

# Morfoanatomia comparativa das folhas de *Piper arboreum* Aubl. e *Piper tuberculatum* Jacq.

Nelson Santana de Oliveira Machado<sup>1</sup>, Flaviane Gomes Pereira<sup>2,4</sup>,  
George Azevedo de Queiroz<sup>3</sup>, Elsie Franklin Guimarães<sup>3</sup> & Cecília Gonçalves Costa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Colégio Militar do Rio de Janeiro, Tijuca, CEP 20550-010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Avenida Brigadeiro Trompowski, 221, CEP 21941-590, Galeão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rua Pacheco Leão, 915, CEP 22460-030, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
flaviane.gp@gmail.com

Recebido em 27.III.2014

Aceito em 28.IV.2017

DOI: 10.21826/2446-8231201772109

**RESUMO** – Descrições anatômicas de *Piper arboreum* Aubl. var. *arboreum* e *P. tuberculatum* Jacq. var. *tuberculatum* que ocorrem na Floresta Ombrófila Densa da Tijuca são apresentadas neste estudo. O material foi examinado de acordo com as técnicas usuais da anatomia. Importantes diferenças foram detectadas entre os táxons. *Piper arboreum* possui bainha sulcada e contém espaços intercelulares conspícuos, lâmina foliar com hipoderme biestratificada, parênquima paliçádico uniestratificado e nervura principal côncavo-convexa. *Piper tuberculatum* possui bainha de disposição circinada, com espaços intercelulares pequenos, lâmina foliar com hipoderme uniestratificada, parênquima paliçádico biestratificado e nervura principal biconvexa. As análises anatômicas corroboram em considerar os referidos táxons como distintos.

**Palavras-chave:** anatomia foliar, flora, Piperaceae, taxonomia

**ABSTRACT** – Comparative morphoanatomy of *Piper arboreum* Aubl. var. *arboreum* and *Piper tuberculatum* Jacq. var. *tuberculatum* leaves. Anatomical descriptions of *Piper arboreum* Aubl. var. *arboreum* and *P. tuberculatum* Jacq. var. *tuberculatum* that are found in Dense Rainforest in Tijuca are presented in this study. The material was examined according with the usual anatomical techniques. Important differences between the taxa were observed. In *P. arboreum* the sheath is furrowed and contained conspicuous intercellular spaces, the leaf blade contains biestratified hypodermis, unistratified palisade parenchyma, and a concave-convex midrib. *P. tuberculatum* presents circinate sheath with small intercellular spaces, the leaf blade has unistratified hypodermis, biestratified palisade parenchyma and a convex midrib. The anatomical analysis corroborate the delimitation of the two taxa as distinct.

**Keywords:** flora, leaf anatomy, Piperaceae, taxonomy

## INTRODUÇÃO

A família *Piperaceae* compreendem cerca de 3.700 espécies, inseridas em cinco gêneros, dos quais *Piper* L. e *Peperomia* Ruiz e Pav. são os mais representativos, ambos com distribuição pantropical (Yuncker 1958, Heywood 1979, Jaramillo & Manos 2001, Nee 2004, Mathieu *et al.* 2008, Frenze *et al.* 2015).

São plantas herbáceas, arbustivas ou arvoretas, às vezes escandentes, com caule nodoso bem definido, em *Piper* as folhas são alternas; as flores são reunidas em inflorescências do tipo espiga, racemo ou umbela de espigas; são aclamídeas, andróginas ou unissexuadas, protegidas por brácteas; apresentam 2-6 estames, ovário súpero, sésil ou pedicelado, com três a quatro estiletos, raro seis a nove, contendo óvulo basal ortótropo (Yuncker 1966, 1973, Ichaso *et al.* 1977).

Em decorrência da complexidade da família é importante que sejam desenvolvidas pesquisas relacionadas à anatomia de espécies do grupo. Autores do século XV foram pioneiros no uso dos dados anatômicos para o reconhecimento das plantas, dentre eles Grew (1682) e Malpighi (1687). A

literatura contém relatos morfoanatômicos sobre *Piper* que dão respaldo à taxonomia do gênero (Albiero *et al.* 2005a, 2005b, Gogosz *et al.* 2012, Machado *et al.* 2015). Por outro lado, pesquisas relacionadas à morfologia interna, não raro, fornecem subsídios aos trabalhos taxonômicos (Carlquist 1961). Grupos complexos estão presentes em *Piper* por serem suas espécies morfológicamente semelhantes, consequentemente de difícil delimitação, como ressaltado por Yuncker (1972).

As espécies selecionadas para este estudo fazem parte de *Piper* seção *Macrostachys* (Miq.) C. DC., uma seção neotropical, monofilética que possui cerca de 200-250 espécies, as mesmas ocorrem na América Central, Norte dos Andes, e algumas no Brasil. As folhas caracterizam-se pela nervação pinada, com a base da lâmina lobulada e pecíolos alados que, frequentemente, alcançam a base adaxial da lâmina, e possuem inflorescências com flores dispostas em padrão de faixas (Hickey 1973, Jaramillo & Callejas 2004, Tepe *et al.* 2007, Jaramillo *et al.* 2008).

Vale ressaltar que *P. arboreum* e *P. tuberculatum* foram consideradas como táxons válidos por Yuncker (1973), Callejas & Burger (1999), Steyermark (1984) e Guimarães

& Giordano (2004). Entretanto Tebbs (1989), em revisão de alguns *Piper* do Novo Mundo ao estudar os caracteres do gênero considerou *P. tuberculatum* como subespécie de *P. arboreum* Aubl, estabelecendo o binômio *P. arboreum* subespécie *tuberculatum* (Jacq.) Tebbs, stat. nov. Embora tenha-se conhecimento desta modificação para o táxon, neste trabalho segue-se Yuncker (1973) e os demais autores.

Considerando estas diferenças nomenclaturais, este trabalho tem o objetivo de fornecer dados que possam auxiliar na taxonomia de *P. arboreum* Aubl. var. *arboreum* e *P. tuberculatum* Jacq. var. *tuberculatum*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Espécimes de *P. arboreum* foram coletados nas proximidades do Colégio Baptista Shephard, Tijuca, latitude 23°16'12"S e longitude 44°45'99"W, e de *P. tuberculatum*, no arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, latitude 22°13'58"S e longitude 43°25'13"W. Os espécimes testemunhos foram depositados no Herbário da Universidade Federal do Rio de Janeiro tendo como registros R 203459 e R 203460, respectivamente.

Para a análise histológica, foram coletadas folhas completamente expandidas provenientes do quarto nó, além de primórdios foliares das duas espécies, visando o acompanhamento das fases iniciais de desenvolvimento. Os materiais foram fixados em solução de glutaraldeído 2,5% em tampão fosfato pH 7,2 e 0,1M (Karnovsky 1965). Posteriormente, os materiais foram desidratados em série etílica, incluídos em hidroetilmetacrilato (Gerrits & Smid 1983) e então seccionados no micrótomo rotativo Shandon, para a obtenção de secções transversais e longitudinais. Utilizou-se a dupla coloração azul de astra e fucsina básica (Roeser 1962). Foram analisadas amostras do pecíolo (regiões proximal, mediana e distal) e da lâmina foliar, em nível da nervura principal, em suas porções mediana e apical, região intercostal e bordo.

A fim de complementar as observações anatômicas, foram confeccionadas lâminas semipermanentes de material fixado em etanol 70°GL. As secções foram feitas à mão livre, com auxílio do micrótomo rotativo de Ranvier, clarificadas em solução diluída de hipoclorito de sódio, lavadas em água destilada, coradas com Safrablau (Bukatsch 1972) e montadas em glicerina 50%.

Os testes histoquímicos de compostos fenólicos foram realizados em material recém coletado, cortado à mão livre, pela reação nitrosa (Reeve 1951). A descrição e classificação dos estômatos tomaram por base os trabalhos de Wilkinson (1979).

## RESULTADOS

Com relação à morfologia externa, *P. arboreum* apresenta bainha que se estende até a base da lâmina foliar, que quando seccionada transversalmente possui forma de crescente (Fig. 1). Por outro lado, em *P. tuberculatum* a bainha é constituída por uma estrutura laminar em

espiral, deste modo conferindo aspecto circinado que se prolonga até a base da lâmina foliar. Observam-se também emergências secretoras (Figs. 2, 3).

As secções transversais da bainha têm formatos variáveis de acordo com o nível do corte em *P. arboreum*, observa-se que em nível proximal o formato é côncavo-convexo, e este aspecto modifica-se gradativamente com o aparecimento de projeções laterais a partir do terço mediano, e em nível distal côncavo-convexo. Por outro lado, *P. tuberculatum* destaca-se pela bainha circinada, constituída por células de parênquima fundamental (Fig. 4). Em diferentes alturas da bainha, observa-se a base da lâmina foliar ao nível distal, sinuosidade na face abaxial correspondente à localização dos maciços colenquimáticos (Fig. 5).

Em vista frontal, as células epidérmicas possuem formato poligonal de 4-6 lados. A epiderme possui estômatos com o padrão ciclocítico. Há tricomas glandulares capitados e tricomas tectores pluricelulares unisseriados nas bainhas de ambas as espécies; porém a bainha possui aspecto circinado em *P. tuberculatum*, com emergências secretoras e dotadas de células epidérmicas papilosas, enquanto que para o outro táxon não foram observadas emergências secretoras na região proximal do pecíolo, porém observa-se na epiderme tricoma tector e idioblastos portadores de compostos fenólicos (Fig. 6). O tecido subepidérmico é constituído por células parenquimáticas organizadas em fileiras e entre elas ocorrem elementos secretores de compostos fenólicos em ambos; no entanto, em *P. arboreum* verificam-se idioblastos fenólicos evidenciados pelo teste de Reeve e cristais prismáticos (Figs. 7, 8).

Em secção transversal da bainha dos dois táxons, as células epidérmicas têm paredes periclinais externas planas e são protegidas por cutícula lisa. As paredes periclinais externas destas células podem variar de retas a convexas nas faces adaxial e abaxial. Nota-se que em *P. tuberculatum* a superfície abaxial do pecíolo apresenta-se sinuosa com saliências e reentrâncias, sendo que as mesmas correspondem à localização dos maciços colenquimáticos.

O parênquima do pecíolo é constituído por células de paredes delgadas, entre as quais se observam espaços intracelulares conspícuos somente em *P. arboreum*. Idioblastos secretores se destacam pelas dimensões e pelo conteúdo lipídico, assim como idioblastos com conteúdo fenólico em ambos táxons. Ressaltam-se ainda idioblastos contendo cristais prismáticos.

O sistema vascular do pecíolo é integrado por 11- 23 feixes colaterais, de acordo com as dimensões do pecíolo, com feixes menores intercalados entre os maiores e todos estão dispostos em arco; e estes feixes são circundados por uma bainha parenquimática amilífera, desprovidas de estrias de Caspary.

O xilema está constituído por elementos de proto e metaxilema e parênquima xilemático. Nos feixes maiores, o xilema é acompanhado por um grupo de fibras com paredes pouco espessadas e entre o xilema e o floema são observados 2-4 estratos de procâmbio. O floema é integrado por feixes vasculares colaterais (Fig. 9) elementos

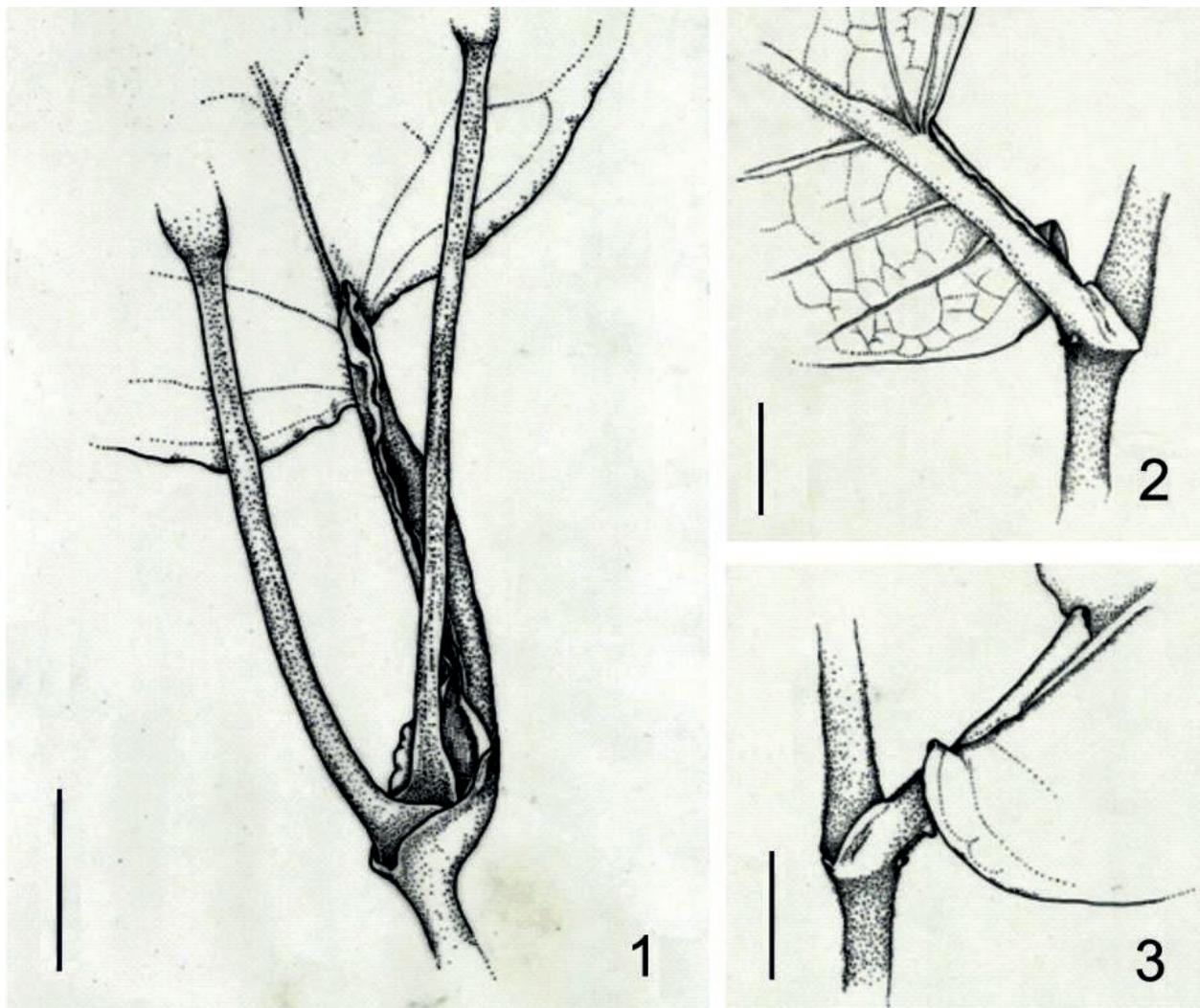
de tubo crivados, células companheiras de conteúdo denso e parênquima floemático conspicuo, em *P. tuberculatum*.

Em relação à lâmina foliar, os dois táxons apresentam células epidérmicas com contorno poligonal contendo 4-8 lados (Figs. 10-12), paredes anticlinais retas, cutícula lisa, apresentando-se buladas somente em *P. tuberculatum*. Observam-se estômatos com padrão ciclocítico (Figs. 11-13). Verificam-se em ambas as faces epidérmicas destes táxons tricomas glandulares capitados, circundados por 5-6 células que se dispõem radialmente (Figs. 10-13).

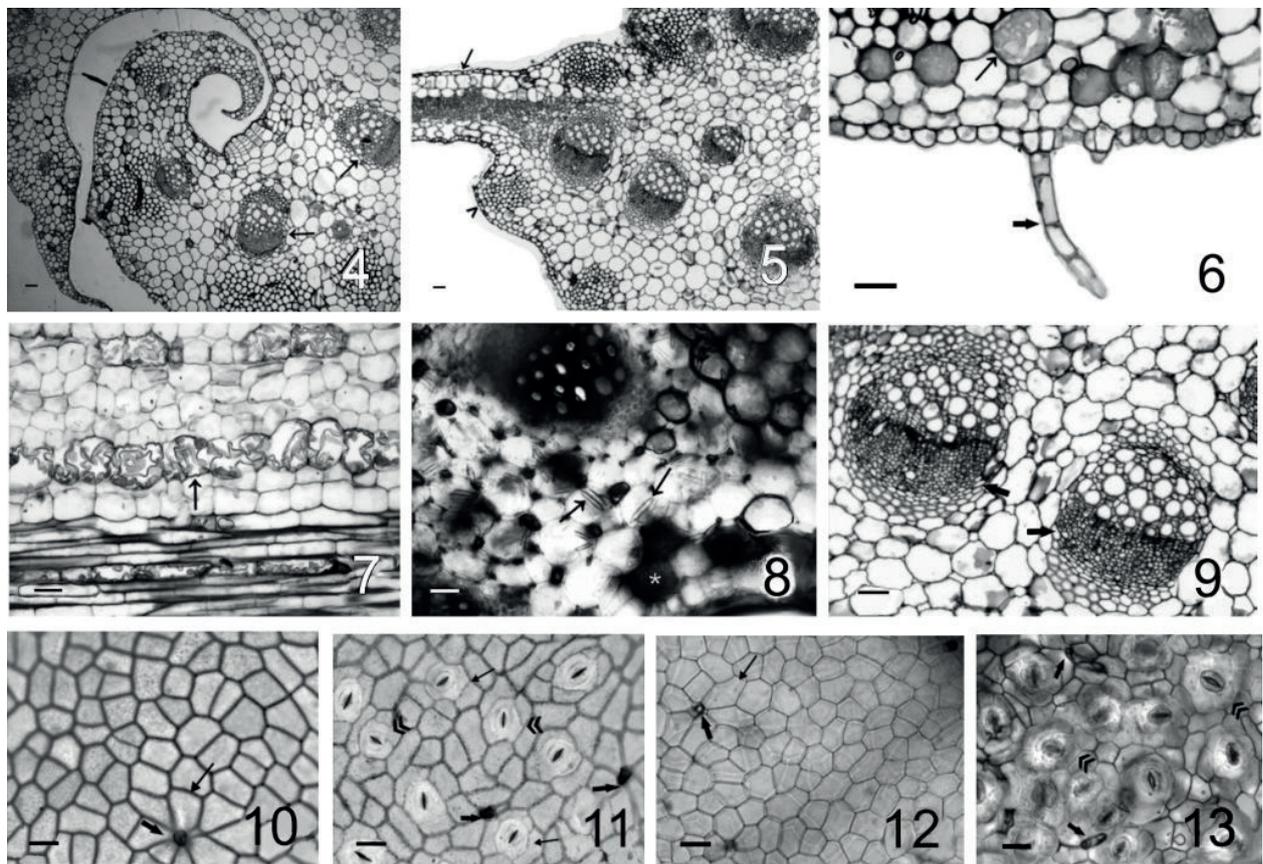
A região intercostal da lâmina foliar dos dois táxons tem mesofilo dorsiventral, as faces adaxial e abaxial apresentam epiderme uniestratificada, com células de dimensões variadas. As paredes periclinais externas das células de ambas as faces são delgadas, planas ou convexas. Subjacente à epiderme na face adaxial, observa-se uma hipoderme com dois estratos contendo células de formato irregular (parede celular plicada) e conteúdo fenólico no segundo estrato, seguida de parênquima paliçádico uniestratificado

em *P. arboreum* (Fig. 14), enquanto que no outro táxon a hipoderme tem apenas um estrato e o parênquima paliçádico é biestratificado com idioblastos de conteúdo fenólico (Fig. 15). No primeiro estrato paliçádico, as células são 1,5 vezes mais altas que largas em *P. arboreum*, e três vezes mais altas que largas em *P. tuberculatum*. Para os dois táxons, na face oposta à hipoderme mantém-se o mesmo número de estratos interrompidos pelas câmaras subestomáticas e entre as células hipodérmicas ocorrem frequentes idioblastos de conteúdo fenólico com paredes espessas e invaginantes (Figs. 16, 17). Em *P. arboreum*, as células hipodérmicas exibem um contorno irregular que desempenham a função armazenadora de água (Figs. 17, 18), e ocorrem em série na face adaxial e em grupos esparsos na face abaxial.

Os feixes das nervuras terciárias e quaternárias em ambos os táxons estão circundados por bainha parenquimática, enquanto que os feixes das nervuras secundárias estão normalmente acompanhados por maciços



**Figs. 1-3.** 1. *Piper arboreum* var. *arboreum*. Bainha sulcada, estendendo-se até o nível basal da lâmina, nota-se extremidade superior da bainha sobreposta à lâmina foliar; 2, 3. *Piper tuberculatum* var. *tuberculatum*. Bainha circinada vista pela face abaxial e base assimétrica da lâmina foliar. Face adaxial da bainha com emergências secretoras. Barras: Fig.1 = 1 cm; Figs 2, 3 = 5 mm.



**Figs. 4-13.** 4. *P. tuberculatum* var. *tuberculatum*. Aspecto da bainha circinada e feixes vasculares colaterais (→); 5. *P. tuberculatum* var. *tuberculatum*. Localização de maciços colenquimáticos (>); 6. *P. arboreum* var. *arboreum*. Epiderme com tricoma tector (≡) e idioblastos com compostos fenólicos (→); 7. *P. arboreum* var. *arboreum*. Idioblastos fenólicos (→) em série no parênquima; 8. *P. arboreum* var. *arboreum*. Idioblastos fenólicos (\*) e cristais prismáticos (→); 9. *P. tuberculatum* var. *tuberculatum*. Feixes vasculares colaterais com parênquima floemático conspicuo (≡); 10. *P. arboreum* var. *arboreum*. Tricoma glandular capitado (≡) circundado por células dispostas radialmente (→) (face adaxial); 11. *P. arboreum* var. *arboreum*. Tricomas glandulares capitados (≡), estômatos ciclocíticos (») e células dispostas radialmente (→) (face abaxial); 12. *P. tuberculatum* var. *tuberculatum*. Tricoma glandular capitado (≡) (face adaxial); 13. *P. tuberculatum* var. *tuberculatum*. Tricoma glandular capitado (≡) circundado por células dispostas radialmente («) (face abaxial). Barras: Figs. 6, 10 -13 = 30µm; Figs. 4, 5, 7- 9 = 50µm.

de células esclerenquimáticas. O xilema é constituído por elementos de proto e metaxilema e parênquima xilemático. O floema é integrado por elementos de tubo crivado, células companheiras, de conteúdo denso e parênquima floemático. Em todo o mesofilo são visualizados idioblastos portadores de substâncias lipídicas ou de compostos fenólicos em *P. tuberculatum* (Fig. 19).

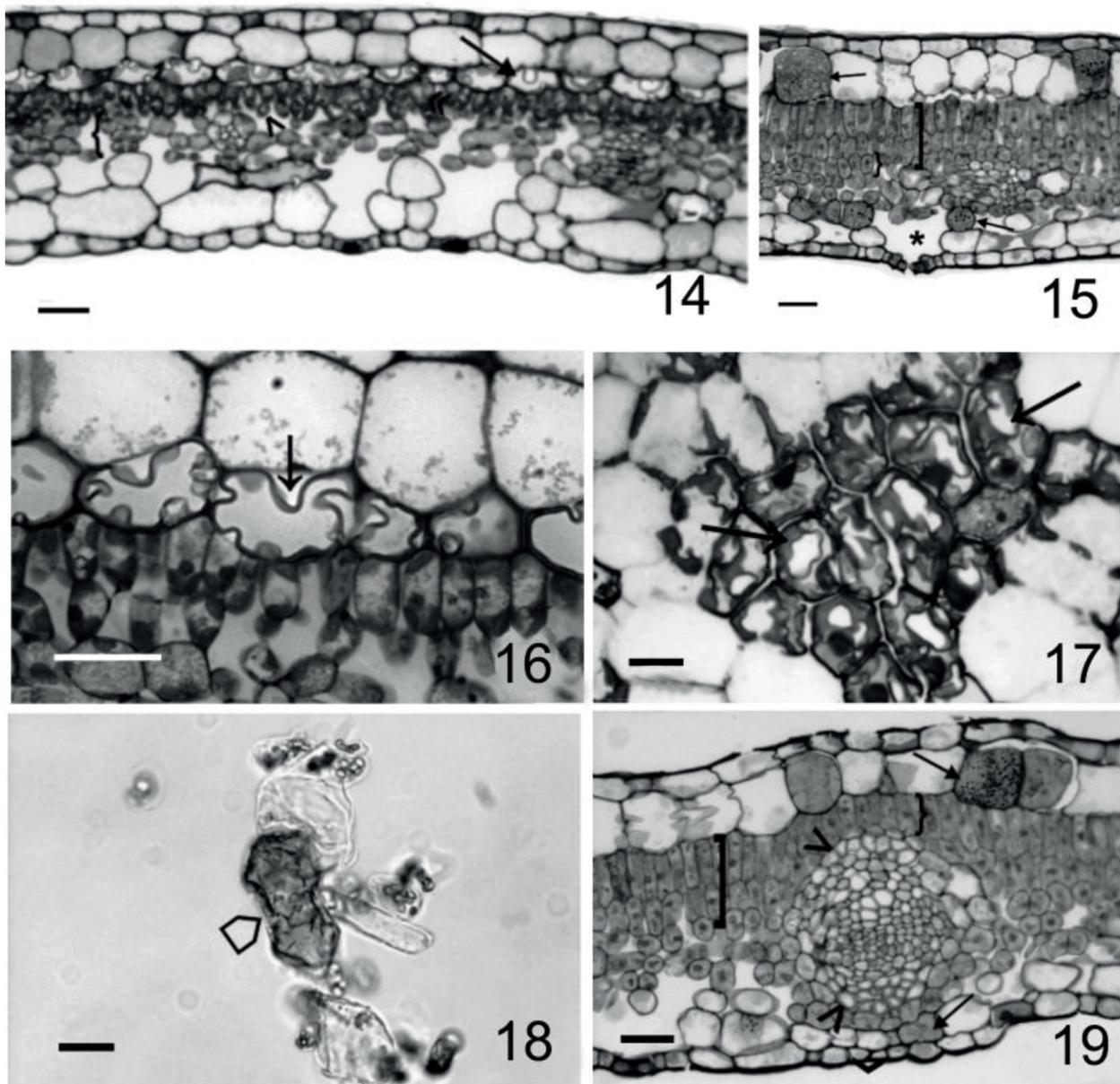
Em *P. arboreum* a nervura principal em sessão transversal na altura do terço médio, apresenta contorno côncavo-convexo; e biconvexa para o outro táxon. No entanto, ocorrem nessa nervura tricomas tectores, pluricelulares, unisseriados em ambas as faces somente em *P. tuberculatum*. As paredes periclinais externas das células epidérmicas comuns são retas em *P. arboreum*, e no outro táxon, estas paredes possuem aspecto levemente papiloso (Fig. 20). Subjacente à epiderme adaxial da nervura mediana de *P. tuberculatum* células hipodérmicas nas proximidades da nervura (Fig. 21), enquanto que para o outro táxon a hipoderme é contínua, com presença de maciços colenquimáticos (Fig. 22), idioblastos com conteúdo fenólico nas células hipodérmicas próximas à nervura e idioblastos fenólicos entre as células do

parênquima (Figs. 23, 24).

Na face abaxial da nervura principal logo após a epiderme, células de colênquima angular ocorrem em ambos os táxons, dispostas em maciços, que se apresentam esparsos em *P. arboreum* e quase em faixa contínua no outro táxon.

O sistema vascular é formado por 3-4 feixes colaterais, envoltos por bainha parenquimática ocorrendo maciços de células esclerenquimáticas intermitentes em *P. arboreum* e contínuas para o segundo táxon, tanto nas imediações do xilema quanto do floema (Figs. 25, 26). O xilema é integrado por elementos de proto e metaxilema e células parenquimáticas. No floema observam-se células oleíferas.

Nas proximidades do bordo, as células epidérmicas tornam-se menores e suas paredes periclinais externas apresentam convexidade mais acentuada. Os estratos hipodérmicos apresentam células que podem exibir conteúdo fenólico e que permanecem até o bordo onde substituem os estratos paliçádicos e esponjosos. Nas imediações do bordo, as células dos estratos paliçádicos adquirem formato isodiamétrico em *P. tuberculatum* atingindo a proximidade do bordo foliar. A margem foliar apresenta-se



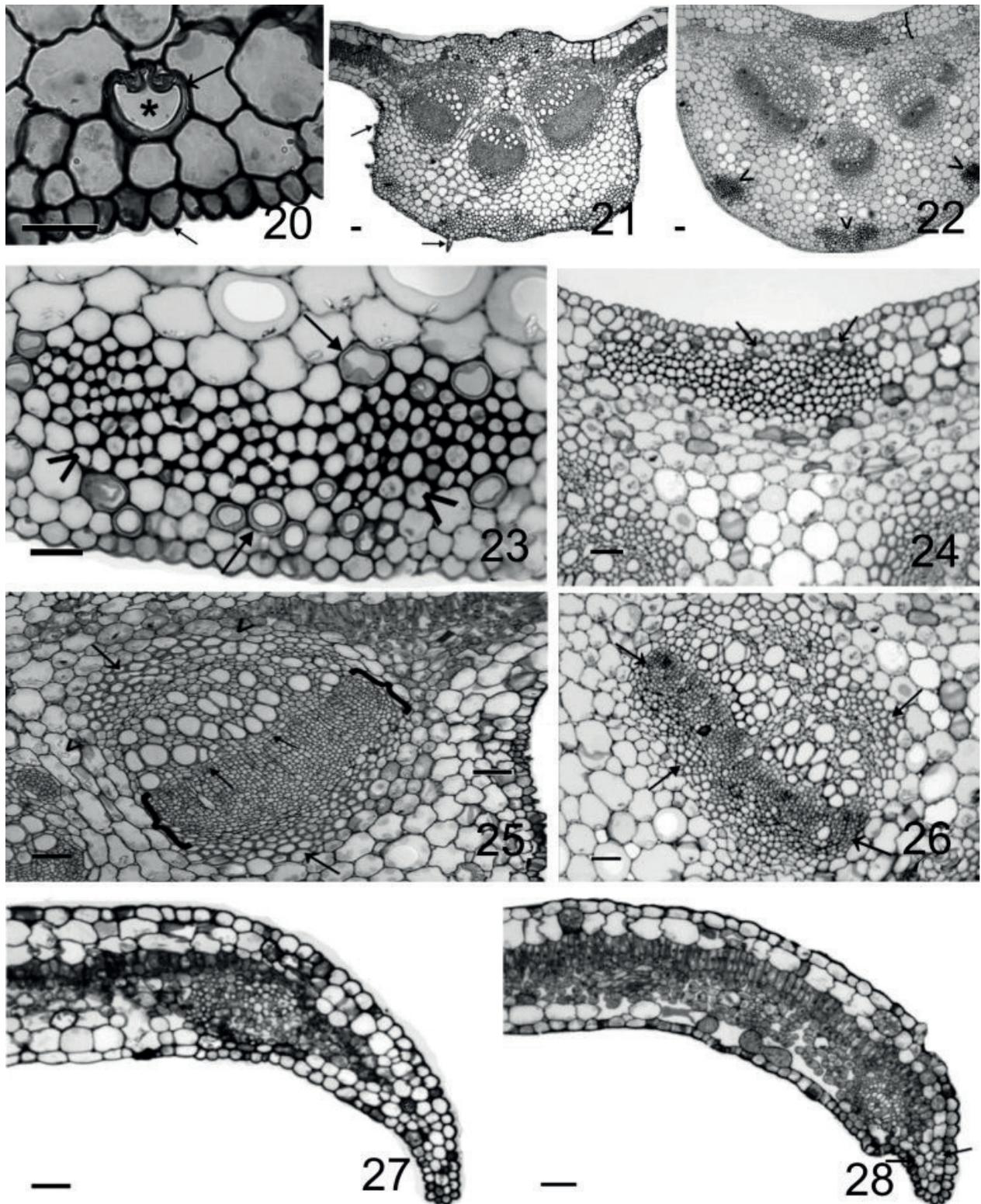
**Figs. 14-19.** 14. *P. arboreum* var. *arboreum*. Parênquima paliçádico ( $\triangleright$ ), parênquima lacunoso em três camadas ( } ), hipoderme biestratificada, com idioblastos com conteúdo fenólico no segundo estrato ( $\rightarrow$ ); 15. *P. tuberculatum* var. *tuberculatum*. Idioblastos com compostos fenólicos ( $\rightarrow$ ), parênquima paliçádico em duas camadas ( [ ], estrato de transição ( } ) e câmara subestomática ( \* ); 16. *P. arboreum* var. *arboreum*. Invaginações das células hipodérmicas ( $\rightarrow$ ); 17. *P. arboreum* var. *arboreum*. Células hipodérmicas com contorno irregular ( $\rightarrow$ ); 18. *P. arboreum* var. *arboreum*. Células hipodérmicas com conteúdo fenólico ( $\triangle$ ); 19. *P. tuberculatum* var. *tuberculatum*. Parênquima paliçádico sobre a nervura ( } ), células hipodérmicas com compostos fenólicos ( $\rightarrow$ ) e feixe vascular ( $\triangleright$ ). Barras: Figs. 15-19 = 30 $\mu$ m; Fig. 14 = 50 $\mu$ m.

mais prolongada em *P. arboreum*, com ca. de dez colunas de células parenquimáticas (Fig. 27); enquanto que há cerca de seis colunas destas células em *P. tuberculatum*; porém com mistura de células parenquimáticas e hipodérmicas nesta região (Fig. 28, Quadro 1).

## DISCUSSÃO

As espécies ora analisadas, que tiveram por base os trabalhos de Yuncker (1973), Steyermark (1984), Callejas & Burger (1999) e Guimarães & Giordano (2004), foram aqui também consideradas como táxons bem definidos.

É importante destacar que Steyermark (1984) assinala *P. tuberculatum* para a Venezuela, informando ser uma planta amplamente distribuída no local, muito comum ao longo das estradas ou em áreas de cultivo. Destaca que é uma espécie muito parecida com as variações pubescentes de *P. arboreum* Aubl.; no entanto, a distingue de *P. tuberculatum* pelas folhas que são menores, com ápice obtuso, base cordada e com apêndices tuberculados, geralmente presentes nas regiões dos nós e pecíolos. Faz comentários sobre os habitats das espécies, que considera distintos, citando como exemplo que, na Venezuela, *P. tuberculatum* está associada às florestas mais secas ou



**Figs 20-28.** 20-21. *P. tuberculatum* var. *tuberculatum*. Células epidérmicas levemente papilosas (20 →) na face abaxial e idioblasto fenólico (20 \*) com paredes espessas (20 →); células hipodérmicas na nervura (21 } ) e tricomas tectores na face abaxial (21 →); 22-24. *P. arboreum* var. *arboreum*. Maciços colenquimáticos (22 >) e células hipodérmicas na nervura (22 } ); detalhe do maciço colenquimático (23 >) e idioblastos fenólicos no parênquima na face abaxial (23 →) e na hipoderme (24 →); 25. *P. tuberculatum* var. *tuberculatum*. Grupos de células esclerenquimáticas nas proximidades do xilema e floema (→), procâmbio (→), floema (}) e cristais prismáticos (>); 26-27. *P. arboreum* var. *arboreum*. Floema (26 →) e grupos de células esclerenquimáticas (26 →); margem foliar prolongada com ca. dez colunas de células (27); 28. *P. tuberculatum* var. *tuberculatum*. Parênquima paliçádico perto da margem foliar, onde ocorrem três estratos celulares (→). Barras: Fig. 23 = 30µm; Figs. 20-22, 24-28 = 50µm.

**Quadro 1.** Principais caracteres anatômicos da lâmina foliar que diferenciam *Piper arboreum* de *P. tuberculatum*.

Caracteres	Táxons	
Lâmina Foliar	<i>P. arboreum</i>	<i>P. tuberculatum</i>
Estômatos	salientes	nivelados com a epiderme
Estratos hipodérmicos	biestratificados	uniestratificados
Parênquima paliádico	uniestratificado	biestratificado
Nervura principal	côncavo-convexo	biconvexa
Paredes periclinais externas	retas	levemente papilosas
Maciços colenquimáticos na nervura principal	esparços	faixa contínua
Margem foliar	mais prolongada	menos prolongada

semi-decíduais, enquanto que *P. arboreum* é favorecida por florestas úmidas.

Quando Tebbs (1989) estuda os caracteres de *Piper* seção *Macrostachys* Miq. e coloca *P. tuberculatum* como subespécie de *P. arboreum* Aubl., constituindo o binômio *P. arboreum* subsp. *tuberculatum* (Jacq.) Tebbs, concorda com Steyermark (1984) no que se refere ao habitat. Esta autora afirma que a única diferença entre *P. arboreum* e *P. tuberculatum* reside na forma do ápice da lâmina foliar. Acrescenta ainda que as duas espécies, além de apresentarem o mesmo tipo de inflorescência, brácteas e frutos, possuem um pecíolo “invaginante”, que envolve parcialmente o nó caulinar e que termina em uma extremidade que se projeta na base adaxial da folha. Por esse motivo a autora concluiu que as diferenças observadas não eram suficientes para mantê-las em status semelhante, por este motivo reduziu *P. tuberculatum* à **condição de subespécie de *P. arboreum***. A análise da estrutura interna permitiu confirmar a observação de Tebbs (1989) quanto às características do “pecíolo invaginante”. Entretanto, essa análise revelou que os dois táxons não possuem um pecíolo típico, mas uma bainha sulcada em *P. arboreum* e que se apresenta em *P. tuberculatum* como uma estrutura circinada, que envolve o perfilo, um primórdio foliar e um novo ramo (Figs. 1-3).

Em consulta a diferentes coleções, incluindo a do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), verificou-se que a diferença de habitat não é uma constante, uma vez que há certa variação de ambientes de ocorrência de *P. tuberculatum*. Os resultados obtidos com estudos da morfologia interna de ambas as espécies permitiram estabelecer parâmetros para o reconhecimento mais seguro dos dois táxons. Para *P. arboreum*, a bainha é sulcada, idioblastos fenólicos com paredes espessas e contorno irregular na hipoderme. Em *P. tuberculatum*, a bainha se apresenta enrolada em espiral (circinada), com parênquima paliádico biestratificado e emergências secretoras.

O sistema vascular do pecíolo das espécies de *Piper* pode apresentar, segundo Metcalfe & Chalk (1950), perfis que variam desde os formatos de “V” ou “U”, ou círculos quase fechados. Esta diferença na disposição dos feixes foi comprovada nas espécies estudadas, visto que se apresenta em forma de círculos quase fechados em *P. tuberculatum* e abertas em forma de “V” em *P. arboreum*.

Segundo Solereder (1908) e Metcalfe & Chalk (1950), representantes de Piperaceae são predominantemente

hipostomáticos, aspecto confirmado nas espécies aqui estudadas. Registraram-se estômatos ciclocíticos, muito embora outros padrões tenham sido descritos por diferentes autores (Pant & Banerji 1965, Nascimento & Vilhena-Potiguara 1999, Pessini *et al.* 2003, Albiero *et al.* 2005b, Gogosz *et al.* 2012).

Por outro lado, a presença de tricomas tectores em representantes da família Piperaceae foi registrada por diversos autores, tais como Solereder (1908), Metcalfe & Chalk (1950), Yuncker (1972), Viana & Akisue (1997), Nascimento & Vilhena-Potiguara (1999), Albiero *et al.* (2005a) e Gogosz *et al.* (2012). Neste estudo, observaram-se tricomas tanto na bainha quanto na lâmina foliar de ambas as espécies. Os resultados anatômicos mostraram diferenças importantes entre as espécies, fortalecendo a circunscrição dos táxons como espécies distintas e bem definidas.

Com base nos dados obtidos, consideramos *P. tuberculatum* var. *tuberculatum* **táxon distinto de *P. arboreum* var. *arboreum*** pelas razões acima discriminadas.

## REFERÊNCIAS

- Albiero, A.L.M., Souza, L.A., Mourão, K.S.M., Almeida, O.J.G. & Lopes, W.A.L. 2005a. Morfo-anatomia do caule e da folha de *Piper gaudichaudianum* Kuntze (Piperaceae). *Acta Farmaceutica Bonaerense* 24(4):550-554.
- Albiero, A.L.M., Paoli, A.A.S., Souza, L.A. & Mourão, K.S.M. 2005b. Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Piper crassinervium* H.B. & K. (Piperaceae). *Acta Botanica Brasílica* 19(2):305-312.
- Bukatsch, F. 1972. Bemerkungen zur Doppelfärbung Astrablau - Safranina. *Mikrokosmos* 61(8):225.
- Callejas, R. & Burger, W. 1999. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. In *Piperaceae - Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* (P.M. Jørgensen & S. León- Yáñez, eds.). Missouri Botanical Garden, St. Louis, p.785-795.
- Carlquist, S. 1961. *Comparative Plant Anatomy*. Holt, Rinehart and Winston, New York. 146 p.
- Duarte, M.R. & Siebenrock, M.C.N. 2010. Caracteres anatômicos de folha e caule de *Piper mikaniaum* (Kunt.) Steud., Piperaceae. *Latin American Journal of Pharmacy* 29(1):45-51.
- Frenzke, L., Scheiris, E., Pino, G., Symmank, L., Goetghebeur, P., Neinhuis, C., Wanke, S. & Samain, M.S. 2015. A revised infrageneric classification of the genus *Peperomia* (Piperaceae). *Taxon* 64(3):424-444.
- Gogosz, A.M., Boeger, M.R.T., Negrelle, R.R.B. & Bergo, C. 2012. Anatomia foliar comparativa de nove espécies do gênero *Piper* (Piperaceae). *Rodriguésia* 63(2):405-417.
- Grew, N. 1682. *The Anatomy of Plants with an idea of a philosophical history of plants and several other features*. Ed. W. Rawlins, London. 304 p.
- Guerrits, P. O. & Smid, L. 1983. A new less toxic polymerization system for the embedding of soft tissues in glycol methacrylate and subsequent

- preparing of serial sections. *Journal of Microscopy* 132:81-85.
- Guimarães, E.F. & Giordano, L.C.S. 2004. Piperaceae do nordeste brasileiro I: estado do Ceará. *Rodriguésia* 55(84):21-46.
- Heywood, V. H. 1979. *Flowering plants of the world*. Oxford University Press, Oxford. 335 p.
- Hickey, L.J. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. *American Journal of Botany* 60:17-33.
- Ichaso, C.L.F., Guimarães, E.F. & Costa, C.G. 1977. Piperaceae do Município do Rio de Janeiro - I. O Gênero *Piper* L. Separatas de Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro 20:145-188.
- Jaramillo, M.A. & Manos, P.S. 2001. Phylogeny and patterns of floral diversity in the genus *Piper* (Piperaceae). *American Journal of Botany* 88(4):706-716.
- Jaramillo, M.A. & Callejas, R. 2004. Current perspectives on the classification and phylogenetics of the genus *Piper* L. In *Piper. A Model genus for studies of phytochemistry, ecology and evolution*. (L.A Dyer & A.D.N. Palmer, eds.). Kluwer Academic, New York, p. 179-198.
- Jaramillo, M.A., Callejas, R., Davidson, C., Smith, J.F., Stevens, A.C. & Tepe, E.J. 2008. A phylogeny of the tropical genus *Piper* using ITS and the Chloroplast Intron *psbJ-petA*. *Systematic Botany* 33(4):647-660.
- Karnovsky, M.J. 1965. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. *Journal of Cell Biology* 27:137A.
- Machado, N.S.O., Pereira, F.G., Guimarães, E.F. & Costa, C.G. 2015. Comparative anatomy of the leaves of *Piper lepturum* (Kunth) C.DC. var. *lepturum* and *Piper lepturum* var. *angustifolium* (C.DC.) Yunck. *Hoehnea* 42(1):1-8.
- Malpighi, M. 1687. *Opera Omnia, Lugduni Batavorum*. 379 p.
- Mathieu, G., Samain, M.S., Reynders, M. & Goetghebeur, P. 2008. Taxonomy of the *Peperomia* species (Piperaceae) with pseudo-epiphyllous inflorescences, including four new species. *Botanical Journal of the Linnean Society* 157:177-196.
- Metcalfe, C.R. & Chalk, L. 1950. *Anatomy of Dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford. 1500 p.
- Nascimento, M.E. & Vilhena-Potiguara, V.C.R. 1999. Aspectos anatômicos dos órgãos vegetativos de *Piper hispidinervium* C.DC. (Piperaceae) e suas estruturas secretoras. *Boletim do Museu do Pará Emílio Goeldi* 15(1):39-104.
- Nee, M. 2004. Piperaceae. In *Flowering plants of the Neotropics* (N. Smith, S.A. Mori, A. Henderson, D.W., Stevenson & S. Heald, eds.). Princeton University Press, Princeton, p. 296-297.
- Pant, D.D. & Banerji, R. 1965. Structure and ontogeny of stomata in some Piperaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 59:223-228.
- Pessini, G.L., Albiero, A.L.M., Mourão, K.S.M., Nakamura, C.V., Dias Filho, B.P. & Cortez, D.A.G. 2003. Análise farmacognóstica de *Piper regnellii* (Miq.) C.DC. var. *pallescens* (C.DC.) Yunck.: Aspectos botânicos e enfoque físico-químico preliminar. *Acta Farmacêutica Bonaerense* 22(3):209-216.
- Reeve, R.M. 1951. Histochemical tests for polyphenols in plant issues. *Stain technology* 26:91-96.
- Roeser, K.R. 1962. Die Nadel der Schwartzkiefer - Massenprodukt und Kunstwert der Natur. *Mikrokosmos* 61:33-36.
- Solereder, H. 1908. *Systematic anatomy of the dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford. 1182 p.
- Steyermark, J.A. 1984. Piperaceae. *Flora de Venezuela*, vol. 2. Editorial Fundación Caracas, Caracas. 619 p.
- Tebbs, M.C. 1989. Revision of *Piper* (Piperaceae) in the New World. 1 - Review of characters and taxonomy of *Piper* Section Macrostachys. *Bulletin of British Museum of Natural History (Botanic)* 19:117-158.
- Tepe, E.J., Vincent, M.A. & Watson, L.E. 2007. Stem diversity, cauline domatia, and the evolution of ant-plant associations in *Piper* sect. *Macrostachys* (Piperaceae). *American Journal of Botany* 94:1-11.
- Viana, W.O & Akisue, G. 1997. Caracterização morfológica de *Piper aduncum* L. *Lecta* 15(1/2):11-62.
- Wilkinson, H.P. 1979. The Plant Surface (Mainly leaf) In *Anatomy of the Dicotyledons* (C.R. Metcalfe & L. Chalk, eds.). Clarendon Press, Oxford. 276 p.
- Yuncker, T.G. 1958. The Piperaceae - A family profile. *Brittonia* 10:1-7.
- \_\_\_\_\_. 1966. New Species of Piperaceae from Brazil. *Boletim do Instituto de Botânica, São Paulo*. 3.370 p.
- \_\_\_\_\_. 1972. The Piperaceae of Brazil. I. *Piper*-group I, II, III, IV. *Hoehnea* 2:19-366.
- \_\_\_\_\_. 1973. The Piperaceae of Brazil. II. *Piper*-group V; *Otonnia*; *Pothomorphe*; *Sarcorhachis*. *Hoehnea* 3:29-289.