

Potencialidade da família Meliaceae para dendrocronologia em regiões tropicais e subtropicais

Mario Tomazello Fo., Paulo C. Botosso & Claudio S. Lisi¹

Resumo. A Família Meliaceae é representada na América por 8 gêneros e a estes incluem-se outros introduzidos de várias regiões tropicais do mundo. O gênero *Cedrela*, um dos mais importantes desta família é constituído por 7 espécies amplamente distribuídas nas florestas tropicais e subtropicais da América do Sul e Central. *Cedrela angustifolia*, ocorre do México até o norte da Argentina, exceto nas Antilhas. *C. fissilis*, ocorre da Costa Rica até a Argentina e Brasil. *C. lilloi*, ocorre no Peru, Bolívia e Argentina, sendo citada no sul do Brasil. *C. montana*, ocorre na Venezuela, Colômbia e Equador. *C. oaxacensis*, ocorre do México até o Panamá. *C. odorata*, ocorre do México até a Argentina e Brasil; *C. weberbauerii*, ocorre no Peru. Três espécies ocorrem naturalmente no Brasil: *C. odorata*, o cedro das florestas da Amazônia, *C. fissilis*, o cedro das florestas de planalto mais secas, *C. angustifolia*, o cedro da floresta atlântica e *C. lilloi*, mencionada como ocorrendo nas florestas da região sul. O gênero *Swietenia* constitui-se em um gênero americano com poucas espécies, tendo afinidade com as caobas africanas, foi descrito como constituído por 4 espécies. *Swietenia mahagoni*, ocorre nas Bermudas, Bahamas, Cuba, Santo Domingo, Porto Rico, Jamaica e sul do Estado da Flórida, nos EUA. *S. macrophylla*, ocorre no México, países da América Central, Colômbia, Peru, Bolívia, Venezuela, Peru e Brasil. *S. humilis*, ocorre no México, El Salvador até a Costa Rica, sendo uma 4ª espécie. *S. krukovii* mencionada com ocorrendo na Amazônia brasileira, embora não foi confirmada. O gênero *Toona*, denominados de cedros asiáticos, é constituído por, pelo menos, 11 espécies: *Toona ciliata* (com 20 variedades), *T. calantas*, *T. fargesii*, *T. microcarpa*, *T. mollis*, *T. multijuga*, *T. paucijuga*, *T. serrata*, *T. serrulata*, *T. sinensis*, *T. sureni*. As principais espécies para as condições ecológicas da América Latina são *T. ciliata* var. *australis*, *T. calantas* e *T. sureni*. Os gêneros *Cedrela*, *Swietenia*

¹ Departamento de Ciências Florestais- ESALQ/USP, Universidade de São Paulo (13400), Piracicaba, São Paulo, Brasil

Dendrocronología en América Latina. F. A. Roig (comp.); EDIUNC, Mendoza, Argentina, 2000.

e *Toona* reúnem importantes e fundamentais características para a sua aplicação em dendrocronologia, como (i) significativo número de espécies nos ecossistemas florestais, com ampla diversidade ecológica em vários continentes, (ii) espécies apresentando eventos fenológicos distintos, como a queda das folhas, na estação seca, em condições naturais e em plantios, (iii) madeira com estrutura anatômica característica, pela nitidez e delimitação dos anéis anuais de crescimento, (iv) árvores com altas taxas de crescimento em diâmetro do tronco e em altura, (v) madeira de densidade média, permitindo a retirada de amostras por métodos não destrutivos, (vi) disponibilidade de informações sobre a idade e taxa de crescimento, pela marcação do câmbio, uso de bandas dendrométricas e medição da largura dos anéis anuais de crescimento, (vii) extensa bibliografia sobre taxonomia, dendrologia, botânica, florística, fitossociologia, silvicultura, propriedades da madeira, etc. Pelo exposto, no presente trabalho são apresentadas as principais características dendrológicas e silviculturais das espécies da Família Meliaceae para a América Latina, incluindo as informações existentes sobre a análise dos anéis de crescimento para diversas aplicações. Tem, também, como objetivo promover e estimular as pesquisas utilizando o potencial das análises dos anéis de crescimento das espécies de meliáceas, propiciando o desenvolvimento da dendrocronologia e dendroecologia tropical e suas demais especializações.

Abstract. The Meliaceae family is represented in America by 8 natural genera including exotics introduced from other tropical regions of the world. The genus *Cedrela* is an important component of this family. It is composed of 7 species widely distributed in the tropical and subtropical forests of South and Central America: *Cedrela angustifolia*, *C. fissilis*, *C. lilloi*, *C. montana*, *C. oaxacensis*, *C. odorata*, and *C. weberbauerii*. The American genus *Swietenia* is composed of 4 species: *Swietenia mahagoni*, *S. macrophylla*, *S. humilis*, and *S. krukovii*. The genus *Toona*, namely Asiatic cedars, includes at least 11 species: *Toona ciliata* (with 20 varieties), *T. calantas*, *T. fargesii*, *T. microcarpa*, *T. mollis*, *T. multijuga*, *T. paucijuga*, *T. serrata*, *T. serrulata*, *T. sinensis* and *T. sureni*. The most important species as regards ecological conditions in Latin America are *T. ciliata* var. *australis*, *T. calantas*, and *T. sureni*. The genera *Cedrela*, *Swietenia* and *Toona* present many characteristics which are important for dendrochronological studies, such as (i) a large number of species in forest ecosystems of wide ecological diversity, (ii) species with a distinct phenological behavior characterized by leaf fall in the driest season, under both natural and plantation conditions, (iii) anatomical wood characteristics showing well-defined annual rings, (iv) trees with large diameter and high rate of height increase, (v) trees with medium wood density, facilitating wood core extraction by non-destructive methods, (vi) plenty of information about age and increment rate, cambial marking, dendrometer bands use, and tree-ring width measurements, and

(vii) an exhaustive literature on taxonomy, dendrology, flora and phytosociology, silviculture, wood technological properties, etc.

This paper presents important dendrological and silvicultural characteristics of the family Meliaceae in Latin America. It also includes information on tree-ring analysis applied to different fields. Moreover, this contribution aims at promoting further studies on tree-ring analysis of Meliaceae species to expand the development of dendrochronology in the tropical areas of Latin America.

Introdução

A família Meliaceae

A família Meliaceae pertence à ordem Sapindales (Cronquist 1981) e ocorre em regiões tropicais e pantropicais da África, América e Ásia, compreendendo 51 gêneros e 1400 espécies, com cerca de 500 apresentando importância econômica (Lawrence 1951; Styles 1972; Girardi 1975; Holdridge 1976a; Styles & Khosla 1976; Barroso 1984). A família Meliaceae é representada na América do Sul por 8 gêneros, *Cedrela*, *Swietenia*, *Cabralea*, *Trichilia*, *Guarea*, *Carapa*, *Schmardaea* e *Ruegea*, com os 6 primeiros ocorrendo naturalmente no Brasil (Holdridge 1976a; Rizzini 1978; Pennington 1981; Barroso 1984). A estes incluem-se os gêneros introduzidos de outras regiões, como *Melia*, *Azadirachta*, *Toona* e *Khaya*, dentre outros.

A família Meliaceae foi estudada por inúmeros pesquisadores no exterior, com destaque para De Candolle (1878), Kribs (1930), Smith Jr. (1960, 1965), Pennington & Styles (1975), Holdridge (1976a,b); e no Brasil, por Pirani (1984), Pastore & Berzaghi (1989) no Estado de São Paulo, Amaral (1981) em Goiás, Klein (1984) em Santa Catarina, Girardi (1975) no Rio Grande do Sul e Pinheiro (1986) em Minas Gerais, dentre outros.

O gênero Cedrela

O gênero *Cedrela* foi estabelecido por Browne, em 1756, na Jamaica, sendo a descrição da espécie tipo *C. odorata* realizada por Linnaeus, em 1759 (Rosero 1976; Espinoza de Pernia 1987), com gênero assim denominado pelo odor característico do lenho da árvore, semelhante ao das espécies de *Cedrus* (Amaral 1981). Constitui-se em um importante gênero neotropical das florestas tropicais

úmidas e florestas tropicais e subtropicais com estação seca do México (latitude 26°N) até o norte da Argentina e sul do Brasil (latitude 28°S), incluindo os países da América Latina, à exceção do Chile. As espécies de *Cedrela* são relatadas em formações florestais decíduas de terras baixas úmidas a secas até 1200 m de altitude, em solos de boa drenagem, associadas com *Guarea*, *Swietenia*, *Blepharocalyx*, *Phoebe*, *Podocarpus*, *Juglans*, *Alnus*, *Araucaria*, além de outras espécies (Hueck 1978; Rizzini 1978; Gartland et al. 1996). Apresentam alta exigência de luz, ocorrendo com frequência como pioneira, com elevadas taxas de crescimento em florestas secundárias (Pennington 1981).

As plantas de *Cedrela* são susceptíveis ao ataque de *Hypsipyla grandella* (broca do ponteiro), limitando o estabelecimento de plantações na sua área de ocorrência natural e em plantios consorciados. Outras pragas de menor importância são os ácaros, o serrador *Oncideres dejeani* (coleóptero que provoca o corte dos ramos), *Antaeotricha dissimilis* (leptóptero que se alimenta das folhas), *Diploschema rotundicollis* (coleobroca que ataca ramos e troncos) (Bascopé et al. 1957; Becker 1970; Grijpma 1976; Holdridge 1976b).

O gênero *Cedrela* compreende 7 espécies que se distribuem pelos países da América Latina, a saber (i) *Cedrela angustifolia* Ses. et. Moc. ex DC. - ocorre do México até o norte da Argentina, exceto nas Antilhas, (ii) *Cedrela fissilis* Vell. - ocorre da Costa Rica até a Argentina e Brasil, (iii) *Cedrela lilloi* C. DC - ocorre no Perú, Bolívia e Argentina, sendo citada no sul do Brasil, (iv) *Cedrela montana* Mor. et Turc. - ocorre na Venezuela, Colômbia e Equador, (v) *Cedrela oaxacensis* C. DC. et Rose - ocorre do México até o Panamá, (vi) *Cedrela odorata* L. - ocorre do México até a Argentina e Brasil; (vii) *Cedrela weberbauerii* Harms in McBride - ocorre no Perú (Smith 1960; Gonzales 1976; Ramirez & Styles 1978; Rizzini 1978).

No Brasil ocorrem naturalmente 3 espécies de *Cedrela*, (i) *C. odorata*, considerado o cedro da floresta amazônica, (ii) *C. angustifolia*, o cedro da floresta atlântica e (iii) *C. fissilis*, o cedro das florestas mais secas, sobretudo do Estado de Minas Gerais para o sul do Brasil, sendo que essas espécies interpenetram-se nas suas áreas de ocorrência natural, na região central do país (Rizzini 1978). Além dessas, uma quarta espécie, *C. lilloi* é mencionada como ocorrendo na região sul do Brasil (Carvalho 1994).

Cedrela fissilis Vell.

Apresenta inúmeros nomes vulgares, como cedro-rosa, cedro-amarelo, cedro-vermelho, cedro-branco, cedro-batata no Brasil; cedro-colorado no Perú; cedro-Misionero, cedro-rosado, cedro-blanco, na Argentina; cedro na Bolívia; ygary no Paraguai (Ramalho 1965; Girardi 1975; Pennington & STYLES 1975; Reitz et al. 1979, 1983; Amaral 1981; Carvalho 1994; Gartland et al. 1996).

Ocorre da Costa Rica (latitude 12°N), incluindo o Panamá, Bolívia, Colômbia, Equador, Paraguai, Perú, Uruguai e Venezuela até o sul do Brasil e nordeste da Argentina (latitude 33°S; Gonzalez 1976; Pennington 1981; Gartland et al. 1996). *Cedrela fissilis* é relatada no Brasil nas formações florestais tropicais do planalto do centro-oeste a tropicais do centro-sul (Amaral 1981). Abundante nas matas subtropicais do Alto Uruguai e nos sub-bosques dos pinhais, tem ampla distribuição em todo o sul e sudeste do Brasil, incluindo os Estados do Rio Grande do Sul (Reitz et al. 1983), Santa Catarina (Reitz et al. 1979), Paraná (Rotta 1977; Inoue et al. 1984; Carvalho 1994), São Paulo (Matthes 1980; Leitão Fº 1982; Baitello et al. 1983/85; Bertoni & Martins 1987; Baitello et al. 1988; Rodrigues et al. 1989) e Minas Gerais (Rizzini 1978) e bastante restrito, apesar de citado, em florestas de terra firme nos Estados do Pará e do Rio de Janeiro (Mata do Itatiaia, Rizzini 1978). Como espécie peculiar das matas mais secas, pode subsistir no descampado e no cerrado (Braga 1960). A área de ocorrência de *C. fissilis* no Brasil se caracteriza por apresentar precipitação média anual de 850-2200 mm, estação seca de 3-6 meses, temperatura média anual de 15-25 °C e altitudes de até 1800 m (Carvalho 1994).

Na Argentina, árvores de *C. fissilis* têm sido relatadas na floresta Misionera, Província de Misiones, estendendo-se nas latitudes 25-27°S, com precipitação anual de 1700 mm e temperatura média anual de 19-20 °C (Eibl et al. 1995; Gartland et al. 1996).

As árvores de *C. fissilis* ocorrem preferencialmente em solos úmidos, profundos e bem drenados de vales e planícies aluviais. Espécie secundária inicial a tardia das matas primárias pode, no entanto, ser encontrada como pioneira em vegetação secundária. Essência parcialmente umbrófila no estágio juvenil e heliófila no estágio adulto tem a sua frequência variando de 1 a 3 árvores/ha nas florestas do sul do país (Carvalho 1994), de 2 a 7 árvores/ha na Selva Misionera, Argentina (Gartland et al. 1996).

As árvores de *C. fissilis* podem atingir de 10-25 até 40 m de altura e 40-80

até 200 cm de diâmetro, com tronco cilíndrico, normalmente reto, copa alta, densa e de forma arredondada a umbeliforme. Alcança maiores dimensões na floresta pluvial da região sul e menores nas matas secas (Rizzini 1978). A espécie propaga-se por sementes (Andrade 1957; Carvalho 1994), por estacas de ramos (Heringer 1947) e por estacas e rebentos de raízes (Mattos 1980; Rodrigues 1990).

Cedrela fissilis constitui-se em espécie tipicamente caducifolia, apresentando-se completamente desfolhada na fase de maturação dos frutos. O período de caducifolia varia em função das condições climáticas, de maio a julho (Minas Gerais), junho a julho (Espírito Santo), junho a setembro (São Paulo), julho a agosto (Paraná, Santa Catarina), abril a agosto (Rio Grande do Sul) (Amaral 1979; Reitz et al. 1983; Inoue et al. 1984; Morellato et al. 1989; Pastore & Berzaghi 1989; Carvalho 1994).

Descrições de *C. fissilis*, incluindo taxonomia, botânica, aspectos ecológicos, características silviculturais, diversidade genética, fenologia, etc, são apresentadas por inúmeros autores (Araujo 1948; Tavares 1959; Smith 1960; Girardi 1975; Maixer & Ferreira 1976; Rizzini 1978; Reitz et al. 1979, 1983; Inoue et al. 1984; Pinheiro 1986; Pastore & Berzaghi 1989; Pinheiro et al. 1990; Lorenzi 1992; Carvalho 1994; Eibl et al. 1995; Gandara 1995; Gartland et al. 1996).

As árvores de *C. fissilis* têm a madeira com alburno branco a rosado e cerne castanho claro a avermelhado, sendo que as variações de coloração e do odor do lenho são função das variáveis edafo-climáticas do sítio. A madeira tem sua densidade variando de leve a moderadamente pesada e possui uma ampla gama de aplicações na construção civil, naval, móveis, laminados, obras de arte e religiosas, etc., sendo sua casca utilizada na medicina caseira. A espécie é, também, recomendada para a arborização e paisagismo de parques e praças (Tavares 1959; Brown 1978; Reitz et al. 1979, 1983; Carvalho 1994; Lisboa 1994). Estudos das características gerais, estrutura anatômica macro e microscópica e os usos e aplicações da madeira foram realizados por inúmeros autores (Pereira 1933; Araujo 1948; Lebacqz 1973; Dechamps 1985; Espinoza de Pernia 1987; Mainieri & Chimelo 1989; Gartland et al. 1996). A maior parte destes destacou a presença de anéis de crescimento perfeitamente distintos, caracterizados pelo parênquima marginal e pela disposição dos poros em anéis semi-porosos, considerados anuais e aplicados na dendrocronologia de *C. fissilis* (Boninsegna et al. 1989).

Cedrela odorata L.

Apresenta extensa relação de nomes vulgares, como cedro, cedro-vermelho, cedro-rosa, cedro-branco no Brasil; cedro-colorado, cedro-blanco, cedro-paraiso, na Argentina; cedro-rojo, cedro, culche no México; cedro, cedro cebolla, cedro amargo, cedro blanco no Panamá, Venezuela, Costa Rica; cedro colorado, cedro virgem no Perú; cedro macho, calundra em Cuba; cedro hembra na República Dominicana; cedro real em El Salvador; cedro de castilla, cedro dulce no Equador; cedro oloroso, cedro crespo, cedro cebollo, cedro blanco na Colômbia (Bascopé et al. 1957b; Kribs 1959; Sanchez et al. 1976; Loureiro et al. 1979; Amaral 1981; Pennington 1981; Arnaez et al. 1982; Arnaez & Flores 1988; Malavassi 1992; Vazquez & Petit 1994b).

Cedrela odorata ocorre desde o México (latitude 26°N) atravessando os países da América Central e ilhas do Caribe, alcançando os países da América do Sul, até a Argentina (latitude 28°S), à exceção do Chile (Gonzales 1976; Pennington 1981; Pennington & Sarukhán 1998).

No México, *C. odorata* é uma árvore caducifólia, com 25-35 m de altura, ocorrendo nos bosques tropicais perenifólios e caducifólios, em solos de origem vulcânica e calizos, com boa drenagem. As árvores de *C. odorata* atingem dimensões máximas em áreas com precipitação de 2500-4000 mm/ano e em regiões mais secas apresentam troncos curtos, tortuosos e com menor desenvolvimento. Distribui-se nas vertentes do Golfo desde Tamaulipas até Yucatán e Quintana Roo e na vertente do Pacífico desde Sinaloa até Chiapas (Standley 1930; Perez Olvera et al. 1980; Rocas 1986; Pennington & Sarukhán 1998).

No Panamá, *C. odorata* atinge 27-40 m de altura e 60-120 até 200 cm de diâmetro, com variações nas propriedades da madeira em função da idade das árvores e condições do sítio, sendo que as árvores mais velhas e as que crescem em terrenos secos, elevados e com boa drenagem formam madeira de maior densidade, coloração e odor mais fortes (Escobar 1982).

Na Venezuela, árvores de *C. odorata*, em condições naturais atingem 25-30 m de altura e 50-70 cm de diâmetro, atingindo diâmetro de 63 cm aos 55 anos, ocorrendo nas selvas tropicais, altas, úmidas e secas, em 5 diferentes zonas de vida (Vazquez & Petit 1994b) e, nas florestas do Parque Nacional de Manu no Perú sua ocorrência é de 19 árvores/há (Negrón & Lombardi 1990).

No Brasil, *C. odorata* é comum na floresta amazônica ocorrendo, também, no nordeste, centro-oeste, leste e sul do país (Frões 1959; Rizzini 1978; Amaral

1981; Pennington 1981). Na Amazônia, *C. odorata* é uma árvore de grande porte, que floresce de março-abril e perde as folhas de janeiro-fevereiro, nas florestas de terra firme e matas inundadas de alguns rios. Em plantio na Amazônia - Estação Experimental de Curuá-Una - as árvores de *C. odorata* apresentaram alto índice de sobrevivência e incremento anual médio de 0,94 m em altura e de 1,1 cm de diâmetro (SUDAM 1979).

Cedrela odorata é esporádica nas regiões nordeste, sul e norte dos Estados da Bahia e Espírito Santo, respectivamente. Ocorre, também, em terrenos úmidos e alagadiços das matas pluviais do planalto central, sendo denominada de cedro do brejo nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. As árvores atingem 20-25 m de altura e 60 cm de diâmetro, com fuste retilíneo e copa com forma característica, multiplicando-se por sementes e por estacas (Braga 1960).

Descrições de *C. odorata*, incluindo taxonomia, botânica, aspectos ecológicos, características silviculturais, fenologia, etc., são apresentadas por inúmeros autores (Bascopé et al. 1957b; Tavares 1959; Smith 1960; Loureiro & Silva 1968; Rosero 1976; Sanchez et al. 1976; Vega 1976; Rizzini 1978; Loureiro et al. 1979; Sanchez Velaquez 1984; Pinheiro 1986; Arnaez et al. 1982; Pinheiro et al. 1994; Vazquez & Petit 1994b; Pennington & Sarukhán 1998).

A madeira de *C. odorata* apresenta alburno róseo pálido e cerne bege rosado escuro a castanho claro e densidade variando de 0,4-0,60 g/cm³, dependendo da procedência. Tem ampla utilização em marcenaria, laminados, carpintaria, construção naval e civil, etc. A descrição das características gerais, da estrutura anatômica macro e microscópica, aplicações e propriedades (densidade) da madeira de *C. odorata* têm sido apresentadas por inúmeros pesquisadores em diversos países como, no Brasil (Kribs 1959; Tavares 1959; Braga 1960; Mainieri & Pereira 1965; Loureiro & Silva 1968; Loureiro et al. 1979; SUDAM 1979; Tomazello et al. 1983), no México (Huerta Crespo & Cervantes Guerrero 1973; Barajas Morales et al. 1979a; Barajas Morales et al. 1979b; Perez Olvera et al. 1980; Ortega Escalona et al. 1991; Perez Olvera 1993; Barcenas Pazos 1995; Pennington & Sarukhán 1998), na Costa Rica (Arnaez et al. 1982; Howe 1974; Arnaez & Flores 1988; Wiemann & Williamson 1989a,b; Malavassi 1992), na Venezuela (Bascopé et al. 1957b; Huizzi 1974; Espinoza de Pernia 1987; Arnaez & Flores 1988; Malavassi 1992; Vazquez & Petit 1994b), no Panamá (Peralta & Abbate 1981; Escobar 1982), na Guiana Francesa (Détienne et al. 1982), no Perú (Lebacqz 1973; Bueno Zarate 1975/76; Dechamps 1985), na Nova Zelândia (Haslett et al. 1991) e em locais não especificados (Kribs

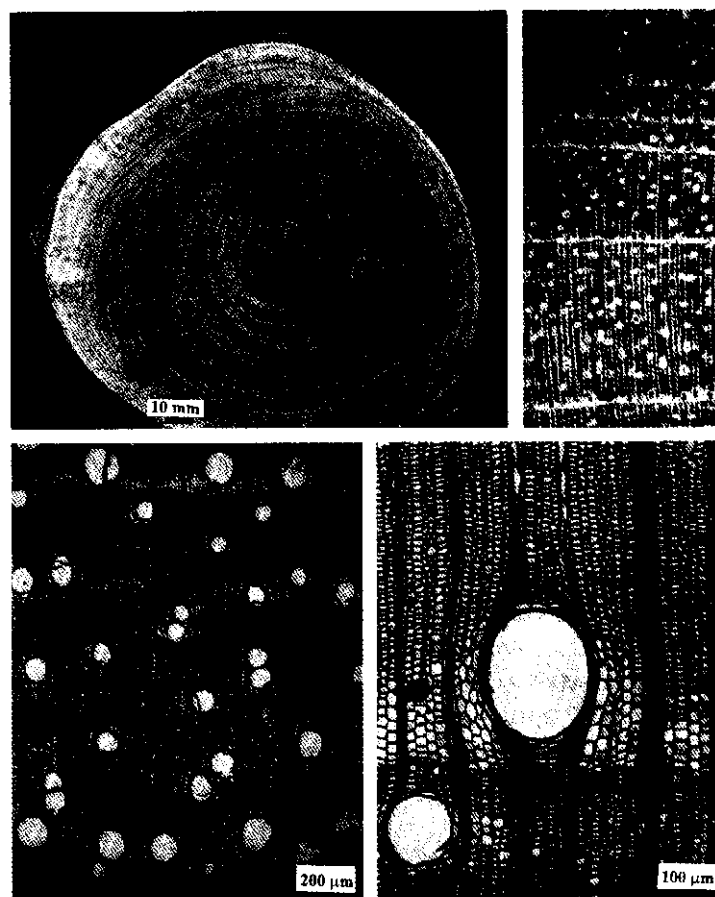


Fig. 1. Caracterização da estrutura anatômica da madeira e dos anéis de crescimento de árvore de *Cedrela odorata*. Seção transversal do lenho evidenciando a nitidez e a disposição circular dos anéis de crescimento (a); aspecto macroscópico, indicando a delimitação dos anéis de crescimento (b); aspectos microscópicos, indicando as características da faixa de parênquima axial inicial, do diâmetro e distribuição dos poros e da espessura da parede e largura das fibras nos lenhos inicial e tardio.

1959; Titmuss 1971; Bauch & Eckstein 1981; Chudnoff 1984). Nas descrições da madeira de *C. odorata* têm sido mencionada uma característica comum, independente do local; a presença de anéis de crescimento distintos, visíveis a olho nú, demarcados pelo parênquima marginal e pela disposição dos vasos

em anéis semi-porosos, com aplicação em dendrocronologia (Détienne & Mariaux 1977; Détienne 1989; Worbes 1995; fig. 1). Da mesma forma, árvores de *C. odorata* são cultivadas como plantas de sombra e para fins paisagísticos em inúmeras regiões dos trópicos (Rocas 1986; Pennington & Sarukhán 1998).

Cedrela angustifolia Ses. et. Moc. ex DC

Denominado de cedro, cedro rosa, cedro branco no Brasil; cedro saltenho na Argentina; cedro blanco no Perú, dentre outros nomes comuns (Girardi 1975; Rizzini 1978).

No Brasil ocorre nas florestas úmidas da cordilheira marítima, sendo freqüente na floresta atlântica dos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Paraná e escassa no sul do Estado da Bahia, alcançando, embora sem expressão, o Estado do Pará. *Cedrela angustifolia* é árvore de grande porte, com 20-30 m de altura, que perde as folhas na fase de maturação dos frutos, de julho-agosto e que produz folhas novas e floresce de agosto a setembro (Rizzini 1978).

Na Argentina, *C. angustifolia* tem sido citada no limite oriental da Selva de Montanha, Parque Chaqueño, entre 1700-1900 m de altitude (Villalba 1995). É também citada como espécie co-dominante na Floresta de Tucumano-Boliviana, a noroeste da Argentina e oeste da Bolívia a 28° S de latitude e 200-1900 m de altitude, atingindo 40 m de altura e 150 cm de diâmetro, com o período de crescimento de setembro a abril-maio, quando as folhas caem (Villalba et al. 1985).

Ainda na Argentina e Bolívia, *C. angustifolia* ocorre na Floresta Tucumano-Oranense, a 22-28°S de latitude, até 1700-1900 m de altitude e 1400 mm/ano de precipitação, com as árvores atingindo 35 m de altura e 250 cm de diâmetro a 800 m de altitude, sendo menores e menos abundantes em altas latitudes (Tortorelli 1956; Villalba et al. 1987).

Descrições de *C. angustifolia*, incluindo taxonomia, botânica, aspectos ecológicos, características silviculturais, fenologia, etc., são apresentadas por inúmeros autores (Tortorelli 1956; Smith 1960; Girardi 1975; Sanchez et al. 1976; Rizzini 1978).

Cedrela angustifolia possui madeira com alburno rosa-amarelado e cerne marron- avermelhado a bege-rosado-escuro, com variações devido à procedência, tendo vasta aplicação para marcenaria, carpintaria, construção

civil, naval, aeronáutica, etc. (Tortorelli 1956; Rizzini 1978; Villalba et al. 1985). A estrutura anatômica da madeira de *C. angustifolia* foi descrita por Pérez Mogollón (1973), Lebacqz (1973) e Dechamps (1985), a partir de amostras coletadas na Venezuela, Perú e Brasil, sendo destacada a presença de anéis de crescimento claramente demarcados pelo parênquima inicial e pelos vasos em anel. Os anéis anuais de crescimento têm boa uniformidade circular, sendo utilizados como parâmetro dendrocronológico em árvores de *Cedrela angustifolia* (Villalba et al. 1985; Villalba et al. 1987; Villalba et al. 1992; Villalba 1995; Boninsegna & Villalba 1996).

Cedrela lilloi C. DC.

Denominado de cedro tucumano na Argentina ocorre, também, na Bolívia e Perú, em altitudes de 1000-3500 m, apresentando resistência a baixas temperaturas e sendo considerada espécie de importância local (Smith 1960).

Na Argentina, *C. lilloi* tem sido relatada na Selva de Montanha, Tucumán e na floresta subtropical semidecídua Tucumano-Oranense, que se estende da Bolívia (latitude 22°S) até a Argentina (latitude 28°S), associando-se com *Blepharocalyx gigantea*, *Phoebe porphyria*, *Podocarpus parlatorei* e *Juglans australis*. O lenho das árvores de *C. lilloi* apresenta distintos anéis anuais de crescimento aplicados nos estudos dendrocronológicos (Villalba et al. 1987; Villalba et al. 1992; Villalba 1995). A estrutura anatômica da madeira de *C. lilloi* foi analisada por Espinoza de Pernia (1987), sendo utilizada para móveis rústicos e carpintaria (Tortorelli 1956).

Cedrela montana Mor. Et Turc.

Ocorre de 1500 a 3000 m de altitude na Venezuela e Perú, como árvores pequenas a médias, em plantações contínuas à *C. lilloi*, praticamente restritas às regiões montanhosas, sendo a sua descrição botânica realizada por Bascopé et al. (1957b), a estrutura anatômica de sua madeira foi descrita por Espinoza de Pernia (1987) e Pérez Mogollón (1993) e sua importância, distribuição e descrição apresentadas por Smith (1960).

Cedrela oaxacensis C. DC. Et Rose

Ocorre de forma endêmica do Estado de Durango no México até a Província de Chiriqué no Panamá. No México ocorre em áreas secas e úmidas, sendo

restrita às encostas rochosas de montanhas, em locais de difícil acesso como árvores pequenas. Sua importância e distribuição são apresentadas por Smith (1960), constituindo-se em uma das espécies de *Cedrela* com escassas informações científicas.

O gênero *Swietenia*

O gênero *Swietenia*, estabelecido por Jacquin, em 1760, com a espécie tipo *S. mahagoni*. Trata-se de um gênero americano com poucas espécies, tendo afinidade com as caobas africanas *Kahya* e *Entandrophragma* (Bascopé et al. 1957a). Foi descrito inicialmente como constituído por 6 espécies, a saber (i) *Swietenia mahagoni* Jacq. - ocorre nas Bermudas, Bahamas, Cuba, Santo Domingo, Porto Rico, Jamaica e sul do Estado da Flórida, nos EUA, (ii) *Swietenia macrophylla* King - ocorre no México, países da América Central, Colômbia, Perú, Bolívia e Brasil, (iii) *Swietenia humilis* Zucc. - ocorre no México até a Costa Rica, (iv) *Swietenia cirrhata* Blake - ocorre no México e El Salvador, (v) *Swietenia candollei* Pittier - ocorre na Venezuela e (vi) *Swietenia tesmannii* Harms - ocorre no Perú. Posteriormente, verificou-se que *S. macrophylla*, *S. candollei* e *S. tesmannii*, bem como *S. cirrhata* e *S. humilis* constituíam-se nas mesmas espécies, reduzindo o gênero *Swietenia* à somente 3 das espécies relacionadas (Panshin 1933; Gleason & Panshin 1936). Em seguida, foi proposta uma quarta espécie, *S. krukovii* Gleason, a partir de material botânico coletado na Amazônia brasileira (Gleason & Panshin 1936) que, no entanto, não foi confirmada em função das diferenças morfológicas encontradas serem consideradas dentro das variações de *S. macrophylla* (Rizzini 1978).

Swietenia macrophylla King

Apresenta inúmeros nomes vulgares como aguano, mogno, araputanga, cedro-i, cedro-rana no Brasil; caoba das Honduras em Porto Rico; chacalte na Guatemala; aguano no Perú; caoba americana, cedro carmesí, cedro espinoso, granadillo na Colômbia; crura na Bolívia; caobo, oruro, caoba negra, caoburo na Venezuela; caoba no México, Panamá, Cuba, Costa Rica, Honduras e em outros países da América Central (Mainieri & Pereira 1965; Loureiro & Silva 1968; Prance & Silva 1975; Rizzini 1978; Loureiro et al. 1979; SUDAM 1979; Peres Olvera et al. 1980; Escobar 1982; Chudnoff 1984; Rocas 1986; Mainieri & Chimelo 1989; Lorenzi 1992; Malavassi 1992; Vazquez & Petit, 1994a; Pennington & Sarukhán 1998).

Swietenia macrophylla ocorre a partir da Península de Yucatan no México, atravessa a América Central até a Venezuela, Colômbia, Bolívia e Peru e na parte ocidental da floresta amazônica no Brasil. Em sua vasta área de ocorrência natural, com enorme amplitude ecológica, desde as florestas pluviais, de montanha, de galeria, com precipitação de 1200 a 4000 mm e das latitudes 20°N a 20°S (Bascopé et al. 1957a; Rizzini 1978; Prance & Silva 1975; SUDAM 1979).

No Brasil, *S. macrophylla* apresenta área de distribuição extensa, observada nos Estados do Acre, Amazonas, Rondônia, norte do Mato Grosso, norte e oeste de Goiás e centro-oeste e sul do Estado do Pará e extremo sul do Estado do Maranhão (Mainieri & Pereira 1965; Loureiro & Silva 1968; Prance & Silva 1975; Rizzini 1978; Loureiro et al. 1979; SUDAM 1979; Mainieri & Chimelo 1989; Lorenzi 1992).

No México, as árvores de *S. macrophylla* atingem 70 m de altura e 350 cm de diâmetro, formando parte das florestas altas e medianas, perenifólias e subperenifólias dos Estados de Puebla, Vera Cruz, Tabasco, Campeche, Yucatan, Quintana Roo e Chiapas. *S. macrophylla* desenvolve-se preferencialmente em solos calizos ou aluviais, que podem apresentar problemas de drenagem, alcançando a zona da floresta lacandona, a altitudes variando do nível do mar até 750 m (Peres Olvera et al. 1980; Rocas 1986; Pennington & Sarukhán 1998).

Na Venezuela, as árvores de *S. macrophylla* atingem 20-50 m de altura e 20-125 cm de diâmetro, ocorrendo nas regiões norte e central do país, em florestas tropicais secas (Vazquez & Petit 1994a).

Na Costa Rica, *S. macrophylla* ocorre naturalmente na região noroeste do país e se desenvolve em elevações baixas, com climas secos a muito úmidos, com estação seca (Malavassi 1992) e na Bolívia cresce na região de Santa Cruz e em áreas orientais, com solo permeável e firme, não à margem dos rios, estando associada com diversas espécies como *Calophyllum brasiliense*, *Hura crepitans*, *Amburana cearensis*, *Cedrela* sp., etc. (Loureiro & Silva 1968; Vazquez & Petit 1994b).

No Panamá, as árvores de *S. macrophylla* atingem 30-40 m de altura e 200 cm de diâmetro, em climas úmidos e em baixas elevações, do nível do mar até 900 m, alcançando melhor desenvolvimento em solos bem drenados (Escobar 1982).

No Brasil, as árvores de *S. macrophylla* são árvores de grande porte, com 25-45 até 50 m de altura e 50-80 até 200 cm de diâmetro, tronco livre, ereto, raízes tabulares na base e copa estreita, folhagem densa, de coloração verde intensa. Ocorrem nas florestas altas de terra firme, sobretudo em solos argilosos sendo, também, encontradas nos campos altos e em terras úmidas, às vezes, pantanosas em regiões com abundante precipitação (Loureiro & Silva 1968; Prance & Silva 1975; Rizzini 1978; SUDAM 1979).

As árvores de *Swietenia macrophylla* são semidecíduas ou decíduas, heliófitas e, na Estação Experimental de Curuá-Una, Amazônia Brasileira, apresentam incremento anual médio em altura de 1,20 m e 0,80 cm de diâmetro (SUDAM 1979), sendo que elevadas taxas de crescimento foram, também, obtidas por Ledoux e Lobato (1976). Os eventos fenológicos são influenciados pelas condições ambientais locais, com a queda das folhas e formação dos frutos de julho-setembro e florescimento, após a renovação da copa, de agosto-setembro (Prance & Silva 1975). Em Curuá-Una, as árvores perdem as folhas em janeiro-fevereiro, florescem de março-abril e frutificam de outubro-novembro (SUDAM 1979) e, segundo Lorenzi (1992), as plantas florescem de novembro-janeiro e frutificam de setembro-novembro.

As plantas de *S. macrophylla* são fortemente atacadas por *Hypsipyla grandella* em condições de viveiro e em plantios puros e, também, em alguns consorciados (Bascopé et al. 1957a; Barros & Brandi 1975; Grijpma 1976; SUDAM 1979; Brienza et al. 1990; Vazquez & Petit 1994a).

Descrições de *S. macrophylla*, incluindo taxonomia, botânica, aspectos ecológicos, características silviculturais, fenologia, etc., são apresentadas por inúmeros autores (Blake 1930; Bascopé et al. 1957a; Loureiro & Silva 1968; Prance & Silva 1975; Rosero 1976; Sanchez et al. 1976; Rizzini 1978; Loureiro et al. 1979; SUDAM 1979; Escobar 1989a; Lorenzi 1992; Malavassi 1992; Vazquez & Petit 1994a; Pennington & Sarukhán 1998).

A madeira de *S. macrophylla* tem alto valor comercial, sendo utilizada para móveis de luxo, objetos de adorno, construção civil, decoração de interiores, painéis, instrumentos musicais embarcações leves, compensados, torneamento, laminados. Também tem sido utilizada como espécie ornamental em parques e jardins (Bascopé et al. 1957a; Kribs 1959; Mainieri & Pereira 1965; Loureiro & Silva 1968; Titmuss 1971; Rizzini 1978; Prance & Silva 1975; Brown 1978; Loureiro et al. 1979; SUDAM 1979; Escobar 1982; Chudnoff 1984; Mainieri

& Chimelo 1989; Lorenzi 1992; Malavassi 1992). No México, a casca e as sementes de *S. macrophylla* são empregadas na medicina popular (Rocas 1986) e sua madeira constitui a base das indústrias florestais das regiões tropicais, para a produção de chapas e madeira serrada para ebanisteria e construções, constituindo produto de exportação (Peres Olvera et al. 1980; Pennington & Sarukhán 1998).

A madeira tem alburno de coloração branco amarelada e cerne marron escuro a pardo amarelado a avermelhado, uniforme, com finas riscas, sem cheiro e sabor, durável (Bascopé et al. 1957a; Mainieri & Pereira 1965; Loureiro & Silva 1968; SUDAM 1979; Escobar 1982; Mainieri & Chimelo 1989; Malavassi 1992; Vazquez & Petit 1994a; Pennington & Sarukhán 1998), com variações nas propriedades em função da taxa de crescimento das árvores (Sedenio 1991) e condições do sítio, sendo que em terreno seco o lenho é mais duro e compacto e em locais úmidos, macio e menos ornamentado; nas capoeiras é mais avermelhado e rígida (Rizzini 1978). A madeira é moderadamente pesada (Mainieri & Pereira 1965; Loureiro & Silva 1968; Brazier & Lavers 1977; SUDAM 1979; Escobar 1982; Mainieri & Chimelo 1989; Malavassi 1992), com a variação da sua densidade, entre e dentro de árvores e procedências, e sua herdabilidade analisadas por Briscoe et al. (1963), Boone & Chudnoff (1970) e Chudnoff & Geary (1973).

A descrição macro e microscópica da madeira de *S. macrophylla* foi realizada por inúmeros pesquisadores (Hess 1950; Bascopé et al. 1957a; Kribs 1959; Lebacqz & Staner 1964; Mainieri & Pereira 1965; Loureiro & Silva 1968; Titmuss 1971; Huerta Crespo & Cervantes Guerrero 1973; Lebacqz 1973; Huizzi 1974; Barajas Morales et al. 1979a; Barajas Morales et al. 1979b; Loureiro et al. 1979; Perez Olvera et al. 1980; Peralta & Abbate 1981; Carreras & Pérez 1982; Escobar 1982; Donaldson 1984; Dechamps 1985; Vales & Carreras 1986; Mainieri & Chimelo 1989; Ortega Escalona et al. 1991; Malavassi 1992; Vazquez & Petit 1994a; Barcenas Pazos 1995), sendo semelhante a de *S. mahagoni*, com exceção das dimensões das fibras e dos vasos (Panshin 1933). Dentre os aspectos práticos da estrutura anatômica da madeira, apresentados na literatura, mencionam-se a análise da madeira de tração (Pillow 1950) e os estudos dendrocronológicos pela aplicação dos anéis de crescimento, distintos e separados pelo parênquima marginal e pela disposição dos vasos (Chowdhury 1940; Fujii et al. 1998).

Swietenia humilis Zucc.

Ocorre desde o México até a Costa Rica, na costa do Oceano Pacífico, em lugares secos, não apresentando importância comercial significativa (Rocas 1986; Pennington & Sarukhán 1998). As árvores de *S. humilis* têm 15-20 m de altura, constituindo parte dos bosques tropicais subcaducifólios e caducifólios do México, de Sinaloa até Chiapas, na vertente do Pacífico. Sua madeira é utilizada para construções rurais, ferramentas, tornearia, carpintaria em geral (Rocas 1986; Pennington & Sarukhán 1998). A estrutura anatômica da madeira de *S. humilis* é similar à de *S. mahagoni* (Panshin 1933) tendo, no entanto, densidade superior à de *S. macrophylla* (Boone & Chudnoff 1970).

Swietenia mahagoni Jacq.

Denominada de caobilla, caoba em Cuba; chiculte, cobano, caoba no México; aguano no Perú; orura na Venezuela (Kribs 1959).

As árvores de *S. mahagoni* ocorrem nas Antilhas, atingindo as Ilhas Bahamas e sul da Flórida e sua madeira, no passado, teve grande expressão no comércio internacional, além de extensa utilização (Kribs 1959; Titmuss 1971; Bauch & Eckstein 1981). A descrição anatômica da madeira da espécie é apresentada por inúmeros autores (Panshin 1933; Kribs 1959; Carreras & Perez 1982; Vales & Carreras 1986; Nair 1991), com a presença de anéis de crescimento visíveis e demarcados pelo parênquima terminal e alinhamento parcial de poros, formados anualmente e podendo ser aplicados na dendrocronologia (Tomlinson & Craighead 1972).

O gênero *Toona*

A sistemática do gênero *Toona* tem sido discutida há longo tempo, por inúmeros autores, em função de suas similaridades com o gênero *Cedrela*. De acordo com Smith (1960), em 1846, Roemer estabeleceu 2 gêneros, *Cedrela* compreendendo os cedros americanos e *Toona*, os cedros asiáticos. Posteriormente, em 1878, De Candolle os reuniu como *Cedrela*, pelas grandes semelhanças e, em 1896, Harms refez a classificação, separando os 2 gêneros, que foram novamente reunidos por De Candolle em 1908 (Pinheiro et al. 1994). Smith (1960) aceita a classificação de Harms, apontando em sua revisão de *Cedrela* as diferenças existentes com *Toona*. Chevalier e Begemann, citados por Grijpma & Ramalho (1969) relacionam a existência das seguintes espécies,

(i) *Toona ciliata* (com 20 variedades), (ii) *T. calantas*, (iii) *T. fargesii*, (iv) *T. microcarpa*, (v) *T. mollis*, (vi) *T. multijuga*, (vii) *T. paucijuga*, (viii) *T. serrata*, (ix) *T. serrulata*, (x) *T. sinensis*, (xi) *T. sureni*. As principais espécies para as condições ecológicas da América Latina são *T. ciliata* var. *australis*, *T. calantas* e *T. sureni*. O mais completo estudo referente ao gênero *Toona* foi realizado por Bahadur (1988), na Índia.

Toona ciliata Roem. var. *australis* (F. v M.) C. DC.

Toona ciliata tem uma distribuição bastante ampla, sendo encontrada na Índia, Paquistão, Birmânia, Tailândia, China (sul), Nova Guiné, Malásia, Filipinas, nos Vales do Himalaia, (até 1300m), Molucas, etc. Árvores da espécie podem ser encontradas às margens dos rios ou em terrenos inclinados e também, em pântanos e bosques tropicais úmidos, incluindo toda a região do Pacífico oeste (Grijpma & Ramalho 1969).

Toona ciliata var. *australis* ocorre naturalmente ao leste da Austrália, nos Estados de Nova Gales do Sul (Ulladula, sul de Sidney) e de Queensland (ao norte, em Atherton), com as árvores apresentando crescimento monopodial, sistema radicular superficial, atingindo 30-46 m de altura e 150-200 cm de diâmetro, exigentes a luz quando adultas e tolerantes na fase juvenil. É denominado de cedro australiano ou toona no Brasil; tona e cedro, no México; red cedar, australian toona, australian red cedar, nos países de língua inglesa. Tem como sinônimos *T. australis*, *Cedrela australis* e *C. toona* var. *australis*. Na Austrália ocorre em elevações baixas a medianas e clima úmido a muito úmido, com os níveis de precipitação anual variando de 1100-4000 mm, com 3-4 meses de período seco. Apesar de preferir solos úmidos desenvolve-se também em regiões mais secas, com 800 mm de precipitação, quando o lençol freático é acessível no período seco. A temperatura varia de -1 a 43 °C, suportando geadas ligeiras; sendo que para a var. *australis*, na região de Atherton, a temperatura varia de -2 a 28 °C. Solos ricos e bem drenados são os ideais para a espécie, sendo que as árvores não suportam solos argilosos compactos e arenosos pobres, com certa preferência para solos calcáreos (Grijpma & Ramalho 1969; Walters 1974; Rocas 1986; Namikawa 1988; Pinheiro et al. 1994).

No México, as árvores de *T. ciliata*, procedentes da Índia e Birmânia, são plantadas em algumas regiões tropicais e atingem 15-17 m de altura (Rocas 1986).

Toona ciliata var. *australis* foi introduzida na Argentina, em 1969, por D. Cozzo e H. R. Mangieri, para substituir as espécies de cedro em programas de reflorestamento, no entanto, na Província de Misiones, árvores com 10 anos têm apresentando alguns problemas fitossanitários (Mangieri 1972; Sanchez et al. 1992). Em 1988 foi introduzida na região do Alto Paraná, no Paraguai, com suas árvores mostrando altas taxas de crescimento, quando comparadas com as de outras espécies (Serafina et al. 1994).

Introduzida no Hawaii em 1914, as árvores de *T. ciliata* var. *australis* florescem de abril-junho, os frutos amadurecem e dispersam as sementes de julho-outubro, as folhas caem somente em locais apresentando déficit de umidade. A espécie tem sido extensivamente plantada pela alta taxa de crescimento das árvores, que atingem 30-36 m de altura e 25-65 cm de diâmetro aos 22 anos e pelas excelentes propriedades da madeira (Walters 1974).

Na Costa Rica, as árvores de *T. ciliata* var. *australis* em plantações realizadas em várias regiões, têm mostrado ótimo crescimento em solos ricos de nutrientes e com boa drenagem, respondendo à fertilização, recomendando-se poda dos ramos para a produção de madeira de qualidade, a ser extraída após 15-20 anos (Otarola et al. 1976; Sanchez et al. 1976).

No Brasil, as árvores de toona tem mostrado boa adaptação às diversas condições ecológicas, além de apresentar bom crescimento e resistência à broca do ponteiro das meliáceas, *Hypsipyla grandella*, embora seja atacada na região de origem por *Hypsipyla robusta* (Grijpma 1976). No Estado de Minas Gerais, apresenta eventos fenológicos marcantes com florescimento de setembro-novembro, frutificação de janeiro-março e queda das folhas de junho-julho (Pinheiro 1986). Os plantios relatados por Ledoux & Lobato (1976) e Ledoux (1980) mostram o potencial da espécie na Amazônia, apesar da variabilidade verificada entre plantas. Da mesma forma, nos Estados de São Paulo e Espírito Santo, os plantios da espécie têm demonstrado a sua potencialidade, com relação aos incrementos volumétricos de madeira (IPEF 1975).

Descrições de *T. ciliata* var. *australis*, incluindo taxonomia, botânica, aspectos ecológicos, características silviculturais, fenologia, etc., são apresentadas por Grijpma & Ramalho (1969) e Pinheiro (1986).

A madeira das árvores de *T. ciliata* e de sua var. *australis* são semelhantes, com peso específico de 0,45-0,64 g/cm³, apresentando as características similares às de *Cedrela* (Record & Hess 1947), sendo considerada como as de

melhor qualidade na Índia, Austrália e outros países, possuindo ampla utilização, desde a fabricação de móveis, carpintaria em geral, ebanisteria, etc. A casca pode ser utilizada na medicina e as árvores são ornamentais e utilizadas em parques e jardins (Grijpama & Ramalho 1969; Walters 1974; Rocas 1986; Namikawa 1988).

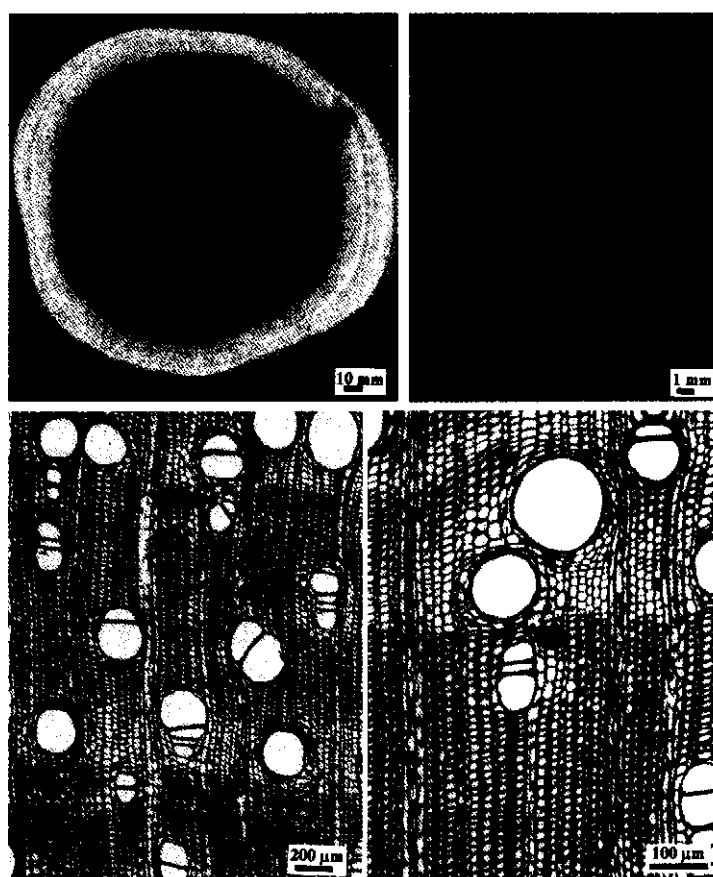


Fig. 2. Caracterização da estrutura anatômica da madeira e dos anéis de crescimento de árvore de *Toona ciliata* var. *australis*. Seção transversal do lenho evidenciando a nitidez e a disposição circular dos anéis de crescimento (a); aspecto macroscópico, indicando a delimitação dos anéis de crescimento (b); aspectos microscópicos, indicando as características da faixa de parênquima axial inicial, do diâmetro e distribuição dos poros e da espessura da parede e largura das fibras nos lenhos inicial e tardio.

A madeira tem alburno de coloração rósea a marron claro para *T. ciliata* e branco amarelado para a var. *australis* e cerne marron escuro a pardo avermelhado, sendo a estrutura anatômica e as propriedades da madeira estudadas por diversos autores (Francis 1951; Bhat 1985; Espinoza de Pernia 1987; Cardoso & Tomazello Filho 1988; Sudo 1989; Haslett et al. 1991), incluindo a medição das dimensões das fibras de dos lenhos inicial e tardio (Bisset et al. 1950). O parênquima inicial e a disposição dos poros, demarcando os anéis de crescimento, na madeira de *T. ciliata* var. *australis* são característicos (fig. 2) e possibilitaram o desenvolvimento de estudos dendrocronológicos (Chowdhury 1939; Bhattacharyya et al. 1992; Cardoso & Tomazello, 1988).

Toona sureni (Bl.) Merril.

Ocorre naturalmente no Vietnã, Cambodja, Indonésia, Birmânia e Península da Malásia, em áreas baixas até 1000 m de altitude, sendo característica de floresta equatorial pluvial densa. Trata-se de uma espécie com árvores de rápido crescimento, atingindo 20-40 m de altura e 60-200 cm de diâmetro, produzindo madeira de boa qualidade, com cerne marron escuro, cheiro característico, densidade de 0,39-0,45 g/cm³, de fácil desdobro e boa trabalhabilidade, sendo utilizada para móveis, carpintaria em geral, etc. As árvores da espécie, em plantações na Ásia, são fortemente atacadas por *Hypsipyla robusta*. A espécie mostra, entretanto, resistência *H. grandella* em plantios realizados em Porto Rico, com as árvores atingindo 4,3 (2,30-8,30) m de altura e 7,0 (2,5-13,5) cm de diâmetro, aos 5,5 anos (Gripjma & Ramalho 1969).

Toona calantas Merril et Rolfe

Ocorre em várias províncias das Filipinas, próxima aos rios e em locais sujeitos à inundação. As árvores dessa espécie podem atingir 40-50 m de altura e até 150 cm de diâmetro, com tronco reto, cilíndrico e livre de ramos até 50% do fuste. Sua madeira tem cerne avermelhado claro a escuro, densidade de 0,41-0,44 g/cm³, fácil de trabalhar e utilizada, para instrumentos musicais, móveis, carpintaria em geral, etc. (Gripjma & Ramalho 1969).

Potencial da família Meliaceae para dendrocronologia tropical

Inúmeras famílias das folhosas arbóreas tropicais possuem potencial para a dendrocronologia, dentre estas a das Meliaceae (Chalk 1983; Tomazello & Worber 1998). Nesta, os gêneros *Cedrela*, *Swietenia* e *Toona* reúnem importantes e fundamentais características para a sua aplicação em dendrocronologia, como (i) significativo número de espécies nos ecossistemas florestais, com ampla diversidade ecológica em vários continentes, (ii) espécies apresentando eventos fenológicos distintos, como a queda das folhas, na estação seca, em condições naturais e em plantios, (iii) madeira com estrutura anatômica característica, pela nitidez e delimitação dos anéis anuais de crescimento, (iv) árvores com altas taxas de crescimento em diâmetro do tronco e em altura, (v) madeira de densidade média, permitindo a retirada de amostras por métodos não destrutivos, (vi) disponibilidade de informações sobre a idade e taxa de crescimento, pela marcação do câmbio, uso de bandas dendrométricas e medição da largura dos anéis anuais de crescimento, (vii) extensa bibliografia sobre taxonomia, dendrologia, botânica, florística, fitossociologia, silvicultura, propriedades da madeira, etc. Dessa forma, no presente capítulo são apresentados os principais trabalhos referentes a dendrocronologia de espécies de meliáceas, incluindo os resultados das pesquisas locais.

O gênero *Cedrela*

Cedrela fissilis

Na Selva Misionera-Argentina, sul da floresta pluvial amazônica, do tronco de 15 árvores de *C. fissilis*, foram retiradas amostras de madeira (método não destrutivo) e preparadas para análise dendrocronológica. Pela contagem dos anéis anuais de crescimento verificou-se que a idade das árvores estavam entre 60 a 200 anos e, pela medição da sua largura, determinou-se a taxa de crescimento radial e da área basal de cada árvore e da população amostrada. A estimativa do valor máximo do Incremento Médio Anual (IMA) com base na área basal foi de 152 anos, com variações de 61 a 180 anos em função da posição social das árvores na população. Os resultados desse primeiro estudo dendrocronológico com *C. fissilis* permitem uma ampla aplicação dos anéis de crescimento para a datação e determinação da taxa de crescimento das árvores em florestas tropicais, constituindo-se em importante ferramenta para

o manejo florestal e reconstrução de variáveis climáticas, dentre outros (Boninsegna et al. 1989; fig. 3).

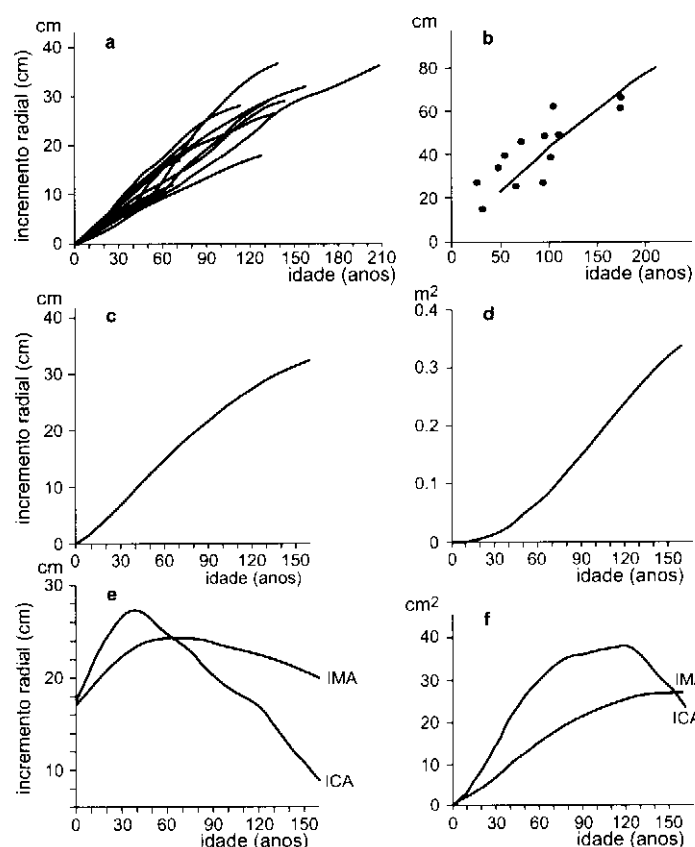


Fig. 3. Taxa de crescimento de árvores de *Cedrela fissilis*. Incremento radial acumulado das 15 árvores e sua média (linha-traco) (a); relação entre o diâmetro do tronco e a idade das árvores (b); média acumulada do incremento radial (c) e basal (d) das árvores; média do incremento anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA), com base no raio (e) e na área basal (f) das árvores (seg. Boninsegna et al. 1989).

No Pantanal do Estado do Mato Grosso-Brasil, Mattos et al. (1997) verificaram no tronco e ramos das árvores de *C. fissilis* a formação de 1 anel de crescimento por ano, com o crescimento rítmico determinado pela estação

seca da região. No ramo das árvores houve a formação de somente 1 anel de crescimento, mesmo com o lançamento de várias brotações no ano. As mesmas observações foram realizadas para as árvores dessa espécie, por Marcati & Angyalossi-Alfonso (1999), em floresta estacional semi-decidual do Estado de São Paulo.

Cedrela odorata

Na África, as variações do diâmetro do tronco (bandas dendrométricas) e as fenofases das árvores de *C. odorata* e de meliaceas nativas, foram relacionadas com a formação dos anéis de crescimento e com o clima, por um período de 6 anos. Em *C. odorata*, os anéis de crescimento são anuais, distintos e demarcados pelas cicatrizes no lenho (resultado dos ferimentos das células da camada cambial), permitindo determinar a idade e as taxas de crescimento em diâmetro do tronco, ao longo dos anos. O desenvolvimento vegetativo e os altos incrementos do tronco ocorrem na estação chuvosa (abril-novembro), seguidos de redução do crescimento no período seco (dezembro-março), coincidente com a caducifolia das plantas (dezembro-janeiro). Estação seca longa, de ocorrência não comum de novembro-março, com precipitação mensal inferior a 100 mm, induz prolongada paralisação do crescimento em circunferência do tronco e ampliação do período de caducifolia das árvores. O crescimento é reiniciado pela formação das novas folhas e, conseqüente reativação do câmbio, no primeiro mês com precipitação acima de 100 mm havendo, desta forma, a retomada da atividade cambial em fevereiro (1971 e 1973) e em abril (1970 e 1972). As taxas mais altas do crescimento em diâmetro do tronco ocorrem quando toda a folhagem encontra-se completa, não existindo relação entre a espessura do lenho formado com a intensidade de precipitação de março-outubro, quando o valor é superior a 100 mm/mês. As claras linhas concêntricas de parênquima axial definem os limites dos anéis anuais crescimento e estão localizadas junto aos canais traumáticos e as cicatrizes do lenho, indicando o exato momento da retomada da atividade cambial. Dessa forma, os canais traumáticos induzidos pela incisão na casca das árvores em fevereiro/1970, 1971 e 1973, situam-se no interior da faixa de parênquima e foram formados simultaneamente com as novas folhas da estação de crescimento; os canais traumáticos de fevereiro/72 situam-se antes do parênquima inicial formado juntamente com as folhas novas em março-abril, mais de um mês após a marcação cambial. Às linhas de parênquima seguem-se os vasos, numerosos e

de grande diâmetro, formando anéis semi-porosos e corroborando Chalk (1983) ao afirmar que a disponibilidade de água no solo, induz a formação dos anéis de crescimento.

Somente as linhas contínuas de parênquima inicial, com 4-8 células, dispostas ao longo de toda a seção transversal do tronco e formadas pelo reinício da atividade cambial, constituem parâmetro seguro para a delimitação e contagem dos anéis de crescimento, descartando os falsos e os anéis de crescimento perdidos, comuns nas reentrâncias ou áreas acanaladas da seção do tronco (Détienne & Mariaux 1977; fig. 4 e 5).

Posteriormente, Détienne (1989) ao analisar as características e periodicidade dos anéis de crescimento de árvores de 30 espécies tropicais, concluiu que *C. odorata* apresenta anéis anuais de crescimento visíveis a olho nú, formados por fina linha de parênquima inicial e por vasos do lenho inicial em anéis semi-porosos. Vetter & Botosso (1989) descreveram, da mesma forma, as características anatômicas dos anéis de crescimento na madeira de *C. odorata*.

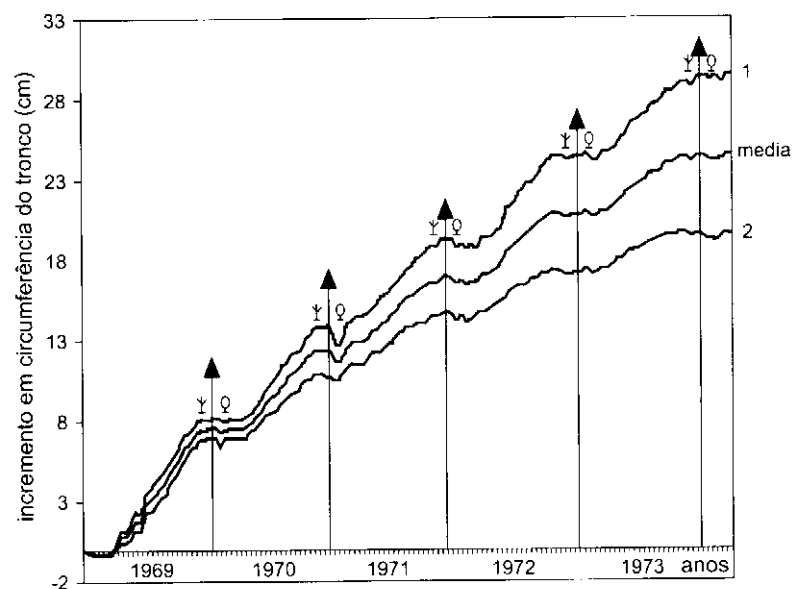


Fig. 4. Variação do incremento em circunferência do tronco de 2 árvores e média de *Cedrela odorata* e relação com a sua fenologia e cicatrizes no lenho (seg. Détienne & Mariaux 1977).

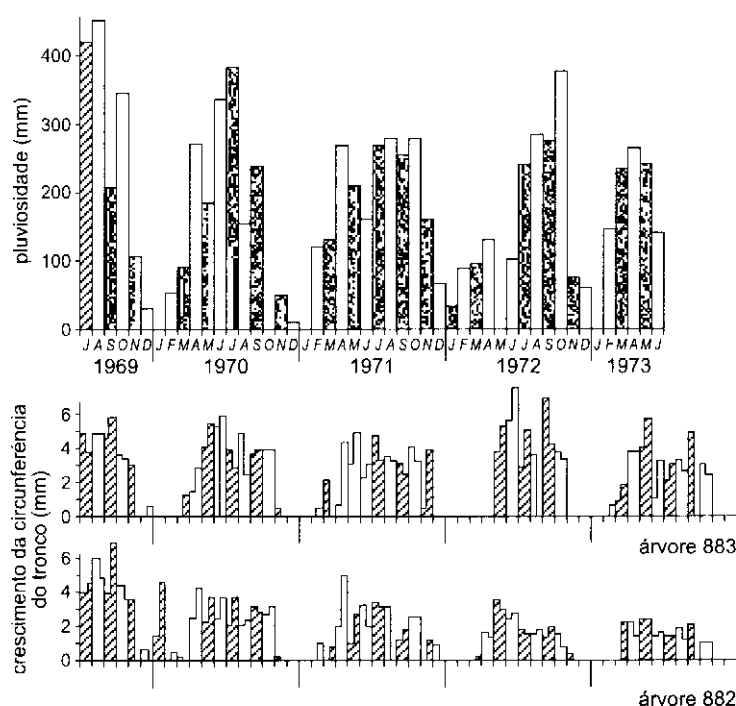
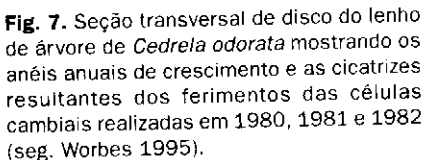


Fig. 5. Relação entre a precipitação pluviométrica e o incremento bimensal em circunferência do tronco de 2 árvores de *Cedrela odorata* (Seg. Détéienne & Mariaux 1977).

Na Floresta de Caparo-Venezuela, árvores de *C. odorata* formam, no seu lenho, anéis anuais de crescimento, visíveis na seção transversal dos discos de madeira, sendo passíveis de datação pela localização das cicatrizes no lenho, resultantes da abertura de pequenas janelas na casca e cicatrização pelas células cambiais. A avaliação contínua do crescimento em diâmetro (bandas dendrométricas) das árvores de *C. odorata* mostrou a ocorrência de longo período de dormência cambial no período seco, quando estas perdem as suas folhas. Por outro lado, nessa região, as árvores de *Cordia alliodora* são perenifólias e apresentam taxas de crescimento em diâmetro do tronco menores e com curta interrupção no período seco, demonstrando que o ritmo de crescimento depende da fenologia da espécie e do clima, no caso a precipitação (Worbes 1995; fig. 6 e 7).



Fig. 6. Incremento radial médio acumulado do tronco de 4 árvores de *Cedrela odorata*, no período de abril/1978 e junho/1982, com as barras horizontais pretas indicando a duração da estação de chuvas (seg. Worbes 1995).



Na Floresta de Terra Firme da Amazônia-Brasil, em árvores de *Cedrela odorata*, foram implantadas bandas dendrométricas para a avaliação contínua dos incrementos em circunferência dos seus troncos, da atividade cambial e suas relações com a precipitação pluviométrica, com medições mensais por um período de 18 meses. Constatou-se que os incrementos em diâmetro do tronco sofrem redução e até paralisação no período seco (julho-outubro) e, após as primeiras chuvas (novembro-dezembro) ocorre uma imediata retomada do seu crescimento. Os anéis de crescimento são distintos na seção transversal do lenho e demarcados por linhas de parênquima axial inicial e anéis semi-porosos (Botosso et al. 1999; fig. 8).

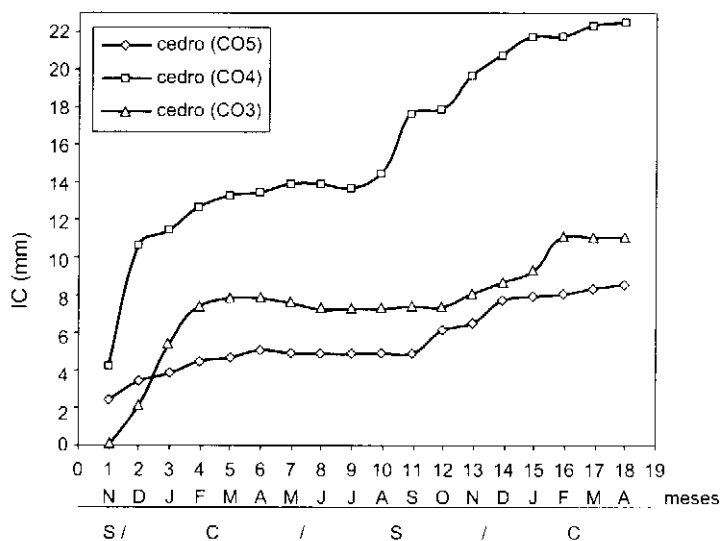


Fig. 8. Incremento médio acumulado em circunferência do tronco de 3 árvores de *cedrela odorata*, e indicação dos períodos de chuva e de seca na linha horizontal (seg. Botosso et al. 1999).

Os anéis de crescimento de árvores de *Cedrela odorata*, no Estado de São Paulo - Brasil, mostram variações na largura radial, ao longo dos anos, em razão da idade das plantas, competição pelos fatores de crescimento e das variações climáticas (fig. 9, ref. árvore, fig. 1) A periodicidade do crescimento

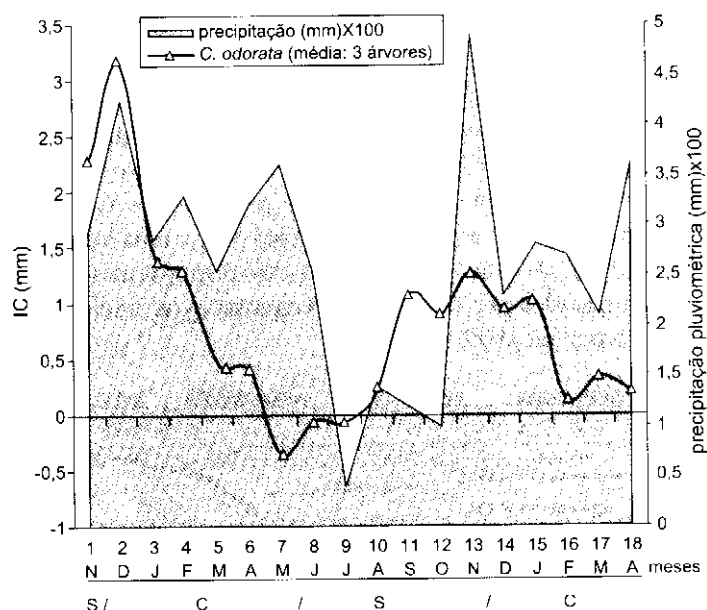


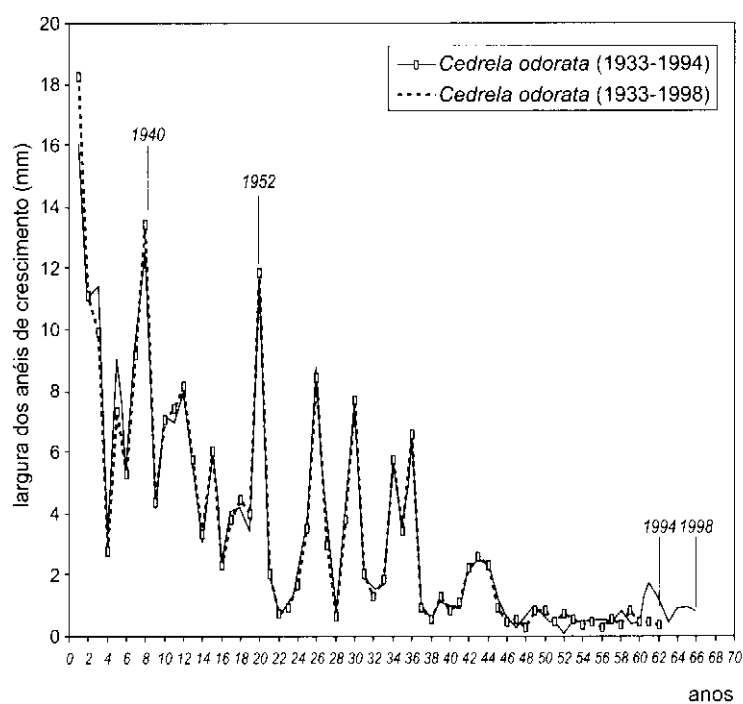
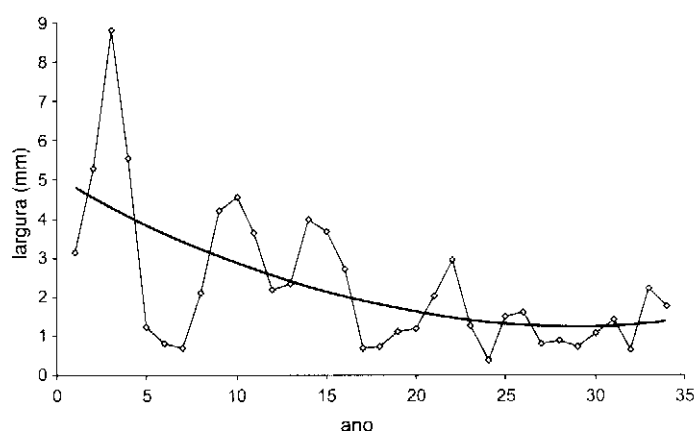
Fig. 9. Relação entre a precipitação pluviométrica e o incremento mensal em circunferência do tronco de 3 árvores de *Cedrela odorata*, no período de novembro/1989 a abril/1991 (seg. Botosso et al. 1999).

e a formação dos anéis de crescimento a cada ano, podem ser verificadas pela largura e número de anéis de crescimento obtidos de amostras coletadas em 2 diferentes períodos (1994 e 1998), de uma mesma árvore de *C. odorata* (fig. 10). Da mesma forma, a demarcação, a largura e as variações da densidade intra e inter-anéis de crescimento, obtidas através da metodologia de densitometria de raios X (Polge 1978; Schweingruber 1988; Amaral & Tomazello Filho 1998), podem ser aplicadas em estudos dendrocronológicos de árvores de *C. odorata* (fig. 11 e 12).

Cedrela angustifolia

De árvores de *C. angustifolia*, em florestas de baixa latitude do norte da Argentina e da Bolívia, foram elaboradas 2 cronologias, demonstrando o seu potencial para dendroclimatologia. Nessa espécie, o período de crescimento inicia-se a partir de setembro até abril-maio, quando as folhas caem e as árvores se apresentam totalmente desfolhadas. Como resultado, os anéis de crescimento

POTENCIALIDADE DA FAMÍLIA MELIACEAE PARA DENDROCRONOLOGIA



são anuais, distintos e com boa uniformidade circular, na seção transversal do tronco, permitindo obter datações cruzadas de alta qualidade. Para essas árvores, a temperatura e a precipitação no início da estação de crescimento parecem induzir aumento na espessura dos anéis de crescimento. A análise estatística das cronologias mostra alta sensibilidade média e a razão sinal/ruído, com a porcentagem da variância explicada pelo primeiro eigenvector e uma alta correlação entre árvores sugerindo que as cronologias tenham um forte sinal comum, potencial para reconstruções climáticas (Villalba et al. 1985).

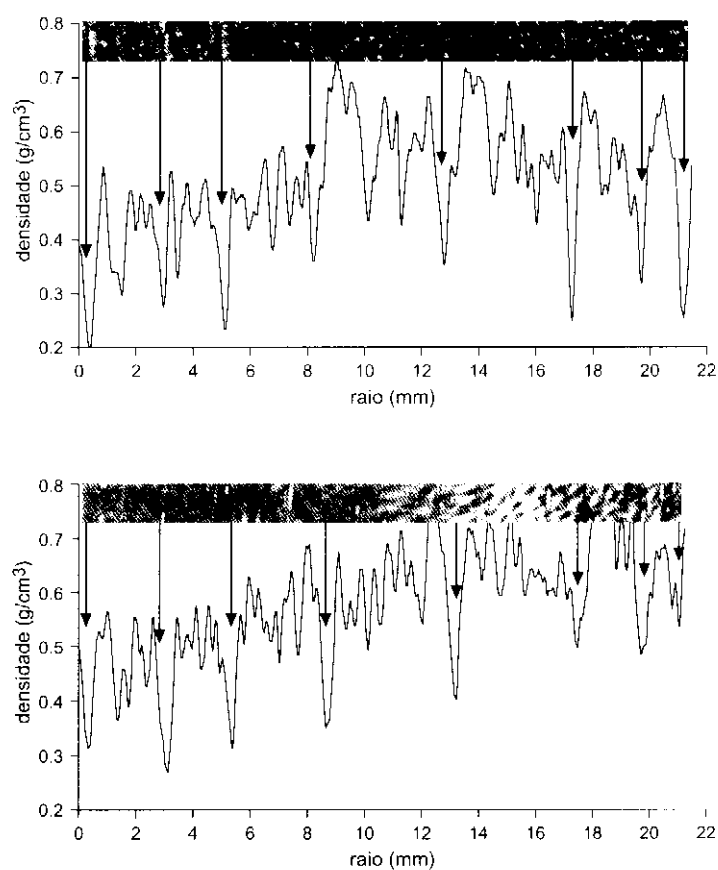


Fig. 12. Variação da largura e da densidade intra e inter-anéis de crescimento da seção transversal (a) e radial (b) da madeira de árvore de *Cedrela odorata*, através da metodologia de densitometria de raios X.

Na Selva de Montanha-noroeste da Argentina foram construídas 2 cronologias com árvores de *C. angustifolia*, correlacionando a espessura dos anéis de crescimento com as variações climáticas regionais. Nos ambientes xeromórficos observou-se que o crescimento em diâmetro das árvores é controlado pela temperatura e pela chuva dos meses da primavera e início do verão, havendo correlação positiva da espessura dos anéis de crescimento com os fatores climáticos, no limite superior de ocorrência. Dessa forma, as variações da precipitação anual e do crescimento em diâmetro das árvores de *C. angustifolia* mostram que as cronologias de espessura dos anéis de crescimento podem ser utilizadas para reconstruções climáticas regionais e da frequência de períodos secos na região noroeste da Argentina. Para a cidade de Jujuy foi calculada uma série de coeficientes de correlação entre a precipitação na estação seca (junho-novembro) e 4 cronologias de anéis de crescimento de 1909 a 1979, período comum as séries. Em seguida, os coeficientes de correlação foram aplicados para as cronologias de anéis de crescimento até 1788, estendendo-se às variações de precipitação invernal por mais 200 anos revelando, com esta reconstrução, a ocorrência de seca extrema entre 1795-1807, 1858-1870, 1877-1892, 1934-1938 (Villalba 1995; fig. 13).

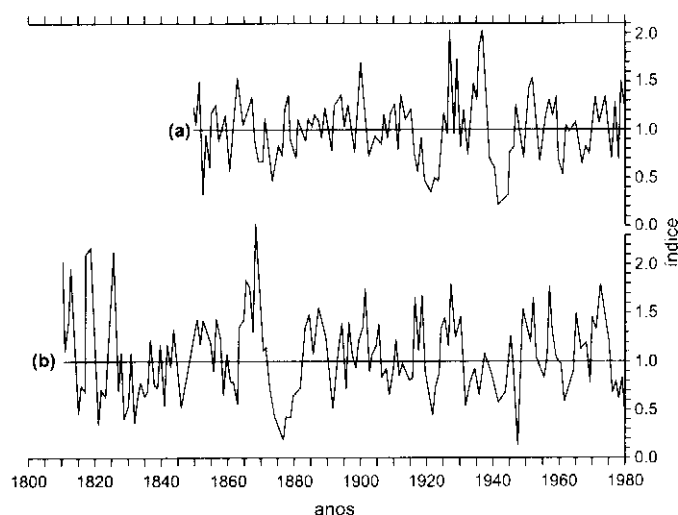


Fig. 13. Séries cronológicas de árvores de *Cedrela angustifolia*, em Rio Blanco (Jujuy) (a) e Finca del Rey (Salta) (b), Argentina (seg. Villalba et al. 1985).

Na área de transição das florestas Tucumano-Orense e Parque Chaqueño, Argentina, foram retiradas amostras de madeira do tronco de 26 árvores de *Cedrela angustifolia*, avaliada a largura dos anéis de crescimento, realizada as datações cruzadas, obtidas as cronologias e comparadas, posteriormente, com os registros climáticos. No sítio de Cerro Chañar, a 1600 m de altitude, e 1400 mm de precipitação média anual estimada, as árvores mostraram uma relação positiva com a precipitação do primavera-verão não sendo, no entanto, encontrada uma forte relação negativa com as temperaturas do verão. No sítio de Río Blanco a 1870 m de altitude, no limite superior de ocorrência da espécie, a temperatura do verão constitui-se no parâmetro climático primário que influencia o crescimento das árvores. A precipitação pluviométrica do final do inverno, início da primavera e do outono parece estar negativamente relacio-

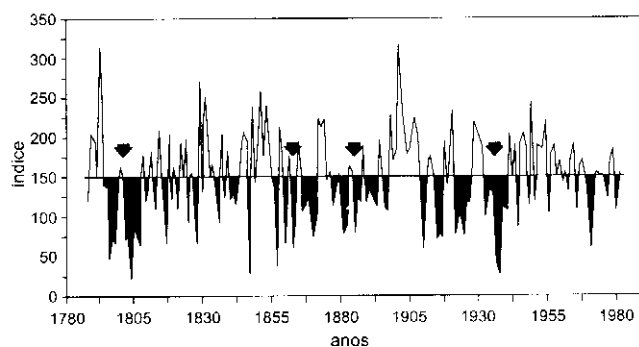
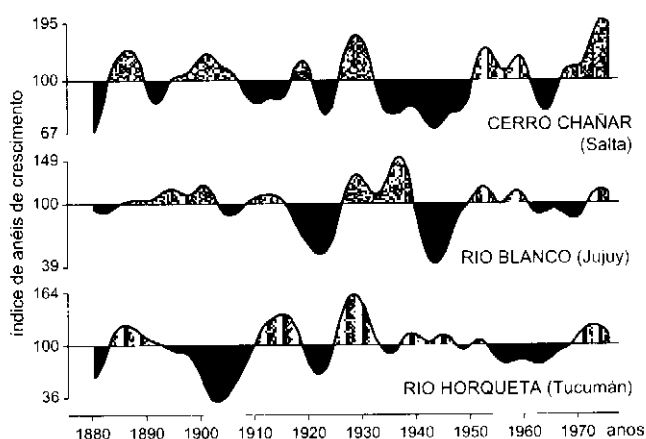


Fig. 14. Reconstrução da precipitação do período seco anual (junho-novembro), a partir de 1788, para o município de Jujuy, Argentina, com as fases de seca indicadas pelas setas (seg. Villalba 1995).

Fig. 15. Cronologias de índices de espessura de anéis de crescimento de árvores de *Cedrela angustifolia* em Cerro Chañar/Salta e Río Blanco/Jujuy e de *C. lilloi* em Río Horqueta/Tucumán, na floresta Tucumano-Orense/Parque Chaqueño, Argentina (seg. Villalba et al. 1987).



POTENCIALIDADE DA FAMÍLIA MELIACEAE PARA DENDROCRONOLOGIA

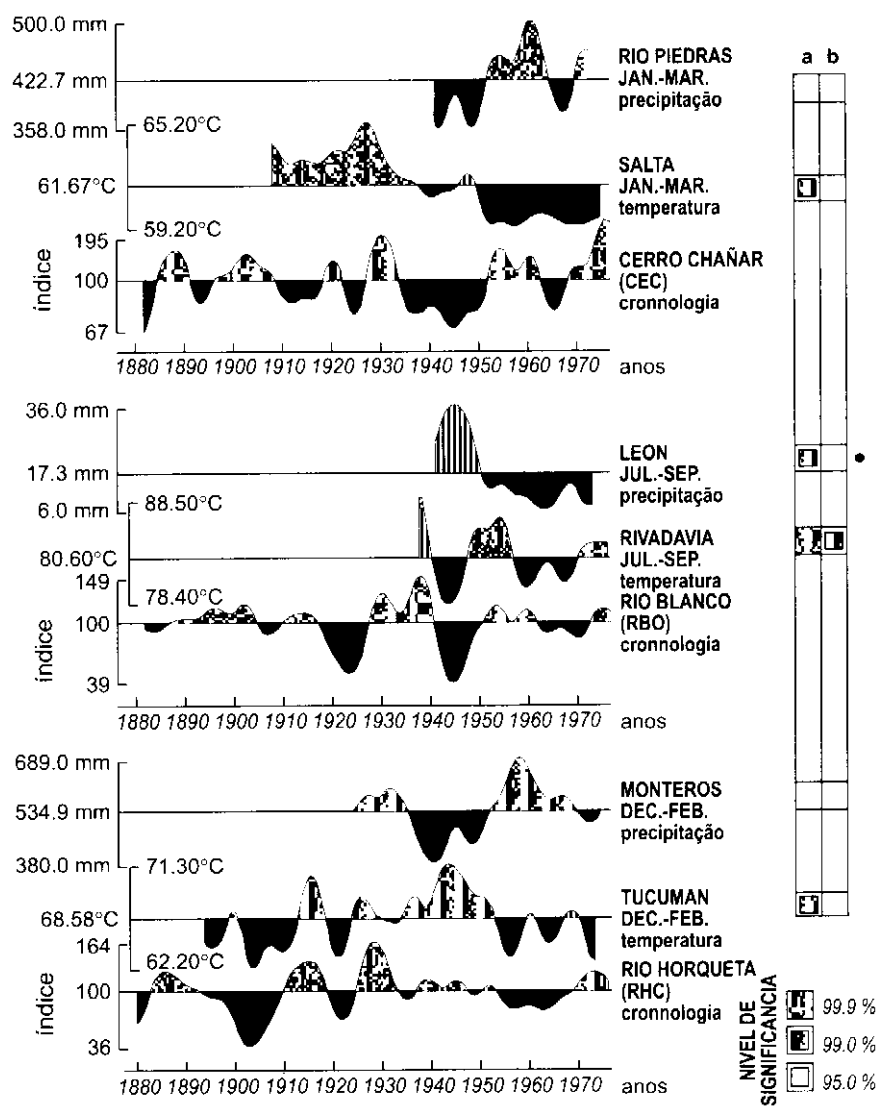


Fig. 16. Comparações de tendências de índices de anéis de crescimento de árvores de *Cedrela angustifolia* em Cerro Chañar e Rio Blanco e de *C. lilloi* em Rio Horqueta, com registros climáticos sazonais. As tendências foram determinadas pela média dos índices com filtro digital de baixa frequência. Os níveis de significância são indicados para (a) coeficiente de correlação, (b) percentagem de aceitação (c) relação inversa (seg. Villalba et al. 1987).

nada com o crescimento das árvores, devido, provavelmente, ao efeito indireto sobre a quantidade de radiação incidente (Villalba et al. 1987; fig. 14, 15, 16).

Villalba et al. (1992) desenvolveram 12 cronologias para a região subtropical noroeste da Argentina utilizando os gêneros *Cedrela* (*C. angustifolia* e *C. lilloi*) e *Juglans*, que permitiram a reconstrução da precipitação sazonal e anual, com os anéis de crescimento explicando 60-80 % da variância da precipitação. Recentemente em revisão sobre a dendroclimatologia no hemisfério sul, Boninsegna & Villalba (1996) indicam que a 24°S, em região tropical, os anéis de crescimento de árvores de *Cedrela angustifolia* produzem cronologias com sensibilidade às condições climáticas.

Cedrela lilloi

Na área de transição das florestas Tucumano-Orense e Parque Chaqueño, Argentina, foram como árvores pequenas, com sua importância e distribuição apresentadas por Smith (1960). retiradas amostras de madeira do tronco de 18 árvores de *Cedrela lilloi* e analisadas conforme descrito para *C. angustifolia*. No sítio de Rio Horqueta a 1500 m de altitude, e 2304 mm de precipitação média anual estimada, acima da temperatura média e abaixo da precipitação média na primavera e verão favorecem o crescimento das árvores. Considerando os altos valores de precipitação é possível que o suprimento de água no solo não se constitua no parâmetro de controle do crescimento das árvores. A relação negativa entre o crescimento e a precipitação deve-se ao efeito secundário da precipitação na temperatura, uma vez que o aumento da nebulosidade reduz a radiação solar e, conseqüentemente, resulta em temperaturas mais baixas. Dessa forma, a quantidade de radiação solar recebida no início da estação de crescimento parece ser o parâmetro que controla o crescimento das árvores nesse sítio (Villalba et al. 1987; fig. 14, 15, 16).

A mensuração dos anéis de crescimento de *C. lilloi* possibilitou a avaliação das taxas anuais de crescimento radial do tronco de 17 árvores da espécie em um população florestal de Tucumán-Argentina. O método dendrocronológico constitui-se, dessa forma, em um procedimento prático, rápido e preciso para determinar e comparar a taxa de crescimento das diferentes árvores. Como exemplo, a árvore Rh34 de *C. lilloi* atingiu, aos 60 anos, o diâmetro de 50 cm enquanto que, nessa idade, as árvores RH 78 e 110 tinham diâmetro de 14-16 cm. O incremento anual médio em área basal das árvores de *C. lilloi* foi de 0,283 m², para o diâmetro do tronco de 60 cm, aos 160 anos de idade. As

POTENCIALIDADE DA FAMÍLIA MELIACEAE PARA DENDROCRONOLOGIA

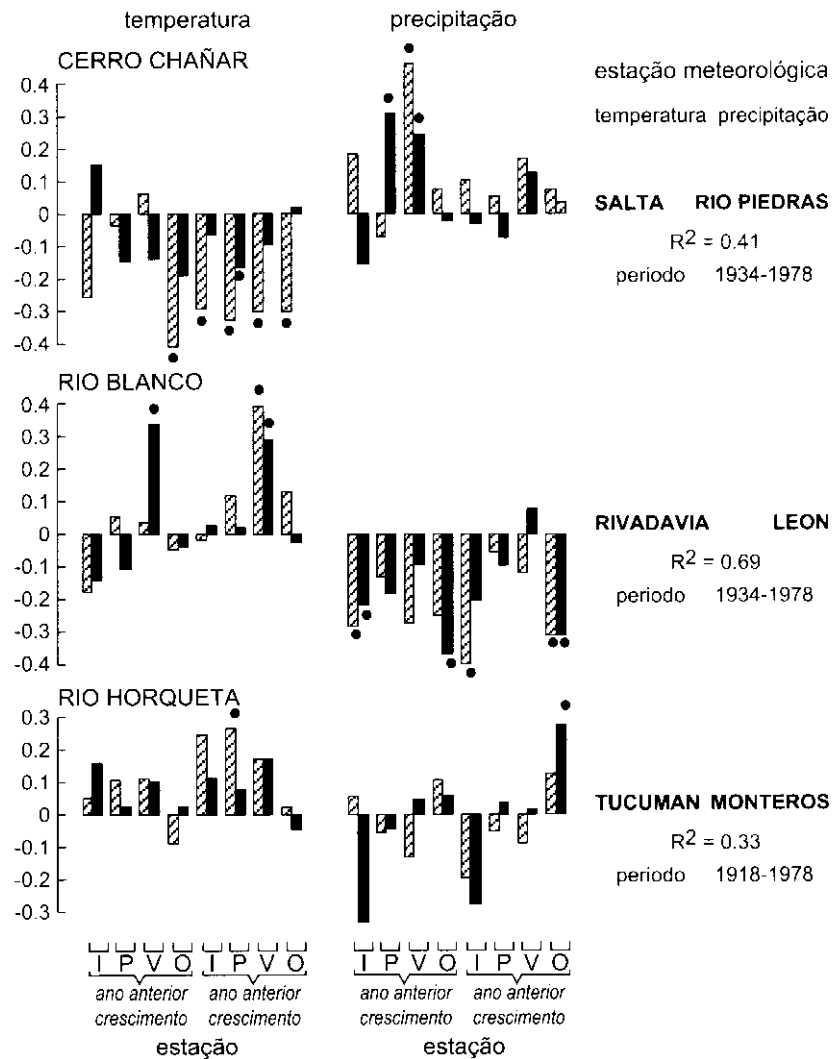


Fig. 17. Função de correlação (r) e função de resposta (n) para cronologias de *Cedrela angustifolia* em Serro Chañar e Río Blanco e de *C. lilloi* em Río Horqueta. Coeficiente de correlação ou função de resposta significativo a 95 % (I). Para as funções de resposta, a % da variância explicada pelo clima, ajustada pelos graus de liberdade é apresentada (R^2). As estações climáticas estão abreviadas, sendo I, inverno; P, primavera; V, verão; O, outono (seg. Villalba et al. 1987).

curvas de incremento corrente (ICA) e médio (IMA) da área basal se encontram aos 150 anos, considerada como data de exploração do plantio. Os resultados refletem a grande variabilidade do crescimento radial do tronco de árvores de *C. lilloi* em um mesmo ambiente, mostrando significativas diferenças na dinâmica interna da população e promovendo a estratificação das árvores em classes dominante e dominada (Villalba et al. 1985; fig. 17).

O gênero *Swietenia*

Swietenia macrophylla

Na Índia, as árvores de *S. macrophylla* perdem as suas folhas no período seco, não necessariamente no seu primeiro mês, sendo que o mecanismo de caducifolia é regulado pelo balanço interno de água no interior da planta. Da mesma forma, a temperatura da estação desempenha um importante papel na atividade cambial, com o início do crescimento em diâmetro do tronco ocorrendo com o máximo valor da temperatura. Os estudos sobre os anéis de crescimento indicaram que são formados a cada ano e demarcados pelas células do parênquima axial inicial (Chowdhury 1940; Chowdhury & Rao 1948).

Árvores de plantações de *S. macrophylla* em Java tiveram a camada cambial marcada pelo método da inserção de uma agulha, com o objetivo de estudar a sazonalidade da atividade cambial e a formação dos anéis de crescimento. A variação da atividade cambial das árvores ao longo do ano induz a formação de faixas de parênquima axial marginal, delimitando os anéis anuais de crescimento. As curvas densitométricas de amostras do lenho de *S. macrophylla*, obtidas por microdensitometria de raios X, podem ser, também, aplicadas na determinação da idade das árvores pela indicação do parênquima inicial e demarcação dos anéis anuais de crescimento (Fujii et al. 1998).

Árvores de *S. macrophylla*, no Estado de Minas Gerais-Brasil, mostram que a atividade cambial e a formação dos anéis de crescimento sofrem influência das variações climáticas. A atividade máxima das divisões cambiais coincide com a maior precipitação e temperatura no período de novembro-março, com as células derivadas das cambiais mais largas e com paredes mais finas, em seção transversal, formando o lenho inicial. A atividade mínima do câmbio ocorre de abril a agosto-setembro, com a redução dos fatores climáticos, e a formação de células menores, com paredes celulares espessas, características do lenho tardio (Silva et al. 1991; fig. 18).

POTENCIALIDADE DA FAMÍLIA MELIACEAE PARA DENDROCRONOLOGIA

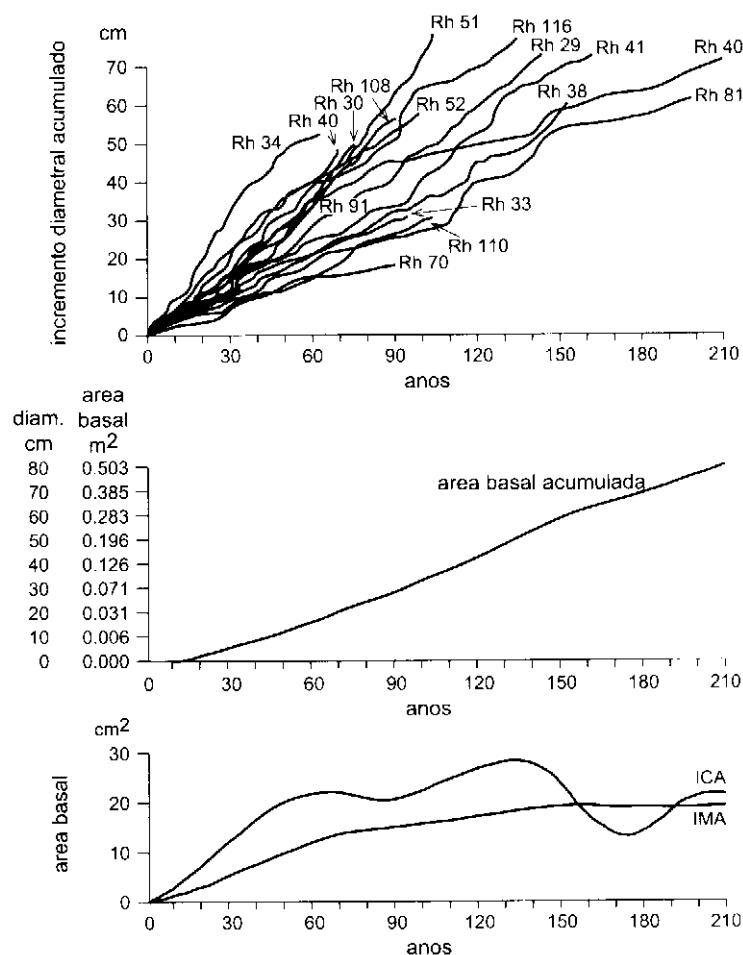


Fig. 18. Curvas de crescimento de árvores de *Cedrela lilloi*. Incremento diametral acumulado de cada árvore (a); área basal média acumulada (b); incremento corrente de área basal (ICA) e incremento médio de área basal (IMA) (c) (seg. Villaiba 1985).

Swietenia mahagoni

Árvores de *S. macrophylla*, de plantações no sul da Flórida-EUA, formam somente um anel de crescimento/ano. Apesar das plantas apresentarem diversos períodos de brotação durante o período, com emissão de novos ramos, o

anel anual de crescimento é formado com a brotação de maio-junho, associada ao florescimento das plantas (Tomlinson & Craighead 1972).

O gênero *Toona*

Toona ciliata

Árvores de *Toona ciliata* var. *australis* possuem distintos anéis anuais de crescimento, constituídos por fibras que apresentam variações nas dimensões, relacionadas com a taxa de crescimento em diâmetro do tronco. As fibras mais curtas, da primeira parte do lenho inicial são formadas no início da primavera, durante a máxima atividade cambial. As fibras da última parte do lenho tardio, são 83% mais longas, formadas durante a mínima atividade cambial no início do inverno (Bisset et al. 1950).

Na Índia, as árvores de *T. ciliata* demarcam no lenho os anéis anuais de crescimento pelo parênquima inicial e vasos largos em anel semi-poroso. Os anéis de crescimento foram datados e mensurados e, com os resultados da datação cruzada e dos "skeleton plots", foi construída uma cronologia de referência de largura de anéis de 1800 a 1987 e feita comparação do gráfico de índice de largura dos anéis de crescimento e de precipitação anual. Dessa forma, a redução da largura dos anéis de crescimento foi relacionada com o déficit de água no solo, que causa a diminuição da atividade fotossintética das

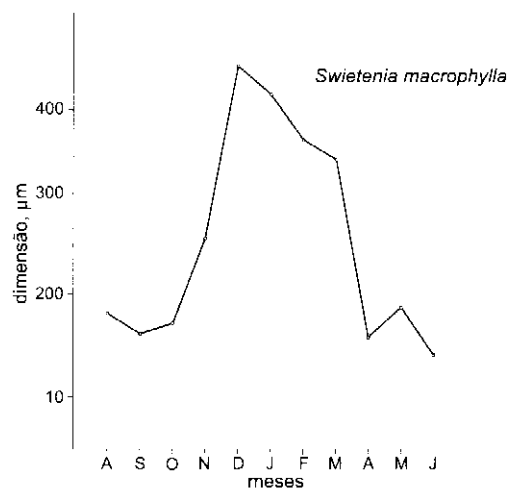


Fig. 19. Variação da largura da camada cambial de árvores de *Swietenia macrophylla*, no período de agosto/1986 a junho/1987 (seg. Silva et al. 1991).

plantas, durante as monções (junho-agosto) dos anos de menor precipitação, quando o crescimento supõe-se que seja maior. No entanto, como as árvores dessa espécie apresentam sistema radicular superficial, em solo de baixa infiltração de água e drenagem deficiente, o excesso de umidade pode reduzir o oxigênio do solo e, em consequência, inibir o crescimento das raízes. Verificou-se para árvores de *Toona ciliata* que os anéis de crescimento são sensíveis às variações climáticas e com potencial para dendroclimatologia (Bhattacharya et al. 1992; fig. 19, 20 e 21).

Na Índia, as árvores de *T. ciliata* iniciam o crescimento em diâmetro do seu tronco, com a formação do parênquima inicial somente após a renovação de 50 % da copa com folhas novas, apresentando 2 períodos distintos de crescimento, um inicial mais rápido seguido de um mais lento. Trata-se de uma espécie caducifólia que apresenta anéis de crescimento anuais e distintos (Chowdhury 1940; Chowdhury & Rao 1948).

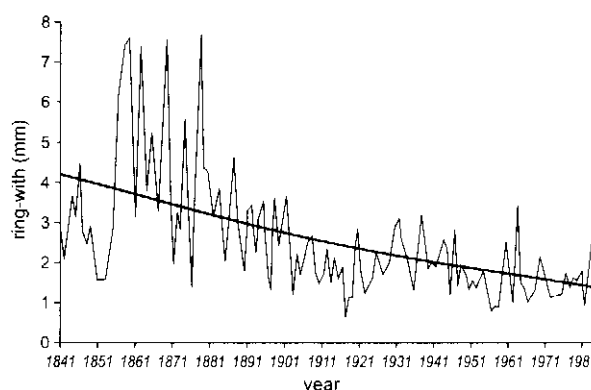


Fig. 20. Curva de espessura de anéis de crescimento de árvores de *Toona ciliata* (seg. Bhattacharya et al. 1992).

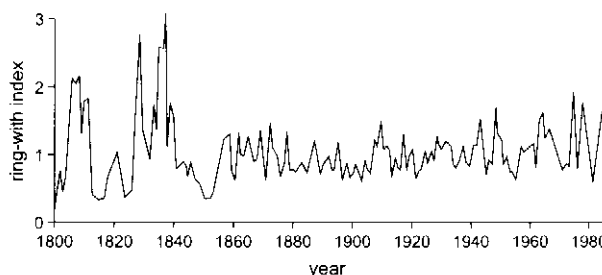


Fig. 21. Cronologia do índice de espessura de anéis de crescimento de árvores de *Toona ciliata* (seg. Bhattacharya et al. 1992).

DENDROCRONOLOGIA EN AMÉRICA LATINA

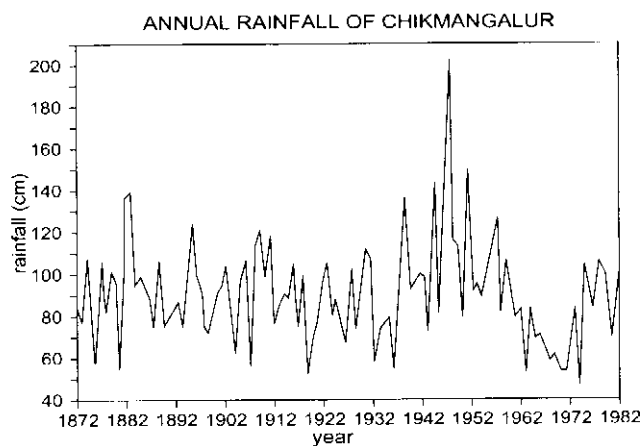
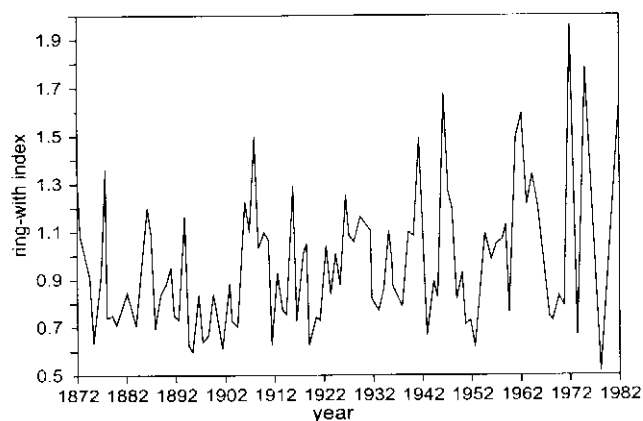
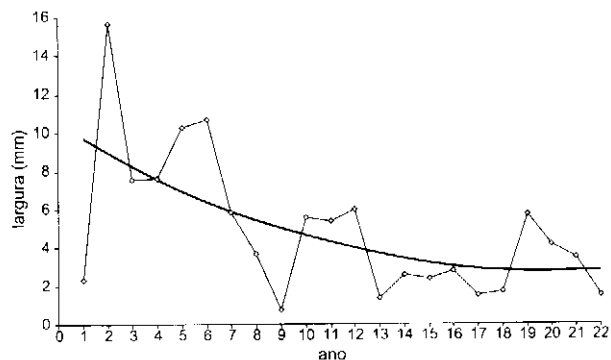


Fig. 22. Cronologia do índice de espessura de anéis de crescimento e precipitação anual; correlação entre o crescimento em diâmetro do tronco de árvores de *Toona ciliata* e a pluviosidade anual (seg. Bhattacharya et al. 1992).

Fig. 23. Variação da largura dos anéis de crescimento ao longo do raio de disco de lenho de árvore (refer. fig. 2) de *Toona ciliata*.



No Estado de São Paulo, Brasil, a madeira de *Toona ciliata* demarca os anéis de crescimento com nitidez, pela presença de parênquima axial inicial e anel semi-poroso, tornando possível a determinação da idade da árvore e a taxa anual de crescimento em diâmetro das árvores (Cardoso & Tomazello Filho 1988). Os anéis de crescimento mostram variações na largura, ao longo dos anos, em razão da idade das plantas, competição pelos fatores de crescimento e das variações climáticas (fig. 22, ref. árvore, fig. 2), sendo que a sua demarcação, a largura e as variações da densidade intra e inter-anéis de crescimento podem, também, ser obtidas por densitometria de raios X e aplicadas para a silvicultura e dendrocronologia da espécie (fig. 23 e 24).



Fig. 24. Incremento radial médio acumulado do tronco de árvore de *Toona ciliata*.

Conclusões

Nestas últimas décadas, a idade e a taxa de crescimento das árvores de algumas espécies tropicais e subtropicais têm sido determinadas pela análise dos anéis de crescimento, além de permitir a construção de cronologias correlacionadas com o clima, dinâmica de populações, manejo florestal, etc. No entanto, a dendrocronologia pode ser aplicada para um maior número de espécies tropicais e em diferentes condições ecológicas, possibilitando a utilização dessa importante e, muitas vezes, única metodologia para o entendimento do crescimento das árvores e dos mecanismos envolvidos no funcionamento dos ecossistemas florestais. Por outro lado, para a expansão da dendrocronologia tropical torna-se necessária sua interação com outras ciências afins, como anatomia da madeira, biologia, dendrologia, ecologia, fisiologia, climatologia, manejo florestal, dentre outras. O grande número de espécies

tropicais existentes e a diversidade das florestas naturais transformam essas metas em um grande desafio a ser alcançado pelos pesquisadores. Dentre as famílias botânicas tropicais, potencialmente indicadas para estudos dendrocronológicos, destaca-se a das Meliáceas, pela grande disponibilidade de importantes informações científicas sobre suas espécies principais, relacionadas com a anatomia das madeiras, comportamento fenológico, área de ocorrência natural, ritmo e taxa de crescimento das árvores (marcação cambial e dendrômetros), dendrocronologia, dendroclimatologia, além de outras apresentadas nos diversos capítulos do presente trabalho. Neste contexto, para

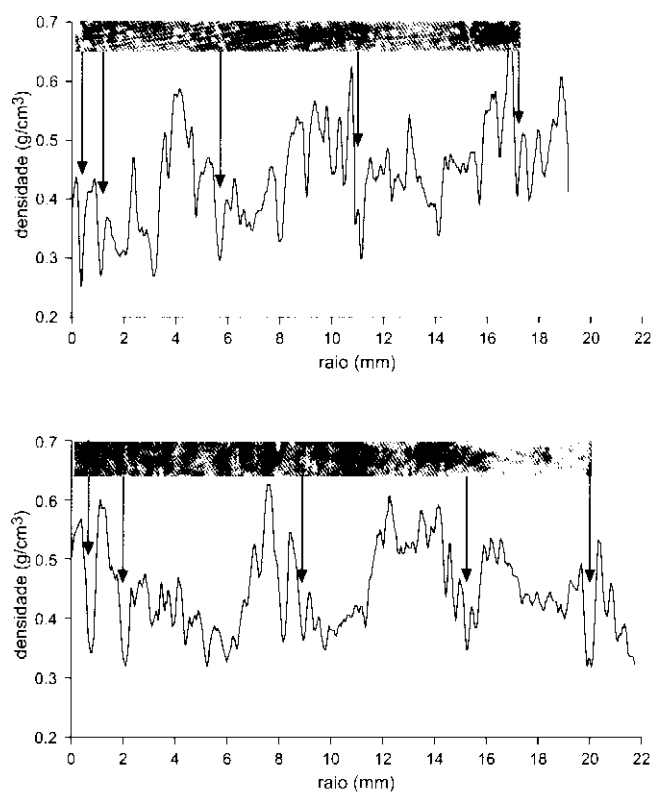


Fig. 25. Variação da largura e da densidade intra e inter-anéis de crescimento da seção transversal (a) e radial (b) de madeira de árvore de *Toona ciliata*, através de metodologia de densitometria de raios X.

as árvores de *Cedrela odorata*, *C. fissilis*, *C. angustifolia*, *Swietenia macrophylla* e *Toona ciliata* var. *australis*, provenientes tanto de populações naturais como de plantações, fica caracterizada a sazonalidade da atividade cambial e sua relação com o comportamento fenológico e com as condições climáticas das áreas de ocorrência, o que induz a formação de anéis anuais de crescimento. A nítida demarcação destes anéis de crescimento, pela presença de parênquima axial inicial e do anel semi-poroso, resultado do reinício do ciclo de crescimento destas espécies, torna possível a sua mensuração e determinação da variação da densidade da madeira intra e inter-anéis por meio da densitometria de raios X. Estas análises, constituem-se em importante e segura fonte de informação para a aplicação em dendrocronologia, direcionada à determinação da idade, taxa de crescimento, dinâmica dos ecossistemas florestais, reconstruções climáticas, etc. Finalmente, torna-se indispensável o envolvimento de novos pesquisadores de instituições do Brasil e do exterior para as atividades de pesquisa e troca de experiência, através de mecanismos de cooperação técnico-científica, visando a consolidação da dendrocronologia tropical.

Referências bibliográficas

- AMARAL, A.C.B. & M. TOMAZELLO Fº. 1998. Avaliação das características dos anéis de crescimento de *Pinus taeda* L. pela microdensitometria de raios X. **Revista de Ciência e Tecnologia** 6: 17-24.
- AMARAL, L.G. 1979. Floração e frutificação de algumas espécies arbóreas nativas e cultivadas no Rio Grande do Sul. **Ilhéringa** 24: 125-132.
- AMARAL, L.G. 1981. *Meliaceae. Flora do Estado de Goiás. Coleção Rizzo* 2 (37): 1-56.
- ANDRADE, D.N. 1957. Considerações sobre a cultura do cedro. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal** 9: 122-130.
- ARAUJO, P.A.M. 1948. Fichas dendrológicas comerciais e industriais de madeiras brasileiras: *Cedrela fissilis*, cedro. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal** 1: 345-8.
- ARNAEZ, E., I. MOREIRA, F. ROJAS & G. TORRES. 1982. *Especies forestales tropicales - cedro. Instituto Tecnológico de Costa Rica*: 8 p.
- ARNAEZ, E. & E. FLORES. 1988. Características de la madera de *Cedrela odorata* L. (cedro amargo, *Meliaceae*) en Costa Rica. **Revista de Biología Tropical** 36: 67-73.
- BAHADHUR, K.N. 1988. **Monograph on the Genus Toona (Meliaceae)**. Dehra Dun, India, Forest Research Institute and Colleges: 251 p.
- BAITELLO, J.B., O.T. AGUIAR & J.A. PASTORE. 1983/85. Essências florestais da Reserva Estadual da Cantareira. **Silvicultura em São Paulo** 17/19: 61-84.
- BAITELLO, J.B., F.C. SÉRIO, J.A. PASTORE & O.T. AGUIAR. 1988. A vegetação arbórea do Parque Estadual do Morro do Diabo, Teodoro Sampaio- SP. **Acta Botanica Brasilica** 1: 221-230.

DENDROCRONOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA

- BARAJAS MORALES, J., S. REBOLLAR DOMINGUEZ & R. ECHENIQUE-MANRIQUE. 1979a. *Anatomía de maderas de México. Nº 2. Veinte especies de la Selva Lacandona. Biotica* 4: 163-193.
- BARAJAS MORALES, J., R. ECHENIQUE-MANRIQUE & T.F. CARMANA VALDOVINOS. 1979b. **La Madera y su Uso en la Construcción. Nº 3. Estructura e Identificación.** Vera Cruz. México, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos: 70 p.
- BARCENAS PAZOS, G.M. 1995. *Caracterización tecnológica de veinte especies maderables de la Selva Lacandona. Maderas y Bosques* 1: 9-38.
- BARROS, N.F., & R.M. BRANDI. 1975. *Observações sobre ocorrência de ataque de Hypsipylla em plantas de mogno na região de Viçosa- MG. Brasil Florestal* 6: 22-25.
- BARROSO, G.M. 1984. **Sistemática de Angiospermas no Brasil.** Viçosa-MG. Imprensa Universitária, UFV: 377 p.
- BASCOPE, F., A.L. BERNARDI & H. LAMPRECHT. 1957a. **Descripciones de Arboles Forestales. Nº 1. Swietenia macrophylla King.** Mérida, Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación: 18 p.
- BASCOPE, F., A.L. BERNARDI, H. LAMPRECHT & P. MARTINEZ. 1957b. **Descripciones de Arboles Forestales. Nº 2. El Género Cedrela en América.** Mérida, Instituto Forestal Latinoamericano Investigación y Capacitación: 25 p.
- BAUCH, J. & D. ECKSTEIN. 1981. *Wood biological investigations on panels of Rembrandt paintings. Wood Science and Technology* 15: 251-263.
- BECKER, V.O. 1970. *Insetos que danificam o cedro - Cedrela fissilis Vell. (Meliaceae). Revista Floresta* 2: 69-74.
- BERTONI, J.E.A. & F.R. MARTINS. 1987. *Composição florística de uma reserva ripária na Reserva Estadual de Porto Ferreira, SP. Acta Botanica Brasilica* 1: 17-26.
- BHAT, K.M. 1985. *Properties of selected less-know tropical hardwood. Journal of the Indian Academy of Wood Science* 16: 26-35.
- BHATTACHARYYA, A., R.R. YADAV, H.P. BORGAONKAR & G.B. PANT. 1992. *Growth analysis o Indian tropical trees: dendroclimatological potential. Current Science* 62: 736-741.
- BISSET, I.J.W., H.E. DADSWELL & G.L. AMOS. 1950. *Changes in fibre-length within one growth ring of certain angiosperms. Nature* 165: 348-349.
- BLAKE, S.F. 1930. *Revision of the true mahagonies (Swietenia). Journal of Washington Academy Sciences* 10: 286-297.
- BONINSEGNA, J.A., R. VILLALBA, P. AMARILLA & J. OCAMPO. 1989. *Studies on tree rings, growth rates and age-size relationships of tropical tree species in Misiones, Argentina. IAWA Bulletin* 10: 161-169.
- BONINSEGNA, J.A. & R. VILLALBA. 1996. *Dendroclimatology in the Southern Hemisphere: review and prospects.* In: J.S. Dean, D.M. Meko & T.W. Sweetnam (eds). **Tree Rings, Environment and Humanity: 127-141. Radiocarbon.**
- BOONE, R.S. & M. CHUDNOFF. 1970. *Variations in wood density of mahagonies of Mexico and Central America. Turrialba* 20: 369-371.
- BOTOSSO, P.C., R.E. VETTER & M. TOMAZELLO Fº. 1999. *Aspectos da periodicidade e taxa de crescimento de 3 espécies arbóreas tropicais da floresta de terra firme-Manaus/AM:*

- jacareúba* (*Calophyllum brasiliense*), *cedro* (*Cedrela odorata*) e *muirapiranga* (*Eperua bijuga*) (in press).
- BRAGA, R. 1960. **Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará**. Editora Universidade Federal Rio Grande do Norte: 540 p.
- BRAZIER, J.D. & G. LAVERS. 1977. *The density and strength of Brazilian mahogany*. **Journal of Institute of Wood Science** 7: 15-19.
- BRIENZA, S., T.C.A. CASTRO & L.M. VIANA. 1990. *Ensaio de espécies florestais sob duas diferentes condições ecológicas: 1. avaliações silviculturais*. In: **Congresso Florestal Brasileiro** 3: 616-624, Campos de Jordão, Brazil.
- BRISCOE, C.B., J.B. HARRIS & D. WYCKOFF. 1963. *Variation of specific gravity in plantation-grown trees of bigleaf mahogany*. **Caribbean Forester** 24: 67-74.
- BROWN, W.H. 1978. **Timbers of the World. 2. South America**. Timber Research and Development Association- TRADA: 121 p.
- BUENO ZARATE, J. 1975-6. *Estudio de 161 maderas peruanas para fabricación de lapices*. **Revista Forestal del Perú** 6: 1-2, 3-11.
- CARDOSO, N.S. & M. TOMAZELLO F^o. 1988. *Análise da estrutura anatômica da madeira e dos anéis de crescimento de Toona ciliata, Meliaceae*. In: **Congresso da Sociedade Paulista de Botânica**: 7, Rio Claro, Brasil.
- CARRERAS, R. & E. PÉREZ. 1982. *Estudio anatómico de la madera de Swietenia mahagoni, Swietenia macrophylla y su F1*. **Revista Forestal Baracoa** 19: 5-27.
- CARVALHO, P.E.R. 1994. **Espécies Florestais Brasileiras: Recomendações Silviculturais, Potencialidades e Usos da Madeira**. Colombo, EMBRAPA: 640 p.
- CHALK, L. 1983. *Growth rings*. In: C.R. Metcalfe & L. Chalk. **Anatomy of Dicotyledons** Vol. II. Oxford, Clarendon Press: 297 p.
- CHOWDHURY, K.A. 1939. *The formation of growth rings in Indian trees. II. Michelia champaca, Albizzia lebbek, Dalbergia sissoo, Cedrela toona*. **Indian Forest Records** 2: 41-57.
- CHOWDHURY, K.A. 1940. *The formation of growth rings in Indian trees. III. A study of the effect of locality*. **Indian Forest Records** 2: 59-75.
- CHOWDHURY, K.A. & K.R. RAO. 1948. *The formation of growth rings in Indian trees. IV*. **Indian Forest Records** 1: 1-15.
- CHUDNOFF, M. 1984. **Tropical Timbers of the World**. USDA, Forest Service. Madison, Agriculture Handbook 607: 464 p.
- CHUDNOFF, M. & T.F. GEARY. 1973. *On the heritability of wood density in Swietenia macrophylla*. **Turrialba** 23: 359-362.
- CRONQUIST, A. 1981. **An Integrated System of Classification of Flowering Plants**. New York, Columbia University: 1261 p.
- DE CANDOLLE, C. 1878. *Meliaceae*. In: C.F.B. Martius (ed.). **Flora Brasiliensis**. Monachii, Lipsiae: 166-227.
- DÉTIENNE, P. & A. MARIAUX. 1977. *Nature et périodicité des cernes dans les bois rouges de méliacées africaines*. **Bois et Forêts des Tropiques** 175: 52-61.
- DÉTIENNE, P. 1989. *Appearance and periodicity of growth rings in some tropical wood*. **IAWA Bulletin** 10: 123-132.

- DÉTIENNE, P., P. JACQUET & A. MARIAUX. 1982. **Manuel d'Identification des Bois Tropicaux**. Tome 3. Guyane Française. France, Centre Technique Forestier Tropical: 315 p.
- DECHAMPS, R. 1985. **Étude Anatomique de Bois d'Amérique du Sud**. Belgique, Musée Royal de l'Áfrique Centrale. Serie IN- 8º. nº 14: 471 p.
- DONALDSON, L.A. 1984. *Wood anatomy of five exotic hardwoods grown in western Samoa*. **New Zealand Journal of Forestry Science** 14: 305-318.
- EIBL, B.I., F. SILVA, E. BOBADILLA & G. OTTENWELLER. 1995. *Fenología de especies forestales nativas de la selva misionera*. **Yvyrareta** 6: 81-91.
- ESCOBAR, C.G. 1982. **Características y Usos de la Madera de 19 Especies Forestales com Valor Comercial en Panama**. Proyecto Desarrollo Forestal de Panama. FAO/PNUD-PAN/ 82004. Documento de Trabalho nº 3: 55 p.
- ESPINOZA DE PERNIA, N. 1987. *Estudio xilológico de algunas especies de Cedrela y Toona*. **Pittieria** 14: 5-32.
- FRANCIS, W.D. 1951. **Australian Rain Forest Trees**. Forestry and Timber Bureau. Sydney. Commonwealth of Australia: 206 p.
- FRÖES, R.L. 1959. *Informações sobre algumas plantas econômicas do planalto amazônico*. **Boletim do Instituto Agrônomo do Norte** 35: 1-113.
- FUJII, T., S.N. MARSOEM & T. FUJIWARA. 1998. *Annual growth rings in mahogany - Swietenia macrophylla - grown in Java*. **IAWA Journal** 19: 449-450.
- GANDARA, F.B. 1995. *Diversidade genética e taxa de cruzamento em uma população de Cedrela fissilis Vell. Meliaceae*. Dissertação Mestrado. Campinas, UNICAMP: 69 p.
- GARTLAND, H.M., H. VOGEL, A.V. BOHEREN, L.A. GRANCE & J. CABRAL. 1996. *Ficha técnica de árboles de Misiones- Cedrela fissilis Vell. Aspectos dendrológicos*. **Yvyrareta** 7: 38-41.
- GIRARDI, A.M.M. 1975. *Meliaceae*. **Boletim do Instituto do Centro de Biociências, Série Botânica** 33: 1-64.
- GLEASON, H.A. & A.J. PANSIN. 1936. *Swietenia krukovi: a new species of mahogany from Brazil*. **American Journal of Botany** 23: 21-25.
- GONZALES, G.E. 1976. *Propiedades de la madera de algunas meliaceas de la America tropical*. In: J.L. Whitmore (ed.). **Studies on the Shootborer H. grandella Zell**: (3) 8-13. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- GRIJPMA, P. & R.S. RAMALHO. 1969. *Toona sp, posibles alternativas para el problema del barrenador Hypsipyla grandella de las meliaceas en America latina*. **Turrialba** 19: 531-547.
- GRIJPMA, P. 1976. *Resistance of Meliaceae against the shootborer Hypsipyla with particular reference to Toona ciliata var. australis*. In: J.L. Whitmore (ed.). **Studies on the Shootborer H. grandella Zell**: (3) 90-96. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- HASLETT, A.N., G.D. YOUNG & R.A.J. BRITTON. 1991. *Plantation grown tropical timbers. 2. Properties, processing and uses*. **Journal of Tropical Forest Science** 3: 229-237.
- HERINGER, E.P. 1947. *Contribuição ao conhecimento da flora da Zona da Mata de Minas Gerais*. **Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas** 2: 1- 187.
- HESS, R.W. 1950. *Identification of Swietenia and Carapa*. **Tropical Woods** 9: 47-50.
- HOLDRIDGE, L.R. 1976a. *Taxonomía de las meliaceas latino-americanas*. In: Whitmore, J.L. (ed.). **Studies on the Shootborer H. grandella Zell**: (3) 5-6. Turrialba, Costa Rica, CATIE.

- HOLDRIDGE, L.R. 1976b. *Ecología de las meliaceas latino-americanas*. In: J.L. Whitmore (ed.). **Studies on the Shootborer *H. grandella* Zeel**: 3-7. Turrialba. Costa Rica, CATIE.
- HOWE, J.P. 1974. *Relationship of climate to the specific gravity of four Costa Rican hardwoods*. **Wood and Fiber** 5: 347-352.
- HUECK, K. 1978. **As Florestas da América do Sul**. Editora Universidade de Brasília: 466 p.
- HUERTA CRESPO, J. & V. CERVANTES GUERRERO. 1973. *Easy identification of wood of *Cedrela mexicana*, *Swietenia macrophylla* and *Calophyllum brasiliense**. **Bosques y Fauna** 10: 60-64.
- HUIZZI, A. 1974. *Clave para la identificación macrográfica de algunas maderas comerciales de Venezuela*. **Acta Botanica Venezuelica** 9: 399-420.
- INOUE, M.T., C.V. RODERJAN & Y.S. KUNIYOSHI. 1984. **Projeto Madeira do Estado do Paraná**. Convênio IBDF/SUDESUL/ Governo do Estado do Paraná. Curitiba, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná: 260 p.
- IPEF. 1975. *Desenvolvimento de programa de pesquisas: folhosas exóticas em regiões tropicais e subtropicais*. **Boletim Informativo** 3: 45-51.
- KLEIN, R.M. 1984. **Flora Ilustrada Catarinense - Meliaceas**. Santa Catarina, Herbário "Barbosa Rodrigues": 140 p.
- KRIBS, D.A. 1930. *Comparative anatomy of the woods of the meliaceae*. **American Journal of Botany** 17: 724-738.
- KRIBS, D.A. 1959. **Commercial Foreign Wood on the American Market**. Pennsylvania State University: 163 p.
- LAWRENCE, G.H.M. 1951. **Taxonomy of Vascular Plants**. New York, The MacMillan Company: 823 p.
- LEBACQ, L. 1973. **Classification des Bois de l' Amazonie Péruvienne** (Caractères Anatomiques e Physiques). Belgique, Musée Royal de l' Afrique Centrale, n° 3: 122 p.
- LEBACQ, L. & P. STANER. 1964. **Anatomie Comparée des Bois d' Amérique Latine et d' Afrique Centrale**. Belgique, Musée Royal de l' Afrique Centrale. Serie IN-8°, n° 4: 162 p.
- LEDOUX, P. & R.S. LOBATO. 1976. *Investigações experimentais comparativas sobre ritmos de desenvolvimento de populações e linhagens de *Swietenia macrophylla* e *Toona ciliata* var. *australis**. In: **Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais**: 111-124, Mossoró.
- LEDOUX, P. 1980. *Results of pionner trial with *Toona ciliata* var. *australis* in Belém, Brazil*. In: Mab. Forest Service Symposium. **Wood Production in the Neotropics via Plantations**. Rio Piedras. Puerto Rico: 359 p.
- LEITÃO Fº, H.F. 1982. *Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo*. **Silvicultura em São Paulo** 16: 197-206.
- LISBOA, P.L.B. 1994. *Notes on the south american cedar (*Cedrela fissilis*) in the sacred art of Brazil*. **IAWA Journal** 15: 47-50.
- LORENZI, H. 1992. **Árvores Brasileiros - Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Editora Plantarum: 352 p.
- LOUREIRO, A.A. & M.F. SILVA. 1968. **Catálogo de Madeiras da Amazônia**. Ministério do Interior/ Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Belém. vol. II: 411 p.
- LOUREIRO, A.A., M.F. SILVA & J.C. ALENCAR. 1979. **Essências Madeireiras da Amazônia**. Manaus, INPA, vol. I: 245 p.

DENDROCRONOLOGIA EN AMÉRICA LATINA

- MAINIERI, C. & J.A. PEREIRA. 1965. **Madeiras do Brasil**. Anuário Brasileiro de Economia Florestal 17: 1-282.
- MAINIERI, C. & J.P. CHIMELO. 1989. **Fichas de Características de Madeiras Brasileiras**. 2ª Edição. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Publicação IPT nº 1791: 418 p.
- MAIXNER, A.E. & L.A.B. FERREIRA. 1976. *Contribuição ao estudo das essências nativas e frutíferas nativas do Estado do Rio Grande do Sul*. **Boletim Técnico Fecotrigo** 18: 3-20.
- MALAVASSI, I.M.C. 1992. **Madeiras de Costa Rica: 150 Especies Forestales**. Costa Rica, Editora Universidad de Costa Rica: 338 p.
- MANGIERI, H.R. 1972. *Una nueva especie forestal de gran valor maderero para Argentina. Toona ciliata var. australis*. **Revista Forestal Argentina** 16: 130-132.
- MARCATI, C.R. & V. ANGYALOSSY-ALFONSO. 1999. *Alguns aspectos sobre a sazonalidade cambial em espécies tropicais*. In: **Congresso Nacional de Botânica**, 50º: 32. Blumenau-SC.
- MATTHES, L.A.F. 1980. *Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do planalto paulista: Bosque dos Jequitibás (Campinas, SP)*. Dissertação Mestrado. UNICAMP: 209 p.
- MATTOS, J.R. 1980. **Contribuição ao Estudo do Cedro - Cedrela fissilis Vell.** Instituto de Pesquisa de Recursos Naturais Renováveis "A.P.": 54 p.
- MATTOS, P.P., R.A. SEITZ & G.I.B. MUNIZ. 1997. *Identification of annual growth rings based on periodical growth of branches*. In: **IUFRO Congress. Division 5 Conference**: 241. Pullman, USA.
- MORELLATO, L.P.C., R.R. RODRIGUES, H. LEITÃO FILHO, H. DE F. & C.A. JOLY. 1989. *Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi- Jundiá/SP*. **Revista Brasileira de Botânica** 12: 85-98.
- NAIR, M.N.B. 1991. *Wood anatomy of some members of the meliaceae*. **Phytomorphology** 41: 63-73.
- NAMIKAWA, J.H. 1988. **Culturas: cedro e toona**. Piracicaba. ESALQ/Departamento de Ciências Florestais: 10 p.
- NEGRÓN, C.F. & I. LOMBARDI. 1990. *Distribución diamétrica y volumétrica en un rodal de Cedrela odorata en el Parque Nacional del Manu*. **Revista Forestal del Perú** 17: 41-51.
- ORTEGA ESCALONA, F., I. CASTILLO MORALES & T.F. CARMONA VALDOVINOS. 1991. *Angiospermas arbóreas de Mexico. N° 3. Anatomía de la madera de veintiseis especies de la Selva Lacandona, Chiapas*. **Madera y su Uso** 26: 1-200.
- OTAROLA, A., J.L. WHITMORE & R. SALAZAR. 1976. *Análisis de 12 plantaciones de Toona ciliata en Turrialba, Costa Rica*. **Turrialba** 26: 80-85.
- PANSHIN, A.J. 1933. *Comparative wood anatomy of the woods of the Meliaceae, subfamily Swietenioideae*. **American Journal of Botany** 20: 638-668.
- PASTORE, J.A. & A.J.P. BERZAGHI. 1989. *As meliáceas do Parque Estadual do Morro do Diabo, Teodoro Sampaio- SP*. **Revista do Instituto Florestal** 1: 85-116.
- PENNINGTON, T.D. & B.T.A. STYLES. 1975. *Generic monography of the Meliaceae*. **Blumea** 22: 419-540.
- PENNINGTON, T.D. 1981. *Meliaceae. Flora Neotropica* (New York Botanical Garden) 28: 359-358.

- PENNINGTON, T.D. & J. SARUKHÁN. 1998. **Árbores Tropicales de México**. Editora Universidad Nacional Autónoma de México: 521p.
- PERALTA, C.G. & M.L.E. ABBATE. 1981. *Caratteristiche anatomiche ed usi di 25 specie legnose provenienti dalla Repubblica di Panama*. **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale** 75: 325-379.
- PEREIRA, J.A. 1933. **Contribuição para a Identificação Micrográfica das Nossas Madeiras**. Laboratório de Ensaio de Materiais. São Paulo, Escola Politécnica, Boletim nº 9: 165 p.
- PEREZ MOGOLLÓN, A. 1973. *Estructura anatómica de 37 maderas de la Guayana Venezolana y clave para su identificación*. **Acta Botánica Venezuelica** 8: 9-109.
- PÉREZ MOGOLLÓN, A. 1993. *Anatomía e identificación de 40 maderas del Bosque La Mucuy, Estado de Mérida-Venezuela*. **Pittleria** 20: 5-77.
- PEREZ OLVERA, C.P., T.F. CARMONA VALDOVINOS & M.A. ROGEL GOMEZ. 1980. **Estudio Anatómico de la Madera de 43 Especies Tropicales**. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Boletín Técnico nº 63: 276 p.
- PEREZ OLVERA, C.P. 1993. *Anatomía de la madera de ocho especies con importancia en las artesanías del Estado de Michoacán*. **Acta Botánica Mexicana** 23: 103-126.
- PILLOW, M.Y. 1950. **Pesence of Tension Wood in Mahogany in Relation to Longitudinal Shrinkage**. Madison, Report U.S. Forest Products Laboratory: 6p.
- PINHEIRO, A.L. 1986. *Estudos de características dendrológicas, anatômicas e taxonômicas de meliaceae na micro região de Viçosa- Minas Gerais*. Dissertação Mestrado. Viçosa, UFV: 192 p.
- PINHEIRO, A.L., R.S. RAMALHO, W.N. VIDAL & M.R.R. VIDAL. 1990. *Flórula arbórea de Viçosa- M.G. II. Meliaceae (Cedrela spp.)*. **Revista Ceres** 37: 289-99.
- PINHEIRO, A.L., R.S. RAMALHO & H.S. BARREIROS. 1994. *Árvores exóticas em Viçosa- MG. II. Toona ciliata M. Roem. var. australis C. DC. (Meliaceae)*. **Revista Ceres** 41: 103-12.
- PIRANI, J.R. 1984. *Flora fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, SP - Meliaceae*. **Hoehnea** 11: 101-105.
- POLGE, H. 1978. *Fifteen years of wood radiation densitometry*. **Wood Science and Technology** 12: 187-196.
- PRANCE, T.G. & M.F. SILVA. 1975. **Árvores de Manaus**. INPA: 312 p.
- RAMALHO, R.S. 1965. **Ficha Dendrológica do Cedro - Cedrela fissilis Vell.** Viçosa. MG. UFV: 2p.
- RAMIREZ, G. & B.T. STYLES. 1978. *Revisión taxonómica del género Cedrela en México y Centroamérica*. **Turrialba** 28: 261-274.
- RECORD, S. & R.W. HESS. 1947. **Timbers of New World**. Yale University Press: 363 p.
- REITZ, R., R.M. KLEIN & A. REIS. 1979. **Madeiras do Brasil - Santa Catarina**. Santa Catarina, Editora Lunardelli: 320 p.
- REITZ, R., R.M. KLEIN & A. REIS. 1983. *Projeto madeira do Rio Grande do Sul*. **Revista Sellowia** nº 34/35, anos 34/35: 525 p.
- RIZZINI, C.T. 1978. **Árvores e Madeiras Uteis do Brasil - Manual de Dendrologia Brasileira**. Editora Edgard Blücher: 296 p.

DENDROCRONOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA

- ROCAS, A.N. 1986. **Árboles y Arbustos Útiles de México**. México, Editorial Limusa: 206 p.
- RODRIGUES, R.R., L.P.C. MORELLATO, C.A. JOLY & H.F. LEITÃO FILHO. 1989. *Estudo fitossociológico envolvendo um gradiente altitudinal em uma mata mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí-SP*. **Revista Brasileira de Botânica** 12: 71-84.
- RODRIGUES, V.A. 1990. Propagação vegetativa de *Schinus terebinthifolius*, *Ocotea pretiosa* e *Cedrela fissilis* através de estacas radiciais e caulinares. Dissertação de Mestrado. Curitiba, UFP, 90 p.
- ROSETO, P. 1976. Zonificación y silvicultura de meliaceae. In: J.L. Whitmore (ed.), **Studies on the Shootborer H. grandella Zell**: (3) 97- 103. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- ROTTA, E. 1977. Identificação dendrológica do Parque Municipal da Barreirinha, Curitiba- PR. Dissertação Mestrado. Curitiba UFP: 271 p.
- SANCHEZ, J.C., E.H. HOLSTEN & J.L. WHITMORE. 1976. Comportamiento de cinco especies de meliaceae en Turrialba, Costa Rica. In: J.E. Whitmore (ed.), **Studies on the Shootborer H. grandella Zell**: (3) 97-103. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- SANCHEZ, J.V., A.M. STEHR & G.A. LORI. 1992. Enfermedad que afecta al cedro australiano o *Toona ciliata* en plantaciones de la Provincia de Misiones. **Yvyrareta** 3: 20-24.
- SANCHEZ VELASQUEZ, L.R. 1984. Ecología y uso de *Cedrela odorata* en Misantla, Ver., México. **Ciencia Forestal** 9: 23-26.
- SCHWEINGRUBER, F.H. 1988. **Tree Rings: Basics and Applications of Dendrochronology**. Dordrecht, D. Reidel: 276 p.
- SEDENIO, P. 1991. Influence of growth rate on specific gravity, fiber length and cell wall thickness of an even-aged mahogany stand (*Swietenia macrophylla*). **C M U Journal of Science** 4: 2-20.
- SERAFINA, I., C. BARRIENTOS & B. JACQUET. 1994. Estudio del comportamiento de la *Toona ciliata* en las condiciones del Alto Paraná. **Revista Forestal del Paraguay** 10: 4-7.
- SILVA, E.A.M., L.A.R. PEREIRA, A.L. PINHEIRO & R.S. RAMALHO. 1991. Variação sazonal na atividade cambial de três espécies florestais na região de Viçosa-MG. **Revista Selva** 50: 49-52.
- SMITH JR, C.E. 1960. A revision of *Cedrela* (Meliaceae). **Fieldiana** 29: 295-341.
- SMITH JR, C.E. 1965. Meliaceae. In: R.E. Woodson (ed.) Flora of Panama. **Annals Missouri Botanical Garden** 52: 56-77.
- STANDLEY, P.C. 1930. Notes on mexican trees. **Tropical Woods** 21: 6-7.
- STYLES, B.T. 1972. The flower biology of the meliaceae and its bearing on tree breeding. **Silvae Genetica** 21: 175-82.
- STYLES, B.T., & P.K. KHOSLA. 1976. Cytology and reproductive biology of Meliaceae. In: J. Burley & B.T. Tyles (eds.), **Tropical Trees: Variation, Breeding and Conservation**: 61-7. London. Academic Press.
- SUDAM. 1979. **Pesquisas e Informações sobre Espécies Florestais da Amazônia**. Belém: 111 p.
- SUDO, S. 1989. Wood anatomical characteristics of tropical species from the Pacific region and Asia. In: J.P. Rojo, J.U. Aday, E.R. Barile, R.K. Araral & W.M. America (eds.): 193-208. **Pacific Regional Wood Anatomy Conference**, Philippines.

POTENCIALIDADE DA FAMÍLIA MELIACEAE PARA DENDROCRONOLOGIA

- TAVARES, S. 1959. *Madeiras do nordeste do Brasil*. Universidade Federal de Pernambuco. **Monografia V**: 171p.
- TITMUS, F.H. 1971. **Commercial Timbers of the World**. CRC Press: 351 p.
- TOMAZELLO F^o, M., J.P. CHIMELO & P.V. GARCIA. 1983. *Madeiras de espécies florestais do Estado do Maranhão. II. Caracterização anatômica*. **Revista IPEF** 23: 29-35.
- TOMAZELLO F^o, M. & M. WORBES. 1998. *Potentiality and applications of dendrochronology in tropical species*. In: **Congreso Latinoamericano de Botánica**, 7^o, Cidade do México, México: 33.
- TOMLINSON, P.B. & F.C. CRAIGHEAD. 1972. *Growth ring studies on native trees of sub-tropical Florida*. In: A.K.M. Ghouse & M. Yunus (eds.), **Research Trends in Plant Anatomy**: 39-51. Bombay, New Delhi, Tata Mc Graw-Hill.
- TORTORELLI, L.A. 1956. **Maderas y Bosques Argentinos**. Editorial Acme: 910 p.
- VALES, M.A. & R. CARRERAS. 1986. *Anatomía de maderas de Cuba, I*. **Acta Botanica Hungarica** 32: 231-245.
- VAZQUEZ, I. & J. PETIT. 1994a. **Maderas Comerciales de Venezuela. Caoba, *Swietenia macrophylla***. Ficha Técnica nº 34, Mérida, Instituto Forestal Latinoamericano: 42 p.
- VAZQUEZ, I. & J. PETIT. 1994b. **Maderas Comerciales de Venezuela. Cedro, *Cedrela odorata***. Ficha Técnica nº 35, Mérida, Instituto Forestal Latinoamericano: 45 p.
- VEGA, L. 1976. *Influencia de la silvicultura en el comportamiento de Cedrela en Surinam*. In: J.L. Whitmore (ed.), **Studies on the Shootborer *H. grandella* Zell**: 26-49. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- VETTER, R.E. & P.C. BOTOSSO. 1989. *Remarks on age and growth rate determination of amazonian trees*. **IAWA Bulletin** 10: 133-145.
- VILLALBA, R.; J.A. BONINSEGNA & R.L. HOLMES. 1985. *Cedrela angustifolia and Juglans australis: two new tropical species useful in dendrochronology*. **Tree-Ring Bulletin** 45: 25-35.
- VILLALBA, R., J.A. BONINSEGNA & A. RIPALTA. 1987. *Climate, site conditions and tree growth in subtropical northwestern Argentina*. **Canadian Journal Forest Research** 17: 1527-1539.
- VILLALBA, R., R.L. HOLMES & J.A. BONINSEGNA. 1992. *Spatial patterns of climate and tree growth variations in subtropical northwestern Argentina*. **Journal of Biogeography** 19: 631-649.
- VILLALBA, R. 1995. *Estudios dendrocronológicos en la selva subtropical de montaña, implicaciones para su conservación y desarrollo*. In: A.D. Brown & H.R. Grau (eds.), **Investigación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña**: 59-68. Proyecto de Desarrollo Agroforestal/L.I.E.Y.
- WALTERS, G.A. 1974. *Toona australis* Harms. In: **Seeds of Woody Plants in United States**. Forest Service. U. S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook nº 450: 813-814.
- WIEMANN, M.C. & G.B. WILLIANSO. 1989a. *Wood specific gravity gradients in tropical dry and mountain rain forest trees*. **American Journal of Botany** 76: 924-928.
- WIEMANN, M.C. & G.B. WILLIANSO. 1989b. *Radial gradients in the specific gravity wood in some tropical and temperate trees*. **Forest Science** 35: 197-210.
- WORBES, M. 1995. *How to measure growth dynamics in tropical trees: a review*. **IAWA Journal** 16: 337-351.