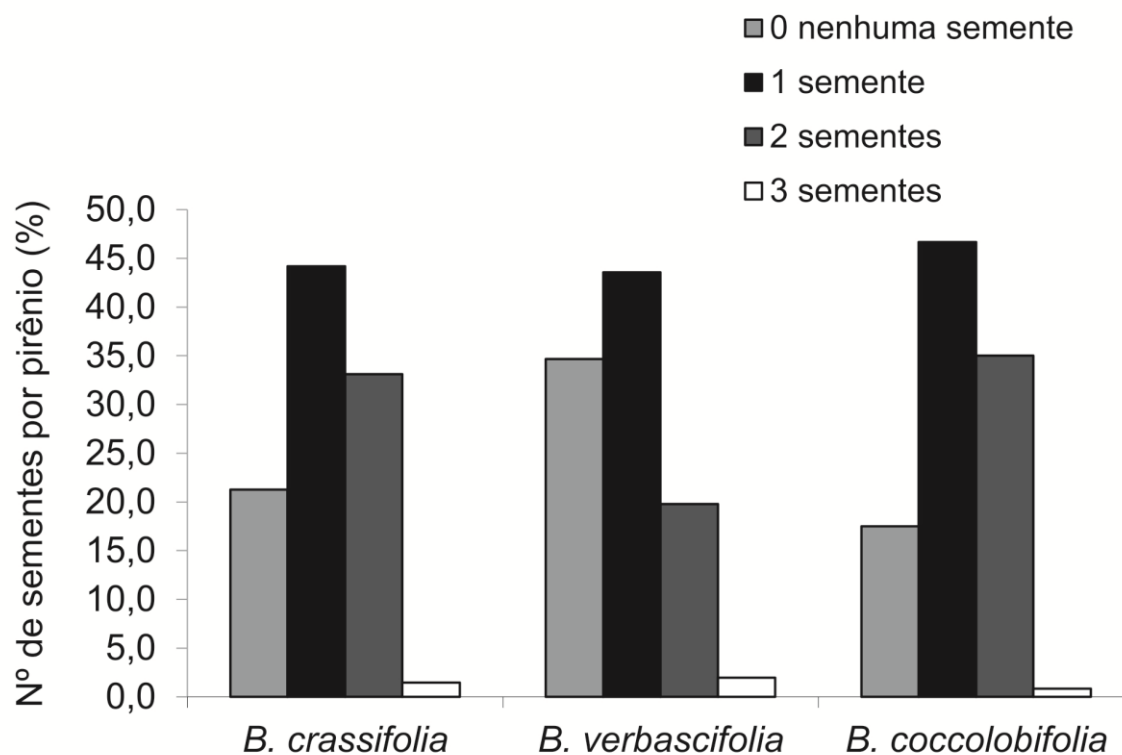


Figura 3 - Número de sementes por pirênio de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) de áreas de savana de Boa Vista, Roraima.

Figure 3 - Number of seeds per pyrene of *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. and *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Malpighiaceae) from savanna areas in Boa Vista, Roraima.

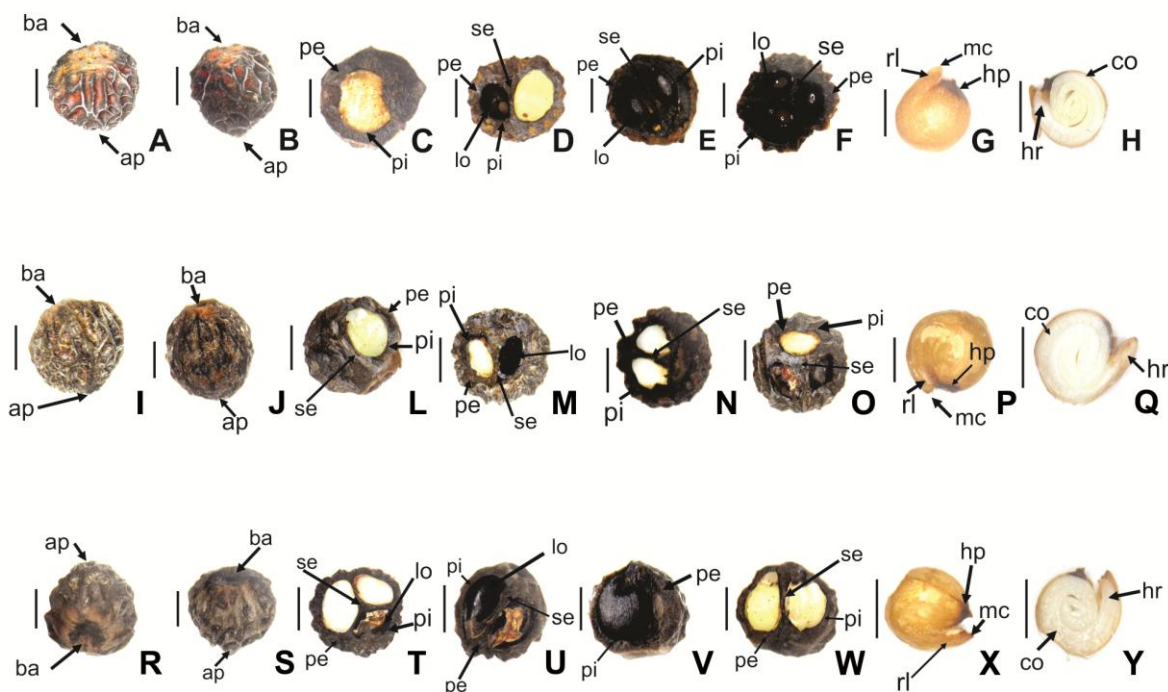


Figura 4 - Pirênios e sementes de *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth e *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. (Malpighiaceae) de áreas de savana de Boa Vista, Roraima. A-B. Vista lateral do pirênio de *B. coccolobifolia*. I-J. Vista lateral do pirênio de *B. crassifolia*. R-S. Vista lateral do pirênio de *B. verbascifolia*. C-F. Secção longitudinal e transversal do pirênio de *B. coccolobifolia*. L-O. Secção longitudinal e transversal do pirênio de *B. crassifolia*. T-W. Secção longitudinal e transversal do pirênio de *B. verbascifolia*. G. Vista lateral destacando o lobo radicular, hipóstase e micrópila da semente de *B. coccolobifolia*. P. Vista lateral destacando o lobo radicular, hipóstase e micrópila da semente de *B. crassifolia*. X. Vista lateral destacando o lobo radicular, hipóstase e micrópila da semente de *B. verbascifolia*. H. Embrião em secção longitudinal da semente de *B. coccolobifolia*. Q. Embrião em secção longitudinal da semente de *B. crassifolia*. Y. Embrião em secção longitudinal da semente de *B. verbascifolia*. (ap = ápice; ba = base; pe = parede externa; pi = interna; lo = lóculo; se = septo; rl = lobo radicular; hp = hipóstase; mc = micrópila; co = cotilédone; hr = eixo hipocótilo-radicular). Barras = 2 mm.

Figure 4 - Pyrenes and seeds of *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth and *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. (Malpighiaceae) from savanna areas in

Boa Vista, Roraima. A-B. Pyrene side view of *B. coccolobifolia*. I-J. Pyrene side view of *B. crassifolia*. R-S. Pyrene side view of *B. verbascifolia*. C-F. Longitudinal and transversal section of the pyrene of *B. coccolobifolia*. L-O. Longitudinal and transversal section of the pyrene of *B. crassifolia*. T-W. Longitudinal and transversal section of the pyrene of *B. verbascifolia*. G. Side view highlighting the radicular lobe, hypostasis and seed micropyle of *B. coccolobifolia*. P. Side view highlighting the radicular lobe, hypostasis and seed micropyle of *B. crassifolia*. X. Side view highlighting the radicular lobe, hypostasis and seed micropyle of *B. verbascifolia*. H. Embryo in the seed longitudinal section of *B. coccolobifolia*. Q. Embryo in the seed longitudinal section of *B. crassifolia*. Y. Embryo in the seed longitudinal section of *B. verbascifolia*. (ap = apex; ba = base; pe = external wall; pi = internal wall; it = locule; if = septum; rl = radicular lobe; hp = hypostasis; mc = micropyle; co = cotyledon; hr = hypocotyl-root axis). Bars = 2 mm.

CAPÍTULO II

MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS DE TRÊS ESPÉCIES SIMPÁTRICAS DE *Byrsonima*: PRIMEIRA EVIDÊNCIA DE GERMINAÇÃO CRIPTÓGEA EM MALPIGHIACEAE E UM NOVO TIPO DE PLÂNTULAS EM EUDICOTILEDÔNEAS

Revista Flora (Jena), v. 209, n. 8, p. 401-407, 2014

Morfologia de plântulas de três espécies simpátricas de *Byrsonima*: primeira evidência de germinação criptógea em Malpighiaceae e um novo tipo de plântulas em eudicotiledôneas¹

Cylles Zara dos Reis Barbosa², Maria Silvia de Mendonça³, Rodrigo Schütz Rodrigues⁴

Resumo

Plântulas constituem um estágio importante no ciclo de vida de uma planta e têm sido estudadas sob o ponto de vista ecológico, morfológico ou taxonômico. Neste trabalho foram examinadas e ilustradas as plântulas de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *B. coccolobifolia* Kunth e *B. verbascifolia* (L.) DC. (Malpighiaceae), as quais são simpátricas nas savanas de Roraima, norte do Brasil. Os resultados mostraram que os caracteres de plântulas permitem o reconhecimento de cada uma das espécies estudadas. As plântulas fanerocotiledonares, epígeas, e foliáceas de *B. crassifolia* têm um padrão morfológico similar ao de outras espécies previamente estudadas no gênero que ocorrem em áreas florestais. Por outro lado, ambas *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* possuem plântulas fanerocotiledonares, hipógeas, e foliáceas, representando um grupo morfológico adicional para as eudicotiledôneas. Plântulas de *B. verbascifolia* é idiossincrática por ter um epicótilo aos demais entrenós subsequentes reduzidos, enquanto que o desenvolvimento lateral da plúmula em relação aos cotilédones é diagnóstico de *B. coccolobifolia*. Além disso, ambas *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* têm germinação criptógea, envolvendo caracteres para manter a plúmula protegida do fogo recorrente que sujeita os habitats de savana, tais como a presença de plúmula subterrânea, o nó cotiledonar abaixo do nível do solo e a fusão dos pecíolos cotiledonares. Em conclusão, a germinação criptógea em duas espécies de *Byrsonima* das savanas de Roraima representa a sua primeira referência tanto para Malpighiaceae quanto para as eudicotiledôneas neotropicais.

Palavras-chave: germinação criptógea, desenvolvimento pós-seminal, adaptação ao fogo, savanas de Roraima.

¹Parte da Tese de Doutorado da primeira autora.

²Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical/UFAM, 69077-000, Manaus, AM, Brasil.

³Laboratório de Botânica Agroflorestal/UFAM, 69077-000, Manaus, AM, Brasil.

⁴Centro de Estudos da Biodiversidade/UFRR, 69300-000, Boa Vista, RR, Brasil.

*Autor para correspondência <zarabarbosa@bol.com.br>

Seedling morphology of three sympatric savanna species of *Byrsonima*: first evidence of cryptogeal germination in Malpighiaceae and an overlooked seedling type in eudicots

Abstract

Seedlings are a very important stage in the plant life cycle and have been studied on ecological, morphological or taxonomic perspectives. We examine and illustrate the seedlings of *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *B. coccolobifolia* Kunth and *B. verbascifolia* (L.) DC. (Malpighiaceae), which are sympatric species in Roraima savannas, north Brazil. The results showed that seedling characters permit recognizing each of the three studied species. Phanerocotylar, epigeal, foliaceous seedlings of *B. crassifolia* have a morphological pattern similar to other previously studied forest species in the genus. On the other hand, both *B. coccolobifolia* and *B. verbascifolia* have phanerocotylar, hypogeal, foliaceous seedlings, representing additional seedling group morphology for eudicots. *Byrsonima verbascifolia* is idiosyncratic in having reduced epicotyl and subsequent shoot internodes, whereas the lateral development of plumule to the cotyledons is diagnostic in *B. coccolobifolia*. Moreover, both *B. coccolobifolia* and *B. verbascifolia* have cryptogeal germination, involving characters to keep safe the plumule from the recurrent fires they are subjected in savannas, such as plumule burying, cotyledonary node below the soil surface, and fusion of cotyledonary petioles. In conclusion, cryptogeal germination in two *Byrsonima* species from Roraima savannas represents its first reference to Malpighiaceae as well as to Neotropical eudicots.

Keywords: cryptogeal germination, post-seminal development, fire adaptation, Roraima savannas

Introdução

As plântulas têm sido estudadas principalmente sobre as perspectivas ecológicas, morfológicas ou taxonômicas (de Vogel, 1980; Leck et al., 2008; Garwood, 2009). As plântulas são uma fase crítica no ciclo de vida das plantas e grande parte de sua variação morfológica entre diferentes plantas pode refletir adaptações a fatores abióticos e bióticos variados que influenciam o seu crescimento e desenvolvimento (Garwood, 1996; Leck et al., 2008). Por outro lado, o estudo das plântulas pode esclarecer na natureza ou documentar alterações de algumas características morfológicas durante o seu desenvolvimento, desde estádios iniciais até adultos (Compton, 1912; Tomlinson, 1960; Fogliani et al., 2009). Além disso, a variação encontrada em vários estudos de plântulas (Lubbock, 1892; de Vogel, 1980; Garwood, 2009) fornece importantes caracteres sistemáticos de grupos em diferentes níveis taxonômicos (Kuijt, 1982; Tillich, 2003; Rodrigues e Tozzi, 2008).

Diferentes classificações têm sido propostas para organizar uma vasta gama de características morfológicas de plântulas dicotiledôneas de regiões de florestas tropicais. Embora classificações complexas, com muitos tipos de plântulas tenham sido propostas (de Vogel, 1980; Ye, 1983), vários trabalhos têm utilizado classificações com dois a seis tipos de plântulas (Duke, 1965; 1969; Ng, 1978; Miquel, 1987; Garwood, 1995; 1996; 2009). De forma mais abrangente para plântulas neotropicais, Garwood (2009) utilizou três caracteres cotiledonares para organizar as plântulas de dicotiledôneas: a) exposição (criptocotiledonar x fanerocotiledonar), b) posição (epígea x hipógea), e c) função (fotossintetizante [foliáceo] x reserva). Com base nestes caracteres, Garwood (2009) reconheceu cinco grupos morfológicos: fanerocotiledonar, epígea, foliácea (PEF); fanerocotiledonar, epígea, reserva (PER); fanerocotiledonar, hipógea, reserva (PHR); criptocotiledonar, hipógea, reserva (CHR); e criptocotiledonar, epígea, reserva (CER). Em geral, as classificações de plântulas e muitos estudos sobre a ecologia de plântulas foram especialmente focados em florestas de regiões tropicais (Ibarra-Manríquez et al., 2001; Ressel et al., 2004; Zanne et al., 2005; Baraloto e Forget, 2007), para onde não há relatos de adaptações morfológicas para a proteção da plúmula (Garwood, 1996).

No entanto, plântulas de algumas espécies que ocorrem em savanas tropicais ou determinados habitats subtropicais desenvolveram estratégias para proteger a plúmula dos fogos recorrentes a que são submetidas a cada estação seca (Rizzini, 1965; Burt, 1972;

Jackson, 1974, Fisher, 2008). Algumas adaptações são denominadas como germinação criptógea (Jackson, 1974), que geralmente envolve o enterramento da plúmula, a inserção dos cotilédones acima ou abaixo da superfície do solo, e às vezes a fusão de pecíolos cotiledonares. A germinação criptógea tem sido documentada para táxons de várias famílias de eudicotiledôneas (*sensu* APG III, 2009) especialmente da África e da Austrália (Jackson, 1974; Clarkson e Clifford, 1987; Bell, 1999). Embora Rizzini (1965) tenha observado que algumas espécies do cerrado brasileiro também apresentam algum desenvolvimento de plântulas diferenciado, mas Lock (2006) afirmou que a germinação criptógea não tem sido vista em espécies lenhosas do cerrado. Assim, a literatura atual não informa explicitamente em qualquer instância a germinação criptógea para áreas de cerrado ou outras áreas de savanas do Novo Mundo para qualquer táxon de eudicotiledôneas.

Savanas cobrem extensas áreas na região neotropical, especialmente na América do Sul (Pennington et al., 2006). As savanas do “Rio Branco-Rupununie” (também conhecidas como savanas ou “Lavrados” em Roraima) são as maiores áreas de savanas contínuas na Amazônia brasileira, cobrindo uma área significativa no Estado de Roraima, com extensões para a Guiana e Venezuela (Barbosa et al., 2007). Nestas savanas de Roraima, três espécies de *Byrsonima* (Malpighiaceae) estão entre as mais importantes plantas lenhosas sobre a estrutura da comunidade (Miranda et al., 2003). Duas espécies, *B. crassifolia* (L.) Kunth e *B. coccolobifolia* Kunth são pequenas árvores com 0,8-10 m de altura, enquanto que *B. verbascifolia* (L.) DC. é um arbusto retorcido com até 1 m de altura (Anderson, 1981; Menezes e Flores, 2013). Todas estas três espécies são amplamente distribuídas nas savanas da América do Sul, enquanto *B. crassifolia* e *B. coccolobifolia* também ocorrem na América Central e na Antilhas (Anderson, 1981).

Byrsonima é o maior gênero em Malpighiaceae, com 130 espécies (Davis e Anderson, 2010), em maior quantidade em regiões de savana e algumas com padrão simpátrico (Boas et al., 2013). Apesar de *Byrsonima* ser monofilética (Davis e Anderson, 2010), uma filogenia com adequada amostragem de nível de espécies de todo o gênero não esta esclarecida. De acordo com Niedenzu (1928) tanto *B. crassifolia* e *verbascifolia* pertencem a *B.* subgen. *Byrsonima* (citada como *B.* subgen. *Brachyzeugma* Nied.), enquanto *B.* subgen *Macrozeugma* Nied. refere-se a *B. coccolobifolia*.

As plântulas foram descritas para cinco espécies de *Byrsonima* ocorrentes em sítios florestais neotropicais de Porto Rico (Duke, 1965), Panamá (Garwood, 2009), Venezuela

(Ricardi et al., 1987), e Brasil (Ressel et al., 2004; Camargo et al., 2008). Em particular, as plântulas de *B. crassifolia* foram estudadas por Ricardi et al. (1987) e Garwood (2009). Por outro lado, existe apenas breve informação para uma espécie de *Byrsonima* de uma área savanoide subtropical na Florida, U.S.A. (Fisher, 2008). No entanto, nenhum estudo anterior sobre a morfologia das plântulas de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* foi realizado.

Este trabalho descreve, ilustra e compara aspectos morfológicos da plântula de *B. crassifolia* (L.) Kunth, *B. verbascifolia* (L.) DC. e *B. coccolobifolia* Kunth que ocorrem em uma área de savana em Boa Vista, Roraima com outras espécies de *Byrsonima* já estudadas que ocorrem em florestas tropicais, bem como, verifica se suas plântulas são adequadamente enquadradas nas atuais classificações de plântulas, baseadas principalmente em espécies florestais. Além disso, procurou-se verificar se as plântulas das três espécies de *Byrsonima* apresentam alguma evidência de adaptação ao fogo, tal como descrita para várias espécies de diferentes famílias de eudicotiledôneas ocorrentes em savanas.

Materiais e métodos

Frutos maduros das três espécies de *Byrsonima* estudadas foram coletados manualmente de 12 indivíduos de populações naturais em uma área de savana aberta (02°39'00" a 02°41'10"N e 60°49'40" a 60°52'20"W) com mosaico de solo classificado como Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho, Plintossolo, Gleissolo e Neossolo no Campo Experimental de Água Boa (Embrapa Roraima), localizada a 36 km Sul de Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil (RODRIGUES et al., 2000).

Espécimes testemunho foram identificados pelo terceiro autor e depositados no Herbário do Museu Integrado de Roraima (MIRR): *Byrsonima crassifolia*: Barbosa s.n. (MIRR 9551), Rodrigues 2283 e 2284 (plântulas); *B. verbascifolia*: Barbosa s.n. (MIRR 9553), Rodrigues 2285 e 2286 (plântulas); *B. coccolobifolia*: Barbosa s.n. (MIRR 9550), Rodrigues 2287 e 2288 (plântulas).

Espécies de *Byrsonima* possuem frutos carnosos com um pirênio fibroso (Souto e Oliveira, 2005). Após a colheita dos frutos das três espécies estudadas, os pirênios foram desinfestados por imersão em uma solução de hipoclorito de sódio com 2,5% de cloro ativo durante 1 hora, seguida por duas lavagens em água corrente manualmente, secos sobre

papel-tolha por 24 horas a temperatura ambiente de 24 ± 2 °C e umidade relativa do ar de $60 \pm 5\%$ do Laboratório e embebidos em água destilada por 48 horas. Em seguida, os pirênios foram escarificados mecanicamente com auxílio de alicate, utilizando apenas os pirênios levemente trincados. Posteriormente, os pirênios foram semeados em bandejas plásticas contendo solo oriundo da área de coleta dos frutos. As bandejas foram colocadas em casa de vegetação e regadas diariamente. Após a emergência dos cotilédones aos 30 dias, as plântulas foram transplantadas para vasos de PVC e as avaliações diárias das plântulas em desenvolvimento foram feitas por 90 dias.

As análises morfológicas foram realizadas no Centro de Estudos da Biodiversidade da Universidade Federal de Roraima. Os dados qualitativos e quantitativos foram registrados para cada táxon até o desenvolvimento completo do terceiro eófilo seguindo Rodrigues e Tozzi (2008). As descrições foram feitas principalmente com base em registros de espécimes vivos, e também em material preservado em álcool, seguindo a terminologia de Garwood (2009). No total, 20 plântulas de *B. crassifolia* e *B. verbascifolia* e 15 plântulas de *B. coccolobifolia* foram analisados. As fotografias foram realizadas com uma câmera Nikon D90, e os detalhes das plântulas foram feitos em um microscópio estereoscópio com uma câmera acoplada (Nikon SMZ-800).

Resultados

Morfologia da plântula

O hipocótilo é desenvolvido, cilíndrico e glabro nos táxons estudados. O hipocótilo é maior (10–20 mm de comprimento) e epígeo em *Byrsonima crassifolia* (Figs. 1A–B, 2A, 3A), enquanto ambas *B. coccolobifolia* (Figs. 1C–D, 3C–D) e *B. verbascifolia* (Figs. 1E–F, 3E–F) possuem um hipocótilo menor (≤ 10 mm de comprimento) e hipógeo (Tabela 1).

Os cotilédones são delgados (0,2–0,3 mm de espessura), foliáceos, lanceolados, glabros, e basal e apicalmente agudos nas espécies estudadas (Figs. 1 e 2). Cotilédones foram persistentes e verdes durante os 90 dias de observação, e suas dimensões se sobrepõem nas três espécies (Tabela 1). No entanto, o comprimento e a morfologia dos pecíolos cotiledonares são significativamente diferentes para cada espécie. *Byrsonima crassifolia* (Figs. 3A–B) tem pecíolos cotiledonares curtos e basalmente livres (1,5–2,5 mm

de comprimento); em *B. coccolobifolia* (Figs. 3C–D) os pecíolos cotiledonares são relativamente longos (15–17 mm de comprimento), basalmente fusionados em um tubo cotiledonar (5–9 mm de comprimento) em torno da plúmula e do epicótilo em desenvolvimento; em *B. verbascifolia* (Figs. 3E–F), os pecíolos cotiledonares são intermediários em tamanho (2–3,5 mm de comprimento), com a formação de um tubo cotiledonar relativamente mais curto (1–2 mm de comprimento; Tabela 1). Estípulas cotiledonares são curtas (0,2–0,4 mm de comprimento) em *B. crassifolia* (Fig. 3B), mas inconspícuas em *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* (Figs. 3C e E). Além disso, raízes adventícias foram observadas na parte subterrânea dos pecíolos cotiledonares em algumas plântulas de *B. coccolobifolia* (Figs. 3C–D) e no hipocótilo de *B. verbascifolia* (Figs. 3E–F).

O epicótilo é invariavelmente cilíndrico, muito curto ($\leq 2,5$ mm de comprimento) em *B. verbascifolia* (Fig. 3F), e mais desenvolvido (≥ 4 mm de comprimento) em *B. crassifolia* (Figs. 1A–B e 3A) e *B. coccolobifolia* (Figs. 1D; Tabela 1). O epicótilo é glabro em *B. coccolobifolia*, mas ambas *B. crassifolia* e *B. verbascifolia* têm um epicótilo esparsamente pubescente a glabrescente, com tricomas malpighiáceos canescentes ($\leq 1,5$ mm de comprimento). Em relação ao desenvolvimento apical, em *B. crassifolia* tanto a plúmula e epicótilo são epígeos (Figs. 1A–B, 2A) e se expandem centralmente em relação aos cotilédones (Figs. 1A–B). Reciprocamente, em *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia* a plúmula é totalmente enterrada (Figs. 3C–F) e envolvida pelos pecíolos cotiledonares fusionados. Em *B. verbascifolia*, a plúmula se expande em um epicótilo reduzido que se alonga centralmente em relação aos cotilédones (Figs. 1E–F, 3E–F), mas em *B. coccolobifolia* a plúmula desenvolve lateralmente aos cotilédones no interior do tubo cotiledonar (Figs. 1C–D, 2B), inicialmente dando origem ao epicótilo hipógeo, que posteriormente se alonga acima do nível do solo.

Os eofilos dos três primeiros nós nas três espécies de *Byrsonima* são opostos, elípticos, com base cuneada e ápice agudo. As lâminas são sésseis e pequenas, às vezes muito reduzidas em *B. coccolobifolia* (Figs. 1C e 2B), ou pecioladas e relativamente mais expandidas nas outras espécies (Tabela 1). Estípulas eofilares são lanceoladas com tricomas semelhantes aos do epicótilo, e são relativamente pequenas em *B. coccolobifolia* ($\leq 0,5$ mm de comprimento), ou maiores ($\geq 1,2$ mm de comprimento) em *B. crassifolia* e *B. verbascifolia* (Tabela 1).

Numa fase posterior, as plântulas de *B. crassifolia* e *B. coccolobifolia* alongam visivelmente seus dois primeiros entrenós eofilares (≥ 4 mm de comprimento). No entanto, em *B. verbascifolia* estes entrenós eofilares são muito curtos (≤ 1 mm de comprimento; Figs. 1F e 2C; Tabela 1).

Discussão

Caracteres de plântulas

As três espécies de *Byrsonima* de savanas de Roraima são fanerocotiledonares (emergentes) e tem cotilédones foliáceos (fotossintéticos). Isto está de acordo com a literatura sobre plântulas de *Byrsonima* (Duke, 1965; Ricardi et al., 1987; Ressel et al., 2004; Camargo et al., 2008; Garwood, 2009). Em geral, esses estudos foram realizados em florestas tropicais e relatam plântulas PEF com cotilédones monomórficos, curto-peciolados e lanceolados para todas as espécies previamente estudadas de *Byrsonima*. Além disso, somente pecíolo cotiledonares curtos basalmente livres e epicótilos posicionados centralmente em relação aos cotilédones foram relatados para plântulas de *Byrsonima* na literatura.

Em concordância com o exposto, plântulas de *B. crassifolia* das savanas de Roraima também possuem plântulas PEF, por apresentarem cotilédones foliáceos completamente epigeos, devido ao desenvolvimento de hipocótilo ser acima do solo. No entanto, os dados para esta espécie de populações da Venezuela e Panamá apontam hipocótilo (30–80 mm de comprimento) e cotilédones (26–46 mm de comprimento) maiores do que aqueles observados na população em Roraima (Ricardi et al., 1987; Garwood, 2009). Isso pode refletir a grande variação detectada em *B. crassifolia* ao longo de sua distribuição geográfica (Anderson, 1981), possibilitando esta espécie ocorrer desde bordas de florestas até savanas abertas. No entanto, o hipocótilo mais curto e um menor alongamento em cotilédones da população estudada de Roraima pode indicar, como Anderson (1981) já apontou, que alguns táxons não descritos podem ser inseridos dentro de *B. crassifolia*, evidenciando a necessidade de trabalhos adicionais experimentais de campo.

Por outro lado, em um habitat subtropical com características de savana na Flórida (Estados Unidos da América), Fisher (2008) observou que *B. lucida* (Mill.) DC. manteve

seus cotilédones apenas alguns milímetros acima do nível do solo, pois seu hipocótilo era pouco alongado. Assim, a posição dos cotilédones em *B. lucida* é semelhante à de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia*. No entanto, as duas últimas espécies diferem por terem hipocótilo, plúmula e nó cotiledonar subterrâneos. Outro caractere marcante compartilhado por *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* são os pecíolos cotiledonares basalmente fundidos, formando um tubo cotiledonar, especialmente longo em *B. coccolobifolia*. Além disso, o epicótilo e os entrenós subsequentes muito curtos encontrados em *B. verbascifolia* e o desenvolvimento lateral da plúmula em relação aos cotilédones em *B. coccolobifolia* são características previamente não registradas para *Byrsonima*.

Um novo grupo morfológico de plântulas das eudicotiledôneas

De acordo com Garwood (2009), *Byrsonima crassifolia* tem plântula PEF, por causa de seus cotilédones expostos, epígeos e foliáceos. No entanto, tentativas para classificar as plântulas de *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* em um dos cinco grupos de plântulas reconhecidos pela Garwood (2009) falharam. A classificação de Garwood (2009) impõe que qualquer espécie com cotilédones foliáceos deve ser associada a uma posição epígea. *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* inequivocamente têm cotilédones foliáceos como os de *B. crassifolia*, mas divergem em relação à posição dos cotilédones. Ao considerar a posição do nó cotiledonar, tanto *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* tem cotilédones hipógeos por seus pecíolos serem parcialmente subterrâneos. Mesmo levando-se em consideração a posição do nível do solo de seus cotilédones, eles não devem ser classificados como epígeos nas duas espécies, uma vez que suas lâminas se colocam junto à superfície do solo.

A *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* possuem plântulas fanerocotiledonares, hipógeas e foliáceas. Assim, adaptando-se a classificação de Garwood (2009), propõe-se aqui um sexto grupo morfológico de plântulas para eudicotiledôneas, codificado como PHF, ou seja, plântulas que têm inequivocamente cotilédones foliáceos cuja inserção é abaixo do nível do solo devido a um hipocótilo curto e hipógeo, e cujas lâminas colocam-se na superfície do solo.

No entanto, em casos em que as plântulas apresentam cotilédones hipógeos, mas inicialmente verdes e relativamente carnosos, que ao longo do seu desenvolvimento de

tornam mais delgados, esta de acordo com Garwood (2009) para classificá-los como PHR, como em *Aspidosperma spruceanum* Benth. ex Müll.Arg. (Apocynaceae).

Germinação criptógea em Malpighiaceae e na flora neotropical

Embora *Byrsonima crassifolia* ocorra em área de savanas, suas plântulas não apresentam adaptações evidentes para proteger a plúmula. Neste sentido, plântulas PEF de *B. crassifolia* são morfológicamente mais semelhantes aos das espécies florestais de *Byrsonima* (Duke, 1965; Ricardi, 1987; Ressel et al., 2004; Camargo et al., 2008; Garwood, 2009).

Uma situação oposta é observada em *B. coccolobifolia*, cujas plântulas têm um conjunto de caracteres altamente coincidentes com os encontrados em espécies com germinação criptógea (Jackson, 1974). A partir dos vários exemplos apresentados por Jackson (1974), plântulas *B. coccolobifolia* parece estar mais relacionadas com as de *Gardenia erubescens* Stapf et Hutch. (Rubiaceae). Ambas as espécies têm plúmulas subterrâneas, um hipocótilo e cotilédones hipógeos e pecíolos cotiledonares fusionados, a partir dos quais emerge lateralmente o epicótilo (Jackson, 1974). Por outro lado, *B. coccolobifolia* frequentemente tem o primeiro par de eofilos com lâminas marcadamente reduzidas, um atributo observado em outras plântulas criptógeas, como *Jedda multicaulis* J. R. Clarkson (Thymelaeaceae; Clarkson e Clifford, 1987), e *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae; Rizzini, 1965).

Plântulas de *B. verbascifolia* também devem ser consideradas como um outro exemplo de germinação criptógea, visto que também suas plúmulas são subterrâneas. No entanto, *B. verbascifolia* é distinta das espécies anteriores, tendo um epicótilo que emerge centralmente aos cotilédones. Embora os pecíolos cotiledonares de *B. verbascifolia* formem um tubo cotiledonar curto, eles são adequados para envolver quase por completo o diminuto epicótilo. Além disso, como resultado dos seus entrenós reduzidos, plântulas de *B. verbascifolia* assumem uma forma rosulada, em que os eofilos mais velhos cercam parcialmente os mais jovens. Esta forma de crescimento persiste em plantas adultas de *B. verbascifolia* (Anderson, 1981; Menezes e Flores, 2013), onde, aparentemente, apenas as folhas e órgãos reprodutivos emergem acima da superfície do solo, mascarando um extenso crescimento lenhoso subterrâneo (Miranda et al., 2003).

Germinação criptógea em duas espécies de *Byrsonima* de savanas de Roraima representa a sua primeira referência para Malpighiaceae bem como para as eudicotiledôneas neotropicais. Germinação criptógea foi relatada anteriormente para táxon de várias famílias de eudicotiledôneas (Jackson, 1974; Clarkson e Clifford, 1987; Bell, 1999; Lock, 2006) especialmente nas savanas africanas e australianas, com alguns registros para a América do Norte (oeste dos Estados Unidos) e Ásia (Himalaia ocidental). No entanto, uma reanálise dos dados de Rizzini (1965) indica que algumas espécies de cerrado devem ser consideradas como tendo também a germinação criptógea, especialmente aquelas que tem as plúmulas subterrâneas em três famílias para as quais não tenha sido registrada a germinação criptógea: *Parinari obtusifolia* Hook.f. (Chrysobalanaceae), *Aspidosperma macrocarpon* Mart. (Apocynaceae), e *Vochysia thyrsoidea* (Vochysiaceae). Plântulas de *Vochysia thyrsoidea* tem um hipocótilo subterrâneo e um tubo cotiledonar e, particularmente se assemelham às de *B. verbascifolia*, pois em ambas os primeiros entrenós são muito curtos. No entanto, *V. thyrsoidea* tem um epicótilo mais longo e seus cotilédones são largos e carnosos (Rizzini, 1965; Garwood, 1998).

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho e os dados da literatura (Rizzini, 1965; Jackson, 1974; Clarkson e Clifford, 1987; Bell, 1999), uma distribuição em nível de família da germinação criptógea dentro das eudicotiledôneas (APG, III) revelou três ocorrências em Asteranae, nas ordens Ericales (Sapotaceae) e Gentianales (Apocynaceae, Rubiaceae). No entanto, a germinação criptógea marcadamente predomina em Rosanae, ocorrendo nas ordens Myrtales (Combretaceae, Myrtaceae, Vochysiaceae), Fabales (Leguminosae), Fagales (Fagaceae), Malvales (Thymelaeaceae), Cucurbitales (Cucurbitaceae), e Malpighiales (Chrysobalanaceae, Malpighiaceae, Ochnaceae).

Em conclusão, os caracteres das plântulas aqui estudadas permitem o reconhecimento de cada uma das três espécies de *Byrsonima* nas savanas de Roraima. Plântulas fanerocotiledonares, epígeas e foliáceas de *B. crassifolia* têm um padrão morfológico semelhante ao de outras espécies florestais previamente estudadas do gênero. No entanto, as plântulas de *B. crassifolia* de Roraima mostram hipocótilo e cotilédones menores, em comparação com aqueles relatados para espécies florestais do Panamá e Venezuela. Por outro lado, *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* têm plântulas fanerocotiledonares, hipógeas e foliáceas, representando um novo grupo morfológico de plântulas para eudicotiledôneas. Além disso, este trabalho é o primeiro registro de

germinação criptógea em Malpighiaceae e demonstra a presença de plúmula subterrânea pela primeira vez em representantes de eudicotiledôneas da flora neotropical.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa concedida ao primeiro autor, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical/UFAM pelo auxílio logístico para os dois primeiros autores, ao Centro de Estudos da Biodiversidade/UFRR pelas facilidades, ao Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa (INPA) por sua ajuda no trabalho de campo, à Dra. Andréia Silva Flores (MIRR) pela leitura crítica do manuscrito e pelos comentários, ao MSc. Edmar da Silva Prado pelas ilustrações, ao Dr. Oscar José Smiderle (Embrapa-RR), e à Eng. Agr., Larisse Souza de Campos Oliva pela assistência prestada na instalação deste estudo na casa de vegetação.

Referências

- Anderson, W.R., 1981. Malpighiaceae. Mem. New York Bot. Gard. 32, 21–305.
- APG III, 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Bot. J. Linn. Soc. 161, 105–121.
- Baraloto, C., Forget, P.M., 2007. Seed size, seedling morphology, and response to deep shade and damage in neotropical rain forest trees. Am. J. Bot. 94, 901–911.
- Barbosa, R.I., Campos, C., Pinto, F., Fearnside, P.M., 2007. The “Lavrados” of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil’s Amazonian Savannas. Func. Ecosyst. Commun. 1, 29–41.
- Bell, D.T., 1999. The process of germination in Australian species. Aust. J. Bot. 47, 475–517.
- Boas, J.C.V., Fava, W.S., Laroca, S., Sigrist, M.R., 2013. Two sympatric *Byrsonima* species (Malpighiaceae) differ in phenological and reproductive patterns. Flora 208, 360–369.
- Burt, B.L., 1972. Plumular protection and some related aspects of seedling behaviour. Trans. Bot. Soc. Edinb. 41, 393–400.

- Camargo, J.L.C., Ferraz, I.D., Mesquita, M.R., Santos, B.A., Brum, H.D., 2008. Guia de propágulos e plântulas da Amazônia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- Clarkson, J.R., Clifford, H.T., 1987. Germination of *Jedda multicaulis* J. R. Clarkson (Thymelaeaceae): an example of cryptogeal germination in the Australian flora. *Aust. J. Bot.* 35, 715–720.
- Compton, R.H., 1912. An investigation of the seedling structure in the Leguminosae. *J. Linn. Soc., Bot.* 41, 1–122.
- Davis, C.C., Anderson, W.R., 2010. A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology. *Am. J. Bot.* 97, 2031–2048.
- De Vogel, E.F., 1980. Seedlings of dicotyledons. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- Duke, J.A., 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 52, 314–350.
- Duke, J.A., 1969. On tropical tree seedlings I. Seeds, seedlings, systems and systematics. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 56, 125–161.
- Fisher, J.B., 2008. Anatomy of axis contraction in seedlings from a fire prone habitat. *Am. J. Bot.* 95, 1337–1348.
- Fogliani, B., Hopkins, H.C.F., Bouraïma-Madjèbi, S., Medevielle, V., 2009. Morphological development of *Geissois pruinosa* (Cunoniaceae) from seed to adult, and the expression of plesiomorphic characters in seedlings. *Flora* 204, 7–16.
- Garwood, N.C., 1995. Studies in Annonaceae. XX. Morphology and ecology of seedlings, fruits and seeds of selected Panamanian species. *Bot. Jahrb. Syst.* 117, 1–152.
- Garwood, N.C., 1996. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: Swaine, M.D. (Ed.), *The ecology of tropical forest tree seedlings*. Unesco, Paris, pp. 59–129.
- Garwood, N.C., 1998. Morphology and ecology of seedlings of Vochysiaceae. *Bull. nat. Hist. Mus. Lond. (Bot.)* 28, 1–16.
- Garwood, N.C., 2009. Seedlings of Barro Colorado Island and the Neotropics. Comstock Publishing Associates, Ithaca.
- Ibarra-Manríquez, G., Martínez Ramos, M., Oyama, K., 2001. Seedling functional types in a lowland rain Forest in Mexico. *Am. J. Bot.* 88, 1801–1812.

- Jackson, G., 1974. Cryptogeal germination and other seedling adaptations to the burning of vegetation in savanna regions: the origin of the pyrophytic habit. *New Phytol.* 73, 771–780.
- Kuijt, J., 1982. Seedling morphology and its systematic significance in Loranthaceae, with supplementary comments on Eremolepidaceae. *Bot. Jahrb. Syst.* 103, 305–342.
- Leck, M.A., Parker, V.T., Simpson, R.L., 2008. Why seedlings? In: Leck, M.A., Parker, V.T., Simpson, R.L. (Eds.), *Seedling Ecology and Evolution*. Cambridge University Press, New York, pp. 3–13.
- Lock, J.M., 2006. The seasonally dry vegetation of Africa: parallels and comparisons with the Neotropics. In: Pennington, R.T., Lewis, G.P., Ratter, J.A. (Eds.), *Neotropical savannas and dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation*. Taylor & Francis CRC Press, Oxford, pp. 449–467.
- Lubbock, J., 1892. A contribution to our knowledge of seedlings, vol. 1-2. Kegan Paul, Trench, and Trüber, London.
- Nemoto, T., Ohashi, H., 1993. Seedling morphology of *Lespedeza* (Leguminosae). *J. Plant Res.* 106, 121–128.
- Menezes, J., Flores, A.S., 2013. A família Malpighiaceae em uma área de savana em Roraima, Brasil. *Bol. Mus. Int. de Roraima* 7, 55–63.
- Miquel, S., 1987. Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat.*, 4B 9, 101–121.
- Miranda, I.S., Absy, M.L., Rebelo, G.H., 2003. Community structure of woody plants of Roraima savannahs, Brazil. *Plant Ecol.* 164, 109–123.
- Ng, F.S.P., 1978. Strategies of establishment in Malayan forest trees. In: Tomlinson, P.B., Zimmerman, M. (Eds.), *Tropical Trees as Living Systems*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 129–162.
- Nieden zu, F., 1928. Malpighiaceae. In: Engler, A. (Ed.), *Das Pflanzenreich*. IV, 141. Engelmann, Leipzig, pp. 1–870.
- Pennington, R.T., Lewis, G.P., Ratter, J.A., 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of Neotropical savannas and seasonally dry forests. In: Pennington, R.T., Lewis, G.P., Ratter, J.A. (Eds.), *Neotropical savannas and dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation*. Taylor & Francis CRC Press, Oxford, pp. 1–29.

- Ressel, K., Guilherme, F.A.G., Schiavini, I., Oliveira, P.E., 2004. Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Rev. Bras. Bot.* 27, 311–323.
- Ricardi, M., Hernández, C., Torres, F., 1987. Morfología de plântulas de árboles de los bosques del Estado Mérida. *Talleres Gráficos Universitários, Mérida*.
- Rizzini, C.T., 1965. Experimental studies on seedling development of cerrado woody plants. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 52, 410–426.
- Rodrigues, R.S., Tozzi, A.M.G.A., 2008. Systematic relevance of seedling morphology in *Acosmium*, *Guianodendron*, and *Leptolobium* (Leguminosae, Papilionoideae). *Brittonia* 60, 287–296.
- Rodrigues, T.E., Gama, J.R.N.F., Rego, R.S., Lima, A.A.C., Silva, J.M.L. da., Barreto, W. de O., 2000. Caracterização e classificação dos solos do Campo Experimental de Água Boa – Embrapa Roraima, Boa Vista (RR). Embrapa Amazônia Oriental, Belém.
- Souto, L.S., Oliveira, D.M.T., 2005. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae). *Rev. Bras. Bot.* 28, 697–712.
- Tillich, H.-J., 2003. Seedling morphology in Iridaceae: indications for relationships within the family and to related families. *Flora* 192, 220–242.
- Tomlinson, P.B., 1960. Seedling leaves in palms and their morphological significance. *J. Arnold Arbor.* 41, 414–428.
- Ye, N., 1983. Descriptions of various seedlings of leguminous plants. *Phytologia* 54, 190–218.
- Zanne, A.E., Chapman, C.A., Kitajima, K., 2005. Evolutionary and ecological correlates of early seedling morphology in East African trees and shrubs. *Am. J. Bot.* 92, 972–978.

Tabela 1. Resumo dos principais caracteres de plântulas de três espécies simpátricas de *Byrsonima* (Malpighiaceae) nas savanas de Roraima, Brasil.

Caracteres das plântulas	<i>B. crassifolia</i>	<i>B. coccolobifolia</i>	<i>B. verbascifolia</i>
Grupo morfológico de plântula	Fanerocotiledonar, epígeo, foliáceo (PEF)	Fanerocotiledonar, hipógeo, foliáceo (PHF)	Fanerocotiledonar, hipógeo, foliáceo (PHF)
Hipocótilo comprimento x largura (mm)	10–20 x 1,3–1,5	4–9 x 1,5–2	6–10 x 1,5–1,8
Cotilédones			
Lâmina (mm)	16,5–24 x 3,5–5	16–30 x 3–4,2	15–18 x 4–5
Comprimento do pecíolo (mm)	1,5–2,5; tubo ausente	15–17 x 1,3–1,5; tubo: 5–9	2–3,5 x 1,5–2; tubo: 1–2
Comprimento da estípula (mm)	0,2–0,4	inconspícuos	inconspícuos
Epicótilo			
Comprimento x largura (mm)	10–25 x 0,6–1	4–10 x 0,7–1	1–2,5 x 1–1,2
Posição em relação aos cotilédones	central	lateral	central
Comprimento dos dois primeiros entrenós eofilares (mm)	12–30	4–12	0,5–1
Eofilo do primeiro nó			
Lâmina (mm)	9–16 x 4,5–9	2–8 x 0,5–2,5	15–21 x 5–8
Comprimento do pecíolo (mm)	1,2–2	ausente	2,7–3
Comprimento da estípula (mm)	1,2–1,3	0,3–0,5	1,5–1,7
Eofilo dos segundo e terceiro nós			
Lâmina (mm)	12–35 x 7–13	10–25 x 5–10	25–40 x 7–10
Comprimento do pecíolo (mm)	2–3,5	ausente	2–3
Comprimento da estípula (mm)	2–3	2–3	2–2,5

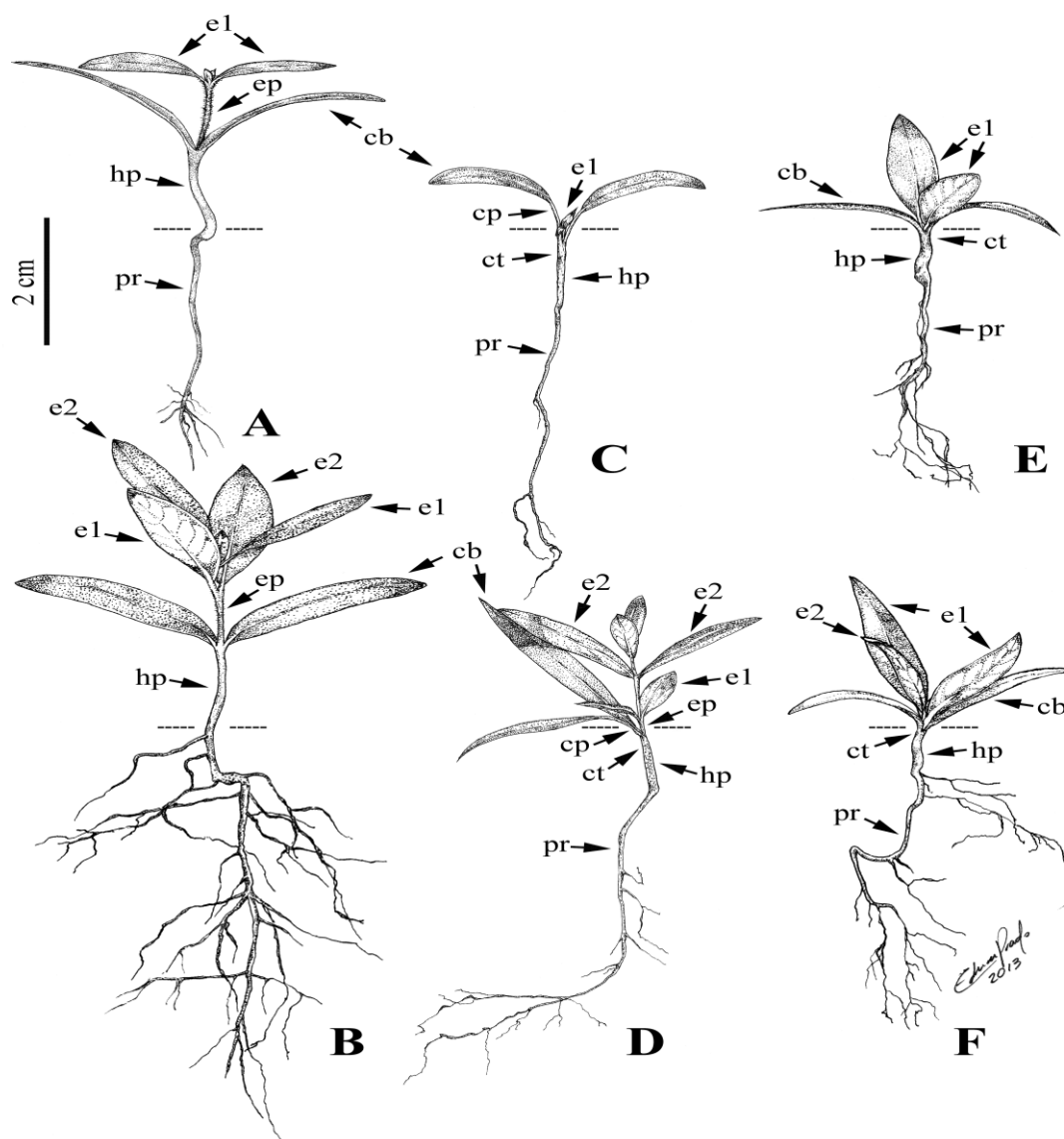


Figura 1. Plântulas de três espécies de *Byrsonima*. (A-B) *B. crassifolia*: Plântula fanerocotiledonar, epígea, foliácea. (A) 60 dias após a semeadura. (B) 90 dias após a semeadura. (C-D) *B. coccolobifolia*: Plântula fanerocotiledonar, hipógea, foliácea. (C) 60 dias a partir da semeadura. (D) 90 dias da semeadura. (E-F) *B. verbascifolia*: Plântula fanerocotiledonar, hipógea, foliácea. (E) 60 dias a partir da semeadura. (F) 90 dias da semeadura. Legenda: cb – Lâmina cotiledonar; cp - Pecíolo cotiledonar; ct - Tubo cotiledonar; e1 – Eofilo do primeiro nó; e2 – Eofilo do segundo nó; ep - Epicótilo; hp - Hipocótilo; pr - Raiz primária; Traços indicam o nível do solo.

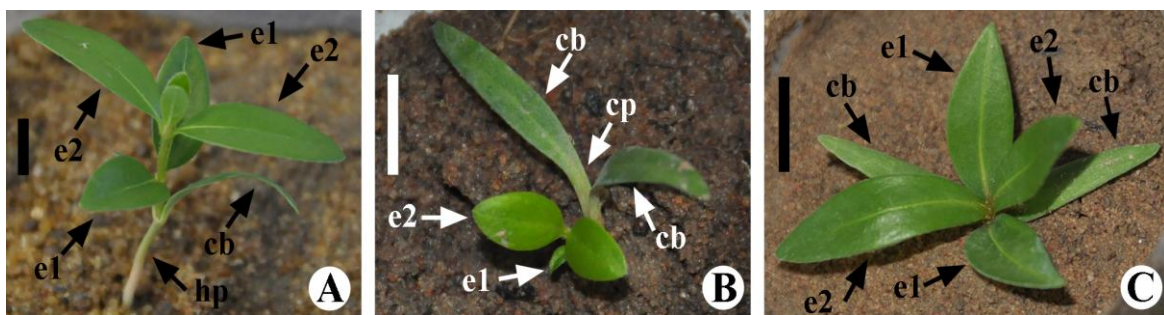


Figura 2. Plântulas de três espécies de *Byrsonima*. (A) *B. crassifolia*. 90 dias após a semeadura. (B) *B. coccolobifolia*. 70 dias após a semeadura. (C) *B. verbascifolia*. 90 dias após a semeadura. Legenda: cb – Lâmina cotiledonar; cp - Pecíolo cotiledonar; e1 – Eofilo do primeiro nó; e2 – Eofilo do segundo nó; hp - Hipocótilo. Escala (barras): 1 cm.

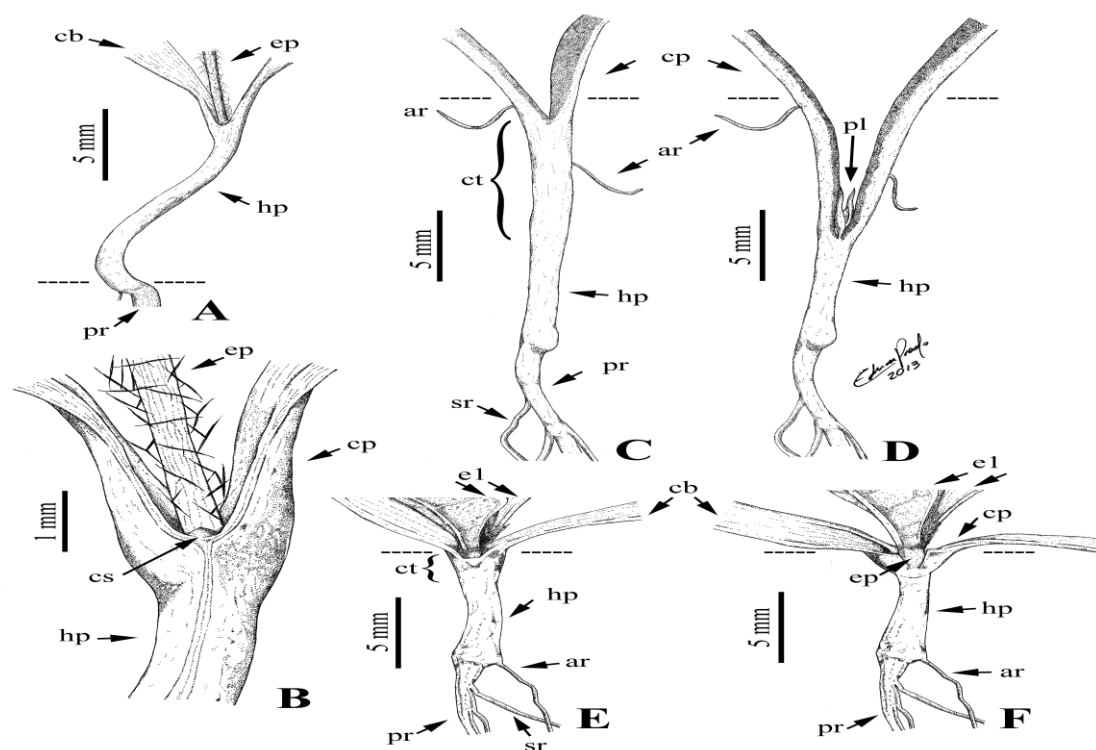


Figura 3. Detalhes de plântulas de três espécies de *Byrsonima*. (A-B) *B. crassifolia*. (A) cotilédones epígeos e um hipocótilo desenvolvido acima do solo. (B) Detalhe do nó cotiledonar (note os pecíolos cotiledonares livres e as estípulas cotiledonares) e o epicótilo esparsamente pubescente. (C-D) *B. coccolobifolia* (C) cotilédones hipógeos (observe os pecíolos cotiledonares longos que são fundidos em um tubo longo) e um hipocótilo desenvolvido, subterrâneo (D) A mesma vista, mas com o tubo cotiledonar em seção longitudinal, ficando em torno da plúmula e do epicótilo em desenvolvimento. (E-F) *B. verbascifolia*. (E) cotilédones hipógeos (observe os pecíolos cotiledonares longos que são fundidos em um tubo cotiledonar curto) e um hipocótilo desenvolvido subterrâneo. (F) A mesma vista com o tubo cotiledonar em seção longitudinal, em torno do epicótilo glabrescente. Legenda: ar - Raízes adventícias; cb - Lâmina cotiledonar; cp - Pecíolo cotiledonar; cs - Estípula cotiledonar; ct - Tubo cotiledonar; e1 - Eofilo do primeiro nó; ep - Epicótilo; hp - Hipocótilo; pl - Plúmula; pr - Raiz primária; sr - Raiz secundária; Traços indicam o nível do solo.

CAPÍTULO III

SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE TRÊS ESPÉCIES DE *Byrsonima* (MALPIGHIACEAE)

Elaborado de acordo com as normas da Revista Floresta

Superação de dormência em sementes de três espécies de *Byrsonima* (Malpighiaceae)¹

Cylles Zara dos Reis BARBOSA², Maria Silvia de MENDONÇA³, Rodrigo Schütz RODRIGUES⁴

Resumo

Byrsonima é um gênero de importância econômica e medicinal, e devido às características de suas sementes, apresenta baixa taxa de germinação. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar métodos de superação de dormência em sementes de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *B. verbascifolia* (L.) DC. e *B. coccolobifolia* Kunth. O experimento foi conduzido em casa de vegetação com circulação forçada de ar, na Embrapa Roraima, Boa Vista-RR, em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, composto por três espécies e três métodos de superação de dormência, com quatro repetições de 25 pirênios. Os métodos consistiram de pirênios imersos em solução de ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros = GA₃I; pirênios imersos em água destilada, durante 48 horas e trincados = H₂OT; e pirênios imersos em água destilada, durante 48 horas e íntegros = H₂OI (testemunha). Avaliou-se o número de dias para o início da germinação, tempo médio de germinação e porcentagem de germinação. Conclui-se que os pirênios de *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia* possuem dormência fisiológica e a imersão dos pirênios em solução de ácido giberélico e íntegro, foi o método mais eficiente para a superação da dormência nas sementes das espécies de *Byrsonima*.

Palavras-chave: Amazônia; murici; germinação.

¹Parte da Tese de Doutorado da primeira autora.

²Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical/UFAM, 69077-000, Manaus, AM, Brasil.

³Laboratório de Botânica Agroflorestal/UFAM, 69077-000, Manaus, AM, Brasil.

⁴Centro de Estudos da Biodiversidade/UFRR, 69300-000, Boa Vista, RR, Brasil.

*Autor para correspondência <zarabarbosa@bol.com.br>

Dormancy in seeds of three Byrsonima species (Malpighiaceae)

Abstract

Byrsonima is a genus of economic and medicinal importance, and due to the characteristics of its seeds, show low germination rate. The objective of this study was to evaluate dormancy overcoming methods in *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *B. verbascifolia* (L.) DC. and *B. coccolobifolia* Kunth seeds. The experiment was conducted in a greenhouse with forced air circulation at Embrapa Roraima, Boa Vista-RR, under a completely randomized design in a 3x3 factorial scheme, consisting of three species and three methods of scarification, with four replicates of 25 pyrenes. Treatments consisted on pyrenes immersed in gibberellic acid solution at a concentration of 500 mg L⁻¹ for 48 hours and intact = GA₃I; pyrenes immersed in distilled water for 48 hours and cracked = H₂OT and pyrenes immersed in distilled water for 48 hours and intact = H₂OI (control). Parameters assessed were the number of days to the start of germination, mean germination time and germination percentage. The conclusion is that pyrenes of *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* and *B. coccolobifolia* have physiological dormancy and immersion of pyrenes in gibberellic acid solution and integers was the most efficient method to overcome dormancy the seeds of the species of *Byrsonima*.

Keywords: Amazon; murici; germination.

INTRODUÇÃO

A dormência nas sementes é fundamental na perpetuação e estabelecimento de muitas espécies vegetais, nos mais variados ambientes, entretanto, pode trazer desvantagens, principalmente quando se considera a exploração vegetal (LIMA *et al.*, 2013). Dessa forma, o conhecimento do processo germinativo de uma espécie é importante pelas diferentes respostas que cada espécie pode apresentar em função da dormência presentes nas suas sementes (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2010; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

A unidade de propagação de algumas espécies de *Byrsonima* é o pirênio, popularmente denominado de caroço, constituído de endocarpo e sementes (BARROSO *et al.*, 1999). Os pirênios podem conter nenhuma semente, uma, duas ou três sementes. As sementes “nuas”, desprovidas do endocarpo não são utilizadas como estrutura de propagação em decorrência da dificuldade de removê-la do interior do mesmo, além de ser facilmente danificada quando se efetua este procedimento (CARVALHO e NASCIMENTO, 2008; CARVALHO *et al.*, 2009). O endocarpo destas espécies é espesso e córneo, e oferece resistência ao crescimento do embrião, caracterizando-se como dormência do tipo exógena; no entanto, existe a dormência do tipo endógena que é imposta pelo embrião devido a mecanismos fisiológicos que inibem a protrusão radicular (CARVALHO e NASCIMENTO, 2008). Estes dois tipos de dormência são responsáveis pela baixa taxa de germinação das sementes e emergência lenta e irregular das plântulas, sendo um problema tanto em condições naturais como em viveiro, pois inviabilizam a produção de mudas destas espécies (CARVALHO e NASCIMENTO, 2008; CARVALHO e NASCIMENTO, 2013).

Diversos métodos vêm sendo empregados para a superação da dormência no endocarpo como a remoção ou escarificação, e o uso de ácido giberélico para dormência do embrião, que tem como objetivos iniciar, acelerar e incrementar a porcentagem de germinação, resultando em maior uniformidade e sobrevivência das plântulas (SELEGUINI *et al.*, 2012). Entretanto, a aplicabilidade e eficiência destes métodos dependem do tipo e intensidade da dormência, que varia entre as espécies. Carvalho e Nascimento (2013) relatam que existem pronunciadas variações no grau de dormência de pirênios de diferentes clones de *B. crassifolia* e coloca que a imersão em ácido giberélico ou em água com posterior fratura do endocarpo é eficiente na superação de dormência dos pirênios. No entanto, Carvalho e Nascimento (2008) relatam que a imersão dos pirênios em solução de ácido giberélico ou em água, sem posterior fratura do endocarpo também constitui-se em métodos eficientes para promover a germinação destas espécies.

Byrsonima é o maior gênero da família Malpighiaceae com 130 espécies (DAVIS e ANDERSON, 2010) de múltiplas potencialidades econômica e medicinal, conhecidas popularmente como “murici”. O Brasil concentra 93 espécies deste gênero, 49 destas espécies encontram-se dispersas na Região Norte (MAMEDE, 2013). Em Roraima, três espécies deste gênero, *B. crassifolia* (L.) Kunth, *B. verbascifolia* (L.) DC. e *B. coccolobifolia* Kunth aparecem como plantas lenhosas entre as mais abundantes nas áreas de savana do Estado, cujas plântulas foram estudadas por Barbosa *et al.* (2014). Os frutos destas espécies são obtidos de forma extrativista por populações indígenas e não indígenas e consumidos principalmente na forma de sucos. A planta é utilizada na medicina popular no tratamento de diarreia e malária, na produção de carvão e confecções de móveis, e como ornamentais e forrageiras na época de falta de pasto (PEREZ, 2010). Ressalta-se que, as savanas de Roraima representam a maior área contínua de savanas do Bioma Amazônia,

com cerca de 42.706 km², formando o complexo paisagístico “Rio Branco-Rupununi” (BARBOSA e CAMPOS, 2011).

Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar métodos de superação de dormência em sementes de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *B. verbascifolia* (L.) DC. e *B. coccolobifolia* Kunth, obtidos em área de savanas de Boa Vista, Roraima.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados pirênios de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e *Byrsonima coccolobifolia* Kunth oriundos de frutos maduros, colhidos da copa de 12 indivíduos, no período de abril a julho de 2012, no Campo Experimental Água Boa, da Embrapa Roraima (02°39'00" a 02°41'10" N e 60°49'40" a 60°52'20" W), município de Boa Vista, Roraima (RODRIGUES *et al.*, 2000). Uma amostra do material vegetal de cada espécie foi depositada no Herbário do Museu Integrado de Roraima (MIRR): *B. crassifolia* (MIRR 9551), *B. verbascifolia* (MIRR 9553) e *B. coccolobifolia* (MIRR 9550).

Após a coleta, os frutos foram mantidos em sacos de polietileno, de três a cinco dias, em temperatura ambiente de laboratório de 24 ± 2 °C e umidade relativa do ar de 60 ± 5% para completarem a maturação e facilitarem a remoção do mesocarpo (MURAKAMI *et al.*, 2011). A remoção do mesocarpo foi realizada atritando-os sobre a tela de uma peneira de plástico sob fluxo contínuo de água corrente, até que os pirênios se apresentassem completamente desprovidos de resíduos do mesocarpo (CARVALHO e NASCIMENTO, 2008; BIZÃO *et al.*, 2011; MURAKAMI *et al.*, 2011; NASCIMENTO *et al.*, 2011). Após a remoção do mesocarpo e retirada do excesso de água, os pirênios foram colocados para secar sobre papel-toalha (CARVALHO e NASCIMENTO, 2008), durante três dias em temperatura ambiente de 24 ± 2 °C e umidade relativa do ar de 60 ± 5% do Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Roraima, quando então, foram acondicionados em sacos de polietileno fechados e armazenados até a instalação do experimento.

Antes da instalação do experimento, os pirênios foram desinfestados em hipoclorito de sódio a 2,5%, por período 1 hora, sendo, posteriormente, lavados com água destilada por duas vezes consecutivas, e em seguida foram secos sobre papel-toalha na temperatura e umidade relativa do ar do Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Roraima (MURAKAMI *et al.*, 2011) e submetidos a três métodos para superação de dormência. Os métodos utilizados foram aqueles que se mostraram mais eficientes para superar a dormência em pirênios das espécies de *Byrsonima* (CARVALHO e NASCIMENTO, 2008; MURAKAMI *et al.*, 2011; CARVALHO e NASCIMENTO, 2013) que consistiram em: pirênios imersos em solução de ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros = GA₃I; pirênios imersos em água destilada, durante 48 horas e trincados = H₂OT; e pirênios imersos em água destilada, durante 48 horas e íntegros = H₂OI (testemunha).

O trincamento do endocarpo foi obtido comprimindo-se os pirênios, no sentido da base para o ápice, com alicate de abraçadeira adaptado com bases de aços no formato de cone. Tal procedimento é descrito pela primeira vez e foi adotado para evitar o esmagamento dos pirênios, uma vez que os métodos de trincamento com morsa de bancada, alicate de pressão, esmeril e martelo mostraram-se ineficiente para as espécies.

Os pirênios, após a aplicação dos métodos foram semeados na profundidade de 1,0 cm, em bandejas plásticas (60 x 26 x 5 cm), contendo como substrato o solo peneirado oriundo da área de coleta dos próprios frutos. As bandejas plásticas foram dispostas sobre

bancada de arame da casa de vegetação de circulação forçada de ar (temperatura de 28 a 32 °C e umidade relativa de 56 a 66%) da Embrapa Roraima. A umidade do substrato foi mantida pela reposição de água toda vez que a superfície se apresentasse levemente seca (MURAKAMI *et al.*, 2011).

As características avaliadas na superação de dormência dos pirênios foram: número de dias para o início da germinação, tempo médio de germinação e porcentagem de germinação. Considerou-se como início de germinação o número de dias requerido para que o primeiro pirênio germinasse. O número de sementes germinadas foi anotado diariamente, para calcular a porcentagem de germinação e tempo médio de germinação (EDWARDS, 1934). As observações da germinação foram realizadas até 60 dias após a instalação do experimento, considerando-se como germinada as sementes que deram origem a plântulas normais, ou seja, com todas suas estruturas essenciais perfeitamente desenvolvidas. No caso de pirênios que continham duas ou três sementes, somente a primeira que germinou, foi contada para fins de determinação da porcentagem de germinação, conforme recomendação de Brasil (2009).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3 (três espécies e três métodos de superação de dormência), com quatro repetições de 25 pirênios. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre as espécies ($p < 0,01$) no número de dias para o início da germinação, tempo médio de germinação e porcentagem de germinação. Constatou-se também diferenças significativas entre tratamentos ($p < 0,01$) para tempo médio de germinação e porcentagem de germinação. A interação entre espécies e tratamentos não mostrou diferenças significativas para as características avaliadas.

Pela Tabela 1, verifica-se coeficientes de variação de 29,61% no número de dias para o início da germinação, 14,13% no tempo médio de germinação e 40,49% na porcentagem de germinação. Estes valores indicam que as espécies de *Byrsonima* estudadas apresentam variação dentro da expectativa pela presença de variabilidade natural, uma vez que não são domesticadas.

Os pirênios de *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia* não apresentaram diferenças significativas, entre si, nos métodos de superação de dormência para início da germinação (Tabela 1). Entretanto, *B. crassifolia* e *B. verbascifolia* iniciaram mais cedo o processo germinativo com pirênios imersos em água destilada por 48 horas e trincados (14 dias) e com pirênios imersos em solução de ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros (10,8 dias), respectivamente, não diferindo da testemunha. Enquanto, os de *B. coccolobifolia* iniciaram o processo germinativo mais tarde com pirênios imersos em água destilada por 48 horas e trincados (51,3 dias). A imersão dos pirênios em solução de ácido giberélico ou em água, independentemente do trincamento no endocarpo, reduz o início da germinação das sementes, o que esta de acordo com as observações de Sautu *et al.* (2007).

O tempo médio de germinação dos pirênios das três espécies foram beneficiado com o método de superação de dormência com pirênios imersos em solução de ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros (Tabela 1). Apesar dos pirênios de *B. crassifolia* não apresentarem diferenças significativas, entre si, para esta característica

nos três tratamentos estudados. Entretanto, verificou-se que *B. coccolobifolia*, apresentaram os maiores valores médios de tempo médio de germinação quando os pirênios foram imersos em água destilada por 48 horas e trincados (51,3 dias). Isto indica que o trincamento no endocarpo mais uma vez, não impede o crescimento do embrião, o que contrasta com as observações de Carvalho e Nascimento (2013).

Quanto aos valores médios da porcentagem de germinação para os pirênios das três espécies de *Byrsonima*, em função dos métodos avaliados para superação de dormência (Tabela 1), observou-se que as maiores porcentagens de germinação foram proporcionadas com o método de pirênios imersos em solução de ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros, para *B. crassifolia* (39%). Em *B. verbascifolia*, o método com pirênios imersos em solução de ácido giberélico na concentração de 500 mg L⁻¹, durante 48 horas e íntegros mostrou-se eficiente com 26,0% de germinação, diferindo significativamente apenas do método com pirênios imersos em água destilada por 48 horas e trincados, que obteve a menor porcentagem de germinação (11,0%). Já, para *B. coccolobifolia*, a maior porcentagem de germinação foi obtida para pirênios imersos em água destilada por 48 horas e íntegros (11,0%) não diferindo significativamente dos demais métodos. Estes resultados foram semelhantes aos observados por Carvalho e Nascimento (2013) que obtiveram valores de germinação em pirênios dos clones Cristo, Tocantins 1 e Santarém 2 de *B. crassifolia* embebidos em ácido giberélico de 40,0%, 20,5% e 14,5%, respectivamente.

Além disso, observou-se que as médias de porcentagem de germinação foram inferiores para os pirênios de *B. coccolobifolia* em todos os métodos avaliados de superação de dormência em relação às outras duas espécies (Tabela 1). Provavelmente, isto deve-se ao número de sementes viáveis contidas nos pirênios desta espécie, que segundo Cavalcante (1996), assinala que quando os pirênios de *Byrsonima* contêm duas ou mais sementes, somente uma é viável, sendo assim, as que não germinaram podem ser consideradas duras ou mortas, o que justifica a menor porcentagem de germinação. Ainda na Tabela 1, quanto à porcentagem de germinação dos pirênios das três espécies de *Byrsonima* foi possível constatar que a germinação das sementes é bloqueada por mecanismos de dormência fisiológica, isto é sustentado pelo fato de que se observou aumento na porcentagem da germinação quando os pirênios foram imersos em solução de ácido giberélico sem trincamento em relação ao método em que os pirênios foram imersos em água com trincamento (Tabela 1). De acordo com Taiz e Zeiger (2009), o ácido giberélico (GA₃) interfere nos processos metabólicos e no balanço dos ácidos abscísico e giberélico, induzindo ao crescimento do epicótilo e da radícula, promovendo a quebra de dormência endógena e propiciando a germinação.

Os resultados são ponto de partida para outros estudos sobre propagação destas espécies que ainda não foram domesticadas em áreas de savana de Roraima. Estes novos conhecimentos serão importantes na obtenção de mudas mais uniformes do que verificado em condições nativas.

CONCLUSÕES

- Os pirênios de *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia* apresentam dormência fisiológica, pois o endocarpo não oferece resistência física para o crescimento do embrião.
- A imersão de pirênios em solução de ácido giberélico e íntegro foi o método mais eficiente para superação de dormência nas sementes das três espécies de *Byrsonima*,

proporcionando os melhores resultados de número de dias para o início da germinação, tempo médio de germinação e porcentagem de germinação.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas – PPGATR, ao Centro de Estudos da Biodiversidade da Universidade Federal de Roraima – CBio, ao Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima – Embrapa Roraima, ao Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA e à Eng. Agr., Larisse Souza de Campos Oliva pela assistência prestada na instalação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, R. I.; CAMPOS, C. Detection and geographical distribution of clearing areas in the savannas ('lavrado') of Roraima using Google Earth web tool. **Journal of Geography and Regional Planning**, Lagos, v. 4, n. 3, p.122-136, 2011.

BARBOSA, C. Z. DOS R.; MENDONÇA, M. S. DE; RODRIGUES, R. S. Seedling morphology of three sympatric savanna species of *Byrsonima*: first evidence of cryptogeal germination in Malpighiaceae and an overlooked seedling type in eudicots. **Flora**, Jena, v. 209, n. 8, p. 401-407, 2014.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1 ed. 1999, 443 p.

BIZÃO, N.; MURAKAMI, D. M.; COSTA, A. S. Avaliação dos efeitos da lixiviação, dano mecânico no endocarpo e de giberelina na emergência de *Byrsonima cydoniifolia* A. Juss. em dois substratos. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 9, n. 1, p. 121-129, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretária de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 1 ed. 2009, 399 p.

CARVALHO, J.E.U. de; NASCIMENTO, W.M.O. do. Caracterização dos pirênios e métodos para acelerar a germinação de sementes de muruci do clone Açú. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p.775-781, 2008.

CARVALHO, J. E. U. de; OLIVEIRA, I. V. de; NASCIMENTO, W. M. O. do. Métodos para superação da dormência de sementes de murici. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 582, 2009.

CARVALHO, J. E. U. de; NASCIMENTO, W. M. O. do. Caracterização biométrica e respostas fisiológicas de diásporos de muricizeiro a tratamentos para superação da dormência. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 8, p. 704-712, 2013.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: CNPq/ Museu Paraense Emílio Goeldi, 6 ed. 1996, 279 p. (Coleção Adolpho Ducke).

DAVIS, C. C.; ANDERSON, W. R. A complete generic phylogeny of Malpighiaceae inferred from nucleotide sequence data and morphology. **American Journal of Botany**, U.S.A, v. 97, n. 12, p. 2031-2048, 2010.

EDWARDS, T. I. Relations of germinating soybeans to temperature and length of incubation time. **Plant Physiology**, Rockville, v. 9, p. 1-30, 1934.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

LIMA, J. S.; CHAVES, A. P.; MEDEIROS, M. A.; RODRIGUES, G. S. de O.; BENEDITO, C. P. Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant (*Delonix regia*). **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n.1, p. 104-109, 2013.

MAMEDE, M. C. H. *Byrsonima* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/?id=FB8827>> Acesso em: 20/04/2013.

MURAKAMI, D. M.; BIZÃO, N.; VIEIRA, R. D. Quebra de dormência de semente de murici. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 1257-1265, 2011.

NASCIMENTO, I. L. do; LEAL, C. C. P.; NOGUEIRA, N. W.; MEDEIROS, A. K. P. de; CÂMARA, F. M. M. Uso de metodologias variadas na quebra de dormência tegumentar de sementes de murici. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 3, p. 226-230, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, M. X. de; JOSÉ, A. R. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; MORAIS, O. M.; DOURADO, F. W. N. Superação de dormência de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* MAST.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 584-590, 2010.

PEREZ, I. U. **Uso dos recursos naturais vegetais na Comunidade Indígena Araçá, Roraima**. 80f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2010.

RODRIGUES, T. E.; GAMA J. R. N. F.; REGO, R. S.; LIMA, A. A. C.; SILVA, J. M. L. da; BARRETO, W. de O. **Caracterização e classificação dos solos do Campo Experimental de Água Boa – Embrapa Roraima, Boa Vista (RR)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000.

SAUTU, A.; BASKIN, J. N.; BASKIN, C. C.; DEAGO, J.; CONDIT, R. Classification and ecological relationships of seed dormancy in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 17, n. 2, p.127-140, 2007.

SELEGUINI, A.; CAMILO, Y. M. V.; SOUZA, E. R. B. de; MARTINS, M. L.; BELO, A. P. M.; FERNANDES, A. L. Superação de dormência em sementes de buriti por meio da escarificação mecânica e embebição. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 6, n. 3, p. 235-241, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 4 ed. 2009, 819 p.

Tabela 1. Valores médios para início da germinação (dias), tempo médio de germinação (dias) e germinação (%) em função de métodos de superação de dormência, avaliadas em pirênios de três espécies de *Byrsomina*, obtidos em área de savana de Boa Vista-RR, em 2012.

Table 1. Mean values for the beginning of germination (days), mean germination time (days) and germination (%) according methods of overcoming dormancy, valued at pyrenes of three species of *Byrsomina* obtained in savanna area of Boa Vista-RR, in 2012.

Tratamentos	Espécies			Média
	<i>B. crassifolia</i>	<i>B. verbascifolia</i>	<i>B. coccolobifolia</i>	
Início da germinação (dias)				
GA ₃ I	16,5	10,8	38,5	21,9 a
H ₂ OT	14,0	20,5	51,3	28,6 a
H ₂ OI	23,8	14,3	38,5	25,5 a
Média	18,1 A	15,2 A	42,8 B	
C.V. (%)	29,61			
Tempo médio de germinação (dias)				
GA ₃ I	26,0 aB	16,8 aA	35,5 aC	26,1 a
H ₂ OT	28,0 aA	25,5 bA	51,3 bB	34,9 b
H ₂ OI	30,0 aA	24,5 abA	47,0 bB	33,8 b
Média	28,0	22,3	44,6	
C.V. (%)	14,13			
Germinação (%)				
GA ₃ I	39,0 aA	26,0 aA	10,0 aB	25,0 a
H ₂ OT	25,0 bA	11,0 bB	5,0 aB	13,7 b
H ₂ OI	21,0 bA	19,0 abA	11,0 aA	17,0 b
Média	28,4	18,7	8,7	
C.V. (%)	40,49			

* Na coluna, médias seguidas pela mesma letra minúscula e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. GA₃I = pirênios imersos em ácido giberélico e íntegros; H₂OT = pirênios imersos em água destilada e trincados; H₂OI = pirênios imersos em água destilada e íntegros.

CONCLUSÕES GERAIS

Os pirênios das três espécies são morfologicamente semelhantes entre si, mas ambos podem ser diferenciados pela dimensão e peso. Os pirênios de *B. crassifolia* apresentam maior diâmetro, enquanto que os de *B. coccolobifolia* maior comprimento e peso, e os de *B. verbascifolia* possuem menor peso e as sementes maior comprimento, largura e espessura em relação às outras duas espécies estudadas.

As plântulas das três espécies apresentam padrão morfológico diferenciado. *B. crassifolia* possuem plântulas fanerocotiledonares, epígeas e foliáceas, enquanto que *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* apresentam plântulas fanerocotiledonares, hipógeas e foliáceas representando um novo grupo morfológico de plântulas para eudicotiledôneas. Além disso, as espécies *B. coccolobifolia* e *B. verbascifolia* apresentam germinação criptógea caracterizando-se como o primeiro registro em Malpighiaceae.

Os pirênios de *B. crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia* apresentam dormência fisiológica e o método com imersão de pirênios em solução de ácido giberélico na concentração de 500 mg L^{-1} , durante 48 horas e íntegros mostrou-se mais eficiente para superar a dormência nos pirênios das três espécies de *Byrsonima*.