

VARIAÇÃO CAMBIAL EM *SERJANIA CARACASANA* (SAPINDACEAE): ENFOQUE NA ADEQUAÇÃO TERMINOLÓGICA¹

Neusa Tamaio^{2,3} & Veronica Angyalossy⁴

RESUMO

(Variação cambial em *Serjania caracasana* (Sapindaceae): enfoque na adequação terminológica) O *corpus lignosum compositum*, típico para as lianas da família Sapindaceae, é designado neste trabalho como “cilindro vascular composto”. No caule de *Serjania caracasana* (Jacq.) Willd. essa variação cambial está representada por um cilindro vascular central circundado por oito cilindros vasculares periféricos. Não existe consenso quanto à terminologia que envolve essa estrutura, o que torna difícil uma abordagem anatômica desagregada de uma adequação terminológica. Nesse estudo, por meio da análise anatômica do caule, verificou-se que mesmo antes da vascularização há indícios do aspecto composto, com a formação de oito lobos que circundam a região central. Com o início da vascularização, cada lobo e a região central são denominados “cilindro vascular”. O termo aqui adotado “cilindro vascular composto” é adequado, pois reflete a homologia entre os cilindros vasculares em *S. caracasana* através da origem procambial. Esse termo exibe um caráter descritivo que facilita a compreensão do conceito e mantém a relação de equivalência lingüística com o termo original – *corpus lignosum compositum*. Rejeita-se o termo “caule poliestélico” ou “caule multiestelar”, pois os resultados aqui apresentados indicam a presença de um único estelo no caule.

Palavras-chave: anatomia, liana, *Serjania*, terminologia, variação cambial.

ABSTRACT

(Cambial variant in *Serjania caracasana* (Sapindaceae): approach on the terminological adequacy) The *corpus lignosum compositum* is assigned in this work as “compound vascular cylinder” and is typical for the lianas from the Sapindaceae family. In the stem of the *Serjania caracasana* (Jacq.) Willd. this cambial variant is represented by a central vascular cylinder surrounded by eight peripheral vascular cylinders. There is no consensus about the terminology that involves this structure making difficult an anatomical approach without a terminological adequacy. In this study, through the anatomical analysis, it was verified that even before the vascularization there are indications of a compound vascular structure with the formation of eight lobes that surround the central area. With the beginning of the vascularization of each lobe the central area is called “vascular cylinder”. The term adopted here “compound vascular cylinder” is proper, because it reflects the homology between the vascular cylinders in *S. caracasana* through the procambial origin. This term shows a descriptive attribute that enables the concept understanding and keeps the linguistic equivalence with the original term – *corpus lignosum compositum*. We reject the term “multistelar stem” and “polystelic stem” because the results obtained here indicate the presence of a single stele in the stem.

Key words: anatomy, liana, *Serjania*, terminology, cambial variant.

INTRODUÇÃO

Variação cambial, também denominada estrutura anômala ou crescimento secundário anômalo, ocorre com frequência em lianas (Carlquist 1988) e diferentes padrões anatômicos já foram descritos na literatura por vários autores (e.g. Schenck 1893; Pfeiffer 1926; Obaton 1960; Carlquist 1988; Philipson *et al.* 1971). Dentre os tipos de variação cambial destaca-se aqui a que foi denominada em latim de *corpus lignosum compositum* (Radlkofer 1875).

Segundo o conceito de Radlkofer (1875), o *corpus lignosum compositum* apresenta, em secção transversal, de 3 a 10 corpos lenhosos, os quais são denominados corpos lenhosos periféricos, distribuindo-se ao redor do corpo central para o interior de um anel de esclerênquima. Cada corpo lenhoso possui o seu próprio câmbio e parênquima medular (Schenck 1893).

Essa variação cambial é descrita apenas para algumas espécies de lianas dos gêneros *Serjania* e *Paullinia* (Sapindaceae), e recebe

Artigo recebido em 12/2008. Aceito para publicação em 04/2009.

¹Parte da dissertação de mestrado da primeira autora.

²Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, R. Pacheco Leão 915, 22460-030, Rio de Janeiro, Brasil.

³Autora para correspondência: neusa@jbrj.gov.br

⁴Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Depto. Botânica, C.P. 11461, 05422-970, São Paulo, Brasil.

várias denominações. Após a criação do termo em latim a primeira citação do mesmo foi para a língua alemã: “zusammengesetztem Holzkörper” (Schenck 1893), que traduzida para o português tem o mesmo significado - corpo lenhoso composto. Em seguida recebeu outras denominações em francês: “structure type composé” (Boureau 1957), e em português - estrutura tipo composta; e “tiges à faisceaux périphériques” (Obaton 1960), em português - caules com feixes periféricos. Em língua inglesa, encontram-se diversas versões: “compound xylem mass” - massa xilemática composta (Metcalf & Chalk 1950; 1983); “compound vascular cylinder” - cilindro vascular composto (van der Walt *et al.* 1973); “accessory cambia” - câmbios acessórios (Iqbal 1994); “compound secondary xylem” - xilema secundário composto (Carlquist 1991); “multistelar stem” - caule multiestelar (Acevedo-Rodríguez 1993); “duplicated cylinders” - cilindros duplicados (Caballé 1993); “multivascular cylinders” - cilindros multivasculares (Klaassen 1999); “polystelic stem” - caule poliestélico (Acevedo-Rodríguez 2005). No português encontram-se dois termos: cilindro vascular composto (Somner & Barroso 1989) e corpo lenhoso composto (Cruz *et al.* 1989).

Segundo Cabré (1993), diferentes denominações para nomear um mesmo conceito pode dificultar a comunicação e a troca de informações entre os especialistas.

Um dos primeiros passos a serem dados em qualquer pesquisa terminológica é a familiarização com o objeto de estudo (*e.g.* Barros 2004). O *corpus lignosum compositum* instala-se ainda no corpo primário da planta (Schenck 1893; Pfeiffer 1926; Obaton 1960; van der Walt *et al.* 1973), e é constituído pelo corpo lenhoso central e corpos lenhosos periféricos. Schenck (1893) sugere que a origem de um corpo lenhoso periférico é a partir do periciclo, mas deixa essa questão em aberto. Trabalhos relevantes que abordam o desenvolvimento do corpo lenhoso composto foram realizados apenas em *Paullinia pinnata* por Obaton

(1960) e van der Walt *et al.* (1973), os quais não confirmam sua origem pericíclica. Para esses autores os cilindros vasculares periféricos surgem a partir do crescimento secundário que ocorre nos feixes localizados nos lobos. Esses autores abandonam o termo corpo lenhoso composto e usam, como equivalentes, cilindros vasculares compostos (*e.g.* van der Walt *et al.* 1973) e caule com feixes vasculares periféricos (*e.g.* Obaton 1960), demonstrando, assim, que análises do desenvolvimento influenciam na escolha de termos.

Além dos dois trabalhos citados, inexistem estudos sobre o desenvolvimento de caules de outras espécies de *Paullinia* e *Serjania* que apresentam corpos lenhosos compostos; esse fato somado a escassez de especialistas no assunto, provavelmente, tem dificultado avanços no consenso terminológico.

Este trabalho tem por objetivos analisar a equivalência linguística entre todos os termos supracitados e indicar o termo mais adequado para designar o *corpus lignosum compositum*, através do detalhamento da origem da variação cambial no caule de *Serjania caracasana* (Jacq.) Willd.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados três espécimes de *Serjania caracasana* coletados na Reserva da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO), situada na região metropolitana de São Paulo, SP. Essa reserva localiza-se nas coordenadas aproximadas 46°43'W e 23°33'S e a 750 metros de altitude média. O clima da região é do tipo Cwa ou temperado chuvoso (Köppen 1948), com precipitação média anual em torno de 1500 mm. De acordo com Veloso & Góes-Filho (1982), essa mata situa-se no domínio da floresta ombrófila densa.

As exsiccatas - M. Groppo Jr. 180, M. Groppo Jr. 210 e M. Groppo Jr. 134 - estão depositadas no Herbário do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, no Brasil (SPF). Foram coletadas amostras de caule de indivíduos que se localizavam

bem distanciados entre si, com ápices íntegros, contendo, no mínimo, 10 entrenós.

O material botânico, composto de ápice caulinar e entrenós subsequentes, foi fixado em FAA 70 (álcool etílico a 70%: ácido acético: formaldeído:18:1:1) por 36 horas e estocado em álcool etílico a 70%.

O ápice caulinar foi incluso em hidroxietilmetacrilato, segundo a metodologia de Gerrits & Smid (1983). Foram realizadas secções seriadas, com espessura variável entre 3 e 6 µm, em micrótomo rotativo Leica RM 2145 com navalha de vidro. As secções foram coradas com azul de toluidina 0,05% (O'Brien & McCully 1981). Os entrenós jovens foram inclusos em parafina, segundo a metodologia de Johansen (1940), também seccionadas em série, com espessura entre 4 e 7 µm, em micrótomo rotativo. Porções adultas do caule foram inclusas em polietilenoglicol 1500 (PEG) e seccionadas com 20 µm de espessura em micrótomo de deslize com o auxílio de fita adesiva (Kruse 1977). As secções obtidas foram coradas com safranina 1% e azul de astra 1% (Bukatsch 1972, modificado por Kraus & Arduin 1997).

Para os testes citoquímicos, foram utilizados cloreto férrico (Gahan 1984) e lugol (Johansen 1940) para compostos fenólicos e amido, respectivamente.

Neste trabalho definiu-se cilindro vascular periférico como uma região correspondente a um lobo, onde já houve a diferenciação dos tecidos vasculares e da medula. Adotou-se também o termo cilindro vascular central para designar a região central do caule em que se observa medula e tecidos vasculares diferenciados. O termo complexo nodal abrangue a região nodal com folhas, estípulas, gavinhas e catáfilos e gema.

Procedeu-se a busca por equivalências entre os termos com o latim como língua de partida e o alemão, francês, inglês e português como linha de chegada, utilizando como base os princípios teóricos de Felber (1987) e Dubuc (1985). As versões em português foram realizadas pelas próprias autoras.

Na tabela de equivalências só foram consideradas as referências que utilizam termos

e os elementos ligados a ele, ou seja, os que designam cada unidade vascular que compõe o *corpus lignosum compositum*. Por esse motivo, o termo em espanhol "masa xilemática compuesta" (Araque *et al.* 2000) não foi considerado.

RESULTADOS

Os espécimes de *Serjania caracasana* coletados apresentam o mesmo padrão de desenvolvimento do caule. O ápice vegetativo apresenta gema apical protegida por folhas e gavinhas (Fig. 1a). Na Figura 1b observa-se o complexo nodal.

Secções transversais sequenciais do ápice caulinar até o primeiro entrenó revelam a gema apical originando os primórdios foliares, o que lhe confere o formato lobado (Fig. 2a). Ocorre a diferenciação da epiderme, inicialmente, nesses primórdios (Fig. 2a). No estágio seguinte de desenvolvimento, observa-se a diferenciação da medula na região central (Fig. 2b) e também a diferenciação de células secretoras nos primórdios foliares (Fig. 2c).

Após o estabelecimento da epiderme em todo o contorno lobado (Fig. 2d), o complexo nodal inicia sua diferenciação, com a delimitação da gavinha e estípulas associadas ao primórdio foliar (Fig. 2d) e gemas laterais (Fig. 2e). Oito lobos persistem após a diferenciação do complexo nodal, demarcando os futuros oito cilindros vasculares periféricos (Fig. 2e), dando indícios do aspecto composto do caule já antes da vascularização.

Em etapas subsequentes, constata-se medula bem desenvolvida na região central (Fig. 2f). Ainda nesta figura, nota-se que cada lobo, com sulcos bem evidentes, apresenta a sua própria medula.

No segundo entrenó ocorre a diferenciação da endoderme, do periciclo e do xilema e floema primários (Fig. 3a-d), sendo que o procâmbio é nítido apenas no terceiro entrenó (Fig. 3e, 4a). Na Figura 3a, nota-se que uma linha de idioblastos com compostos fenólicos separa o periciclo do floema primário. Posteriormente, esses idioblastos margeiam o floema primário facilitando a

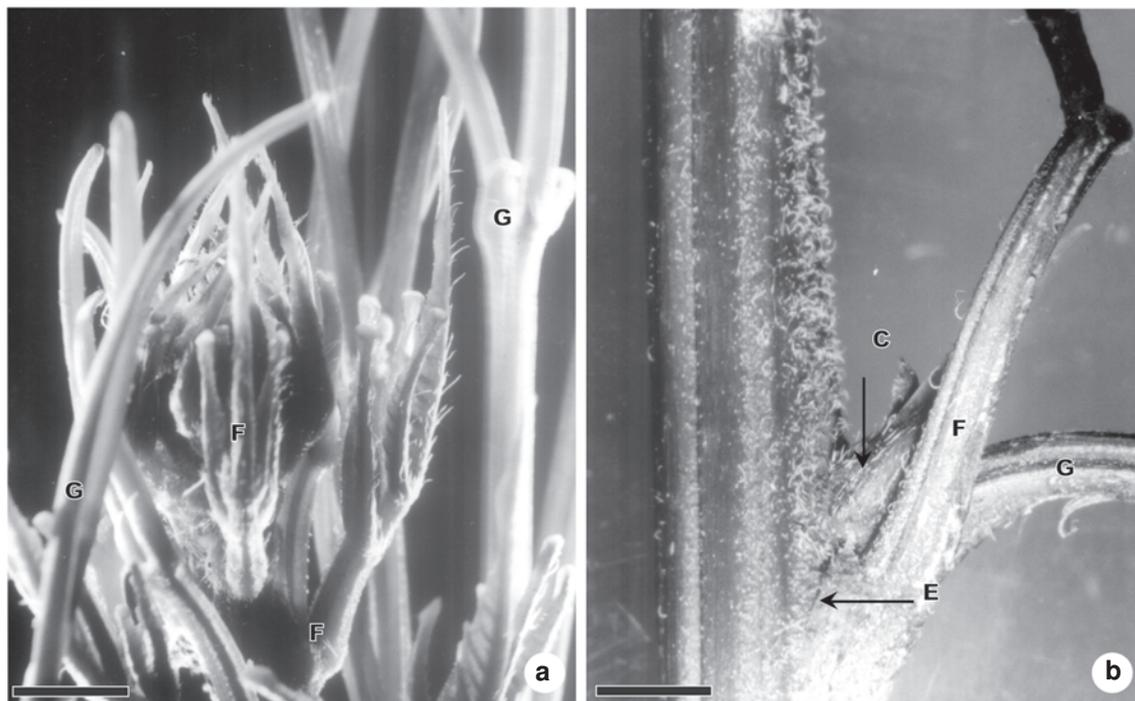


Figura 1 – Caule de *Serjania caracasana* – a. aspecto geral do ápice caulinar. Folhas jovens (F) e gavinhas (G); b. complexo nodal: folhas (F); gavinhas (G); catáfilos (C) protegendo a gema e estípulas (E). Barra = 2 mm (a); 3 mm (b).

Figure 1 – Stem of *Serjania caracasana* – a. general aspect of the stem apex. Young leaves (F) and tendrils (G); b. nodal complex: leaves (F); tendrils (G); cataphylls (C) and stipules (E). Bar = 2 mm (a); 3 mm (b).

constatação da natureza concêntrica do procâmbio (Fig. 3e).

Com a diferenciação do sistema vascular, os lobos são chamados, a partir desse momento, de cilindros vasculares periféricos. Notam-se as células justapostas da endoderme em diferenciação, e, logo abaixo, o periciclo também em diferenciação, constituído por várias camadas de células, com contorno angular em secção transversal, que se revelam como precursoras de fibras em secção longitudinal (Fig. 3a-b).

Os elementos traqueais do protoxilema (Fig. 3a, 3c) e elementos de tubo crivado (Fig. 3b-c) são observados nos cilindros vasculares periféricos, estando, nesta fase, ausentes na região central, evidenciando-se assim o desenvolvimento anterior dos cilindros vasculares periféricos em relação ao central. Os elementos de tubo crivado são individualizados pelo contorno irregular que apresentam, em secção transversal, circundados por células parenquimáticas (Fig. 3d). Destaca-se que o

floema e xilema primários estão presentes apenas nas porções tangenciais externas e internas de cada cilindro vascular periférico (Fig. 3a, 3c).

A partir do terceiro entrenó, os diferentes tecidos primários estão estabelecidos tanto na região central quanto na periferia, configurando o caule com cilindro vascular composto (Fig. 3e). Constata-se o floema primário também na região central (Fig. 4a), portanto, a partir desse momento, essa região é denominada cilindro vascular central. O floema primário, tanto dos cilindros vasculares periféricos, quanto do cilindro vascular central, forma um cordão contínuo que envolve o xilema primário (Fig. 4a), devido a presença do procâmbio cilíndrico. O floema primário de cada cilindro periférico é separado dos demais e daquele do cilindro central por células parenquimáticas do tecido fundamental (Fig. 4a). Ainda na Figura 4a, notam-se idioblastos com compostos fenólicos também envolvendo o floema primário.

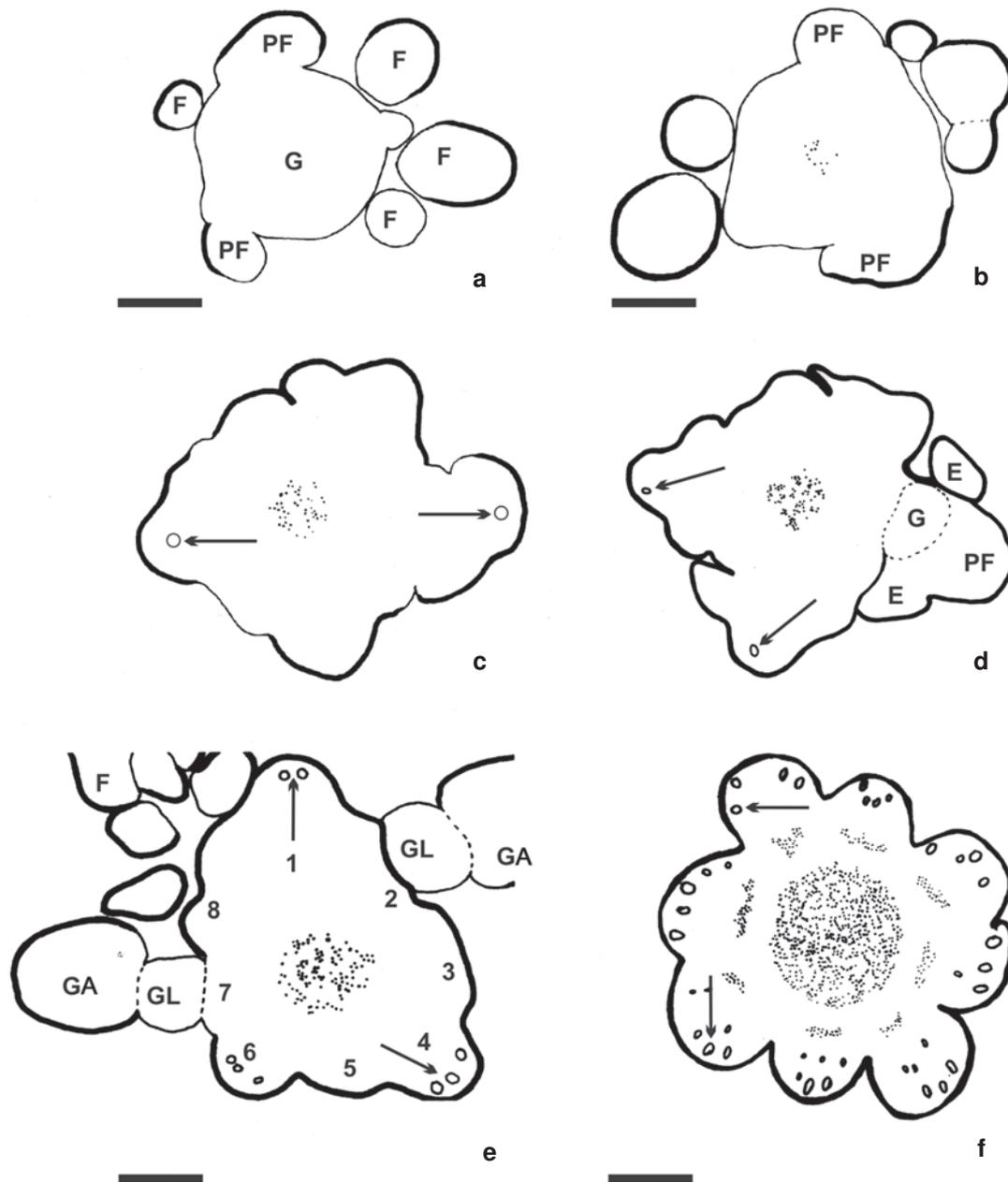


Figura 2 – Ápice caulinar de *Serjania caracasana*, secções transversais em série – a. gema apical (G), primórdio foliar (PF), folha (F), epiderme (contorno mais espesso), protoderme (contorno tênue); b. diferenciação da medula na região central (pontilhado); c. células secretoras no córtex (setas); medula central (pontilhado); d. epiderme diferenciada; delimitação da gavinha (G) associada com o primórdio foliar (PF) com estípulas (E); medula (pontilhado); células secretoras (setas); e. oito lobos (futuros cilindros vasculares periféricos, 1-8); medula (pontilhado); gemas laterais (GL); gavinhas (GA); folha (F); f. indícios da variação cambial. Cada lobo possui a sua própria medula (pontilhado). Células secretoras no córtex (setas). Barra = 90 μ m (d); 100 μ m (a-c, e); 150 μ m (f).

Figure 2 – Stem apex of *Serjania caracasana*, transversal sections in series – a. apical bud (G), leaf primordium (PF), leaf (F), epidermis (thicker contour), protoderm (smooth contour); b. differentiation of the pith in the central region (dotted); c. differentiation of cortex secretory cells (arrows); central pith (dotted); d. differentiated epidermis; tendrils limit (G) associated with the leaf primordium (PF) with stipules (E); pith (dotted); secretory cells (arrows); e. eight lobes (future peripheral vascular cylinders, 1-8); pith (dotted); lateral buds (GL); tendrils (GA); leaf (F); f. traces of cambial variant. Each lobe has its own pith (dotted). Secretory cells in the cortex (arrows). Bar = 90 μ m (d); 100 μ m (a-c, e); 150 μ m (f).

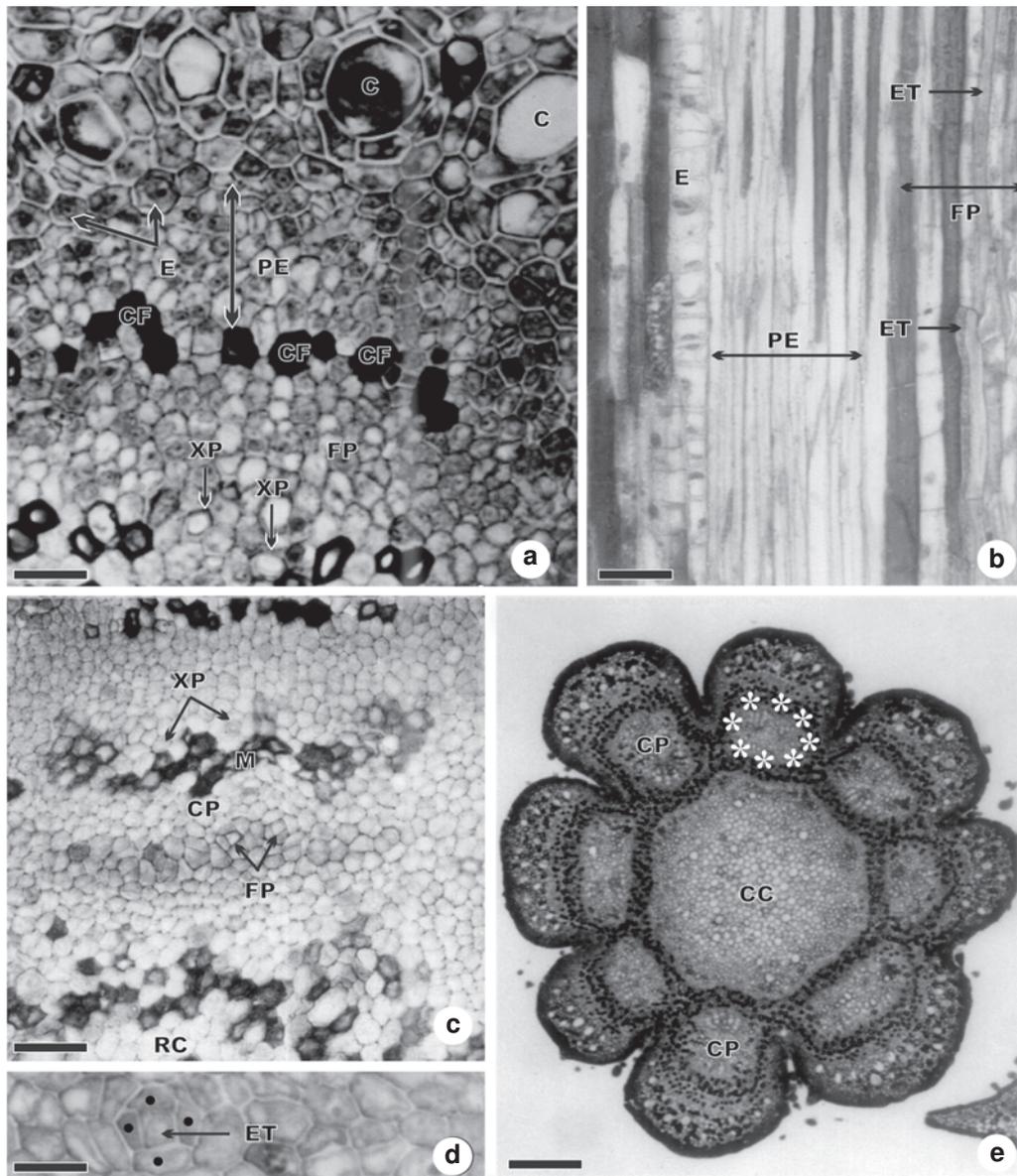


Figura 3 – Caule de *Serjania caracasana* – segundo entrenó. Seções transversais (ST) e longitudinais (SL) – a. célula secretora (C); endoderme (E); periciclo (PE); floema primário (FP); xilema primário (XP), idioblastos com compostos fenólicos (CF) separando o periciclo do floema. ST; b. endoderme (E); células do floema primário (FP) e periciclo (PE); elemento de tubo crivado (ET). SL; c. xilema primário (XP) e floema primário (FP) presentes no cilindro vascular periférico (CP), e ausentes na região central (RC). Medula (M) do cilindro vascular periférico (CP). ST; d. elemento de tubo crivado (ET) associado a células parenquimáticas (•). ST. e. Terceiro entrenó. Cilindro vascular composto. Oito cilindros vasculares periféricos (CP) e cilindro vascular central (CC). Idioblastos com compostos fenólicos na margem do floema primário promovendo a percepção do procâmbio concêntrico (*). ST. Barra = 12 µm (d); 20 µm (a); 25 µm (c); 125 µm (b) e 200 µm (e).

Figures 3 – Stem of *Serjania caracasana* – second internod. Transversal (ST) and longitudinal (SL) sections – a. secretory cell (C); endodermis (E); pericycle (PF); primary phloem (FP); primary xylem (XP) and idioblasts with phenolic compounds (CF) that separates the pericycle from the phloem. ST; b. endodermis (E); cells of the primary phloem (FP) differentiate from the pericycle (PE); sieve-tube element (ET). SL; c. primary xylem (XP) and primary phloem (FP) present in the peripheral vascular cylinder (CP) and absent in the central region (RC). Pith (M) of the peripheral vascular cylinder (CP). ST; d. sieve-tube element (ET) associated to parenchyma cells (•). ST. and. Third internod. Compound vascular cylinder. Eight peripheral vascular cylinders (CP) and the central vascular cylinder (CC). Phenolic idioblasts compounds in the edge of the primary phloem promoting the perception of the concentric procambium (*). ST. Bar = 12 µm (d); 20 µm (a); 25 µm (c); 125 µm (b) e 200 µm (e).

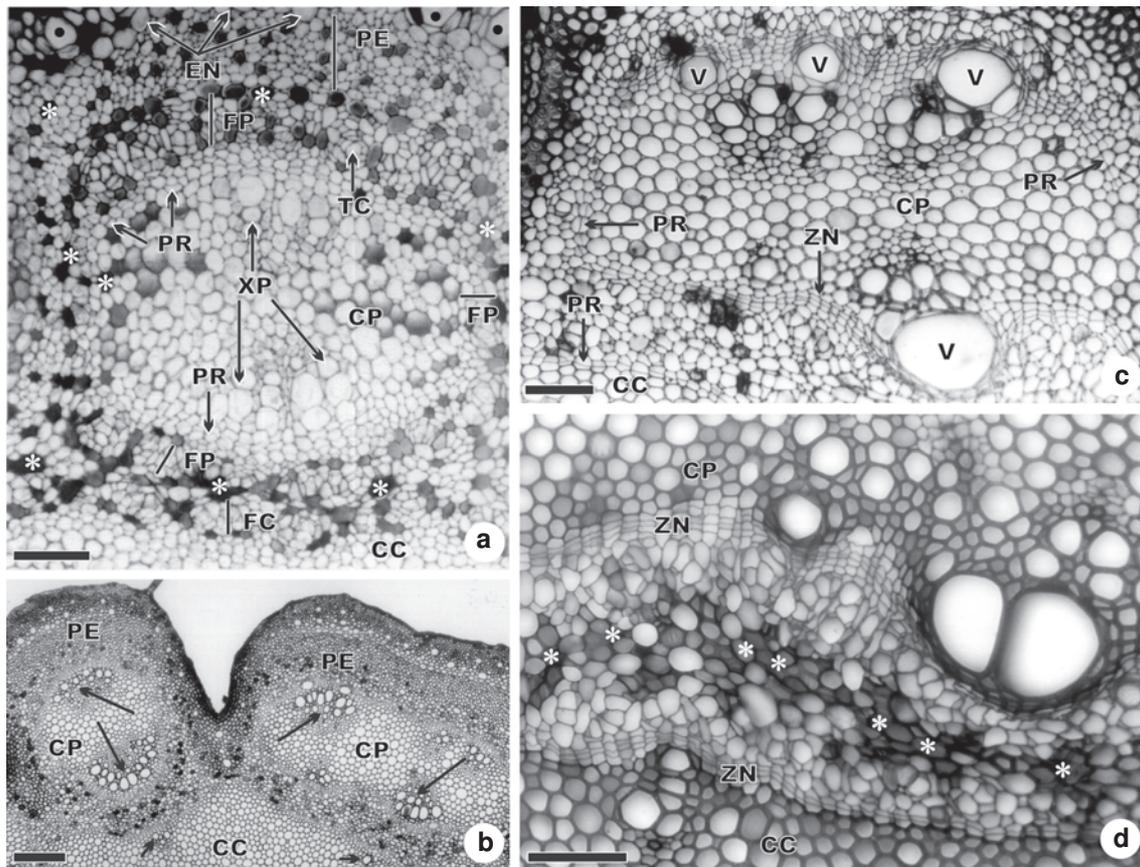


Figura 4 – Caule de *Serjania caracasana*. Detalhe de um cilindro vascular periférico e do cilindro vascular central. Secções transversais. a. Terceiro entrenó. Células secretoras (*); periciclo (PE); endoderme (EN); elementos de protoxilema (XP); floema primário do cilindro vascular central (FC); floema primário do cilindro vascular periférico (FP); procâmbio do cilindro vascular periférico (PR); idioblastos com compostos fenólicos (*). Cilindro vascular central (CC). Cilindro vascular periférico (CP). b. Sétimo entrenó. Periciclo (PE) fibroso contorna os cilindros vasculares periféricos (CP). Xilema primário (setas longas). Diferenciação do xilema primário (setas curtas) no cilindro vascular central (CC). c. Décimo entrenó. Instalação cambial. Crescimento secundário, inicialmente, nos cilindros vasculares periféricos (CP), diferenciação dos elementos de vaso nas regiões tangenciais (V). Zona cambial (ZN) entremeada com procâmbio (PR) no cilindro vascular periférico (CP) e procâmbio somente no cilindro vascular central (CC). d. Décimo quinto entrenó. Crescimento secundário no cilindro vascular central (CC), instalação da zona cambial (ZN). Células do tecido fundamental (*) separando os cilindros vasculares.

Figure 4 – Stem of *Serjania caracasana*. Detail of a peripheral vascular cylinder and central vascular cylinder. Transversal sections. a. Third internode. Secretory cells (*); pericycle (PE); endodermis (EN); protoxylem elements (XP); primary phloem of the central vascular cylinder (FC); primary phloem of the peripheral vascular cylinder (FP) peripheral vascular cylinder procambium (PR); phenolic idioblasts (*). Vascular cylinder central (CC). Peripheral vascular cylinder (CP). b. Seventh internode. Fibrous pericycle (PE) contours the peripheral vascular cylinders (CP). Primary xylem (long arrows). Differentiation of the primary xylem (short arrows) in the central vascular cylinder (CC). c. Tenth internode. Cambial installation. Secondary growth, initially, in the peripheral vascular cylinders (CP), differentiation of the elements of the vessel in the tangential regions (V). Cambial zone (ZN) entangled with procambium (PR) in the peripheral vascular cylinder (CP) and only procambium in the central vascular cylinder (CC). d. Fifteenth internode. Secondary growth in the central vascular cylinder (CC), installation of the cambial zone (ZN). Cells of the fundamental tissue (*) separating the vascular cylinders. Peripheral vascular cylinder (CP); central vascular cylinder (CC). Bar = 60 μ m (d); 70 μ m (c); 200 μ m (a); 250 μ m (b).

No sétimo entrenó, as fibras pericíclicas encontram-se diferenciadas, formando um cordão único e contínuo, acompanhando a endoderme (Fig. 4b). O xilema primário totalmente diferenciado é observado nos cilindros vasculares periféricos, bem como se inicia a sua diferenciação no cilindro vascular central (Fig. 4b).

A partir do 10º entrenó, inicia-se o crescimento secundário pela instalação cambial a partir do procâmbio, inicialmente nos cilindros vasculares periféricos (Fig. 4c). Evidencia-se também a presença de procâmbio entremeado com o câmbio vascular nos cilindros vasculares periféricos e somente procâmbio no central, reforçando ainda mais que os cilindros vasculares periféricos têm desenvolvimento anterior ao cilindro vascular central (Fig. 4c).

No 20º entrenó, inicia-se o crescimento secundário também no cilindro central (Fig. 4d), e a partir do 25º entrenó já se observa a estrutura secundária bem instalada (Fig. 5a), mantendo a constituição observada em estrutura primária (Fig. 3e), isto é, um cilindro vascular central envolvido por oito cilindros vasculares periféricos (Fig. 5b). Nesta fase, o cilindro vascular central apresenta o mesmo estágio de desenvolvimento em relação aos cilindros vasculares periféricos e possui o mesmo padrão anatômico: parênquima paratraqueal escasso e elementos de vaso de diâmetros distintos; os maiores são predominantemente solitários e os menores formam cadeias radiais e parênquima não lignificado (Fig. 6a).

É perceptível a atividade cambial diferenciada nos cilindros vasculares periféricos, com atividade reduzida nas porções voltadas à periferia do caule, em oposição a uma atividade normal nas porções voltadas ao centro do mesmo (Fig. 6a). Essa atividade diferenciada do câmbio promove a formação de medula excêntrica, bem como uma acentuada redução na formação do tecido xilemático e floemático secundários (Fig. 6a). Ainda nessa figura, percebe-se que a medula do cilindro vascular periférico assemelha-se à zona perimedular do cilindro vascular central, com células menores e mais compactadas.

Devido ao crescimento em espessura do caule, as células parenquimáticas entre os cilindros vasculares e entre estes e o cilindro vascular central dividem-se e se expandem, como se pode observar nas Figuras 5a e 6a.

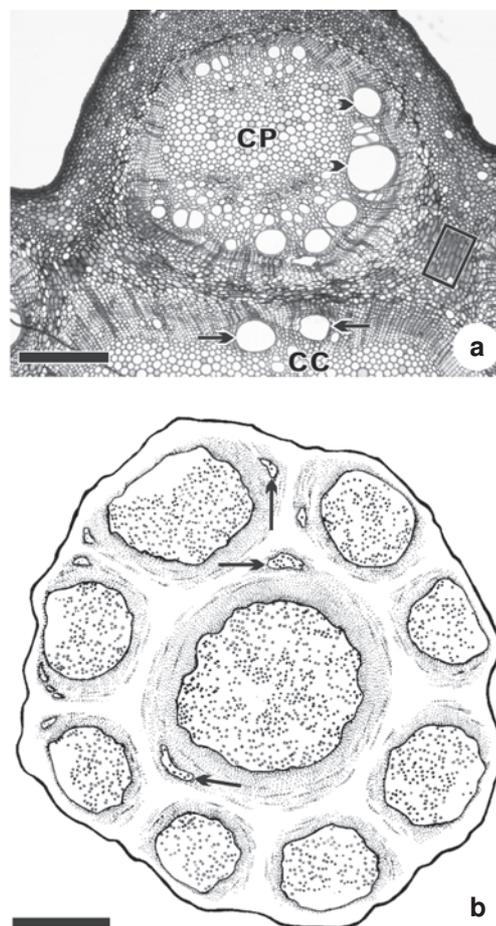


Figura 5 – Caule de *Serjania caracasana* em crescimento secundário. Secções transversais. a. vigésimo entrenó. Xilema secundário (seta) no cilindro vascular central (CC). Diferenciação de elementos de vasos (cabeças de seta) também nas regiões laterais do cilindro vascular periférico (CP). Células parenquimáticas expandidas entre os cilindros vasculares periféricos (região assinalada). b. estrutura geral do cilindro vascular composto. Note um cilindro vascular central circundado por oito cilindros vasculares periféricos. Novos cordões vasculares (setas). Barra = 200 μm (a); 1 mm (b).

Figure 5 – Stem of *Serjania caracasana*, secondary growth. Transversal sections. a. twentieth internode. Secondary xylem (arrow) in the central vascular cylinder (CC). Differentiation of the vessel elements (arrow heads) also in the lateral regions of the peripheral vascular cylinder (CP). Parenchyma cells expanded between the peripheral vascular cylinders (marked region). b. general structure of the compound vascular cylinder. Note a central vascular cylinder surrounded by eight peripheral vascular cylinders. New vascular system (arrows). Bar = 200 μm (a); 1 mm (b).

Em caules com diâmetros superiores a quatro centímetros foi constatada a presença de novos sistemas vasculares no cilindro central, bem como nos cilindros periféricos (Fig. 6b). Esses novos sistemas vasculares, denominados aqui anéis vasculares, desenvolvem-se a partir de novos câmbios, que por sua vez se originam a partir da diferenciação de células parenquimáticas em diferentes pontos do floema secundário colapsado. Os novos câmbios originam novas porções de xilema e

floema secundários, deslocando centrifugamente as porções mais externas do floema secundário não colapsado (Fig. 6c-d). Os anéis vasculares dispõem-se lado a lado e chegam a formar uma faixa externa ao cilindro vascular, em razão da proximidade com que são formados, sendo separados por células parenquimáticas expandidas (Fig. 6d). Cada anel vascular é interrompido pelo tecido de dilatação do floema colapsado do cilindro vascular que lhe deu origem (Fig. 6c).

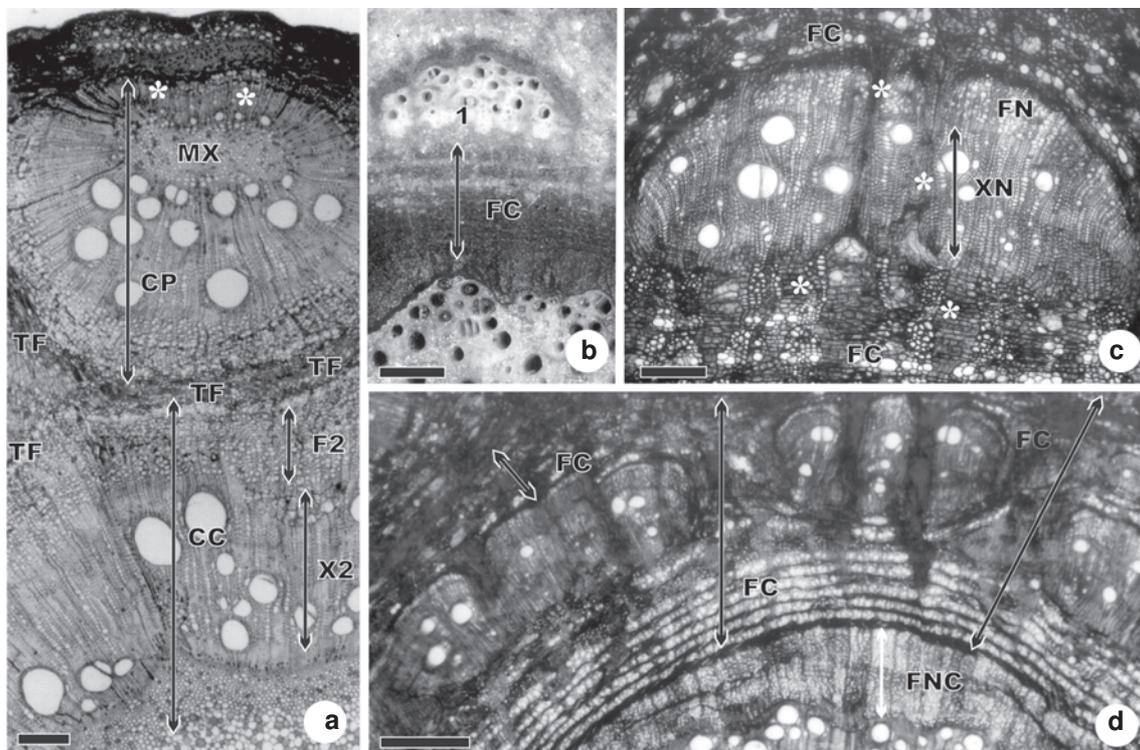


Figura 6 – Caule de *Serjania caracasana* em crescimento secundário avançado, seções transversais. a. aspecto geral de um cilindro vascular periférico (CP) e parcial do cilindro vascular central (CC). Câmbio do cilindro vascular periférico, formando porção reduzida de xilema e floema secundários (*), e medula excêntrica (MX). Floema secundário (F2); xilema secundário (X2); tecido fundamental em expansão (TF). b-d. neoformação de sistemas vasculares – b. novo sistema vascular (1) no floema secundário do cilindro vascular central (FC); c. floema (FN) e xilema (XN), floema colapsado (FC) do cilindro vascular central; tecido de dilatação do floema colapsado (*); d. tendência a arranjo em faixa dos novos sistemas vasculares em torno do cilindro central. Floema colapsado (FC) do cilindro vascular central; floema não colapsado (FNC) do cilindro vascular central. Barra = 100 µm (a); 120 µm (c); 400 µm (d); 1mm (b).

Figure 6 – Stem of *Serjania caracasana* in advanced secondary growth, transversal sections. a. general aspect of a peripheral vascular cylinder (CP) and partial aspect of a central vascular cylinder (CC). Cambium of the peripheral vascular cylinder forms a reduced portion of secondary xylem and phloem (*), eccentric pith (MX). Secondary phloem (F2); secondary xylem (X2); fundamental tissue in expansion (TF). b-d. neoformation of the vascular systems – b. new vascular system (1) in the secondary phloem of the central vascular cylinder (FC); c. phloem (FN) and xylem (XN), collapsed phloem (FC) of the central vascular cylinder; dilation tissue of the collapsed phloem (*); d. tendency to an arrangement in line of new vascular systems around the central cylinder. Collapsed phloem (FC) of the central vascular cylinder; non-collapsed phloem (FNC) of the central vascular cylinder. Bar = 100 µm (a); 120 µm (c); 400 µm (d); 1mm (b).

Os tecidos vasculares neoformados repetem o padrão anatômico supracitado para os cilindros vasculares originais.

A Tabela 1 apresenta os termos em diferentes línguas que designam o *corpus lignosum compositum*.

Tabela 1 – Equivalência entre o termo de partida *corpus lignosum compositum* e seus elementos associados aos termos de chegada em alemão, francês, inglês e português. Os termos entre parêntesis correspondem à versão em português.

Table 1 – Equivalence between the original term *corpus lignosum compositum* and its associated elements to final terms in German, French, English and Portuguese. The terms between parenthesis correspond to the Portuguese version.

termo	elementos associados
	latim
<i>corpus lignosum compositum</i> (corpo lenhoso composto)	<i>corpus lignosum centrali</i> (corpo lenhoso central); <i>corpus lignosum peripherici</i> (corpo lenhoso periférico)
	alemão
zusammengesetztem Holzkörper (corpo lenhoso composto)	zentrali Holzkörper (corpo lenhoso central); peripherische Holzkörper (corpo lenhoso periférico)
	francês
structure type composé (estrutura tipo composta)	cylindre central (cilindro central); cylindre ligneux périphérique (cilindro lenhoso periférico)
tiges à faisceaux périphériques (caules com feixes periféricos)	anneau de bois central (anel lenhoso central); anneau périphérique (anel periférico)
	inglês
compound xylem mass (massa xilemática composta)	central ring of bundles (anel de feixes central), peripheral rings of bundles (anéis de feixes periféricos)
compound vascular cylinder (cilindro vascular composto)	peripheral vascular cylinder (cilindro vascular periférico); central vascular cylinder (cilindro vascular central)
accessory cambia (câmbios acessórios)	original primary stele (estelo primário original); additional steles (estelos adicionais)
compound secondary xylem (xilema secundário composto)	cylinder (cilindro); cylinder (cilindro)
multistelar stem (caule multiestelar)	central stele (estelo central); peripheral stele (estelo periférico)
duplicated cylinders (cilindros duplicados)	peripheral cylinders (cilindros periféricos); central vascular unit (unidade vascular central)
multivascular cylinders (cilindros multivasculares)	central cylinder (cilindro central); cylinder (cilindro)
polystelic stem (caule poliestélico)	peripheral vascular cylinder (cilindro vascular periférico); central vascular cylinder (cilindro vascular central)
	português
cilindro vascular composto	lenho central; feixes liberolenhosos
corpo lenhoso composto	cordão central; cordão periférico

DISCUSSÃO

A terminologia científica é, ou deveria ser, muito precisa (Popper 1985). O termo resulta de um sistema de denominação fundamentado em um princípio conceptual e o conceito pode ser expresso por um termo, portanto, o termo representa o conceito (*e.g.* Faulstich 2002).

Discutir a terminologia que envolve a variação cambial *corpus lignosum compositum* sem relacioná-la com o seu desenvolvimento seria insuficiente, sendo o contrário também verdadeiro.

Radlkofer (1875), especialista em taxonomia de Sapindaceae, criou o termo *corpus lignosum compositum* para designar o seguinte conceito: uma anomalia, na qual em secção transversal do caule, há um corpo lenhoso central e frequentemente 3 a 10 corpos lenhosos periféricos formando uma coroa ao redor do corpo central para o interior de um anel de esclerênquima. Schenck (1893), o responsável por uma das obras clássicas sobre anatomia de lianas, utiliza o termo “zusammengesetztem Holzkörper”, que se trata de uma tradução literal de *corpus lignosum compositum*, e apresenta alguns novos descritores: câmbio em cada corpo lenhoso; medula em cada corpo lenhoso; e floema envolvendo cada corpo lenhoso.

Como se pode observar, o termo corpo lenhoso composto lista os termos subordinados a ele: corpo lenhoso periférico e corpo lenhoso central. A definição de corpo lenhoso periférico refere-se a massa de xilema envolvida por floema com seu próprio câmbio e medula que circundam um corpo lenhoso central; e para corpo lenhoso central considera-se como massa de xilema envolvida por floema com seu próprio câmbio e medula envolvidos por corpos lenhosos periféricos (*e.g.* Schenck 1893).

Auger & Rousseau (1978) afirmam que a única maneira de se garantir a equivalência entre termos de duas línguas é pela comparação dos contextos e das definições coletadas em cada língua. Seguindo as recomendações desses autores, no presente trabalho, foram reunidos os termos em diferentes línguas que designam o mesmo conceito criado por Radlkofer e Schenck.

Para identificar uma relação de equivalência perfeita entre dois termos, além da identidade conceitual, leva-se em conta o seu uso e registro científico (Dubuc 1985). As possibilidades de equivalências entre termos de línguas diferentes vão desde o total recobrimento do conteúdo do termo da língua A por um da língua B até à ausência de equivalentes, passando por uma série de recobrimentos parciais (Dubuc 1985; Felber 1987).

Todos os termos apresentados na Tabela 1, exceto “accessory cambia” possuem a mesma identidade conceitual e uso, e não apresentam diferenças semânticas ou pragmáticas, sendo, portanto, de equivalência total.

O conceito de “accessory cambia” inclui não somente *corpus lignosum compositum*, típico da família Sapindaceae, mas também variações cambiais, que incluem a presença de câmbios múltiplos, como observado em Malphiaceae, Acanthaceae e Passifloraceae (*e.g.* Iqbal 1990). A principal diferença entre essas famílias e Sapindaceae é que o *corpus lignosum compositum* instala-se ainda no corpo primário dos táxons de Sapindaceae. Apóia-se, portanto, em um dos descritores mais importantes para afirmar que não há equivalência entre “accessory cambia” e *corpus lignosum compositum*.

Com relação ao uso e registro científico, nota-se que em alguns casos, as palavras *corpus lignosum* foram traduzidas conforme a época e o pensamento científico do tradutor. É o que se percebe, por exemplo, entre “compound secondary xylem” e “compound xylem mass”. Esses termos têm um caráter atemporal, pois se referem somente à estrutura secundária, mais especificamente ao xilema secundário, apesar dos pesquisadores terem conhecimento que a variação cambial instala-se ainda no corpo primário da planta, e que o tecido floemático também faz parte dessa variação (Metcalf & Chalk 1950, Carlquist 1988). As relações semânticas estabelecidas entre os termos *corpus lignosum compositum*, “compound secondary xylem” e “compound xylem mass” são de equivalência exata. Apesar da equivalência entre os termos, rejeita-se o uso de alguns

elementos, tais quais: massa, feixe e estelo e privilegia-se cilindro vascular e composto.

A variação *corpus lignosum compositum* é constituída por múltiplas unidades condutoras, tal qual uma estrutura em cabo que simula vários caules fusionados, portanto o uso de “mass” é desnecessário, pois cada unidade vascular constitui-se de xilema secundário de forma similar como nas plantas com crescimento secundário sem variação cambial (um câmbio produzindo xilema e floema secundários em posição usual). O uso da palavra massa (“mass”) é adequado no termo massa parênquimática cujo conceito é a proliferação de células parenquimáticas não lignificadas no xilema secundário de caules de lianas (*e.g.* Metcalfe & Chalk 1950).

Em anatomia vegetal, os melhores nomes para caracterizar as estruturas são aqueles mais informativos ou descritivos, portanto um termo é adequado quando sua definição informa ou descreve a estrutura, tanto em crescimento primário quanto secundário. Isso não é necessariamente uma regra, mas evita imprecisões. Partindo-se desse pressuposto, os elementos feixe e estelo não seriam apropriados.

Prefere-se o uso de feixe apenas para designar uma estrutura formada por procâmbio, floema e xilema primários, ou seja feixe vascular.

O conceito de estelo foi lançado por van Tieghem & Douliot (1886 *apud* Esau 1953) para designar o sistema vascular primário (xilema e floema) do eixo (caules e raízes), e seu respectivo tecido fundamental, medula, periciclo, regiões interfasciculares e traços foliares (*e.g.* Beck *et al.* 1982). Para alguns autores o estelo é delimitado pela endoderme (Eames & MacDaniels 1947; Ogura 1972), e o periciclo é a camada mais externa do estelo (Eames & MacDaniels 1947; Fahn 1974; Ogura 1972), enquanto outros defendem que tanto a endoderme quanto periciclo não devem ser considerados no conceito de estelo (Beck *et al.* 1982; Schmid 1982). Outros, pelo fato de admitirem que a presença endoderme e do

periciclo é facultativa no órgão caulinar, preferem o uso do termo cilindro vascular ou sistema vascular primário em detrimento do termo estelo (*e.g.* Esau 1945; Foster 1949). Nesse estudo consideramos que o periciclo é a camada mais externa do estelo, que por sua vez é delimitado pela endoderme.

O termo “polystelic” utilizado para designar o tipo de caule que ocorre em Sapindaceae por Acevedo-Rodrigues (2005), não é correto por dois motivos: 1) no caule de *S. caracasana* nota-se, nitidamente, a presença de um único periciclo e de uma única endoderme contornando o sistema vascular, demonstrando, assim, que se trata de um único estelo; e 2) mesmo se não considerássemos o periciclo pertencente ao estelo, ainda assim, esse termo não seria apropriado.

Segundo Beck *et al.* (1992) o termo “polystely” ou “polystelic” foi introduzido por van Tieghem & Douliot (1886 *apud* Esau 1953) e refere-se a presença de vários estelos por órgão, mas especificamente dois ou mais cilindros adjacentes de tecido vascular. O termo “polystelic” é utilizado para designar alguns estelos de pteridófitas (*e.g.* Ogura 1972) e para fazer referência a Medullosaceae e outras gymnospermas (Schmid 1982). Já Eames & MacDaniels (1947) comentam que há dúvidas se verdadeiros “polysteles” estão presentes em alguns grupos de plantas fósseis, e que nas plantas atuais não se registra este tipo de estelo, sugerindo que “polysteles” é um termo sem acurácia morfológica e que, portanto, não deveria ser utilizado.

Mais recentemente, alguns autores consideram o estelo de *Medullosa* como um único eustelo com tecidos secundários produzidos concêntricamente em volta de dois ou mais segmentos estelares (*e.g.* Dunn *et al.* 2003; Basinger *et al.* 1974), também denominados segmentos vasculares (Basinger *et al.* 1974). De forma comparativa esses segmentos estelares (=segmentos vasculares) correspondem ao termo cilindro vascular adotado nesse trabalho.

O uso dos termos caule multiestelar, caule poliestélico e/ou estelo periférico e estelo central

propagou-se entre alguns pesquisadores (e.g. Acevedo-Rodríguez 1993; Carlquist 1988; 1991; Johnson & Truscott 1956), provavelmente por proporcionar rapidamente a distinção entre um caule com um único cilindro condutor ou com múltiplas unidades condutoras, facilitando assim o entendimento. No entanto, esse termo não é adequado, portanto sugere-se a sua não utilização.

Na elaboração dos conceitos terminológicos, o que se busca é o consenso e a clareza, logo, prefere-se aquele termo que seja o mais simples, fácil e exato. Portanto, em um primeiro momento, o termo proposto por van der Walt *et al.* (1993), “compound vascular cylinder” e adotado em língua portuguesa (cilindro vascular composto) por Somner & Barroso (1989), parece ser o que melhor define o conceito elaborado por Radlkofer (1875) e modificado por Schenck (1893). Na medida em que o termo vascular faz referências tanto ao tecido xilemático quanto ao floemático, pode ser usado em estágio primário e secundário de crescimento, enquanto o termo cilindro contém em si a noção de procâmbio ou câmbio cilíndrico, e o termo composto mantém o sentido semântico original, ou seja, constituído pela união de dois ou mais elementos homólogos.

No entanto, em caules bem desenvolvidos de *S. caracasana* verificou-se, a olho nu, novos sistemas vasculares, denominados por Schenck (1893) de feixes secundários ou anéis neoformados. Esse autor especula que os cilindros vasculares originais seriam formados pelo periciclo, enquanto que os neoformados teriam origem no floema secundário, portanto, seriam estruturas não homólogas. Questiona-se, neste trabalho, se esse padrão se aplica a *S. caracasana* e se nesse caso o termo cilindro vascular composto ainda seria adequado.

Os dados pioneiros obtidos com *S. caracasana* referem-se à constatação de oito lobos com suas respectivas medulas circundando uma região central também com medula, demarcando, antes mesmo da vascularização, o aspecto composto do caule. Outra constatação pioneira é a diferenciação

vascular que ocorre anteriormente nos lobos, em relação a região central pela presença do procâmbio cilíndrico, refutando a idéia de Schenck (1893) de que seria o periciclo o responsável pela formação do aspecto composto.

Com a diferenciação da vascularização, esses lobos foram chamados de cilindro vascular periférico e cilindro vascular central, conforme adotados por van der Walt *et al.* (1973) e por serem termos mais pertinentes e autossignificativos.

Os três autores que trazem informações sobre o desenvolvimento de corpos lenhosos compostos, ou seja, Schenck (1893) com *Serjania* spp., e Obaton (1960) e van der Walt *et al.* (1973) com *Paullinia pinnata*, não observaram os caules em estágios anteriores à vascularização, ou seja, seus primeiros relatos referem-se aos feixes vasculares já diferenciados. Os feixes vasculares dos lobos e da região central surgem, segundo Obaton (1960) e van der Walt *et al.* (1973) de forma sincrônica, e aqueles que estão nos lobos ficam isolados e vão constituir os cilindros vasculares periféricos, situação esta divergente da observada em *S. caracasana*, conforme supracitado.

Outro caráter que difere entre os resultados de Obaton (1960) e van der Walt *et al.* (1973) é a presença de medula nos cilindros vasculares periféricos. Obaton (1960) comenta sobre medula não verdadeira, que corresponde às células celulósicas e esclerificadas, no entanto, não deixa claro a sua origem. Já van der Walt *et al.* (1973) não cita presença de medula em seus esquemas ou descrições nos cilindros vasculares periféricos, somente para o cilindro central.

Em *S. caracasana* notam-se que a região central do cilindro vascular central e a dos cilindros vasculares periféricos são homólogas, originam-se na região apical, a partir do meristema fundamental, tratando-se, portanto, de medula.

Para verificar a hipótese da não homologia entre os cilindros vasculares e os

anéis neoformados (e.g. Schenck 1893), analisa-se caules amadurecidos de *S. caracasana*. Nessa espécie o floema colapsado forma novos sistemas vasculares – denominados neste trabalho anéis vasculares, através da instalação de câmbios formados pela desdiferenciação de células parenquimáticas do floema secundário.

Portanto, os dados aqui obtidos confirmam a hipótese de Schenck (1893) de que é o floema secundário o responsável pela origem das neoformações e refuta-se de que é o periciclo o agente formador dos cilindros vasculares. Portanto, a não homologia justifica a adoção de termos diferentes para esses sistemas.

Também se justificaria a adoção de termos distintos para designar os dois fenômenos em questão – aspecto composto e neoformações. No entanto, levando em consideração que os novos sistemas vasculares surgem apenas em caules muito desenvolvidos, considera-se que o início do desenvolvimento até o estágio secundário maduro é o aspecto mais relevante, pois a estrutura inicial é mantida por um longo período e é um caráter informativo para análises taxonômicas. Portanto, conclui-se que o termo cilindro vascular composto é o mais adequado. Esse termo exhibe um caráter descritivo que facilita a compreensão do conceito conforme já discutido, além de refletir a homologia entre os cilindros vasculares.

Por meio da análise do desenvolvimento em *S. caracasana*, confirma-se o conceito elaborado por Radlkofer (1875) e Schenck (1893) com os seguintes descritores: 1) presença de variação cambial; 2) presença de um cilindro vascular central e oito cilindros vasculares periféricos; 3) presença de periciclo fibroso envolvendo o conjunto; 4) presença da endoderme envolvendo o conjunto; 5) cada cilindro vascular e o central possuem a sua própria medula; 6) a estrutura vascular composta instala-se no corpo primário da planta; 7) cada cilindro vascular e o central são constituídos por xilema envolvido por floema, tanto em estrutura primária quanto em secundária; 8) presença

de procâmbio concêntrico em cada cilindro vascular periférico e no cilindro vascular central; 9) presença de um único estelo; 10) a vascularização inicia-se anteriormente nos cilindros vasculares periféricos; 11) mesmo antes da vascularização o caule com oito lobos já demarca os futuros oito cilindros vasculares periféricos; 12) presença de novos sistemas vasculares no caule adulto que se originam no floema secundário. Os descritos 1 a 8 confirmam os dados da literatura, enquanto os 9 e 11 são inéditos. Já o descritor 12 responde a uma questão em aberto na literatura especializada.

Os caules de lianas sem variação cambial foram denominados *corpus lignosum simplex* por Radlkofer (1875) para a família Sapindaceae. Em português, a palavra simples tem como significado o contrário de composto (Houaiss & Villar 2001), portanto, recomenda-se, nessa situação, uso do termo cilindro vascular simples.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Dr. R. Evert, à Dra. Nanuza Luiza de Menezes e ao Dr. Ricardo Cardoso Vieira, as valiosas sugestões e contribuições a esse trabalho; à Dra. Edenise Segala Alves, a revisão científica; à Vera Ayres, a revisão ortográfica e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) (Processo 130619/98-1), a bolsa de mestrado concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Rodríguez, P. 1993. Systematics of *Serjania* (Sapindaceae). Part I: A Revision of *Serjania* Sec. Platycoccus. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 67: 1-93.
- Acevedo-Rodríguez, P. 2005. Vines and climbing plants of Puerto Rico and Virgin Islands. *Smithsonian Institution* 51: 1-483.
- Araque, O. Z.; de Pernía, N. E. & León H., W. J. 2000. Estudio anatómico del leño de seis especies de lianas. *Revista Forestal Venezolana* 44: 39-48.

- Auger, P. & Rousseau, L. J. 1978. Méthodologie de la recherche terminologique. Coll. Études, recherches et documentation, Éditeur officiel du Québec, Québec. 80p.
- Barros, L. A. 2004. Curso básico de terminologia. Edusp, São Paulo. 296p.
- Basinger, J. F.; Rothwell G. W. & Stewart 1974. Cauline vasculature and leaf trace production in medullosan pteridosperms. *American Journal of Botany* 1: 1002-1015.
- Beck, C. B.; Schmid, R. & Rothwell G. W. 1982. Stelar morphology and the primary vascular system of seed plants. *Botanical Review* 48: 691-815.
- Bureau, E. 1957. Anatomie végétale. V. 3. Presse Universitaire de France, Paris. 752p.
- Caballé, G. 1993. Liana structure, function and selection: a comparative study of xylem cylinders of tropical rain forest species in Africa and America. *Botanical Journal of the Linnean Society* 113: 41-60.
- Cabré, M. T. 1993. La terminología: Teoría, metodología, aplicaciones. Editorial Antártida/Empúries, Barcelona. 529p.
- Carlquist, S. 1988. Comparative wood anatomy. Systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Springer-Verlag, Berlin, New York. 354p.
- Carlquist, S. 1991. Anatomy of vine and liana stems: a survey and synthesis. *In*: Putz, F. E. & Mooney, H. A. (eds.). *The biology of vines*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 53-71.
- Cruz, M. A. V.; Barroso, G. M. & Barros, F. 1989. Flora fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). III. Sapindaceae. *Hoehnea* 16: 1-10.
- Dubuc, R. 1985. Manuel pratique de terminologie. 2 ed. Linguatex, Québec. 158p.
- Dunn, M. T.; Rothwell G. W. & Mapes, G. 2003. On Paleozoic plants from marine strata: *Trivenia arkansana* (Lyginopteridaceae) *gen. et sp. nov.*, a lyginopterid from the Fayetteville Formation (middle Chesterian/Upper Mississippian) of Arkansas, USA, *American Journal of Botany* 90: 1239-1252.
- Eames, A. J. & MacDaniels, L. E. 1947. An introduction to plant anatomy. 2nd ed. McGraw-Hill, New York. 518p.
- Esau, K. 1953. Plant anatomy. Juhn Wiley & Sons, New York. 735p.
- Fahn, A. 1974. Plant anatomy. 2nd ed. Pergamon Press, Oxford. 643p.
- Faulstich, E. 2002. Aspectos de terminologia geral e terminologia variacionista. *Revista do Centro Interdepartamental de Tradução e Terminologia. FLH/USP, São Paulo*, n. 7.
- Felber, H. 1987. Manuel de terminologie. Paris, Unesco. 375p.
- Foster, A. S. 1949. Practical plant anatomy. 2nd ed. D. Van Nostrand Co., New York. 228p.
- Gahan, P. B. 1984. Plant histochemistry and cytochemistry. Academic Press, New York. 301p.
- Gerrits, 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.
- Houaiss, A. & Villar, M. S. 2001, Dicionário Houaiss da língua portuguesa. Editora Objetiva, Rio de Janeiro.
- Iqbal, M. 1990. Structural and operational specializations of the vascular cambium of seed plants. *In*: Iqbal, M. (ed.). *Growth patterns and vascular plants*. Dioscorides Press, Portland. Pp. 211-271.
- Johansen, D. 1940. Plant microtechnique. Mc Grow Hill, New York. 523p.
- Johnson, M. A. & Truscott, F. H. 1956. On the anatomy of *Serjania*. I. Path of the bundles. *American Journal of Botany* 43: 509-519.
- Klaassen, R. 1999. Wood anatomy of the Sapindaceae. *IAWA Journal Supplement* 2: 1-214.
- Köeppen, W. 1948. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica, Mexico.

- Kraus, E. J. & Arduin, M. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Edur, Rio de Janeiro. 198p.
- Kruse, J. 1977. Mikrotechnologische und biologische Untersuchungen an Rindenplatten. Dissertation. Fachbereich Biologie, Universität Hamburg. 178p.
- Metcalf, C. R. & Chalk, L. 1950. Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. v. 1. Clarendon Press, Oxford. 724p.
- Metcalf, C. R. & Chalk, L. 1983. Anatomy of the Dicotyledons: wood structure and conclusion of the general introduction. v. 2, Clarendon Press, Oxford. 330p.
- Obaton, M. 1960. Les lianes ligneuses à structure anormale des forêts denses d'Afrique Occidentale. An. Sci. Nat. Bot. (new ser.) 12(1): 1-220.
- O'Brien, T. P. & McCully, M. E. 1981. The study of plants structure: principles and selected methods. Termarcaphi Pty, Melbourne. 280p.
- Ogura, Y. 1972. Comparative anatomy of vegetative organs of the pteridophytes. Hand. Pflanzenanatomie 7. Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Pfeiffer, H. 1926. Das Abnorme Dickenwachstum-Handbuch der Pflanzenanatomie Band IX. Verlag von Gebrüder Borntraeeger, Berlin. 272p.
- Philipson, W. R.; Ward, J. M. & Butterfield, B. G. 1971. The vascular cambium. Chapman & Hall, London. 182p.
- Popper, K. 1985. A lógica da pesquisa científica. EDUSP, São Paulo. 568p.
- Radlkofer, L. A. T. 1875. Monographie der Sapindaceen-Gattung *Serjania* I-XVIII. Verlag der K.B. Akademie, München. 392p.
- Schenck, H. 1893. Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen im Besonderen der in Brasilien einheimische Arten. 2. Beiträge zur Anatomie der Lianen. In: Botanische Mittheilungen aus der Tropens, ed. A. F. W. Schimper, G. Fischer, Jena. 271p.
- Schmid, R. 1982. The terminology and classification of steles: historical perspective and the outlines of a system. The Botanical Review 48: 817-931.
- Somner, G. V. & Barroso, G. M. 1989. *Serjania* Mill. (Sapindaceae) do estado do Rio de Janeiro. Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro 24: 281-317.
- Van der Walt, J. J. A.; van der Schijff, H. P. & Schweickerdt, H. G. 1973. Anomalous secondary growth in the stem of lianas *Mikania cordata* (Burm. F.) Robins. (Compositae) and *Paullinia pinnata* Linn. (Sapindaceae). Kirkia 9: 109-138.
- Veloso, H. P. & Góes-Filho, L. 1982. Fitogeografia brasileira – classificação fisionômica ecológica da vegetação neotropical. Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASIL, Série Vegetação 1: 1-80.