



Anatomia comparada de espécies de arnica: *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. e *Chaptalia nutans* (L.) Pohl

Duarte, M.R.^{1*}; Siebenrok, M.C.N.¹; Empinotti, C.B.¹

¹Laboratório de Farmacognosia, Departamento de Farmácia, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, Brasil

Recebido 18/06/07 / Aceito 10/12/07

RESUMO

Diferentes espécies vegetais são comumente denominadas de arnica, por associação à droga farmacopéica *Arnica montana* L., Asteraceae. Pertencentes à mesma família, *Porophyllum ruderale* e *Chaptalia nutans* têm as partes vegetativas aéreas empregadas no tratamento de traumatismos e hemorragias na medicina popular. Pelo fato de serem designadas pelo mesmo nome comum e compartilharem alguns aspectos morfológicos externos, podem ser confundidas entre si. Este trabalho objetivou realizar estudo comparativo entre essas plantas medicinais e estabelecer caracteres anatômicos foliares e caulinares diferenciais, aplicáveis à identificação microscópica do controle de qualidade farmacognóstico. O material botânico foi fixado e submetido a técnicas usuais de microscopia fotônica e eletrônica de varredura. Comparativamente, quanto às características diferenciais, em *P. ruderale* a folha é glabra e revestida por cutícula lisa, a nervura central é plano-convexa e percorrida por um feixe vascular colateral, grandes cavidades secretoras estão presentes nos bordos foliares e o caule possui dutos secretores. Em *C. nutans*, a folha é pilosa na face abaxial, apresentando longos tricomas tectores, a cutícula é estriada, a nervura central é biconvexa e tem feixes vasculares colaterais em arco aberto.

Palavras-chave: arnica; Asteraceae; *Chaptalia*; diagnose anatômica; *Porophyllum*.

INTRODUÇÃO

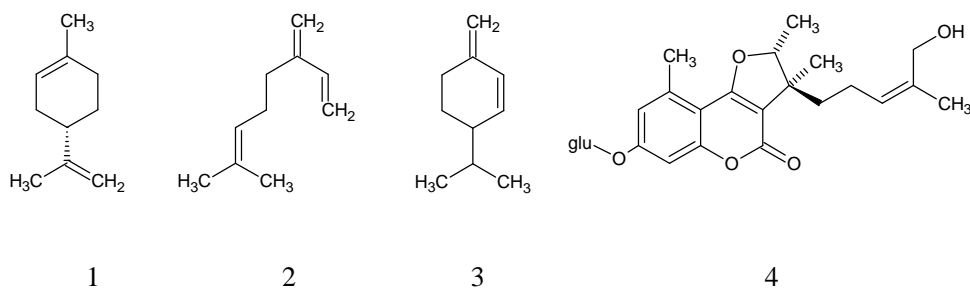
Diversas espécies vegetais são denominadas de arnica por associação à arnica verdadeira, droga

farmacopéica que consiste de inflorescências de *Arnica montana* L., Asteraceae (Silva, 1926; Farmacopéia dos Estados Unidos do Brasil, 1959; Farmacopéia Brasileira, 1977; British Herbal Pharmacopoeia, 1983; 1996; Pharmacopoeia Helvetica, 1989). Pertencentes à mesma família, *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. e *Chaptalia nutans* (L.) Pohl têm as partes vegetativas aéreas empregadas no tratamento de traumatismos e hemorragias na medicina popular (Cabrera & Klein, 1973; Corrêa, 1984; Lorenzi & Matos, 2002; Fuck et al., 2005). Com a finalidade de justificar os alegados efeitos terapêuticos similares a *A. montana*, várias investigações demonstraram as atividades antiinflamatória e antimicrobiana de extratos dessas plantas medicinais (Lima-Neto et al., 1993; Badilla et al., 2000; Souza et al., 2003; Truiti et al., 2003; Fonseca et al., 2006b).

A espécie *P. ruderale*, conhecida vulgarmente como arnica, couvinha e couve-cravinho, apresenta porte herbáceo, caule ereto e ramificado na porção superior, folhas membranáceas de filotaxia alterna e capítulos florais isolados ou em corimbos (Takeda & Fargo, 2001). O óleo essencial produzido consiste principalmente de limoneno [1], (E-E)-dodecadial (Bezerra et al., 2002), sabineno (Loayza et al., 1999), β -mirceno [2] (Souza et al., 2003) e β -felandreno [3] (Fonseca et al., 2006a).

Chaptalia nutans (L.) Pohl é uma erva perene denominada de arnica-do-campo, costa-branca e língua-de-vaca, cujo caule muito reduzido apresenta folhas rosuladas e pilosas no dorso e longos escapos delgados que sustentam as inflorescências (Cabrera & Klein, 1973; Corrêa, 1984). A presença de 7-O- β -D-glucopiranosil-nutanocumarina [4] pode estar relacionada à atividade antimicrobiana da espécie, uma vez que essa cumarina revelou ação inibitória contra *Staphylococcus aureus* e *Bacillus subtilis* (Truiti et al., 2003).

*Autor correspondente: Márcia do Rocio Duarte - Laboratório de Farmacognosia - Departamento de Farmácia - Universidade Federal do Paraná, UFPR - Av. Pref. Lothário Meissner, 632 - Jardim Botânico - CEP 80210-170 - Curitiba - PR, Brasil - Telefone: (41) 3360-4064 - Fax (41) 3360-4101 - e-mail: marciard@ufpr.br



O fato de as espécies *P. ruderale* e *C. nutans* serem designadas pelo mesmo nome comum e compartilharem alguns caracteres morfológicos externos, tais como porte herbáceo e inflorescências semelhantes, contribui para gerar confusões. Problemas de identificação se intensificam quando são comercializadas na forma rasurada ou triturada. Objetivando realizar estudo comparativo entre essas plantas medicinais, a fim de estabelecer dados diagnósticos diferenciais aplicáveis à caracterização microscópica no controle de qualidade farmacognóstico, este trabalho investigou a anatomia de folha e caule de *P. ruderale* e *C. nutans*.

MATERIAL E MÉTODOS

Material botânico

Amostras de *P. ruderale* e *C. nutans* foram coletadas em Palotina, município da região oeste do Paraná (coordenadas aproximadas de 24°17' S e 53°40' W, altitude de 290 m), em março de 2005. As exsiccatas foram identificadas no Herbário do Museu Botânico Municipal de Curitiba, sendo a de *P. ruderale* equivalente ao registro MBM 135464 e a de *C. nutans* registrada como MBM 301453.

Metodologia

Folhas desenvolvidas e caules jovens foram fixados em FAA 50 (Johansen, 1940) e armazenados em etanol a 50% (Berlyn & Miksche, 1976). Analisaram-se o terço inferior das folhas e fragmentos caulinares entre 5 e 15 cm do ápice. O material foi seccionado à mão nos sentidos paradérmico, transversal e longitudinal. Paralelamente, foi embocado em glicolmetacrilato (Feder & O'Brien, 1968) e seccionado no sentido transversal em micrótomo rotativo. Os cortes foram corados com azul de astra e fucsina básica (Roeser, 1972) ou com azul de Toluidina (O'Brien et al., 1964). Testes microquímicos foram realizados com soluções de lugol para amido (Berlyn & Miksche, 1976), floroglucina clorídrica para lignina (Foster, 1949), Sudan III para compostos lipofílicos (Sass, 1951), cloreto férrico para compostos fenólicos (Johansen, 1940) e ácido sulfúrico a 25% para confirmar a natureza química dos cristais de oxalato de cálcio (Oliveira & Akisue, 1997).

Para a análise ultra-estrutural da superfície foliar, o

material fixado foi desidratado em série etanólica crescente e pelo ponto crítico de CO₂, recoberto com ouro e examinado em microscópio eletrônico de varredura (Souza, 1998).

RESULTADOS

Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass.

Folha

Em vista frontal, a parede anticlinal das células epidérmicas é levemente ondulada (Figuras 1A, 1B) e ocorrem estômatos anisocíticos e predominantemente anomocíticos em ambas as faces (Figuras 1A, 1B). Estes se inserem no mesmo nível das células adjacentes (Figura 1F). A epiderme é uniestratificada (Figura 1F) e revestida por uma cutícula lisa (Figuras 1C, 1D) e delgada (Figura 1F). O mesofilo é dorsiventral, compreendendo uma ou duas camadas de parênquima paliádico e cerca de seis estratos de parênquima esponjoso (Figuras 1E, 1F). Feixes vasculares de pequeno porte (Figura 1F), do tipo colateral, percorrem o clorênquima. A nervura central, em secção transversal, é plano-convexa (Figura 1E). Subjacente à epiderme, ocorrem poucas camadas de colênquima angular e, em meio ao parênquima fundamental, há um feixe vascular colateral, de formato largo-elíptico (Figuras 1E, 2A). Preferentemente nos bordos foliares, são encontradas grandes cavidades secretoras, de epitélio multisseriado (Figuras 2B, 2C) e cujo conteúdo tem natureza lipofílica e fenólica.

Caule

O caule é revestido por uma epiderme uniestratificada, seguindo-se poucas camadas de colênquima angular e parênquima cortical (Figura 2D), ambos contendo cloroplastos. Dutos secretores (Figura 2E), de epitélio unisseriado, citoplasma denso, núcleo evidente e com conteúdo lipofílico, ocorrem no córtex. Calotas de fibras perivasculares apõem-se ao floema, que se constitui em um cilindro formado em direção centrífuga (Figura 2D). O cilindro de xilema é totalmente lignificado, sendo que os elementos traqueais se dispõem isoladamente ou em fileiras (Figuras 2D, 2F). A medula, que representa grande parte do volume caulinar, consiste de células parenquimáticas, progressivamente maiores em direção ao centro.

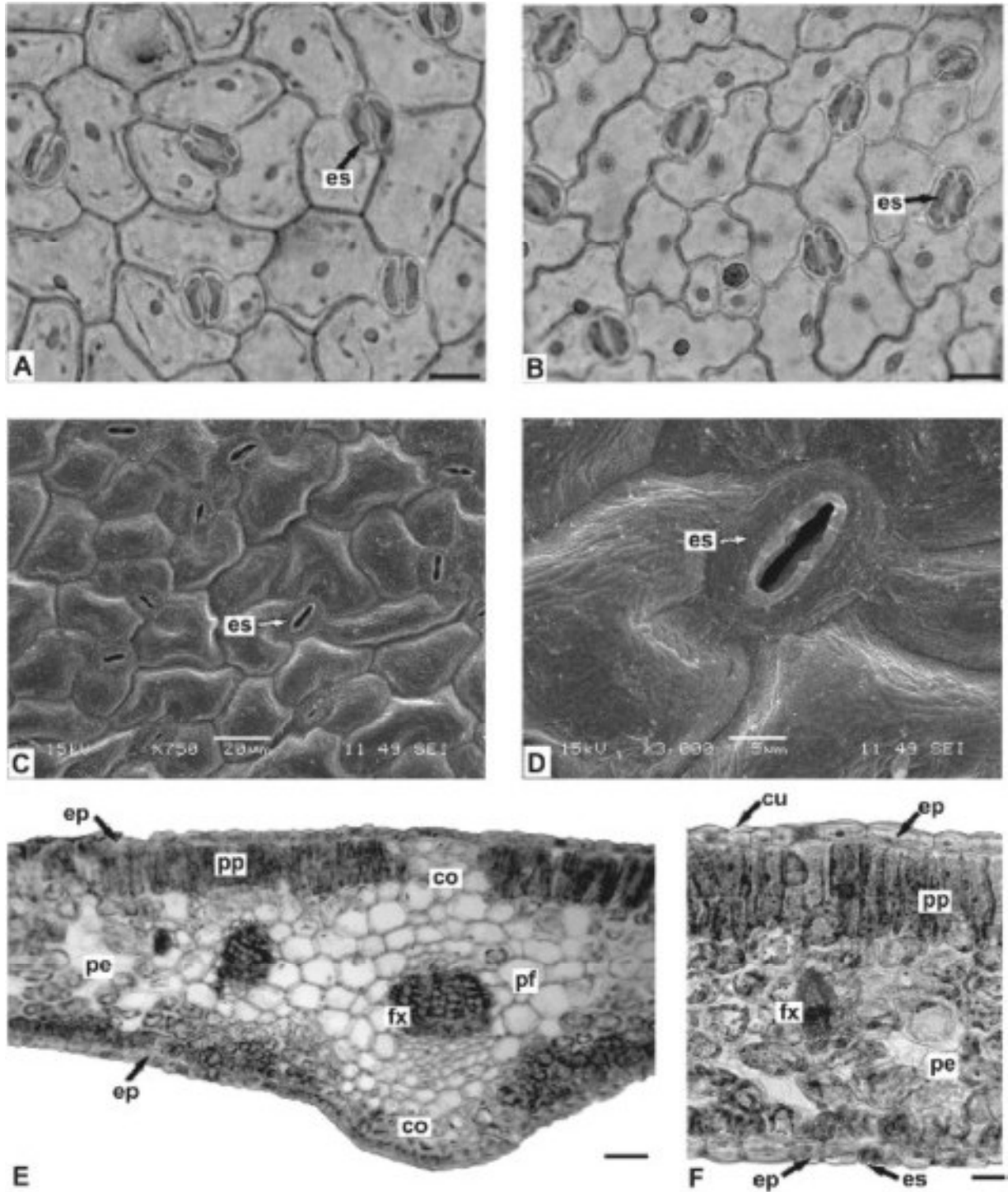


Figura 1. *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass., Asteraceae. A e B: Vista frontal da epiderme foliar, faces adaxial e abaxial, respectivamente; C e D: Pormenor da epiderme foliar em microscopia eletrônica de varredura; E e F: Secção transversal do limbo foliar, mostrando a nervura central plano-convexa e mesófilo dorsiventral; co - colênquima, cu - cutícula, ep - epiderme, es - estômato, fx - feixe vascular, pe - parênquima esponjoso, pf - parênquima fundamental, pp - parênquima paliçádico. Barra = 20 μ m (A, B, F), 50 μ m (E).

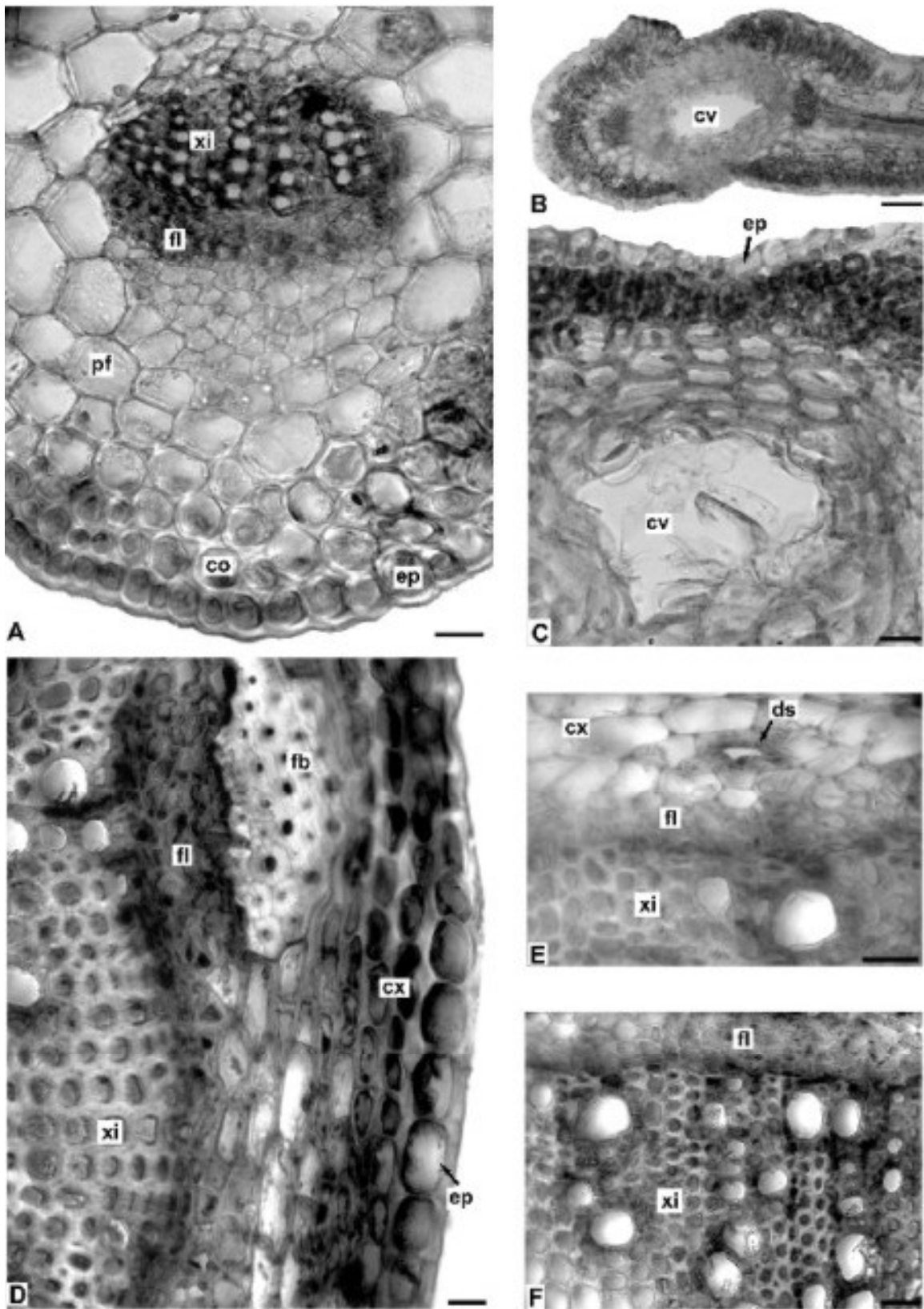


Figura 2. *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass., Asteraceae. A: Detalhe do feixe vascular da nervura central; B e C: Cavidade secretora no bordo foliar; D: Secção transversal do caule; E: Pormenor de um duto secretor no córtex caulinar, nas proximidades do cilindro vascular; F: Detalhe do floema e do xilema no cilindro vascular. co - colênquima, cv - cavidade secretora, cx - córtex, ds - duto secretor, ep - epiderme, fb - calota de fibras, fl - floema, pf - parênquima fundamental, xi - xilema. Barra = 20 μ m (A, C-F), 50 μ m (B).

***Chaptalia nutans* (L.) Pohl**

Folha

A epiderme apresenta uma única camada de células (Figura 3D) que, em vista frontal, são onduladas a sinuosas. Uma cutícula delgada (Figura 3D) e evidentemente estriada recobre a folha (Figura 3A). Com maior freqüência na face abaxial, ocorrem longos tricomas tectores pluricelulares (Figura 3B), de paredes delgadas e célula apical achatada, bem como estômatos usualmente anomocíticos. Estes estão inseridos no mesmo nível ou levemente acima das células circunvizinhas (Figura 3D). O mesofilo é dorsiventral,

formado de cerca de duas camadas de parênquima paliçádico pouco diferenciado, cujas células são relativamente curtas e largas, e cinco de parênquima esponjoso (Figuras 3C, 3D). Feixes vasculares colaterais de pequenas dimensões estão imersos no clorênquima (Figura 3D). A nervura central tem secção transversal biconvexa. Observam-se epiderme uniestratificada, algumas camadas de colênquima anelar e vários feixes vasculares de formato ovalado, dispostos em arco aberto no parênquima fundamental (Figura 3C). Estes são do tipo colateral (Figuras 3C, 4A) e a zona cambial é evidente. Ocasionalmente, ocorrem pequenos prismas e drusas de oxalato de cálcio no mesofilo e na nervura central.

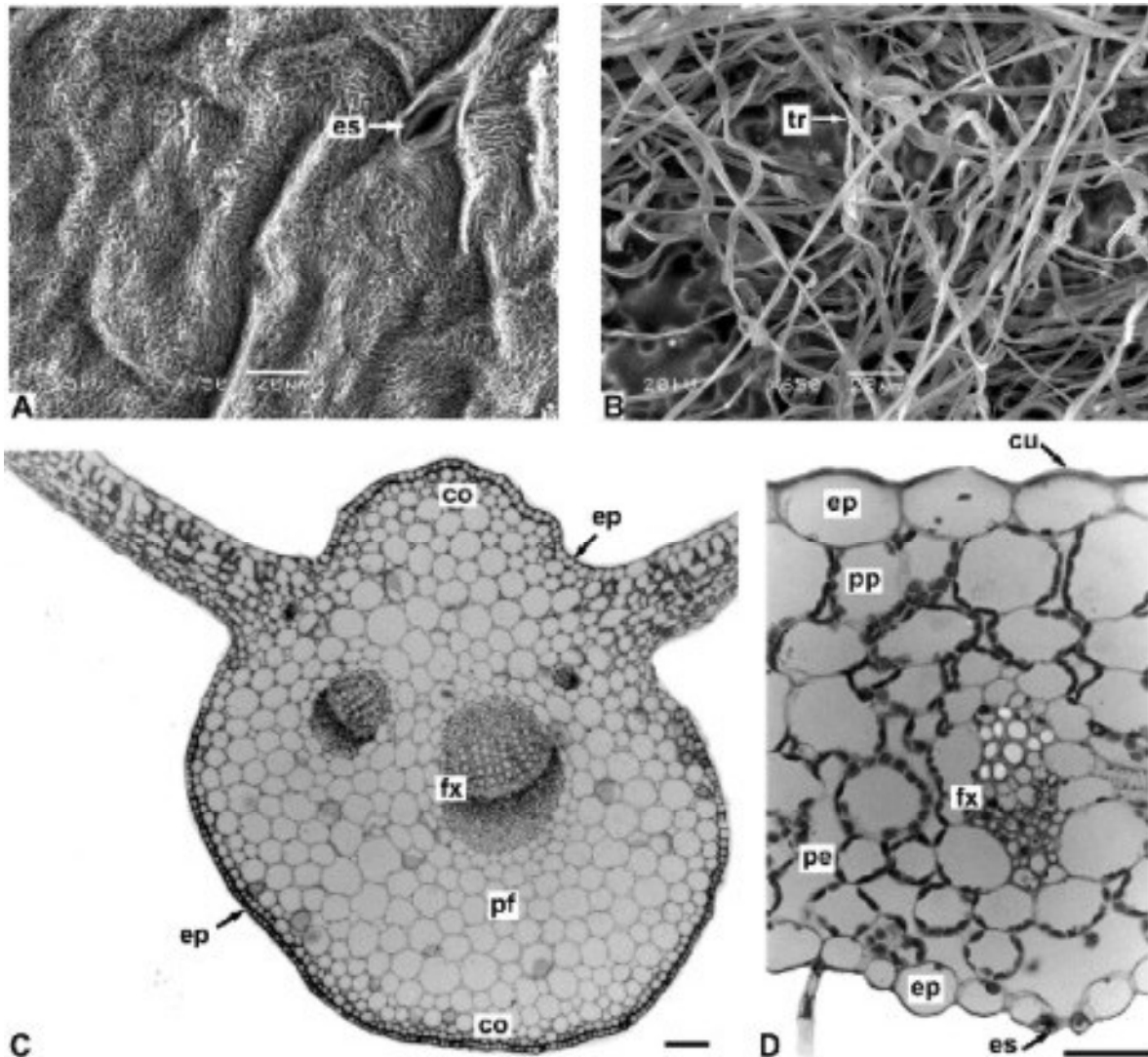


Figura 3. *Chaptalia nutans* (L.) Pohl, Asteraceae. A: Vista frontal da face adaxial da epiderme foliar, mostrando cutícula estriada em microscopia eletrônica de varredura; B: Numerosos tricomas tectores longos na face abaxial da epiderme foliar, microscopia eletrônica de varredura; C: Secção transversal do limbo, revelando nervura central biconvexa; D: Pormenor do limbo, em que se observa mesofilo dorsiventral. co - colênquima, cu - cutícula, ep - epiderme, es - estômato, fx - feixe vascular, pe - parênquima esponjoso, pf - parênquima fundamental, pp - parênquima paliçádico, tr - tricoma. Barra = 20 μ m (D), 100 μ m (C).

Caule

O sistema de revestimento caulinar é representado pela epiderme unisseriada (Figuras 4B, 4C), que possui alguns tricomas tectores como descritos anteriormente. Seguem-se colênquima anelar-angular e parênquima cortical (Figura 4C), ambos contendo cloroplastos, além

de uma bainha amilífera delimitando internamente o córtex. O sistema vascular consiste de vários feixes vasculares colaterais (Figuras 4C, 4D) arranjados de forma circular (Figura 4B). A medula é parenquimática e ocupa grande parte do volume caulinar (Figura 4B). Raros prismas e drusas de oxalato de cálcio são encontrados no córtex e na medula.

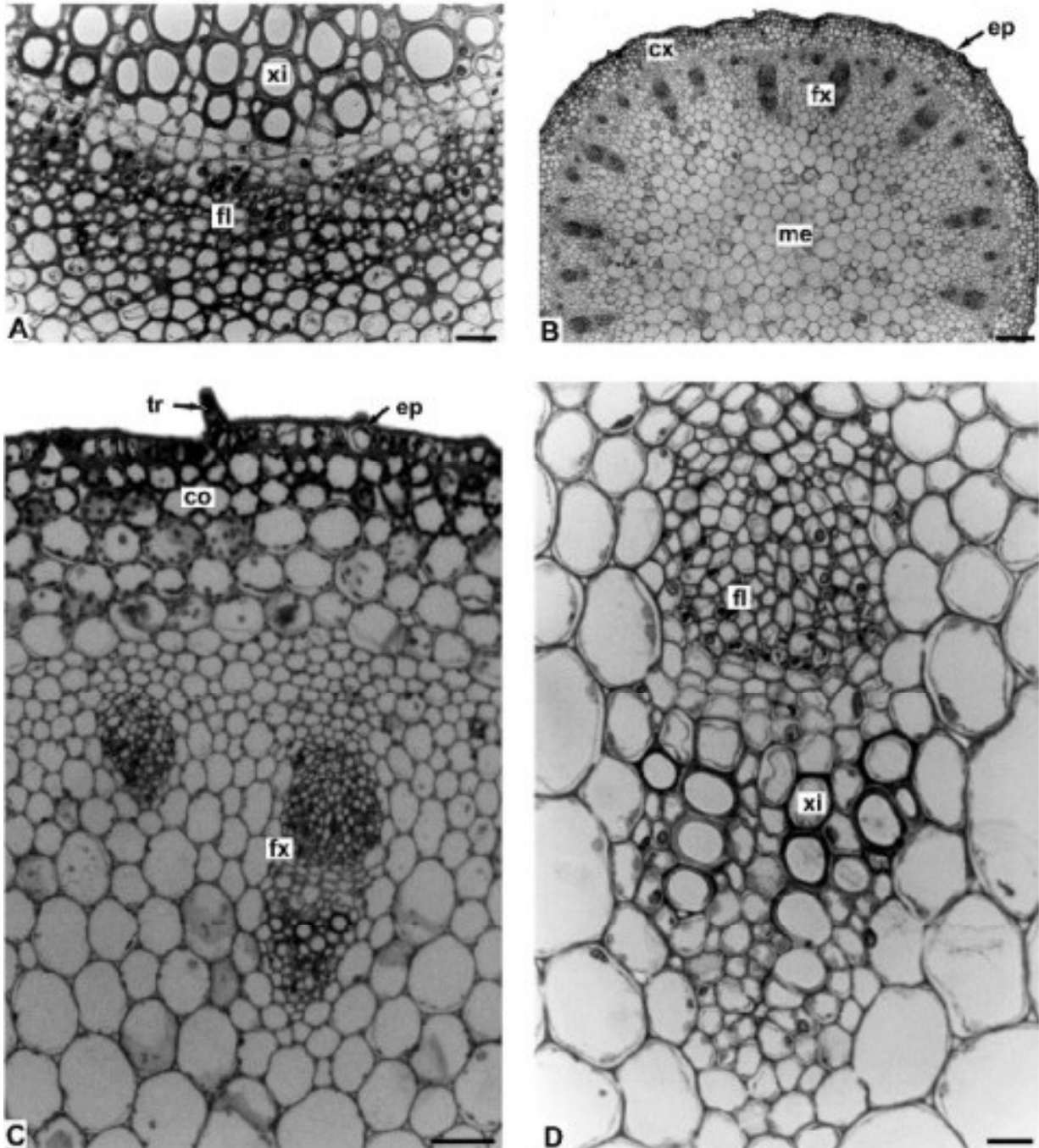


Figura 4. *Chaptalia nutans* (L.) Pohl, Asteraceae. A: Detalhe de um feixe vascular da nervura central da folha; B: Organização caulinar, em secção transversal; C e D: Pormenor da figura anterior, mostrando epiderme, córtex e feixes vasculares colaterais; co - colênquima, cx - córtex, ep - epiderme, fl - floema, fx - feixe vascular, me - medula, tr - tricoma, xi - xilema. Barra = 20 μ m (A, D), 50 μ m (C), 100 μ m (B).

DISCUSSÃO

Ambas as espécies, *P. ruderale* e *C. nutans*, pertencem à família Asteraceae e apresentam alguns caracteres anatômicos em comum, tais como folha com epiderme uniestratificada, ocorrência de estômatos freqüentemente anomocíticos em ambas as faces epidérmicas, mesofilo dorsiventral e feixes vasculares do tipo colateral, além de epiderme persistente em caule com crescimento secundário inicial. Segundo Metcalfe & Chalk (1950; 1988), esses dados estruturais são usualmente mencionados para as Asteraceae.

Com relação a características diagnósticas diferenciais para as duas espécies em questão, a ornamentação cuticular, que se revela de aspecto diverso, foi apontada por Metcalfe & Chalk (1988) como uma informação taxonômica relevante. Em *P. ruderale*, a cutícula se apresenta lisa, enquanto que em *C. nutans* forma estriações nítidas que, embora ilustradas em microscopia eletrônica de varredura neste trabalho, são visíveis também em microscopia fotônica.

Tratando-se de anexos epidérmicos, os vegetais apresentam uma grande variedade de tricomas, que podem assumir função protetora evitando herbivoria, ovoposição de insetos, luminosidade excessiva, temperatura elevada e transpiração intensa (Mauseth, 1988; Werker, 2000; Wagner et al., 2004). De acordo com Werker (2000), a morfologia variada dos tricomas pode ser útil como caráter diferenciador. Corroborando essa afirmação, *C. nutans* possui abundantes tricomas tectores longos na face abaxial, em contraposição a *P. ruderale*, cuja folha é glabra. Embora esses anexos epidérmicos sejam valiosos na distinção entre as arnicas investigadas, tricomas semelhantes foram também relatados em *Tanacetum parthenium* (L.) Sch.Bip., representante medicinal de Asteraceae estudado por Simmons et al. (2002).

O formato da nervura central em secção transversal, bem como o número e o arranjo dos feixes vasculares presentes contribuem na distinção dessas duas espécies. Em *P. ruderale*, a nervura central tem secção plano-convexa e possui um único feixe colateral, em oposição à de *C. nutans*, que mostra formato biconvexo e vários feixes colaterais em disposição de arco aberto.

De acordo com Lersten & Curtis (1987), estruturas secretoras internas são comuns em Asteraceae, usualmente contêm óleos e resinas, e são referidas como dutos ou canais, pelo fato de apresentarem extensão indeterminada. Cavidades ou bolsas secretoras são consideradas estruturas relativamente menores e ocorrem com menos freqüência na família. Para Castro et al. (1997), no gênero *Chaptalia* estruturas secretoras internas não são encontradas em folha, em concordância com o resultado obtido para *C. nutans*. Diferentemente, *P. ruderale* as apresenta, tendo sido descritas neste trabalho como grandes cavidades de epitélio multisseriado em folha e como dutos de epitélio unisseriado em caule. Observações parcialmente correspondentes foram apresentadas por Fonseca et al. (2006c), autores que relataram a ocorrência de dutos secretores em folha e caule de *P. ruderale*, sendo que no órgão foliar são responsáveis

pela secreção preferencial de compostos lipídicos, enquanto que no caule secretam compostos fenólicos. Comparativamente às investigações feitas em *Porophyllum lanceolatum* DC. por Monteiro et al. (1995), as estruturas secretoras distribuem-se ao longo da lâmina e na margem foliar e enquadram-se como cavidades. Na opinião desses mesmos autores, o lúmen das cavidades de *P. lanceolatum* tem origem lisígena, apresenta epitélio multiestratificado e armazena lipídios, polissacarídeos pécticos e fenóis.

De um modo geral, a anatomia foliar de *P. ruderale* mencionada nesta análise corresponde às observações feitas por Silva et al. (1996) e Milan et al. (2006) para a mesma espécie. Diferindo dos dados descritos neste trabalho, Silva et al. (1996) verificaram também a presença de células secretoras esféricas no mesofilo foliar, enquanto que Milan et al. (2006) descreveram a cutícula foliar simplificada como ornamentada, sem ilustrá-la ou especificar o tipo de ornamentação.

Com relação aos raros cristais de oxalato de cálcio observados em *C. nutans* nesta investigação, na opinião de Franceschi & Horner-Jr. (1980) e Nakata (2003), autores que estudaram formações cristalíferas em espécies vegetais em geral, cristais de oxalato de cálcio são formados a partir do íon cálcio proveniente do ambiente e da síntese metabólica de ácido oxálico no vegetal. Em consequência, a sua ocorrência está sujeita a variações do meio externo, que pode ou não disponibilizar o íon cálcio para a planta. A indicação de cristais de oxalato de cálcio, como formações que contribuem na caracterização de espécies vegetais, deve ser feita com ponderação, em razão das influências ambientais. Estudos complementares devem ser realizados para determinar até que ponto essas formações estão sujeitas a maior ou menor concentração de cálcio no solo.

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, é importante ressaltar que os caracteres anatômicos observados nas duas espécies de arnica contribuem na diferenciação das mesmas e podem ser aplicados na análise microscópica do controle de qualidade farmacognóstico, objetivamente como se segue: em *P. ruderale*, a folha é glabra e revestida por uma cutícula lisa, a nervura central tem secção transversal plano-convexa e é percorrida por um feixe vascular colateral, grandes cavidades secretoras localizam-se preferentemente nos bordos foliares, e o caule apresenta um cilindro floemático externo ao xilemático, além de dutos secretores. Em *C. nutans*, a folha é pilosa na face abaxial, apresentando longos tricomas tectores, a cutícula revela-se nitidamente estriada, a nervura central é biconvexa e tem feixes vasculares colaterais dispostos em arco aberto, e o caule possui feixes vasculares colaterais em arranjo circular no nível analisado.

AGRADECIMENTOS

Aos taxonomistas do Museu Botânico Municipal de Curitiba pela identificação das espécies, ao CME-UFPR pelas micrografias de varredura e ao PIBIC-CNPq pela bolsa concedida a M.C.N. Siebenrok.

ABSTRACT

Comparative anatomy of species of arnica: Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass. and Chaptalia nutans (L.) Pohl

Various species are commonly known as "arnica", by association with the medicinal plant included in pharmacopoeias, *Arnica montana* L., Asteraceae. Two other members of the daisy family, *Porophyllum ruderale* and *Chaptalia nutans*, also have their aerial vegetative parts used in the treatment of traumatic injuries and bleeding in popular medicine. Since both species have the same common name and share some morphological aspects, they may be incorrectly identified. This paper is aimed at comparing these medicinal plants and establishing leaf and stem anatomical characters, useful for microscopical identification in pharmacognostic control analyses. The botanical material was fixed and prepared in accordance with standard light and scanning electron microtechniques. With regard to distinguishing features, in *P. ruderale* the leaf is glabrous and coated with a smooth cuticle, the midrib is plano-convex and traversed by a collateral vascular bundle, large secretory cavities occur in the leaf margins, and the stem has secretory ducts. In *C. nutans*, the leaf is hairy on the abaxial side, having long non-glandular trichomes, the cuticle is striate, the midrib is biconvex and has collateral vascular bundles in semicircular arrangement.

Keywords: anatomical diagnosis; arnica; Asteraceae; *Chaptalia*; *Porophyllum*.

REFERÊNCIAS

- Badilla B, Mora G, Poveda LJ. Anti-inflammatory activity of aqueous extracts of five Costa Rican medicinal plants in Sprague-Dawley rats. *Rev Biol Trop* 2000; 47:723-7.
- Berlyn GP, Miksche JP. *Botanical microtechnique and cytochemistry*. Ames: Iowa State University Press; 1976.
- Bezerra MZB, Andrade-Neto M, Freitas RM. The essential oil of *Porophyllum ruderale* Cass. (Asteraceae). *J Ess Oil Res* 2002; 14:14-5.
- British Herbal Pharmacopoeia. 2nd.ed. Bournemouth: British Herbal Medicine; 1983.
- British Herbal Pharmacopoeia. 4th.ed. Exeter: British Herbal Medicine; 1996.
- Cabrera AL, Klein RM. Compostas - Tribo Mutisieae. In: Reitz R, editor. *Flora ilustrada catarinense*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues; 1973.
- Castro MM, Leitão-Filho HF, Monteiro WR. The use of secretory structures for identification of genera of Asteraceae from cerrado vegetation. *Rev Bras Bot* 1997; 20:163-74.
- Corrêa MP. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: Nacional; 1984.
- Farmacopéia Brasileira. 3.ed. São Paulo: Andrei; 1977.
- Farmacopéia dos Estados Unidos do Brasil. 2.ed. São Paulo: Siqueira; 1959.
- Feder N, O'Brien TP. Plant microtechnique: some principles and new methods. *Am J Bot* 1968; 55:123-42.
- Fonseca MCM, Barbosa LCA, Nascimento EA, Casali VWD. Essential oil from leaves and flowers of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cassini (Asteraceae). *J Ess Oil Res* 2006a; 18:345-7.
- Fonseca MCM, Casali VWD, Costa MD, Cecon PR. Antifungal activity of extract of leaves from *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. against dermatophytes. *J Bras Fitomed* 2006b; 4:31-5.
- Fonseca MCM, Meira RMSA, Casali VWD. Vegetative organ anatomy and histolocalization of lipids and phenolics compounds in *Porophyllum ruderale* (Asteraceae). *Planta Daninha* 2006c; 24:707-13.
- Foster AS. *Practical plant anatomy*. 2nd.ed. New York: D. Van Nostrand; 1949.
- Franceschi VR, Horner-Jr HT. Calcium oxalate crystals in plants. *Bot Rev* 1980; 46:361-427.
- Fuck SB, Athanázio JC, Lima CB, Ming LC. Plantas medicinais utilizadas na medicina popular por moradores da área urbana de Bandeirantes, PR, Brasil. *Semin Cien Agr* 2005; 26:291-6.
- Johansen DA. *Plant microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book; 1940.
- Lersten NR, Curtis JD. Internal secretory spaces in Asteraceae. A review and original observations on *Conyza canadensis* (tribe Astereae). *Cellule* 1987; 74:181-96.
- Lima-Neto DA, José JL, Veiga MCFA, Guimarães A, Gama MLG. Antimicrobial activity of the plants *Porophyllum ruderale*, *Arctium lappa* and *Plantago*. *Folha Med* 1993; 106:59-62.
- Loayza I, Groot W, Lorenzo D, Dellacassa E, Mondello L, Dugo G. Composition of the essential oil of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. from Bolivia. *Flavour Fragr J* 1999; 14:393-8.
- Lorenzi H, Matos FJA. *Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Plantarum; 2002.
- Mauseth JD. *Plant anatomy*. Menlo Park: Benjamin/Cummings; 1988.
- Metcalfe CR, Chalk L. *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford: Clarendon; 1988.
- Metcalfe CR, Chalk L. *Anatomy of the dicotyledons; leaves, stem, and wood in relation to taxonomy, with notes on economic uses*. Oxford: Clarendon Press; 1950.

- Milan P, Hayashi AH, Apezato-da-Glória B. Comparative leaf morphology and anatomy of three Asteraceae species. *Braz Arch Biol Technol* 2006; 49:135-44.
- Monteiro WR, Castro MM, Fahn A, Caldeira W. Observations on the development of the foliar secretory cavities of *Porophyllum lanceolatum* (Asteraceae). *Nord J Bot* 1995; 15:69-76.
- Nakata PA. Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plants. *Plant Sci* 2003; 164:901-9.
- O'Brien TP, Feder N, McCully ME. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma* 1964; 59:368-73.
- Oliveira F, Akisue G. *Fundamentos de farmacobotânica*. 2.ed. São Paulo: Atheneu; 1997.
- Pharmacopoeia Helvetica. Berne: Département Fédéral de l'Intérieur; 1989.
- Roeser KR. Die Nadel der Schwarzkiefer-Massenprodukt und Kunstwerk der Natur. *Mikrokosmos* 1972; 61:33-6.
- Sass JE. *Botanical microtechnique*. 2nd.ed. Ames: Iowa State College Press; 1951.
- Silva JR, Akisue G, Akisue MK. Padronização da droga e do extrato fluido de *Porophyllum ruderale* Cass. *Lecta* 1996; 14:95-108.
- Silva RAD. *Pharmacopéia dos Estados Unidos do Brasil*. São Paulo: Nacional; 1926.
- Simmons CB, Krishna-Raj S, Saxena PK. Morphocytological characterization of feverfew, *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip. *J Herbs Spices Med Plants* 2002; 9:29-45.
- Souza MC, Siani AC, Ramos MF, Menezes-de-Lima OJ, Henriques MG. Evaluation of anti-inflammatory activity of essential oils from two Asteraceae species. *Pharmazie* 2003; 58:582-6.
- Souza W. *Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas às Ciências Biológicas*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica; 1998.
- Takeda IJM, Farago PV. *Vegetação do parque estadual de Vila Velha*. Curitiba: Serzgraf; 2001.
- Truiti MCT, Sarragiotto MH, Abreu-Filho BA, Nakamura CV, Dias-Filho BP. In vitro antibacterial activity of a 7-O-beta-D-glucopyranosyl-nutanocoumarin from *Chaptalia nutans* (Asteraceae). *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2003; 98:283-6.
- Wagner GJ, Wang E, Shepherd RW. New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. *Ann Bot* 2004; 93:3-11.
- Werker E. Trichome diversity and development. *Adv Bot Res* 2000; 31:1-35.