

**CLARA PRANDI MOUZELLA**

**LATICÍFEROS SÃO INCOMUNS EM ACALYPHOIDEAE? CONTRIBUIÇÕES  
DA ANATOMIA FOLIAR PARA TAXONOMIA DE EUPHORBIACEAE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Renata Maria Strozi Alves Meira

Coorientadora: Maria Beatriz Rossi Caruzo

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

M934L  
2020 Mouzella, Clara Prandi, 1994-  
Laticíferos são incomuns em Acalyphoideae? :  
contribuições da anatomia foliar para taxonomia de Euphorbiace  
/ Clara Prandi Mouzella. - Viçosa, MG, 2020.  
37 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Renata Maria Strozi Alves Meira.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa. Inclui bibliografia.

1. Acalyphoideae - Secreção. 2. Acalypha. I. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Biologia Vegetal.  
Programa de Pós-Graduação em Botânica. II. Título.

CDD 22. ed. 583.69

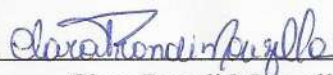
CLARA PRANDI MOUZELLA

LATICÍFEROS SÃO INCOMUNS EM ACALYPHOIDEAE? CONTRIBUIÇÕES DA  
ANATOMIA FOLIAR PARA TAXONOMIA DE EUPHORBIACEAE

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17 de fevereiro de 2020.

Assentimento:



---

Clara Prandi Mouzella  
Autora



---

Renata Maria Strozi Alves Meira  
Orientadora

## **DEDICO**

À minha família, pai, mãe e irmã que estiveram presentes em toda essa longa caminhada e por me apoiarem sempre.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por iluminar toda a minha a jornada e permitir que mais uma etapa seja concluída, por todas as realizações alcançadas até hoje.

À minha família por todo apoio e suporte que me oferecem em todas as etapas de minha vida e por estarem presentes nos momentos mais difíceis com palavras de conforto, à Gleci, Pedro e Abigahy por estarem sempre comigo.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Biologia Vegetal pela oportunidade de realizar o Mestrado.

À minha orientadora Renata Strozi por todo apoio na realização do projeto e pelo conhecimento transmitido. Pela paciência e dedicação na realização de toda a pesquisa realizada, pela confiança em aceitar a minha orientação e por todo tempo dedicado para a conclusão desse trabalho.

À Maria Beatriz Caruzo, co-orientadora, pelo suporte e auxílio na pesquisa e na realização das coletas, e toda a sua contribuição.

Aos colaboradores desse trabalho, Ana Angélica Sousa e Ricarda Riina pela contribuição e enriquecimento dos dados, pela coleta de espécies e sua identificação.

A todos os professores ao conhecimento transmitido ao longo desses dois anos de mestrado.

A Deborah e Katiúscia, por terem aceitado o convite para participar da banca e pela contribuição ao trabalho com suas sugestões e correções.

A todos os colegas do laboratório pela parceria e companheirismo, especialmente a Analu pelo auxílio em campo e ao Danizete por todo ensino e compreensão nos procedimentos realizados em laboratório, pela paciência ao ensinar e tirar todas as dúvidas que apareceram ao longo desses dois anos. Aos meus amigos de sala Franklin e João Victor por esses dois anos seguindo juntos com todas as dificuldades que surgiram e todas as alegrias que tivemos nesse tempo, que a amizade permaneça por muitos anos.

Ao laboratório de Anatomia Vegetal pelo suporte oferecido na realização do projeto e as técnicas Aurora e Rosana por todo apoio na realização dos procedimentos e conhecimentos transmitidos.

A CNPq pela bolsa oferecida para a realização do projeto.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A minha república Manga Rosa e as meninas que por aqui passaram o meu muito obrigado pelo companheirismo, principalmente nessa reta final. Por serem mais que uma república, uma família que me acolheu em Viçosa.

Por fim, a todos os meus amigos que acompanharam essa etapa em minha vida, dando suporte e apoio em todos os momentos.

A todos muito obrigada!

*“O começo de todas as ciências é o espanto das coisas serem o que são.”*  
Aristóteles

## RESUMO

MOUZELLA, Clara Prandi, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2020. **Laticíferos são incomuns em Acalyphoideae? Contribuições da anatomia foliar para taxonomia de Euphorbiaceae.** Orientadora: Renata Maria Strozi Alves Meira. Coorientadora: Maria Beatriz Rossi Caruzo.

Euphorbiaceae, uma das maiores e mais diversas famílias de eudicotiledôneas, é organizada nas subfamílias Acalyphoideae, Crotonoideae e Euphorbiaceae. Látex é comum em Euphorbiaceae, com exceção de Acalyphoideae cujas cerca de 1.800 espécies são predominantemente não laticíferas. Espécies pertencentes à quatro tribos de Acalyphoideae foram analisadas para a detecção de laticíferos em seções longitudinais e transversais do pecíolo e lâmina foliar. Histoquímica e ontogenia do ápice meristemático foram realizadas em espécies de *Acalypha*. Laticíferos foram observados nas 38 espécies dos 9 gêneros avaliados, sendo constituídos por células alongadas, de citoplasma denso e multinucleadas. Borracha, proteínas, mucilagens e grãos de amido foram detectados pelos testes histoquímicos. Os laticíferos são do tipo não articulados e ramificados, conforme detectado na análise ontogenética em *Acalypha accedens*, *A. brasiliensis* e *A. poiretii*. Nossos resultados demonstraram que laticíferos não são incomuns em Acalyphoideae, contrapondo a literatura. Essa característica deve ser considerada em estudos que visem avaliar como se deu o surgimento e evolução de laticíferos em Euphorbiaceae.

**Palavras-chave:** Látex. Tribo Acalyphaea. Tribo Caryodendreae. Tribo Chrozophoreae, Tribo Plukenetieae

## ABSTRACT

MOUZELLA, Clara Prandi, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2020. **Are laticifers uncommon in Acalyphoideae? Contributions of leaf anatomy for the taxonomy in Euphorbiaceae.** Adviser: Renata Maria Strozi Alves Meira. Co-adviser: Maria Beatriz Rossi Caruzo.

Euphorbiaceae is one of the largest and most diverse families of eudicotyledons. Although many of its species have never been studied in terms of their use, phenology and chemical composition, there are species of recognized economic importance attributed to secondary compounds, such as some constituents of latex. Acalyphoideae is the largest subfamily of Euphorbiaceae, with 1,500 predominantly non-latent species. Species from four tribes were analyzed for the detection of laticifers in longitudinal and transversal sections of the petiole. Histochemistry and ontogeny of the meristematic apex were performed on *Acalypha* species. Laticifers were observed in the 38 species of the 9 genera evaluated, consisting of multinucleate elongated cells of dense cytoplasm. Rubber, proteins, mucilage and starch were detected by histochemical tests. Laticifers are non-articulated and branched, as detected in the ontogenetic analysis in *Acalypha accedens*, *A. brasiliensis* and *A. poiretii*. Our results demonstrate that laticifers are uncommon in Acalyphoideae, contrasting the literature. This character must be considered in studies that aim to evaluate how the appearance and evolution of laticifers in Euphorbiaceae occurred.

**Keywords:** Latex. Tribe Acalyphaea. Tribe Caryodendreae. Tribe Chrozophoreae. Tribe Plukenetieae

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Registros de exsudação de *Acalypha hispida* (A) e *Acalypha wilkesiana* (B) em campo. 23

**Figura 2:** Laticíferos em Acalyphoideae visualizados em seções longitudinais do pecíolo coradas com azul de Toluidina. (A) *Acalypha amblyodonta*; (B) *Acalypha brasiliensis*; (C) *Acalypha gracilis*; (D) *Dalechampia humilis*; (E) *Dalechampia triphylla*; (F) *Tragia incana* (G) *Acalypha subvillosa*; (H) *Acalypha reptans*; (I) *Acalypha hispida*; (J) *Acalypha aristata*; (K, L) *Acalypha wilkesiana*; (M) *Acalypha diversifolia*; (N) *Caryodendron jameirensense*. (G-H) Laticíferos alongados apontados pelas setas brancas; (I-L) Os laticíferos apresentam citoplasma denso de aspecto granuloso (setas brancas); (K-L) Núcleos evidentes nos laticíferos (setas brancas); (M-N) Laticíferos constituem tubos alongados sem paredes terminais (setas brancas). Ph: floema. Escalas: 150µm. 25

**Figura 3:** Laticíferos em Acalyphoideae visualizados em seções longitudinais do pecíolo coradas com azul de Toluidina. (A) *Acalypha brasiliensis*; (B) *Acalypha accedens*; (C) *Macaranga heudelotii*; (D) *Acalypha multicaulis*; (E) *Ricinus communis*; (F) *Mallotus nesophyllus*; (G) *Dalechampia sp.*; (H) *Acalypha arciana*; (I) *Bia alienata*; (J) *Acalypha aristata*; (K) *Acalypha subvillosa*; (L) *Ricinus communis*; (M) *Dalechampia brasiliensis*; (N) *Dalechampia humilis*; (O) *Mallotus nesophyllus*. (A-B) Note as ramificações em “H” (asteriscos vermelhos); (C-E) Note as ramificações em “Y” (setas brancas); (E-I) Laticíferos localizados na região cortical (setas brancas e vermelhas); (J-O) Laticíferos em seção transversal com citoplasma denso (setas pretas e vermelhas). Ph: floema. Escalas: (A,B,F,I,J,N) 100µm; (C,D,E,G,H,K,L,M,O) 150µm. 26

**Figura 4:** Resultados dos testes histoquímicos evidenciando o conteúdo dos laticíferos em cortes longitudinais do pecíolo em Acalyphoideae. (A-B) borracha evidenciada pelo OilRed em *Acalypha accedens*, note as ramificações em “Y” (seta branca); (C) grânulos de proteínas evidenciado pelo Xylidine Ponceau em *Acalypha wilkesiana*; (D-E) grânulos de proteínas evidenciado pelo Xylidine Ponceau em *Acalypha brasiliensis*; (F) grânulos de proteínas evidenciado pelo Xylidine Ponceau em *Acalypha hispida*; (G -H) amido evidenciado por Lugol em *Acalypha brasiliensis*; (I) grânulos de proteínas evidenciada pelo Xylidine Ponceau em *Acalypha gracilis*; (J) mucilagem evidenciada pelo Vermelho de rutênio em *Acalypha hispida*. Setas evidenciam os laticíferos. Escalas: 50µm e (J) 100µm. 27

**Figura 5:** Ontogenia das espécies *Acalypha accedens*, *Acalypha brasiliensis* e *Acalypha poiretii*, seções longitudinais do ápice meristemático corados com azul de Toluidina. (A-F) *Acalypha accedens*; (G-K) *Acalypha brasiliensis*; (L) *Acalypha poiretii*. Setas brancas evidenciam os laticíferos. Escalas: 150µm. (B,F,J,K) Laticíferos alongados e ramificados em “Y”; (A-B) Laticíferos entre as células procambiais e do meristema fundamental do córtex; (J) Laticíferos entre as células procambiais e a medula; (A,F,I) Laticíferos de células alongadas e multinucleadas; (B,H,L) Laticíferos com citoplasma denso e granuloso; (B,C,F,J) Laticíferos contendo secreção. Setas brancas evidenciando os laticíferos. 28

## **ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

O presente trabalho encontra-se organizado sob a forma de artigo científico, como disposto nas normas de redação de dissertação da Universidade Federal de Viçosa. A ser enviado ao periódico American Journal of Botany.

## SUMÁRIO

<b>Introdução.....</b>	<b>12</b>
<b>Materiais e Métodos.....</b>	<b>14</b>
Tabela 1.....	20
<b>Resultados.....</b>	<b>20</b>
Descrição Morfológica.....	20
Descrição Anatômica.....	23
<b>Discussão.....</b>	<b>28</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>33</b>

## INTRODUÇÃO

Laticíferos são células individualizadas ou interligadas que contêm um fluido (látex) e formam sistemas que permeiam todo o corpo da planta, sendo altamente especializadas por possuírem anatomia característica (Evert and Esau, 2013). A exsudação de látex foi registrada em mais de 20.000 espécies pertencentes a aproximadamente 43 famílias de plantas vasculares, compreendendo representantes de todas as linhagens de angiospermas, e uma família de samambaias e gimnospermas (Konno, 2011; Teixeira et al. 2020), estruturas amplamente distribuídas dentre as eudicotiledôneas, restritas em alguns grupos de monocotiledôneas, coníferas e monilófitas (Hagel, 2008). Dentre as angiospermas, Apocynaceae, Asclepiadaceae, Euphorbiaceae, Moraceae e Papaveraceae destacam-se pelo elevado número de espécies latescentes, outras famílias botânicas também apresentam essas estruturas, como Marsileaceae, do grupo das samambaias, Gnetaceae, das gimnospermas, do grupo ANA, Cabombaceae e Nymphaeaceae (Metcalf and Chalk, 1989; Teixeira et al. 2020). A ocorrência de látex em grupos pouco relacionados filogeneticamente é um indicativo do surgimento independente da característica diversas vezes na história evolutiva das plantas (Metcalf, 1989; Agrawal and Konno, 2009).

Dentre as Euphorbiaceae, espécies latescentes são comuns nas subfamílias Crotonoideae e Euphorbioideae e a ausência de látex é enfatizada para Acalyphoideae (Webster, 1975; Rudall, 1987; Wurdack et al., 2005), (e.g. Berry et al., 2005; Riina et al., 2009; Caruzo et al., 2011; Van EE et al., 2011; Esser, 2012; Secco et al., 2012; Horn et al., 2014; Peirson et al., 2014). Anatomicamente, a ocorrência de laticíferos e a exsudação de látex foram confirmadas como uma característica comum nos representantes das subfamílias Euphorbioideae e Crotonoideae e a falta de evidência de exsudação de látex e a ausência de laticíferos foram registradas para três espécies de *Acalypha*, reforçando a importância deste caráter para distinguir as subfamílias de Euphorbiaceae (Rudall, 1994).

O látex é uma emulsão leitosa constituída por partículas que se misturam em um fluido aquoso no interior do vacúolo, o qual pressiona o citoplasma das células que compõem os laticíferos contra a parede (Agrawal and Konno, 2009). Pode ser translúcido, leitoso/branco, vermelho ou amarelo e conter inúmeras substâncias, tais como ácidos orgânicos, sais, proteínas, polissacarídeos, mucilagens, grãos de amido, lipídeos, ácidos graxos, gorduras, esteróis, borracha, alcalóides e compostos fenólicos (Fahn, 1979; Biesboer and Mahlberg, 1981; Evert and Esau 2013), o que sugere que o látex exsudado contém todo

o citoplasma do laticífero (Evert and Esau 2013). O látex de algumas Euphorbiaceae é de importância econômica, como a borracha de *Hevea brasiliensis*, e os compostos medicinais do látex de espécies de *Croton* (Riina et al., 2009) e *Euphorbia* (Mwine and Van Damme, 2011). Adicionalmente, a presença de látex foi taxonomicamente importante para delimitar algumas linhagens da tribo Crotoneae (Metcalf and Chalk, 1983; Rudall, 1989; Farías et al., 2009; Wiedenhoef et al., 2009).

De acordo com seu desenvolvimento e morfologia, os laticíferos são classificados em articulados ou não articulados (Metcalf and Chalk, 1989). Laticíferos articulados têm origem composta, de diversas células, as quais podem ou não sofrer anastomoses nas paredes laterais de fileiras de laticíferos adjacentes. Já os não articulados se desenvolvem a partir de uma única célula, que se alonga durante o crescimento da planta e possui muitos núcleos, a qual pode ou não se ramificar (Hagel, 2008). Segundo Vittarelli et al. (2015), os laticíferos articulados são os mais comuns nas espécies da tribo Crotoneae analisadas em seu trabalho. Entretanto, nas espécies de *Croton* da seção *Cyclostigma* os laticíferos foram descritos como não articulados ramificados (Feio et al., 2016; 2018), sendo imprescindível uma análise em um maior número de espécies da tribo Crotoneae para se estabelecer um padrão quanto a esta característica (Feio et al., 2016).

Acalyphoideae é uma subfamília de Euphorbiaceae, com cerca de 1.865 espécies segundo o APG, organizadas em 20 tribos e 116 gêneros, sendo *Acalypha* L. ( $\pm 430$  spp.), *Macaranga* Thouars ( $\pm 240$  spp.) e *Tragia* L. ( $\pm 170$  spp.) os gêneros mais diversos (Webster, 1994; Radcliffe-Smith, 2001; Takhtajan, 2009). Embora a ausência de látex seja destacada na subfamília, laticíferos foram mencionados para *Dalechampia* (Rudall, 1994; Hayden and Hayden, 2000) e exsudado parecido com o látex foi reportado para *Macaranga* (Wurdack et al., 2005), sendo tais referências consideradas exceções em Acalyphoideae (Wurdack et al., 2005). Para avaliar como os laticíferos evoluíram nas diferentes linhagens de Euphorbiaceae, são necessários estudos anatômicos que confirmem a sua ausência em espécies citadas como não laticíferas, pois existem casos de exsudação de quantidades imperceptíveis (Wurdack et al., 2005).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar anatomicamente espécies pertencentes às principais linhagens de Acalyphoideae visando identificar padrões de ocorrência de laticíferos. Estes resultados poderão contribuir com investigações sobre a evolução dessa estrutura em Euphorbiaceae.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram selecionadas buscando incluir representantes do maior número de tribos e gêneros da subfamília Acalyphoideae. Também foram consideradas a diversidade de hábito e hábitat das espécies visando tornar a amostragem suficientemente diversa para as interpretações sobre a ocorrência de laticíferos na subfamília. Das 14 tribos reconhecidas para a subfamília Acalyphoideae (WEBSTER, 1994; RADCLIFFE-SMITH, 2001; TAKHTAJAN, 2009), foi possível amostrar representantes de 4 tribos, sendo eles os gêneros mais representativos dentro da subfamília.

Amostras herborizadas de folhas totalmente expandidas foram retiradas de exsicatas depositadas nos herbários VIC, BHCB, SP, SPF e EAC (os acrônimos seguem Thiers, 2020, continuamente atualizados), sendo registradas as informações contidas nas etiquetas de cada espécime (Material examinado). A identidade de todos os indivíduos foi confirmada e, após análise em microscópio estereoscópico (Olympus 110AL2X, Tokyo), as amostras foram submetidas ao processo de reversão de herborização, desidratadas em série etílica e estocadas em etanol 70% (Smith e Smith, 1942). Sempre que possível foram coletadas amostras de 3 espécimes para cada espécie (Tabela 1).

Com a finalidade de identificar os compostos presentes no látex, foram realizadas expedições em campo para coleta e fixação de amostras foliares frescas (Material examinado) nas cidades de São Paulo, Jundiaí (SP), Mairiporã (SP), Rio de Janeiro (RJ) e Viçosa (MG). A presença e a cor de exsudado na superfície do ramo seccionado foram registradas no ato da coleta de *Acalypha accedens*, *A. hispida* e *A. wilkesiana*. Ramos com folhas totalmente expandidas foram coletados para montagem de exsicatas. Amostras foliares também coletadas com o auxílio de uma lâmina de barbear aquecida para evitar o extravasamento do exsudado e esses fragmentos foram imediatamente mergulhados em formalina neutra tamponada (FNT) a fim de fixar as amostras (Kraus e Arduin, 1997). Estas amostras foram armazenadas no fixador e apenas no momento da pré-infiltração o material foi transferido para o etanol 70%. Destas amostras foram obtidos cortes feitos com um micrótomo de mesa (LPC, Rolembergand Bhering Trade and Import, Belo Horizonte, Brazil), também se utilizando lâmina de barbear aquecida para evitar a eliminação do exsudado.

Para caracterização anatômica, amostras estocadas em etanol 70% provenientes de exsiccatas ou fixadas, foram submetidas à desidratação em série etanólica para inclusão em historesina (Historesin, Leica, Heidelberg, Alemanha), conforme orientação do fabricante. Seções transversais e longitudinais com 5µm de espessura do pecíolo e do terço médio da lâmina foliar (nervura central e mesofilo) foram obtidas em micrótomo rotativo de avanço automático (Leica RM2265, Deerfield, IL, USA). Os cortes foram corados com azul de toluidina em pH 4.4 (O'Brien e McCully, 1981) e as lâminas foram montadas com resina sintética tipo Permount (Fisher® Scientific, NJ). Amostras de ápices caulinares de *Acalypha accedens*, *A. brasiliensis* e *A. poiretii* foram coletadas e fixadas em FNT, posteriormente desidratadas em série etanólica para a inclusão em historesina (Historesin, Leica, Heidelberg, Alemanha), sendo realizadas secções em séries da região meristemática para observação do desenvolvimento das células laticíferas. Para análise ontogenética as lâminas foram coradas com Azul de toluidina e observadas na ordem da seção.

Os testes histoquímicos foram aplicados aos cortes obtidos em micrótomo rotativo de amostras fixadas em FNT e naqueles cortes obtidos a mão livre de amostras frescas coletadas no campus da UFV, conforme lista contida na tabela 1. Foram utilizados os seguintes reagentes: ácido periódico e reagente de Schiff – PAS para polissacarídeos totais (McManus, 1948), vermelho de rutênio para detecção de compostos péclicos e de mucilagem (Johansen, 1940), lugol para amido (Johansen, 1940), xylydine de Ponceau para proteínas (Vidal, 1970), ao Sudan IV e Sudan red para lipídeos totais (Pearse, 1980), Nadi para presença de terpenóides (David e Carde, 1964), oilred para borracha (Pearse, 1968), cloreto férrico para identificar compostos fenólicos (Johansen, 1940), reagente de Wagner para alcalóide (Furr and Mahlberg, 1981).

O fotomicroscópio (Olympus AX 70) equipado com um sistema U-Photo e câmera digital (AxioCam HRc; Zeiss, Gottingen, Alemanha) foi utilizado para analisar e capturar imagens, sendo todo esse processo realizado no laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, MG.

Para proceder a descrição morfológica das espécies estudadas foram utilizadas as informações sobre a morfologia, exsudação (ou não) e cor do látex, hábito, forma de vida e distribuição geográfica contidas nas descrições do Flora do Brasil (2020), INCT - Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (2020), Whitmore (1981), Forster (1999), Romero e Sanguinetti (1989) e nos rótulos das exsiccatas consultadas. A classificação das tribos de Acalyphoideae foi feita de acordo com Webster (1975). Também foram obtidos dados das observações de campo durante as expedições para coleta de amostras.

**Material examinado:** Taxa, coletores e localidade para os espécimes analisados de *Acalypha*, *Bia*, *Caryodendron*, *Dalechampia*, *Ditaxis*, *Macaranga*, *Mallotus*, *Ricinus* e *Tragia*. As amostras dos espécimes que estão depositados nos herbários, conforme indicado entre parênteses após a localidade. Os acrônimos dos herbários estão de acordo com Thiers (2020, continuamente atualizado).

*Acalypha accedens* Müll. Arg., é uma espécie arbustiva da Floresta Atlântica do Rio de Janeiro e São Paulo. *Acalypha accedens* Müll. Arg., Simão-Bianchini, R. 565, Cachoeira Paulista, São Paulo, São Paulo Brasil (SP279979). *Acalypha accedens* Müll. Arg., Sousa, A.A.C., et al.31, Estrada para o Parnaso, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil (SP489614). *Acalypha accedens* Müll. Arg., Lombardi, J.A.; Salino, A., 1751, Distrito de Fabião, Januária, Minas Gerais, Brasil (BHCB37233). *Acalypha accedens* Müll. Arg., Mouzella, C.P. 04, Pico do Olho D'Água, Mairiporã, São Paulo, Brasil (VIC53539). *Acalypha amblyodonta* Müll. Arg., espécie arbustiva do cerrado de Minas Gerais e São Paulo e amplamente distribuída na Floresta Atlântica, nas regiões Sul e Sudeste. *Acalypha amblyodonta* Müll. Arg., MGC862, Turmalina, Minas Gerais, Brasil (BHCB26682). *Acalypha amblyodonta* Müll. Arg., Mouzella, C.P. 02, Represa Paiva Castro, São Paulo, São Paulo, Brasil (VIC53538). *Acalypha arciana* Müll. Arg., são espécies arbustivas da caatinga na Bahia, com registros também em Pernambuco, cujo ambiente está associado à inselbergs e restinga. *Acalypha arciana* Müll. Arg., Cordeiro, I. et al., 3587, Dolores de Paraibuna, Santos Dumont, Minas Gerais, Brasil (SP488255). *Acalypha aristata* Kunth., subarbustos ou árvores, de ocorrência em todos os estados e com registros em todos os domínios fitogeográficos. *Acalypha aristata* Kunth., Mouzella, C.P. 06, Empresa MRS, Jundiaí, São Paulo, Brasil (VIC53541). *Acalypha brasiliensis* Müll. Arg., subarbustos ou árvores, de ocorrência em todos os estados e com registros em todos os domínios fitogeográficos. *Acalypha brasiliensis* Müll. Arg., Sousa, A.A.C. et al., 10, Parque Nacional do Itatiaia, Itatiaia, Rio de Janeiro, Brasil (SP489606). *Acalypha brasiliensis* Müll. Arg., Sousa, A.A.C. 51, Rodovia R354, acesso para Ilha do futuro, Rio de Janeiro, Brasil (VIC53547). *Acalypha brasiliensis* Müll. Arg., Simão-Bianchini, R. 565, Cachoeira Paulista, São Paulo, Brasil (SPF99505). *Acalypha brasiliensis* Müll. Arg., Krieger, L. 1048-A, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil (SP75942). *Acalypha brasiliensis* Müll. Arg., Assis, L.C.S. 420, Mata do Baú, Barroso, Minas Gerais, Brasil (SP357837). *Acalypha brasiliensis* Müll. Arg., Krieger, L. 21215, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil (ESA87524). *Acalypha brasiliensis* Müll. Arg., Sousa, A.A.C.33, Estrada do Bonfim, Petrópolis, Rio de Janeiro,

Brasil (SP489616). *Acalypha brasiliensis* Müll. Arg., Torrend, C. 111, Bahia, Brasil (SP35517). *Acalypha brasiliensis* Müll. Arg., Barreto, H.L.M. 7266, Cambuqueira, Minas Gerais, Brasil (BHCB6323). *Acalypha communis* Müll. Arg., variam de arbustos, ervas a subarbustos, de ocorrência no Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul, com registros na Caatinga, Cerrado e Floresta Atlântica. *Acalypha communis* Müll. Arg., Barreto, H.L.M., 2688, Santa Luzia, Minas Gerais, Brasil (BHCB63235). *Acalypha digynostachya* Bail., espécie arbustiva do cerrado de Minas Gerais e São Paulo e amplamente distribuída na Floresta Atlântica, nas regiões Sul e Sudeste. *Acalypha digynostachya* Bail., Borgo, M.238, Fênix, Paraná, Brasil (BHCB61418). *Acalypha diversifolia* Jacq., arbustos ou árvores, de ocorrência no Norte, Centro Oeste e Sudeste, com registros na Amazônia e Cerrado. *Acalypha diversifolia* Jacq., Schiavini, I., et al., 222, Fazenda da Mata, Araguari, Minas Gerais, Brasil (BHCB139376). *Acalypha diversifolia* Jacq., Mota, A.L.P. 1981, Mata da Volta Grande, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil (VIC23893). *Acalypha gracilis* Spreng., arbustos de ambientes sombreados e úmidos. *Acalypha gracilis* Spreng., Hatschbach, G.M.; Graham, S., 44601, Rodovia dos Mineiros, Almirante Tamandaré, Paraná, Brasil (BHCB76400). *Acalypha gracilis* Spreng., Sousa, A.A.C., et al., s.n., Parque Nacional do Itatiaia, Itatiaia, Rio de Janeiro, Brasil (SP489608). *Acalypha herzogiana* Pax & K.Hoffm., ervas com ocorrência no Pampa do Rio Grande do Sul. *Acalypha herzogiana* Pax & K.Hoffm., Mouzella, C.P. 10, Recanto das Cigarras, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil (VIC53545). *Acalypha hispida* Burm., são arbustos utilizados como plantas cultivadas para ornamentação. *Acalypha hispida* Burm., Mouzella, C.P. 12, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil (VIC). *Acalypha macrostachya* Jacq., são arbustos ou árvores, de ocorrência no Norte, Centro Oeste e Sudeste, com registros na Amazônia e Cerrado. *Acalypha macrostachya* Jacq., Viçosa, Minas Gerais, Brasil (VIC856). *Acalypha multicaulis* Müll. Arg., são arbustos, subarbustos ou árvores, de ocorrência em todos os estados e com registros em todos os domínios fitogeográficos. *Acalypha multicaulis* Müll. Arg., Araújo, F.S. s.n, Serra das Almas, Crateús, Ceará, Brasil (EAC33254). *Acalypha multicaulis* Müll. Arg., Castro, A.S.F. 1401, Itarumã, Ceará, Brasil (EAC32472). *Acalypha peckoltii* Müll. Arg., espécie arbustiva, com registros na Floresta Atlântica, com ocorrência restrita em São Paulo e Rio de Janeiro. *Acalypha peckoltii* Müll. Arg., Simão Bianchini, 1175, São Paulo, Brasil (SP312879). *Acalypha poiretii* Sprengi., são arbustos, subarbustos ou árvores, de ocorrência em todos os estados e com registros em todos os domínios fitogeográficos. *Acalypha poiretii* Sprengi., Linhares, K.M.E. 95, Serra das Almas, Crateús, Ceará, Brasil (EAC55830). *Acalypha*

*poiretii* Sprengi., Linhares, K.M.E. 3, Serra das Almas, Crateús, Ceará, Brasil (EAC55828). *Acalypha prunifolia* Kunth., são arbustos ou árvores, com ocorrência no Acre, Amazonas, Rondônia, Bahia e Rio de Janeiro, e registros na Amazônia e Floresta Atlântica. *Acalypha prunifolia* Kunth., Costa, L.V; Andrade, I.R; Horta, M.B 291, Estação Biológica de Caratinga, Minas Gerais, Brasil (BHCB11304). *Acalypha reptans* Sw., são arbustos ou árvores, com ocorrência no Acre, Amazonas, Rondônia, Bahia e Rio de Janeiro, e registros na Amazônia e Floresta Atlântica. *Acalypha reptans* Sw., Carvalho, A.F. 583, Vila Gianetti, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil (VIC22534). *Acalypha subvillosa* Müll. Arg., são arbustos, subarbustos ou árvores, de ocorrência em todos os estados e com registros em todos os domínios fitogeográficos. *Acalypha subvillosa* Müll. Arg., Barros, E.O. s.n., Chapada da Mirim, Crateús, Ceará, Brasil (EAC25642). *Acalypha velamea* Baill., são arbustos com registros no Cerrado de Goiás, Mato Grosso e São Paulo. *Acalypha velamea* Baill., Carvalho, R.C.F de, 96, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil (BHCB9141). *Acalypha villosa* Jacq., são arbustos, subarbustos ou árvores, de ocorrência em todos os estados e com registros em todos os domínios fitogeográficos. *Acalypha villosa* Jacq., Hattori, E.K.O., et al., 18, Estação Ambiental Galheiro, Perdizes, Minas Gerais, Brasil (HUU34451). *Acalypha villosa* Jacq., Silveira, A.P. 427, Guaramiranga, Ceará, Brasil (EAC40795). *Acalypha villosa* Jacq., Fernandes, A. s.n., Serra da Ibiapaba Ubajara, Ceará, Brasil (EAC4216). *Acalypha villosa* Jacq., Nunes, E. s.n., Serra de Maranguape, Caucaia, Ceará, Brasil (EAC16112). *Acalypha villosa* Jacq., Nunes, E. s.n., Serra do Vicente, Ceará, Brasil (EAC8563). *Acalypha wilkesiana* Muell. Arg., são arbustos, com ocorrência na Bahia, Mato Grosso, Minas Gerais, e registros em áreas antrópicas. *Acalypha wilkesiana* Muell. Arg., Mouzella, C.P. 11, Recanto das Cigarras, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil (VIC53546). *Acalypha wilkesiana* Muell. Arg., Krieger, 21215, Minas Gerais, Brasil (ESA87524). *Bia alienata* Klotzsch., é liana com registros no Cerrado e Floresta Atlântica na Bahia, Pernambuco, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina. *Bia alienata* Klotzsch, Mouzella, C.P. 09, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil (VIC53544). *Caryodendron janeirensense* Müll. Arg., é arbórea e endêmica do Brasil, com ocorrência na Floresta Amazônia e Floresta Atlântica do Acre, Amazonas, Rio de Janeiro e São Paulo. *Caryodendron janeirensense* Müll. Arg., Neto, S.J.S. 1408, Reserva da Petrobrás, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil (ESA120112). *Dalechampia* L., variam de arbustos a subarbusto, ervas ou liana, são nativas não endêmicas do Brasil com ocorrência em todos os Estados e domínios fitogeográficos do Brasil. *Dalechampia* sp. L., Mouzella, C.P. 01, Represa Paiva Castro, São

Paulo, Brasil (VIC53536). *Dalechampia* sp. L., Mouzella, C.P. 07, Jardim Botânico de São Paulo, São Paulo, Brasil (VIC53542). *Dalechampia* sp. L., Pirani, J.R. 4807, Rodovia Paraíso, Mato Grosso do Sul, Brasil (SPF146013). *Dalechampia adscendens* (Müll. Arg.) Müll. Arg., é subarbustiva de ocorrência em Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, com registros no Cerrado. *Dalechampia adscendens* (Müll. Arg.) Müll. Arg., Cordeiro, I 3544, Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, Minas Gerais, Brasil (SPF225969). *Dalechampia\_sp nov aff\_ficifolia* Lam., de ocorrência no Cerrado e Floresta Atlântica do Nordeste, Sudeste, Centro Oeste e Sul. *Dalechampia\_sp nov aff\_ficifolia* Lam., Valente, G.E. 1086, Reserva Florestal do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais, Brasil (VIC26804). *Dalechampia humilis* Müll. Arg., são arbustos, de ocorrência no Cerrado em Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais. *Dalechampia humilis* Müll. Arg., Pscheidt, A.C; Caruzo, M.B.R; Silva, C.V., 103, Estrada entre mineiros e Chapadão do Céu, Goiás, Brasil (SP442645). *Dalechampia pentaphylla* Lam., são lianas de ocorrência no Cerrado e Floresta Atlântica do Nordeste, Sudeste, Centro Oeste e Sul. *Dalechampia pentaphylla* Lam., Fontella, J.P., et al., 1030, Texeira, Minas Gerais, Brasil (VIC5283). *Dalechampia aff. triphylla* Lam., são lianas com ocorrência na Amazônia, Caatinga e Floresta Atlântica no Pará, Bahia, Pernambuco, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo. *Dalechampia aff. triphylla* Lam., Moura, L.S. de 517, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil (VIC7817). *Ditaxis fasciculata* Gardner., é subarbustiva e não ocorre no Brasil. *Ditaxis fasciculata* Gardner., Melo, E. 5525, Morro do Chapéu, Bahia, Brasil (HUEFS137261). *Ditaxis* sp., Melo, A.C. 5780, Morro do Chapéu, Bahia, Brasil (HUEFS137934). *Macaranga heudelotti* Baill., é arbustiva ou arbórea, com registros em locais úmidos e inundáveis das formações secundárias da Floresta Densa na Guiné Portuguesa. *Macaranga heudelotti* Baill., Pereira, J.A. 2926, Formações hidrófilas, Guiné Portuguesa (SP83179). *Mallotus claoxyloides* (F. Muell.) Müll. Arg., são arbustivas ou arbóreas com ocorrência em áreas sub-costeiras em Queensland, Australia Ocidental e no sul de Nova Guiné. *Mallotus claoxyloides* (F. Muell.) Müll. Arg., Batianoff, G.N., et al., 11701, Queensland, Austrália (SP246983). *Mallotus nesophillus* Müll. Arg., são arbustivas ou arbóreas com ocorrência em áreas sub-costeiras em Queensland, Australia Ocidental e no sul de Nova Guiné. *Mallotus nesophillus* Müll. Arg., Blake, S.T 17077, Littoral Forest, Northern Territory, Austrália (SP226804). *Ricinus communis* L., única espécie do gênero que ocorre no Brasil de forma ampla e cultivada. *Ricinus communis* L., Mouzella, C.P. 08, Jardim Botânico de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil (VIC53543). *Tragia incana* Baill., é erva com ocorrência endêmica no Uruguai e não são encontradas no Brasil, embora

sejam cultivadas nas margens de córregos. *Tragia incana* Baill., Gallinal, Rosengurt et. al; P.E., 4537, Arroyo Timote, Uruguai (SP 51683). *Tragia* sp. L., David, J.N. 50466<sup>a</sup>, Bahia, Brasil (MO3410774).

Tabela 1: Espécies coletadas da subfamília Acalyphoideae utilizadas nas análises de histoquímica, com localidade e coletor.

<b>Espécie</b>	<b>Localidade</b>	<b>Coletor</b>	<b>Voucher</b>
<i>Acalypha accedens</i> Müll Arg.	SP, BR	Mouzella 04	VIC53539
<i>Acalypha amblyodonta</i> Müll-Arg.	SP, BR	Mouzella 02	VIC53538
<i>Acalypha aristata</i> Kunt	SP, BR	Mouzella 06	VIC53541
<i>Acalypha brasiliensis</i> Müll.Arg.	RJ, BR	Sousa, A.A.C. 33	SP489616
<i>Acalypha gracilis</i> Spreng	RJ, BR	Sousa, A.A.C., s.n.	SP489608
<i>Acalypha herzogiana</i> Pa & K.Hoffm.	MG, BR	Mouzella 10	VIC53545
<i>Acalypha hispida</i> Burm.	MG, BR	Mouzella 12	VIC -
<i>Acalypha wilkesiana</i> Müll.Arg.	MG, BR	Mouzella 11	VIC53546
<i>Bia alienata</i> Klotzsch	MG, BR	Mouzella 09	VIC53544
<i>Dalechampia</i> sp. L.	SP, BR	Mouzella 01	VIC53536
<i>Ricinus communis</i> L.	SP, BR	Mouzella 08	VIC53543

## RESULTADOS

### Descrição morfológica e observações de campo

Das 38 espécies avaliadas (Tabela 1), 25 pertencem à tribo Acalypheae (21 *Acalypha*, *Macaranga heudelotii*, duas espécies de *Mallotus* e *Ricinus communis*), uma à tribo Caryodendreae (*Caryodendron janeirensis*), duas à tribo Chrozophoreae (duas espécies de *Ditaxis*) e nove à tribo Plukenetieae (seis espécies de *Dalechampia*, *Bia alienata* e duas espécies de *Tragia*).

Na tribo Acalypheae, as espécies de *Acalypha* exibem diferentes formas de vida, desde ervas, lianas até árvores, muitas delas nativas do Brasil, com ampla distribuição geográfica, desde o Norte até o Sul do país em todos os domínios fitogeográficos. Das cerca de 1500 espécies, 51 ocorrem no Brasil, sendo 31 endêmicas. Foram estudadas 5 espécies endêmicas: *Acalypha accedens*, espécie arbustiva da Floresta Atlântica do Rio de Janeiro e São Paulo, *A. digynostachya*, espécie arbustiva do cerrado de Minas Gerais e São Paulo e amplamente distribuída na Floresta Atlântica, nas regiões Sul e Sudeste, *A. gracilis*, arbustos de ambientes sombreados e úmidos. *A. peckoltii* é uma espécie arbustiva com registros na

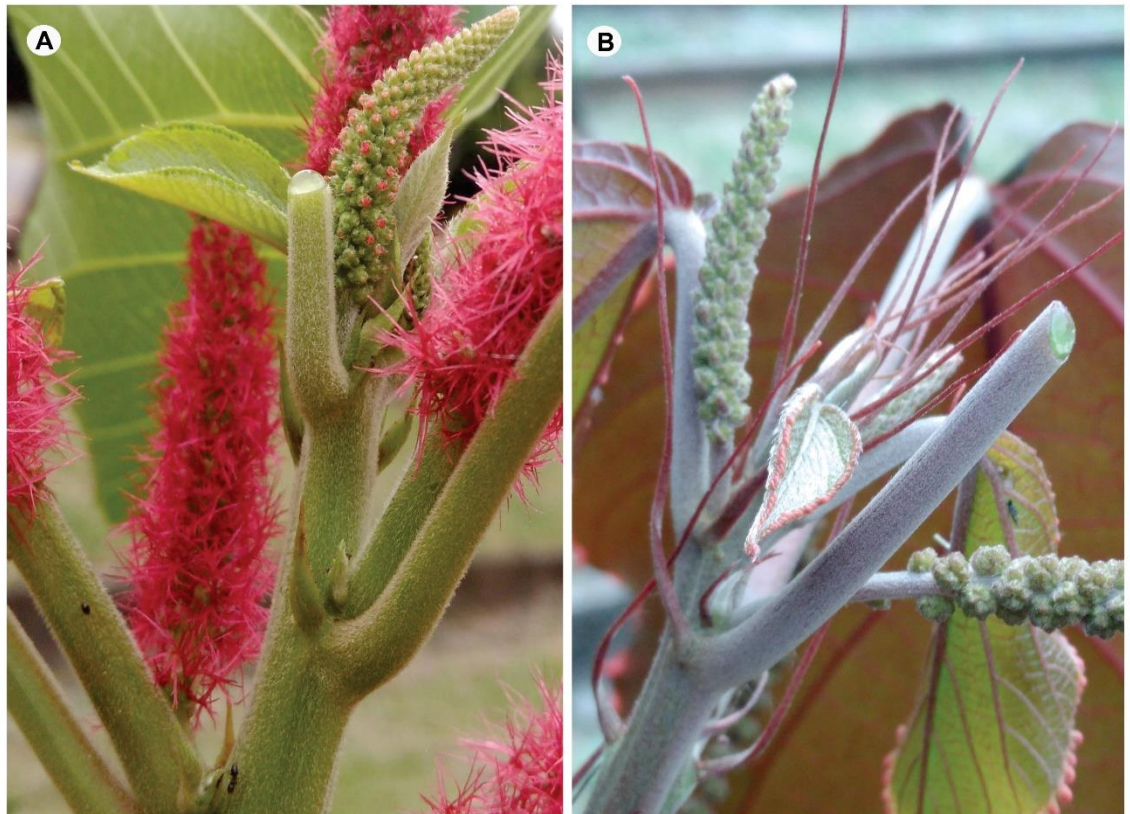
Floresta Atlântica e ocorrência restrita em São Paulo e Rio de Janeiro. *A. arciana* é uma espécie arbustiva da caatinga na Bahia, com registros também em Pernambuco em ambientes associados à inselbergs e restinga. As demais 16 espécies avaliadas são nativas, mas não são endêmicas do Brasil, ocorrendo de forma ampla em diversos domínios fitogeográficos. *A. aristata*, *A. brasiliensis*, *A. multicaulis*, *A. poiretii*, *A. subvillosa* e *A. villosa* são arbustos, subarbustos ou árvores, de ocorrência em todos os estados e com registros em todos os domínios fitogeográficos. *A. amblyodonta* e *A. communis*, variam de arbustos, ervas a subarbustos, de ocorrência no Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul, com registros na Caatinga, Cerrado e Floresta Atlântica. *A. diversifolia* e *A. macrostachya* são arbustos ou árvores, de ocorrência no Norte, Centro Oeste e Sudeste, com registros na Amazônia e Cerrado. *A. prunifolia*, são arbustos ou árvores, com ocorrência no Acre, Amazonas, Rondônia, Bahia e Rio de Janeiro, e registros na Amazônia e Floresta Atlântica. *A. herzogiana* possui hábito herbáceo e tem ocorrência no Pampa do Rio Grande do Sul. *A. velamea*, são arbustos com registros no Cerrado de Goiás, Mato Grosso e São Paulo. *A. hispida*, são arbustos utilizados como plantas cultivadas para ornamentação e *A. wilkesiana* são arbustos com ocorrência na Bahia, Mato Grosso, Minas Gerais, e registros em áreas antropizadas. As espécies de *Macaranga* possuem representantes em Nova Guiné, Malásia e Bornéu, sendo o endemismo mais alto em Nova Guiné, com ocorrência de 73 espécies sendo 56 endêmicas. São espécies predominantemente arbóreas que vivem e crescem em vegetações que sofreram perturbações antrópicas. *M. heudelotii*, é arbustiva ou arbórea, com registros em locais úmidos e inundáveis das formações secundárias da Floresta Densa na Guiné Portuguesa. *Mallotus* possui cerca de 140 espécies na Malásia, Ásia, África, Madagascar e Austrália. São predominantemente arbustos e pequenas árvores e ocorrem em Florestas Tropicais e florestas abertas. *Mallotus claoxyloides* e *M. nesophillus*, são arbustivas ou arbóreas com ocorrência em áreas sub-costeiras em Queensland, Austrália Ocidental e no sul de Nova Guiné. *Ricinus communis* é única espécie do gênero e no Brasil ocorre de forma ampla cultivada.

Na tribo Caryodendreae, *Caryodendron janeirensis* é arbórea e endêmica do Brasil, onde foram registradas 3 espécies com ocorrência na Floresta Amazônia e Floresta Atlântica do Acre, Amazonas, Rio de Janeiro e São Paulo.

Na tribo Chrozophoreae, as espécies de *Ditaxis* são ervas, arbustos ou subarbusto, nativos e não endêmicos do Brasil, com ampla distribuição em diversos domínios fitogeográficos. *D. fasciculata*, é subarbustiva e não ocorre no Brasil.

Na tribo Plukenetieae as espécies de *Bia* são ervas a lianas, nativas e não endêmicas do Brasil com registros na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica. *B. alienata* é liana com registros no Cerrado e Floresta Atlântica na Bahia, Pernambuco, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina. As espécies de *Dalechampia* variam de arbustos a subarbusto, ervas ou liana, são nativas não endêmicas do Brasil com ocorrência em todos os Estados e domínios fitogeográficos do Brasil. No Brasil ocorrem 72 espécies aceitas, cinco destas foram amostradas: *D. adscendens* espécie subarborescente de ocorrência em Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, com registros no Cerrado; *D. ficifolia* e *D. pentaphylla* são lianas de ocorrência no Cerrado e Floresta Atlântica do Nordeste, Sudeste, Centro Oeste e Sul; *D. triphylla* são lianas com ocorrência na Amazônia, Caatinga e Floresta Atlântica no Pará, Bahia, Pernambuco, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo. *D. humilis* são arbustos, de ocorrência no Cerrado em Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais; *Dalechampia* sp., não identificada em nível de espécie. As espécies de *Tragia* possuem hábito herbáceo, lianescente ou subarborescente, são nativas e não endêmicas do Brasil, com ocorrência em todas as regiões e domínios fitogeográficos do Brasil. *Tragia incana*, é erva com ocorrência endêmica no Uruguai e embora não seja encontrada no Brasil, é cultivada nas margens de córregos.

Nas expedições de campo foi observado um exsudado translúcido e viscoso que extravasava do caule e do pecíolo da folha nos espécimes de *Acalypha accedens*, *A. amblyodonta*, *A. hispida* (Fig. 1A) e *A. wilkesiana* (Fig.1B).



**Figura 1:** Registros durante as expedições em campo de exsudação de *Acalypha hispida* (A) e *A. wilkesiana* (B).

### Descrição Anatômica

Laticíferos foram observados nos cortes histológicos de todas as espécies analisadas, das diferentes tribos, nos diversos hábitos, habitats e procedência geográfica (Tabela 1). Os laticíferos das lâminas foliares foram mais difíceis de serem distinguidos das células adjacentes muitas vezes estavam vazios devido ao extravasamento do látex durante as coletas dos ramos e preparação das exsiccatas. Entretanto, nos cortes longitudinais e transversais do pecíolo o conteúdo dos laticíferos foi mais bem preservado (Fig. 2A-F), principalmente naqueles laticíferos localizados no sistema vascular (Fig. 2). Por esse motivo, as descrições foram realizadas com base na análise dos pecíolos.

Os laticíferos diferem das células adjacentes por serem constituídos por células alongadas e fortemente coradas de azul pelo azul de Toluidina (Fig. 2G-H), aclorofiladas, de paredes finas e com citoplasma denso e granuloso (Fig. 2I-L), multinucleadas (Fig. 2K-L). Os laticíferos formam um tubo contínuo, formando células alongadas (Fig. 2M-N).

Em algumas espécies foram observadas ramificações em “H”, como documentado em *Acalypha brasiliensis* (Fig. 3A) e *A. accedens* (Fig. 3B) e em “Y”, como documentado em

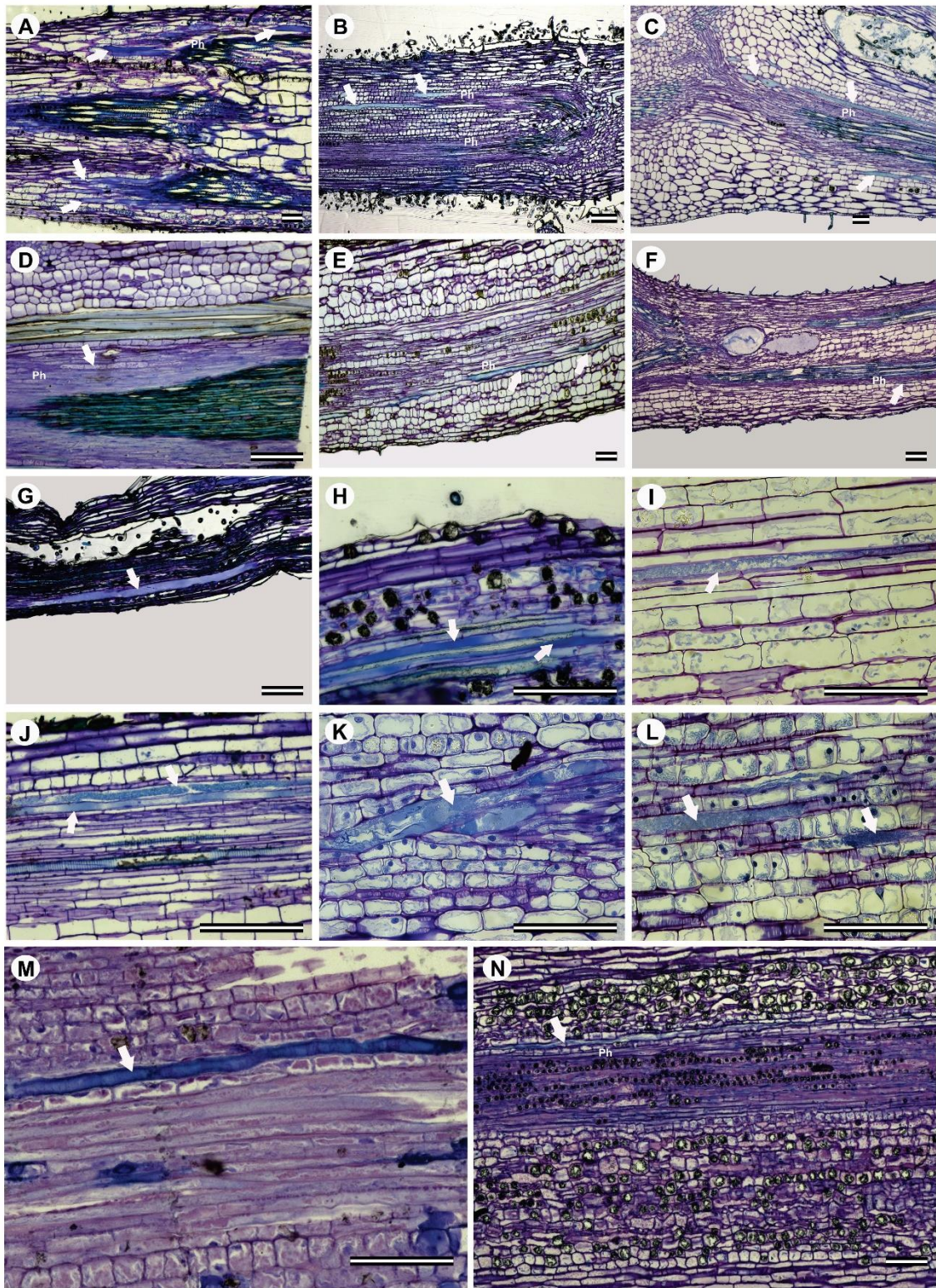
*Macaranga heudelotii* (Fig. 3C), *Acalypha multicaulis* (Fig. 3D) e *Ricinus communis* (Fig. 3E), também foram comuns em *A. arciana*, *A. diversifolia*, *A. gracilis*, *A. multicaulis*, *A. poiretii* e *Ditaxis fasciculata*. Nas demais espécies de todos os gêneros avaliados não foi possível observar ramificações. Os laticíferos eram facilmente distintos das células adjacentes (Fig. 2I-L), as quais apresentavam formato isodiamétrico, vacúolo volumoso e muitos cloroplastos (Fig. 2I-N).

Os laticíferos foram observados predominantemente em associação ao floema (Fig. 2A-F) como detectados em todas as espécies e gêneros avaliados (Tabela 1). Em todas as espécies de *Acalypha* e em algumas espécies dos demais gêneros trabalhados, os laticíferos também foram visualizados no córtex, como documentado em *Ricinus communis* (Fig. 3E), *Mallotus nesophyllus* (Fig. 3F), *Dalechampia* sp. (Fig. 3G), *Acalypha arciana* (Fig. 3H) e *Bia alienata* (Fig. 3I). Em secção transversal (Fig. 3J-O), os laticíferos associados com o cilindro vascular eram visualizados como células de contorno irregular, citoplasma denso e fortemente corado de azul pelo azul de Toluidina, como documentado em *Acalypha aristata* (Fig. 3J), *A. subvillosa* (Fig. 3K), *Ricinus communis* (Fig. 3L), *Dalechampia brasiliensis* (Fig. 3M), *D. humilis* (Fig. 3N) e *Mallotus nesophyllus* (Fig. 3O).

No citoplasma dos laticíferos das espécies analisadas naquelas submetidas aos testes histoquímicos foram detectadas partículas de borracha pelo Oilred documentadas em *Acalypha accedens* (Fig. 4A-B); grânulos de proteína evidenciado pelo Xilidine Ponceau e documentados em *Acalypha wilkesiana* (Fig. 4C), *A. brasiliensis* (Fig. 4D-E), *A. hispida* (Fig. 4F) e *A. gracilis* (Fig. 4I); os grãos de amido em formato de bastão detectados pelo lugol e documentado em *A. brasiliensis* (Fig. 4G-H); e mucilagem e pectina detectadas pelo vermelho de rutênio e documentado em *A. hispida* (Fig. 4J). Nas amostras submetidas aos testes também foi possível visualizar a ocorrência de ramificações em forma de “Y” (Fig. 4A, B) e em “H” (Fig. 4J). É interessante notar que os grãos de amido presentes nas células parenquimáticas circunvizinhas apresentam formato esférico, como documentado em (Fig. 4G-H). Os demais testes realizados tiveram resultados negativos.

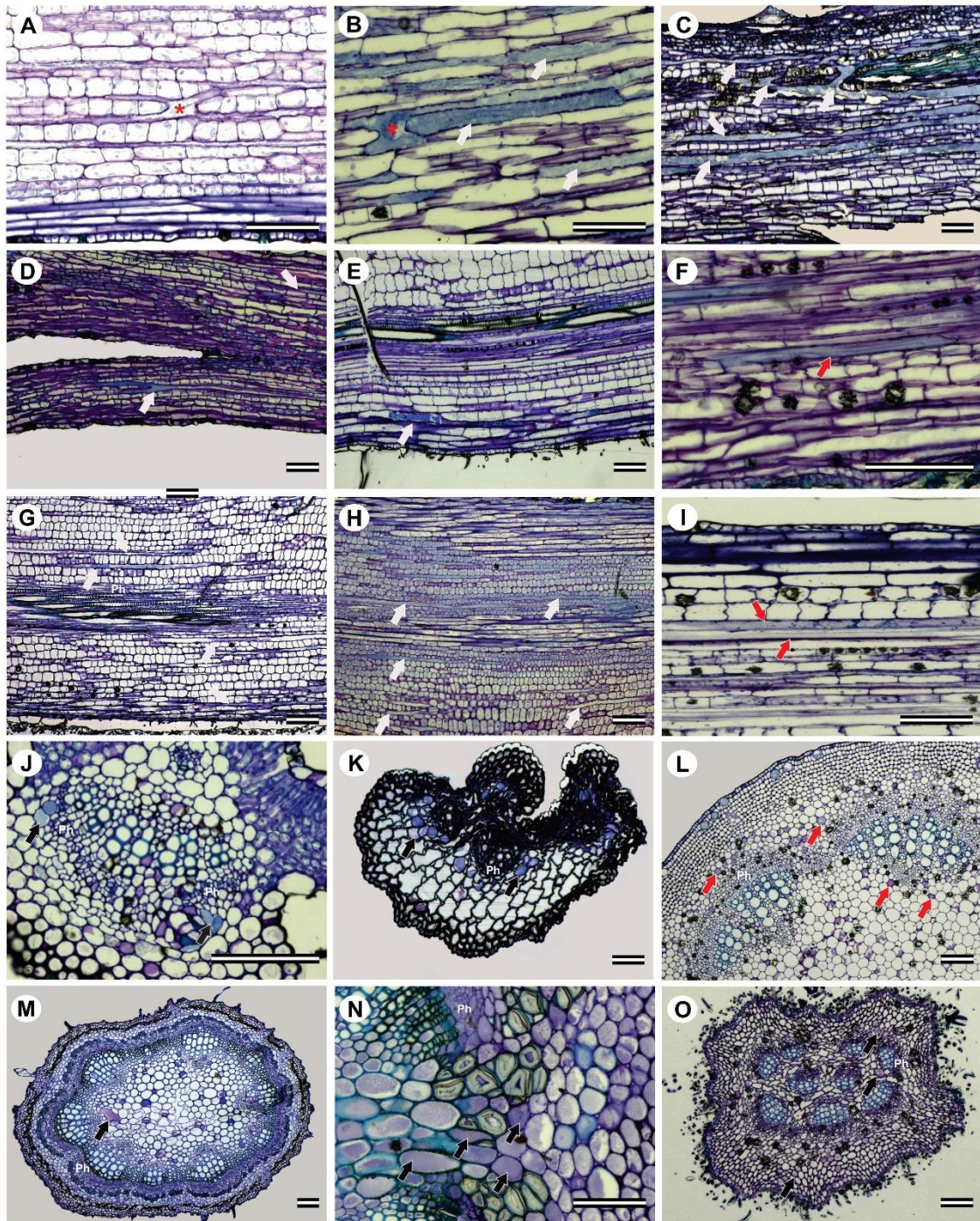
A análise ontogenética realizada em *Acalypha accedens* (Fig. 5A-F), *A. brasiliensis* (Fig. 5G-K) e *A. poiretii* (Fig. 5L) mostrou que os laticíferos dessas espécies são não articulados e ramificados. Mesmo na região de meristema apical do caule não foi possível visualizar as paredes transversais nos laticíferos, que são alongados e se ramificam em “Y” nestas espécies (Fig. 5B,F,J,K). Laticíferos com exsudado ocorrem por entre as células procambiais e do meristema fundamental do córtex (Fig. 5A-B) e medula (Fig. 5J). Os laticíferos destacam-se dentre as demais células meristemáticas como células alongadas de

paredes delgadas e multinucleadas (Fig. 5A, F, I), com citoplasma denso (Fig. 5B, H, L) e granuloso (Fig. 5A, E, C), aspecto semelhante a secreção contida nos laticíferos maduros (Fig. 5B, C, F, J).



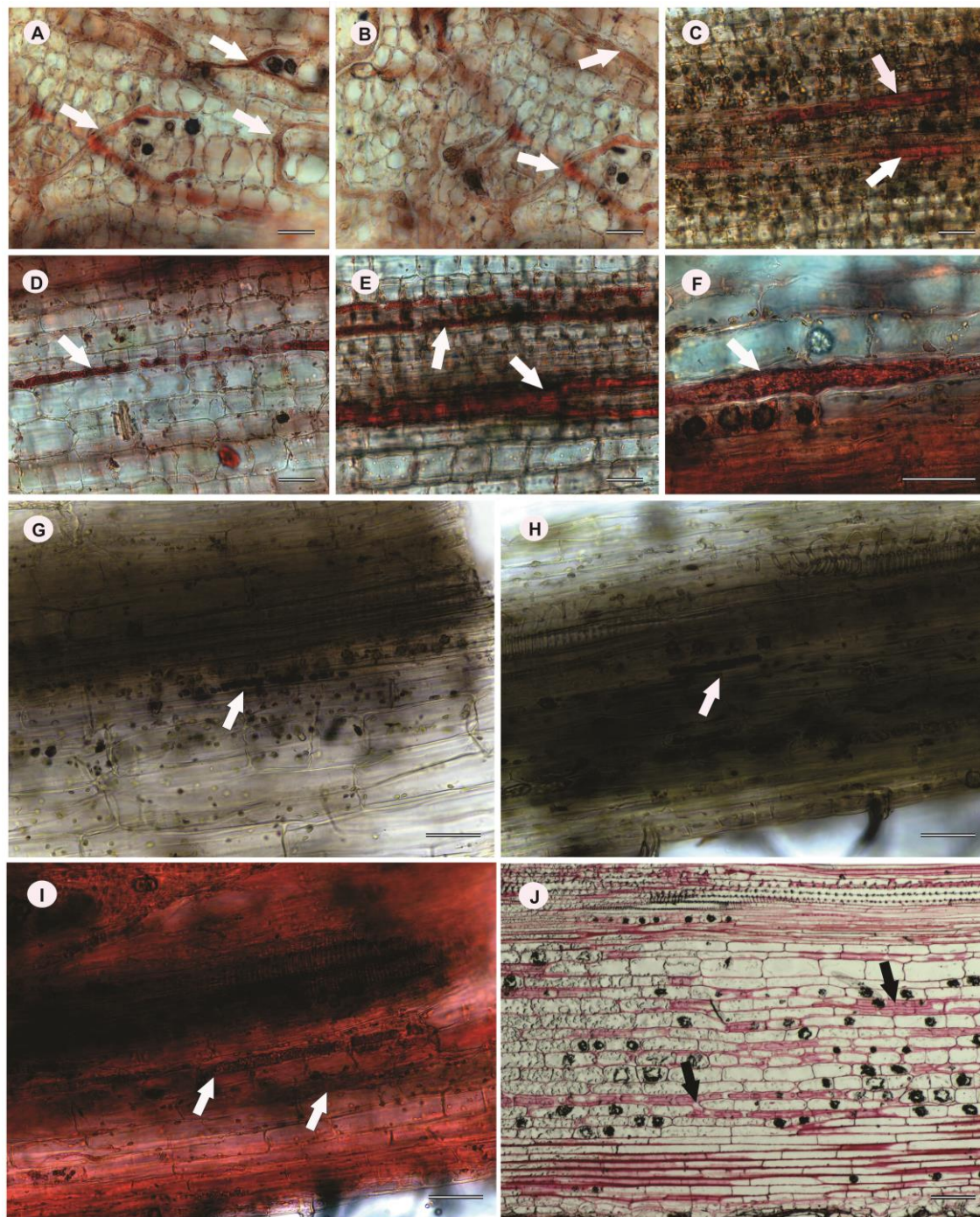
**Figura 2:** Laticíferos em Acalyphoideae visualizados em seções longitudinais do pecíolo coradas com azul de Toluidina. (A) *Acalypha amblyodonta*; (B) *Acalypha brasiliensis*; (C) *Acalypha gracilis*; (D) *Dalechampia humilis*; (E) *Dalechampia triphylla*; (F) *Tragia incana* (G) *Acalypha subvillosa*; (H) *Acalypha reptans*; (I) *Acalypha hispida*; (J) *Acalypha aristata*; (K) *Acalypha wilkesiana*; (L) *Acalypha wilkesiana*; (M) *Acalypha*

*diversifolia*; (N) *Caryodendron janeirense*. (G-H) Laticíferos alongados e fortemente corados apontados pelas setas brancas; (I-L) Os laticíferos apresentam citoplasma denso de aspecto granuloso (setas brancas); (K-L) Núcleos evidentes nos laticíferos (setas brancas); (M-N) Laticíferos constituem células alongadas (setas brancas). Ph: floema. Escalas:150µm.



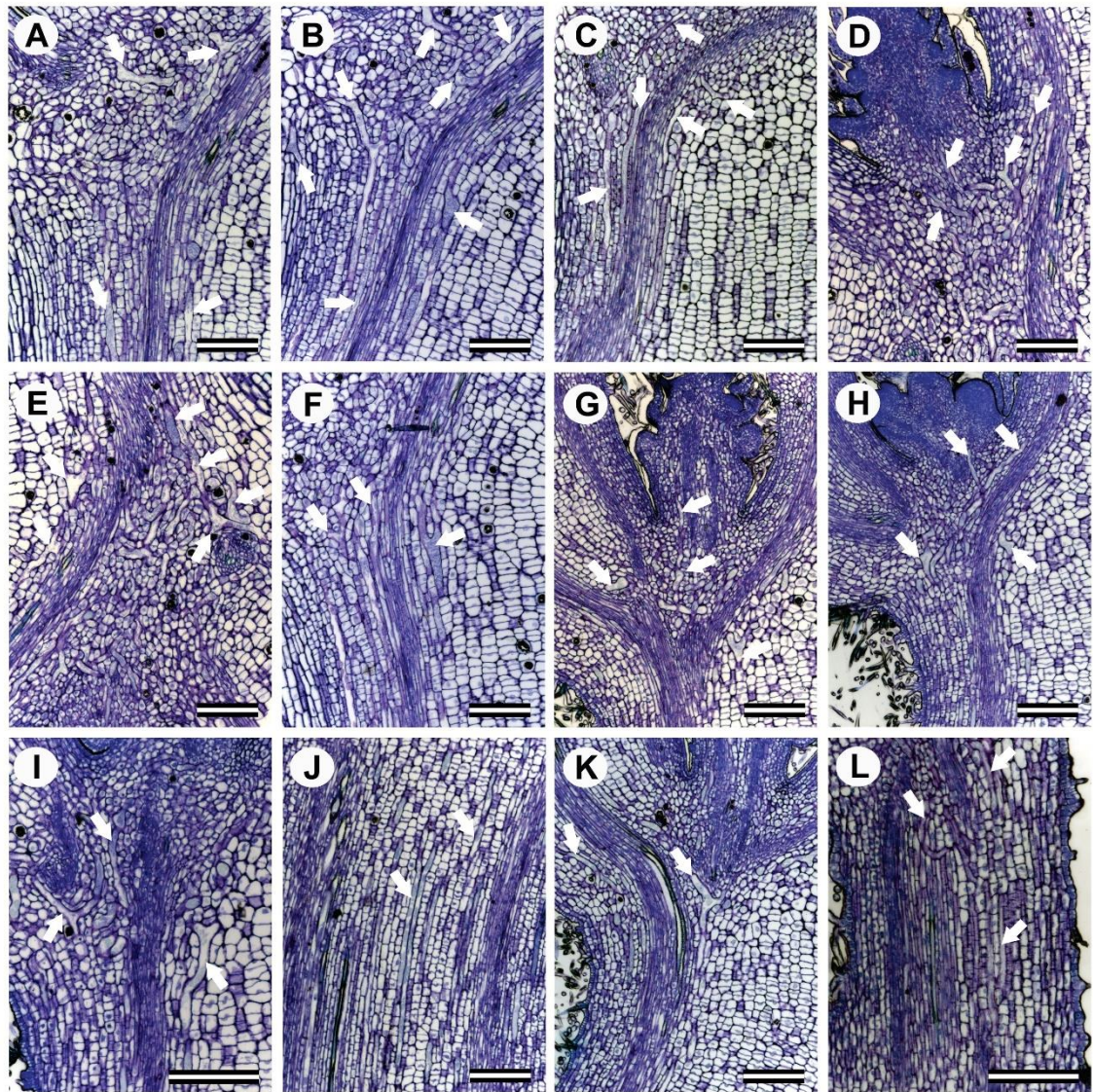
**Figura 3:** Laticíferos em Acalyphoideae visualizados em seções longitudinais e transversais do pecíolo coradas com azul de toluidina. (A) *Acalypha brasiliensis*; (B) *Acalypha accedens*; (C) *Macaranga heudelotii*; (D) *Acalypha multicaulis*; (E) *Ricinus communis*; (F) *Mallotus nesophyllus*; (G) *Dalechampia sp.*; (H) *Acalypha arciana*; (I) *Bia alienata*; (J) *Acalypha aristata*; (K) *Acalypha subvillosa*; (L) *Ricinus communis*; (M) *Dalechampia brasiliensis*; (N) *Dalechampia humilis*; (O) *Mallotus nesophyllus*. (A-B) Note as ramificações em “H” (asteriscos vermelhos); (C-E) Note as ramificações em “Y” (setas brancas); (F,I) Laticíferos localizados na região cortical (setas vermelhas); (J-O) Laticíferos em seção transversal com citoplasma denso e fortemente

corado de azul de toluidina (setas pretas). Ph: floema. Escalas: (A,B,F,I,J,N) 100 $\mu$ m; (C,D,E,G,H,K,L,M,O) 150 $\mu$ m.



**Figura 4:** Resultados dos testes histoquímicos evidenciando o conteúdo dos laticíferos em cortes longitudinais do pecíolo em Acalyphoideae. (A-B) borracha evidenciada pelo OilRed em *Acalypha accedens*, note as ramificações em “Y” (seta branca); (C) grânulos de proteínas evidenciado pelo Xilidine Ponceau em *Acalypha wilkesiana*; (D-E) grânulos de proteínas evidenciado pelo Xilidine Ponceau em *Acalypha brasiliensis*; (F) grânulos de proteínas evidenciado pelo Xilidine Ponceau em *Acalypha hispida*; (G -H) amido evidenciado por Lugol em *Acalypha brasiliensis*; (I) grânulos de proteínas evidenciada pelo Xilidine Ponceau em *Acalypha*

*gracilis*; (J) mucilagem evidenciada pelo Vermelho de rutênio em *Acalypha hispida*. Setas evidenciam os laticíferos. Escalas: 50 $\mu$ m e (J) 100 $\mu$ m.



**Figura 5:** Ontogenia das espécies *Acalypha accedens*, *Acalypha brasiliensis* e *Acalypha poiretii*, secções longitudinais do ápice meristemático corados com azul de toluidina. (A-F) *Acalypha accedens*; (G-K) *Acalypha brasiliensis*; (L) *Acalypha poiretii*. Setas brancas evidenciam os laticíferos. Escalas: 150 $\mu$ m. (B,F,J,K) Laticíferos alongados e ramificados em “Y”; (A-B) Laticíferos entre as células procambiais e do meristema fundamental do córtex; (J) Laticíferos entre as células procambiais e a medula; (A,F,I) Laticíferos de células alongadas e multinucleadas; (B,H,L) Laticíferos com citoplasma denso e granuloso; (B,C,F,J) Laticíferos contendo secreção. Setas brancas evidenciando os laticíferos.

## DISCUSSÃO

Laticíferos foram detectados em todas as espécies avaliadas (material examinado), compreendendo representantes de 4 das 14 tribos reconhecidas para a subfamília Acalyphoideae. Esses resultados são taxonomicamente relevantes pois, no sistema de classificação de Webster (1975), todos os táxons da subfamília Crotonoideae que não possuíam laticíferos foram transferidos para Acalyphoideae, a qual passou a ser reconhecida pela ausência destas estruturas. Entretanto, laticíferos não articulados foram registrados como de ocorrência rara em Acalyphoideae, sendo observados em poucas espécies de *Acalypha*, *Macaranga* e *Ricinus* (Solereeder, 1908; Metcalfe and Chalk, 1950). Os nossos resultados demonstraram, portanto, que em análises anatômicas é possível assegurar a presença de laticíferos. A amostragem é representativa, visto que foram avaliadas espécies de 9 gêneros, incluindo representantes das 4 tribos mais diversas da subfamília, plantas de hábitos distintos e que vivem em habitats diversos, o que nos permite concluir que laticíferos não são estruturas incomuns em Acalyphoideae.0020

Teixeira et al. (2020), listou em seu trabalho as espécies latescentes e o morfotipo do laticífero identificado em cada uma, dando ênfase nas famílias botânicas, Euphorbiaceae apresentou muitas espécies com essa estrutura, como representantes dos gêneros *Omphalea* L., *Aleurites* J.R.Forst.&G.Forst., *Micrandra* Benth., entre outros, mas não citou nenhum gênero dos quais foram trabalhados nesse estudo. Rudall (1987) não observou laticíferos nas três espécies de *Acalypha* anatomicamente analisadas e sugere uma análise mais detalhada desse gênero para assegurar a utilidade deste caráter para fins taxonômicos. Nem sempre a falta de exsudação do látex implica em ausência de laticíferos, em alguns casos a quantidade de exsudado produzido pode ser imperceptível no momento da coleta em campo, como parece ocorrer em Acalyphoideae. Outro aspecto é que o pouco látex produzido pode ser eliminado no processamento das exsicatas, dificultando a observação dessas estruturas em análises anatômicas não acuradas. Em Malpighiaceae, por exemplo, graças a uma descrição anatômica detalhada, o primeiro registro sobre a ocorrência de laticíferos foi realizado em espécies de *Galphimia* e *Verricularia* (Veja et al., 2002). A presença de laticíferos em mais uma família da ordem Malpighiales foi apontada como uma evidência de um elo filogenético entre Malpighiaceae e Euphorbiaceae (Veja et al. 2002) Uma possível relação filogenética entre Malpighiaceae Juss. e Euphorbiaceae, além de uma possível condição ancestral de Malpighiaceae, porém em estudos mais recentes, apontou-se que a família mais próxima de Malpighiaceae é a Elatinaceae Dumort (Vega et al., 2002; Pace et al., 2019). Isso devido à

ausência de laticíferos em um dos ramos de Euphorbiaceae, a subfamília Acalyphoideae, levando a acreditar na não proximidade entre Euphorbiaceae e Malpighiaceae por Vega et al., (2002) (Davis and Chase, 2004; Pace et al., 2019). Fica evidente a importância dos laticíferos como caracteres micromorfológicos relevantes em estudos de filogenia na ordem Malpighiales. Portanto, a presença de laticíferos em vários gêneros de Acalyphoideae reportada no presente trabalho é mais uma evidência que poderá contribuir para o esclarecimento das afinidades entre as subfamílias de Euphorbiaceae, bem como entre as famílias de Malpighiales.

Laticíferos surgiram independentemente mais de uma vez na linhagem Plantae, tendo sido reportado em diversos táxons não relacionados filogeneticamente, desde plantas vasculares sem sementes, gimnospermas e nas diferentes linhagens de angiospermas (Teixeira et al., 2020). Esta ampla ocorrência sugere que o látex deve ter sido importante na adaptação das plantas nos inúmeros habitats naturais (Hagel et al., 2008; Castelblanque et al., 2016). Eles acompanham o sistema vascular, principalmente o floema, porém em alguns casos podem estar dispersos no tecido parenquimatoso, na região do córtex e da medula (Metcalf and Chalk, 1989), assim como foi observado na maioria das espécies de *Acalypha* estudadas no presente trabalho, que os apresentavam na região cortical.

Nas três espécies de *Acalypha* avaliadas ontogeneticamente, os laticíferos foram classificados como não articulados, já que não foram observadas citocineses durante a diferenciação nos meristemas, sendo essa tipologia considerada comum, pois já foram detectadas em grande parte da família Euphorbiaceae (Rudall, 1987; Feio et al., 2018; Wiedenhoef et al., 2009) e nas folhas de *Euphorbia* (Rudall, 1994). Laticíferos não articulados também foram sugeridos como uma possível sinapomorfia para *Croton* seção *Cyclostigma*, pois estavam presentes nas folhas (Feio et al., 2016; 2018) e na madeira (Wiedenhoef et al., 2009) de todas as espécies avaliadas desta seção (Feio et al., 2018; Wiedenhoef et al., 2009). Por outro lado, o tipo articulados foi considerado comum nas espécies da tribo *Crotoneae* (Vitarelli, et. al., 2015) e nos gêneros *Manihot* Mill., *Hevea* Aubl. (Rudall, 1994), *Mallotus* e *Ricinus* (Rudall, 1987). Análises ontogenéticas em um maior número de representantes das diversas linhagens de Euphorbiaceae são essenciais para compreender como se deu a evolução dos laticíferos, uma vez que podem ser articulados no início do desenvolvimento e sofrer dissolução das paredes terminais, assumindo aspecto de não articulado quando totalmente diferenciado (Dermaco et. al, 2006). Este tipo de situação foi enfatizado para a família Apocynaceae sendo sugerido que poderiam ser articulados e

terem sofrido dissolução em suas paredes transversais, levando a uma caracterização equivocada da tipologia nos táxons avaliados (Dermaco et. al, 2006). Como em *Mandevilla atrovioleacea* (Stadelm) Woodson., que apresentou laticíferos articulados o que contrapõe a família Apocynaceae, que apresenta laticíferos não articulados, esse trabalho propõe uma reavaliação de toda a família para o melhor entendimento dessa estrutura e sua utilização na taxonomia do grupo e relação filogenética das subfamílias presentes (Lopes et al., 2009). A presença de ramificações nos laticíferos das espécies estudadas pode ser mais um indício do crescimento intrusivo de não articulados, reforçando a importância desta característica em análises futuras. Diferenciam-se precocemente, visto que no ápice meristemático eles já estão com secreção no citoplasma, enquanto os demais tecidos encontram-se meristemáticos. A diferenciação precoce é uma característica comum em estruturas secretoras (Fahn, 1979), e no caso dos laticíferos permite identificá-los com segurança.

No presente trabalho está sendo registrada pela primeira vez a presença de laticíferos nas folhas de espécies de três gêneros da tribo Plukenetieae (*Bia*, *Dalechampia* e *Tragia*) e nas duas espécies de *Ditaxis* da tribo Chrozophoreae estudadas. Como laticíferos foram reportados para a madeira de *Dalechampia* (Pax, 1884), os resultados obtidos no presente trabalho confirmam os dados de literatura sobre a continuidade entre a estrutura vegetativa primária e secundária na diferenciação de laticíferos (Metcalf and Chalk, 1989).

Estruturas secretoras variam de acordo com sua alta complexidade estrutural, sendo células únicas ou várias células, variando também a composição do secretado. Estruturas secretoras como laticíferos e ductos só se assemelham por formarem uma rede anastomosada que interconecta por todos os órgãos da planta e sua secreção é eliminada de acordo com um estímulo externo (Prado & Demarco, 2018). Identificação e descrição incorreta dessas estruturas ocorrem de acordo com observações do secretado em campo, pois a resina secretada pelos ductos se assemelha em cor e textura ao látex, mas as estruturas secretoras em questão são distintas devido suas estruturas e atividade secretora (Prado & Demarco, 2018). O látex pode ser sintetizado por outras células denominadas células de parênquima não especializadas, com ocorrência em algumas espécies de Euphorbiaceae, sendo essas células podem estar correlacionadas com os laticíferos ou serem células individuais (Rudall, 1987; Farías, 2009).

O laticífero sintetiza e acumula um fluido que pode variar de transparente a leitoso, ou até apresentar outra coloração (Evert, 2013). A coloração e a quantidade exsudada do látex

variam entre os gêneros de Euphorbiaceae, podendo ser abundante e leitoso como em *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg., ou vermelho e com forte odor como em *Croton draco* Schltdl. & Cham. (Evert, 2013; Farías et al., 2009). Registros apontam que espécies de *Omphalea* exsudam um látex leitoso que sofre oxidação se tornando vermelho, enquanto em *Macaranga* o fluido varia de amarelo a vermelho (Rudall, 1994; Norfaizal et al., 2012). Nos espécimes coletados em campo observou-se uma pequena exsudação de coloração transparente e viscosa, principalmente em *Acalypha brasiliensis* Müll. Arg. A produção de látex de uma planta depende de diversos fatores, como níveis de luz e fertilidade e umidade do solo, variando assim a quantidade de látex produzido entre as espécies (Agrawal & Konno, 2009).

O látex pode atuar na defesa contra herbívora e tem composição química diversa e complexa (Agrawal and Konno, 2009; Huber et al., 2016; Castelblanque et al., 2016), uma emulsão aquosa contendo isoprenoides e outros compostos misturados, os quais variam em concentração (Hunter, 1994). Carboidratos, mucilagens, lipídios, proteínas, sais, esteróis, podem estar misturados ao látex. As partículas de borracha são os constituintes mais comum, sendo também um terpenóide comercialmente importante (Evert, 2013). A presença de partículas de borracha detectadas nas espécies estudadas no presente trabalho sugere que o látex dessas espécies deve ser mais estudado, uma vez que a borracha tem grande importância econômica, assim como outros compostos bioativos presentes no látex (Agrawal and Konno, 2009). Assim, o presente trabalho aponta o potencial econômico das espécies de Acalyphoideae para investigação de bioprospeção dos componentes do látex.

Assim como é utilizado em algumas espécies atua na defesa contra a herbívora, o látex pode ser utilizado como fonte de alimento para outros organismos (Hunter, 1994). Em *Euphorbia*, o látex é caracterizado com a presença de cristais de oxalato e malato e de grãos de amido (Metcalf and Chalk, 1989). O látex não é uma característica presente em apenas um hábito e nem está restrito a apenas um tipo de habitat (Metcalf and Chalk, 1989), como observado nas espécies estudadas, que apresentaram laticíferos independente do hábito e habitat.

A variedade de compostos químicos do látex possibilitou que plantas latescentes tivessem um melhor sucesso evolutivo em diversos habitats, pois esses compostos oferecem uma resistência aos herbívoros, devido em muitos casos à sua toxicidade, ou sua viscosidade que dificulta a locomoção dos insetos nas folhas (Konno, 2011). A questão da sua utilização

para a defesa é uma característica positiva para a planta podendo contribuir assim para seu sucesso evolutivo, porém a utilização desse látex como recurso para outros organismos é algo negativo para a espécie em relação ao seu sucesso evolutivo (Hunter, 1994). Por esse motivo, a seleção e evolução da presença de laticíferos em Euphorbiaceae podem contribuir com as interpretações sobre o sucesso adaptativo de linhagens que se diversificaram em ambientes extremos.

## CONCLUSÃO

Laticíferos são comuns na subfamília Acalyphoideae, refutando a ausência de laticíferos como uma característica marcante da subfamília. A complexidade química do látex é de suma importância para averiguar o seu potencial para fins econômicos, também em representantes de Acalyphoideae. Os laticíferos são não articulados, como na maioria das linhagens de Euphorbiaceae. Esta característica deve ser considerada em estudos que visem avaliar como os laticíferos surgiram e evoluíram em Euphorbiaceae e famílias proximalmente relacionadas.

## Agradecimentos

Este estudo faz parte da dissertação de mestrado da CPM. Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado para CPM e pela bolsa PQ01 concedida à RMSAM (306740/2019-2).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrawal AA, Konno K. 2009. Latex: a model for understanding mechanisms, ecology, and evolution of plant defense against herbivory. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic* 40: 311–31.

Berry PE, Hipp AL, Wurdack KJ, Van EE B, Riina, R. 2005. Molecular phylogenetics of the giant genus *Croton* and tribe Crotonaeae (Euphorbiaceae sensu stricto) using ITS and trnL-trnF DNA sequence data. *American Journal of Botany* 92: 1520-1534.

Biesboer DD, Mahlberg PG. 1981. Laticifer starch grain morphology and laticifer evolution in *Euphorbia* (Euphorbiaceae). *Nordic Journal of Botany* 1: 447-457.

Caruzo MBR, Van Ee BW, Cordeiro I, Berry PE, Riina R. 2011. Molecular phylogenetics and the character evolution in “Sacaca” clade: Novel relationships of *Croton* section *Cleodora* (Euphorbiaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 60: 193–206.

- Castelblanque L, Balaguer B, Martí C, Rodríguez JJ, Orozco M, Vera P. 2016. Novel insights into the organization of laticifer cells: a cell comprising a unified whole system. *Plant Physiology* 172: 1032-1044.
- David R, Carde JP, 1964. Coloration différentielle des inclusions lipidiques et terpeniques des pseudophylles du Pin maritime au moyen d'un réactif Nadi. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences Paris* 258: 1338–1340.
- Davis CC, Chase MW, 2004. Elatinaceae are sister to Malpighiaceae; Perisodaceae belong to Saxifragales. *American Journal of Botany* 91: 262–273.
- Demarco D, Kinoshita LS, Castro M de M. 2006. Laticíferos articulados anastomosados – novos registros para Apocynaceae. *Revista Brasileira de Botânica* 29:133-144.
- Esser HJ. 2012. The Tribe Hippomaneae (Euphorbiaceae) in Brazil. *Rodriguésia* 63: 209-225.
- Evert RF, 2013. Anatomia das plantas de Esau. Meristemas, células e tecidos do corpo da planta: sua estrutura, função e desenvolvimento. 3ªed. Coord. Trad. C.R. Marcati. Editora Edgard Blucher, São Paulo.
- Fahn A. 1979. Secretory tissues in plants. Academic Press, London.
- Fariás FR, Williamson JS, Rodríguez SV, Angeles G, Portugal VO. 2009. Bark anatomy in *Croton draco* var. *draco* (Euphorbiaceae). *American Journal of Botany* 96: 2155-2167.
- Farrell BD, Dussourd DE, Mitter C. 1991. Escalation of plant defense: Do latex and resin canals spur plant diversification? *American Naturalist* 138: 881–900.
- Feio AC, Riina R, Meira RMSA. 2016. Secretory structures in leaves and flowers of two dragon's blood *Croton* (Euphorbiaceae): new evidence and interpretations. *International Journal of Plant Sciences* 177: 511-522.
- Feio AC, Meira RM, Riina R. 2018. Leaf anatomical features and their implications for the systematics of dragon's blood, *Croton* section *Cyclostigma* (Euphorbiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 187: 614-632.
- Flora do Brasil. 2020 [em construção]. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at. Acesso em 28 Janeiro 2020.
- Forster PI. 1999. A taxonomic revision of *Mallotus* Lour. (Euphorbiaceae) in Australia. *Austrobaileya* 5: 457–497.
- Furr, M.; Mahlberg, PG. 1981. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. **Journal of Natural Products**, v. 44, n. 2, p. 153-159.

- Hagel JM, Yeung EC, Facchini PJ. 2008. Got milk? The secret life of laticifers. *Trends of Plant Science* 13: 631–639.
- Hayden WJ, Haydens M. 2000. Wood anatomy of Acalyphoideae (Euphorbiaceae). *IAWA Journal* 21: 213–235.
- Horn JW, Xi Z, Riina R, Peirson JA, Yang Y, Dorsey BL, Berry PE, Davis CC, Wurdack KJ. 2014. Evolutionary bursts in *Euphorbia* (Euphorbiaceae) are linked with photosynthetic pathway. *Evolution* 68: 3485–3504.
- Huber M, Epping J, Gronover CS, Fricke J, Aziz Z, Brillatz T, Triebwasser-Freese D. 2016. A latex metabolite benefits plant fitness under root herbivore attack. *PLoS Biology* 14: e1002332. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002332>.
- Hunter, JR. 1994. Reconsidering the functions of latex. **Trees**, v. 9, n. 1, p. 1-5.
- Johansen DA. 1940. *Plant Microtechnique*. Mc Graw-Hill Book Co. Inc., New.
- Kraus JE, Arduin M. 1997. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. EDUR, Seropédica.
- Konno K. 2011. Plant latex and other exudates as plant defense systems: roles of various defense chemicals and proteins contained therein. *Phytochemistry* 72:1510-1530.
- LOPES, Karina Lucas Barbosa et al., 2009. Articulated laticifers in the vegetative organs of *Mandevilla atrovioleacea* (Apocynaceae, Apocynoideae). **Botany**, v. 87, n. 2, p. 202-209.
- McManus, JFA. 1948. Histological and histochemical uses of periodic acid. **Stain technology**, v. 23, n. 3, p. 99-108.
- Metcalf CR, Chalk L. 1950. *Anatomy of Dicotyledons Vol.II*. Clarendon Press Oxford, England.
- Metcalf CR, Chalk L. 1989. *Wood structure and conclusion of the general introduction. Anatomy of the dicotyledons, 2nd Ed. Vol. II*. Clarendon Press, Oxford.
- Mwine TJ, Damme VP. 2011. Why do Euphorbiaceae tick as medicinal plants? A review of Euphorbiaceae family and its medicinal features. *Journal of Medicinal Plant Research* 5: 652-662.
- Norfaizal G, Khalijah H, Ruzi AR. 2012. Leaf anatomical study of five *Macaranga* species (Euphorbiaceae). *Journal of Tropical Agriculture and Food Science -JTAFS* 40: 289-296.
- O'Brien TP, Mccully ME. 1981. *The study of plant structure principles and selected methods*. Termarcarphi Pty. Ltda, Melbourne.

- Pace MR, Cunha-Neto IL, Santos-Silva LN, Melo-de-Pinna GF, Acevedo-Rodríguez P, Almeida RF, Angyalossy V. 2019. First report of laticifers in lianas of Malpighiaceae and their phylogenetic implications. *American journal of botany*, 106(9), 1156-1172.
- Pax F. 1884. Die Anatomie der Euphorbiaceae in ihrer Beziehung zum System derselben. *Botanische Jahrbücher* 5: 384-421.
- Pearse AGE. 1968. *Histochemistry: theoretical and applied*. Vol. 2<sup>o</sup> 4<sup>a</sup>.ed. Churchill Livingstone, Edinburgh.
- Pearse, A. 1980. Seeds of plenty, seeds of want: social and economic implications of the green revolution. **Revisiting Sustainable Development**, v. 139.
- Peirson JA, Riina R, Mayfield MH, Ferguson CJ, Urbatsch LE, Berry PE. 2014. Phylogenetics and taxonomy of the New World leafy spurge, *Euphorbia* section *Tithymalus* (Euphorbiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 175: 191–228.
- Prado E, Demarco D. 2018. Laticifers and secretory ducts: similarities and differences. In: **Ecosystem services and global ecology**. IntechOpen.
- Riina R, Berry PE, Van Ee BW. 2009. Molecular phylogenetics of the dragon's blood *Croton* section *Cyclostigma* (Euphorbiaceae): A polyphyletic assemblage unraveled. *Systematic Botany* 34: 360–374.
- Radcliffe-Smith A. 2001. *Genera Euphorbiacearum*. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- Romero MEM, De Sanguinetti MMG. 1989. Actualización taxonomica de *Tragia* (Euphorbiaceae) para Argentina Y regiones limitrofes. *Darwiniana* 29: 77-138.
- Rudall PJ. 1987. Laticifers in Euphorbiaceae—a conspectus. *Botanical Journal of the Linnean Society* 94: 143-163.
- Rudall P. 1989. Laticifers in vascular cambium and wood of *Croton* spp. (Euphorbiaceae). *IAWA Journal* 10: 379-383.
- Rudall P. 1994. Laticifers in Crotonoideae (Euphorbiaceae): homology and evolution. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81: 270–282.
- Secco RS, Cordeiro I, Senna-Vale L, Sales MF, Lima LR, Medeiros D, Sá Haiad B, de Oliveira AS, Caruzo MBR, Carneiro-Torres D. 2012. An overview of recent taxonomic studies on Euphorbiaceae. I. in Brazil. *Rodriguésia*, 63: 227–242.
- Solereder H. 1908. *Systematic anatomy of the dicotyledons*. Vol. II. Oxford, Clarendon Press.
- Smith FH, Smith EC. 1942. Anatomy of the inferior ovary of *Darbya*. *American Journal of Botany* 29: 464-471.

- Takhtajan A. 2009. Flowering Plants. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Teixeira, SP., Marinho, CR; Leme, FM. 2020. Structural diversity and distribution of laticifers. In: **Advances in Botanical Research**. Academic Press, 2020. p. 27-54.
- Thiers B. 2020 Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- Van Ee BW, Riina R, Berry PE. 2011. A revised infrageneric classification and molecular phylogeny of new world *Croton* (Euphorbiaceae). *Taxon* 60: 1–33.
- Vega AS, Castro MA, Anderson WR. 2002. Occurrence and phylogenetic significance of latex in the Malpighiaceae. *American Journal of Botany* 89: 1725-1729.
- Vidal CB. 1970. Dichroism in collagen bundles stained with Xylidine-Ponceau 2R. *Annales d'histochimie* 15: 289-296.
- Vitarelli NC, Riina R, Caruzo MBR, Cordeiro I, Fuertesaguilar J, Meira RMSA. 2015. Foliar secretory structures in Crotonae (Euphorbiaceae): diversity, anatomy, and evolutionary significance. *American Journal of Botany* 12:1-15.
- Webster GL. 1975. Conspectus of a new classification of the Euphorbiaceae. *Taxon* 24: 593–601.
- Webster GL. 1994. Classification of the Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81: 3-32.
- Webster GL. 1989. Three new species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) from Brazil. *Brittonia* 41: 1-9.
- Wiedenhoeft AC, Riina R, Berry PE. 2009. “Ray-Intrusive” laticifers in species of *Croton* section *Cyclostigma* (Euphorbiaceae). *IAWA Journal* 30: 135-148.
- Whitmore TC. 1981. *Macaranga* in New Guinea and the Bismarck Archipelago. *Kew Bulletin* 34:599–606.
- Wurdack KJ, Hoffman P, Chase MW. 2005. Molecular phylogenetic analysis of uniovulate Euphorbiaceae (Euphorbiaceae sensu stricto) using plastid *rbcL* and *trnL-F* sequences. *American Journal of Botany* 92: 1397–1420.