

## Revisión xilológica de las principales especies del género *Eucalyptus* L'Herit. cultivadas en Argentina

M. S. VILLEGAS & S. M. RIVERA

Area Dendrología, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata  
C.C. 31 (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. dendrologia@ceres.agro.unlp.edu.ar

VILLEGAS, M. S. & S.M. RIVERA. 2002. Revisión xilológica de las principales especies del género *Eucalyptus* L'Herit. cultivadas en Argentina. Rev. Fac. Agron. 105(1): 9-28.

El género *Eucalyptus* L'Heritier comprende cerca de 500 especies, desde arbustos enanos hasta grandes árboles, que habitan un vasto rango de hábitats. Muchas especies producen madera de importancia comercial y por esa razón han sido plantados en muchas partes del mundo. En Argentina, el 30 % de la superficie de bosques cultivados corresponde a este género. El objetivo de este trabajo es revisar las características anatómicas del xilema secundario de las especies más cultivadas en Argentina y actualizar la terminología empleada según la lista de caracteres estándar de IAWA (1989). Se describieron las características xilológicas de *Eucalyptus grandis* Hill. ex Maiden., *Eucalyptus saligna* Smith., *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* Labill., *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* F. Muell., *Eucalyptus viminalis* Labill., *Eucalyptus dunnii* Maiden. y *Eucalyptus tereticornis* Smith., obteniéndose datos cuali-cuantitativos para la separación interespecífica. Los caracteres que resultaron más útiles para la distinción entre las especies fueron: color del duramen, test de quemado de astillas, altura de los radios, altura de la porción multiseriada, porcentaje de radios uni, bi y triseriados, tipos de vasos y su disposición diagonal, parénquima axial, radios en sección longitudinal radial y cristales. Se presenta una clave para la distinción entre las especies analizadas.

**Palabras clave:** Eucalipto, anatomía de madera, clave de identificación, Argentina.

VILLEGAS, M. S. & S.M. RIVERA. 2002. Xylological review of the most cultivated species of the genus *Eucalyptus* L'Herit. In Argentina. Rev. Fac. Agron. 105(1): 9-28.

The genus *Eucalyptus* L'Heritier contains about 500 species ranging from dwarf shrubs to very large trees inhabiting a wide range of ecological sites. Many of the species produce timbers of commercial importance, and for this reason they have been planted in many parts of the world. In Argentina, 30 % of cultivated forest area belongs to this genus. The objective of this study is to review the anatomical features of secondary xylem in the most common species cultivated in Argentina and to update the common terminology according to the IAWA (1989) list of microscopic features for hardwood identification. We described the wood anatomical features of *Eucalyptus grandis* Hill. ex Maiden., *Eucalyptus saligna* Smith., *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* Labill., *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* F. Muell., *Eucalyptus viminalis* Labill., *Eucalyptus dunnii* Maiden. and *Eucalyptus tereticornis* Smith., obtaining quali-quantitative data for interspecific separation. The most useful features for differentiating between the species were heartwood colour, burning splinter test, ray height, height of the multiseriate portion of the rays, percentage of uniseriate, biseriate and triseriate rays, vessel groupings and their diagonal arrangement, axial parenchyma, rays in radial section and crystals. A key for the species differentiation is presented.

**Key words:** Eucalipto, wood anatomy, identification key, Argentina.

## INTRODUCCIÓN

El género *Eucalyptus* L'Heritier comprende cerca de 500 especies, desde arbustos enanos hasta grandes árboles, que habitan un vasto rango de hábitats. El género está confinado originalmente a Australia, con unas pocas especies que se extienden a Timor y Papúa, (por ejemplo *E. alba* Reinw. ex Bl. y *E. tereticornis* Smith.). Muchas especies producen madera de importancia comercial y por esa razón los "eucaliptos" han sido plantados en diferentes partes del mundo (Dadswell, 1972).

En nuestro país, han sido introducidas aproximadamente 27 especies desde que Sarmiento importara semillas de Australia en la segunda mitad del siglo XIX (Golfari, 1985).

Según Mangieri & Dimitri (1961), las dos terceras partes de la República Argentina son aptas para el cultivo del género. De los 5 millones de hectáreas de suelos con aptitud forestal que no compiten por otros usos, en Argentina, menos del 20 % se encuentra ocupado actualmente con bosques cultivados (aproximadamente 800.000 ha). De esta superficie, el 30 % corresponde a *Eucalyptus* (SAGPyA, 1999). Según la misma fuente, la evolución de la obtención de madera en bosques cultivados durante el período 1983-1996 muestra un crecimiento de los volúmenes totales y especialmente un aumento de la participación relativa de los "eucaliptos" en el total extraído.

Las diversas especies suministran madera blanda, semidura y dura, cuyo empleo varía desde la fabricación de cajones, parquet, postes, pallets, mangos de herramientas y muebles, hasta durmientes de ferrocarril y pasta celulósica, utilizándose también en carpintería rural y como combustible (leña y carbón) (Mangieri & Dimitri, 1961; de la Lama Gutiérrez, 1976).

Lo anteriormente expuesto, puede dar una idea de la importancia económica, forestal y comercial del género *Eucalyptus* en nuestro país, así como de la necesidad de una correc-

ta identificación de su madera.

Las principales especies cultivadas en Argentina son: *E. grandis* Hill. ex Maiden., *E. saligna* Smith., *E. viminalis* Labill., *E. tereticornis* Smith., *E. camaldulensis* Dehnh., y *E. dunnii* Maiden. en el NOA; *E. grandis*, *E. saligna* y *E. dunnii* en la Mesopotamia; *E. camaldulensis*, *E. viminalis* y *E. tereticornis* en Córdoba y *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. saligna*, *E. dunnii*, *E. viminalis*, *E. globulus* ssp. *globulus* Labill. y *E. globulus* ssp. *maidenii* F. Muell. en la Región Pampeana (SAGPyA, 1999).

Todas estas especies han sido incluidas en el presente estudio. El mismo tiene por objetivos: revisar las características anatómicas del leño secundario y actualizar la terminología empleada según la lista de caracteres estándar de International Association of Wood Anatomists (IAWA) (1989); resolver las dudas presentadas en trabajos anteriores para una clara separación entre especies; elaborar una clave para una mejor identificación, especialmente en casos de reemplazos de maderas para diferentes sectores de la industria y en la certificación de la identidad de las muestras en los peritajes.

El estudio de las características anatómicas del leño de *Eucalyptus* ha llevado muchos años de investigaciones en todo el mundo. La mayoría de estas investigaciones se han efectuado en Australia por Dadswell & Burnell (1932), Dadswell *et al.* (1934), Dadswell & Eckersley (1941), Dadswell (1972), Wilkes (1988), Ilic (1997). Se encuentran interesantes trabajos en otros países como los de Tomazello Filho (1985) en Brasil, Agarwal & Chauhan (1988) en India, Dyer (1992) en Sudáfrica y otros. En Argentina, Cozzo & Rodríguez (1959) describen 14 especies cultivadas en el país y realizan una clave para su reconocimiento. Los autores ponen de manifiesto las dificultades encontradas para realizar una completa diferenciación específica. Verna & Masoni (1978) analizan el leño de dos especies muy afines (*E. grandis* y *E. saligna*). Cas-

tro & Luna (1991;1993) comparan la estructura anatómica del leño de *E. dunnii*, *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* y detalles ultraestructurales en *E. dunnii*.

En este trabajo se presentan los caracteres generales comunes para las 7 especies analizadas, las descripciones específicas y una clave utilizando características macro y microscópicas. Debido a las dificultades encontradas para una clara separación interespecífica, se vió la necesidad de ampliar los caracteres microscópicos estandarizados utilizados en las descripciones, con caracteres utilizados por Dadswell (1972) e Ilic (1997).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras de madera de árboles adultos creciendo en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Corrientes y Entre Ríos. El material herborizado se encuentra depositado en el Herbario de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (LPAG). Los cubos de madera y cortes histológicos se encuentran depositados en la Xiloteca del Area Dendrología de dicha facultad, a la que corresponden el código XCD.

Las muestras leñosas fueron obtenidas de plantaciones comerciales por métodos destructivos y no destructivos, esto es, apeo de árboles y extracción con barreno de Pressler respectivamente. A partir de rodajas, tablas y muestras de barreno se obtuvieron cubos de 0.5 a 2 cm de lado, correctamente orientados que para su ablandamiento fueron hervidos en agua por lapsos de 2 a 3 hs. Se realizaron cortes en las secciones transversal (ST), tangencial (SLT) y radial (SLR) de hasta 30 micrones de espesor. La coloración empleada fue safranina al 1% en alcohol 50°. Los cortes previamente deshidratados se montaron con Bálsamo de Canadá. Los disociados se obtuvieron con el método de Jeffrey (Jane, 1956).

Las mediciones se realizaron con microscopio óptico provisto de ocular micrométrico.

Los siguientes caracteres fueron medidos según IAWA (1989):

### *En sección transversal*

- a) Diámetro tangencial de los vasos (DTM): realizando 100 mediciones en cada ejemplar y promediando para obtener el valor medio.
- b) Número de vasos por mm<sup>2</sup> (VPM): se contaron los vasos sobre 10-15 campos oculares por ejemplar.
- c) Número de radios por mm lineal: se efectuaron un mínimo de 10 observaciones por ejemplar.

### *En material disociado*

- d) Longitud de elementos de vaso y sus apéndices, fibras y traqueidas vasicéntricas: se realizó un mínimo de 25 lecturas para cada componente morfológico.

Según Dadswell (1972) se midieron:

### *En sección transversal*

- e) Diámetro tangencial máximo de los vasos (DTMx): se utilizaron los 10 mayores valores de DTM.

### *En sección tangencial*

- f) Altura de los radios: se contó el n° de células de alto en un mínimo de 60 radios (según Dadswell *et al.*, 1934).
- g) Altura máxima de los radios: se midieron los 10 radios mas altos, en número de células.
- h) Altura de la porción multiseriada: se midió como número de células en un mínimo de 45 radios (según Ilic, 1997).
- i) Altura máxima de la porción multiseriada: se registró como único valor para cada ejemplar.
- j) Porcentaje de radios multiseriados: se contaron los radios uni, bi y triseriados en varias mediciones en la cara tangencial y se

obtuvo el porcentaje de cada uno, de un total de al menos 260 radios.

Para cada carácter (excepto i) y cada ejemplar se obtuvieron el n° de observaciones (n), el rango, promedio y desviación standard. Asimismo se registró únicamente el rango y promedio por especie. Para la altura máxima de la porción multiseriada y el porcentaje de radios multiseriados (caracteres i y j) sólo se registró el rango. Para h) se registraron además los valores más frecuentes encontrados. Estos caracteres (excepto d) se sintetizan en Tabla 1.

Para el estudio ultraestructural con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) el material fue deshidratado y metalizado con oro-paladio.

Se realizaron las siguientes observaciones macroscópicas a ojo desnudo: color del duramen y test de quemado de astillas; ambos según IAWA (1989). El test es utilizado para distinguir entre especies muy relacionadas anatómicamente, según las características del residuo resultante de la combustión de astillas obtenidas a partir de duramen sano y seco.

La terminología empleada es la del glosario de términos de IAWA (1989). Algunos conceptos no contemplados en dicho glosario fueron incorporados, considerados necesarios a los fines de la diferenciación entre las especies (Tabla 2). Ellos son:

*Color* (según Dadswell & Burnell, 1932 y Dadswell *et al.*, 1934).

- a) Maderas coloreadas (rojo oscuro, rojo, pardo oscuro, chocolate y rosa).
- b) Maderas claras (pardo claro, pardo, amarillo, blanco).

*Disposición diagonal* (arreglo de los vasos en un diseño intermedio entre tangencial y radial, vistos en C.T.): según Dadswell, 1972.

- a) Muy común, demarcada, o localmente pronunciada.

- b) Bastante común a común en parte de los ejemplares.

- c) No común, pero evidente en ciertas áreas.

- d) Rara, o sólo presente en unos pocos parches localizados.

*Cantidad de parénquima axial* (referido a todos los tipos presentes): según Dadswell (1972).

- a) Abundante.
- b) Moderadamente abundante.
- c) En menores cantidades a muy escaso.

*Tipos de parénquima axial*

- a) Paratraqueal predominante.
- b) Apotraqueal predominante.
- c) Sin predominio neto de ningún tipo.

*Cantidad de cristales* (según Dadswell, 1972).

- a) Abundante.
- b) Moderadamente abundante.
- c) En menores cantidades a muy escasos.
- d) Ausentes.

Las diferencias xilológicas encontradas entre ejemplares de la misma especie pero de diferente procedencia se sintetizan en *Observaciones*.

## MATERIAL ESTUDIADO

*Eucalyptus grandis* Hill. ex Maiden. (Figura 1 C)

ARGENTINA. Prov. de Entre Ríos, Concordia, 31° 24' S; 58° 02' O. Octubre 1996, XCD 24.14a; ARGENTINA. Prov. de Corrientes, Ituzaingó, 27° 36' S; 56° 41' O. Julio 1998, XCD 24.14b

*Eucalyptus saligna* Smith. (Figura 1 B; 2 F)

ARGENTINA. Prov. de Buenos Aires, Luján, 34° 34' S; 59° 06' O. Mayo 1996, XCD 24.3a; ARGENTINA. Junio 1998, XCD 24.3b

*Eucalyptus camaldulensis* Denhn. (Figura 1 E; 2 E)

ARGENTINA. Prov. de Buenos Aires, Miramar, 38° 16' S; 57° 51' O. Julio 1997, XCD 24.4a; ARGENTINA. Junio 1998, XCD 24.4b

*Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* Labill. (Figura 1 D; 2 C)

ARGENTINA. Prov. de Buenos Aires, La Plata, 34° 56' S; 57° 57' O. Junio 1997, XCD 24.1a; ARGENTINA. Prov. de Buenos Aires, Balcarce, 37° 50' S; 58° 15' O. Setiembre 1997, XCD 24.1b; ARGENTINA. Prov. de Buenos Aires, Miramar, 38° 16' S; 57° 51' O. Julio 1997, XCD 24.1c

*Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* F. Muell. (Figura 1 F; 1 J)

ARGENTINA. Prov. de Buenos Aires, Luján, 34° 34' S; 59° 06' O. Mayo 1996, XCD 24.17a; ARGENTINA. Prov. de Buenos Aires, Ramallo, 33° 29' S; 60° 01' O. Julio 1998, XCD 24.17b

*Eucalyptus viminalis* Labill. (Figura 2 A; 2 B)

ARGENTINA. Prov. de Buenos Aires, Luján, 34° 34' S; 59° 06' O. Mayo 1996, XCD 24.2a; ARGENTINA. Prov. de Buenos Aires, Ramallo, 33° 29' S; 60° 01' O. Julio 1998, XCD 24.2b; ARGENTINA. Prov. de Buenos Aires, Ramallo. Julio 1998, XCD 24.2c

*Eucalyptus dunnii* Maiden. (Figura 1 G; 1 H; 1 I)

ARGENTINA. Prov. de Santa Fe, Oliveros, 32° 34' S; 60° 51' O. Marzo 1998, XCD 24.15a; ARGENTINA. Prov. de Buenos Aires, Ramallo, 33° 29' S; 60° 01' O. Julio 1998, XCD 24.15b

*Eucalyptus tereticornis* Smith. (Figura 1 A; 2 D)

ARGENTINA. Prov. de Santa Fe, Oliveros, 32° 34' S; 60° 51' O. Julio 1998, XCD 24.6a; ARGENTINA. Prov. de Buenos Aires, zona norte, Julio 1998, XCD 24.6b

## RESULTADOS

De acuerdo a las especies estudiadas se observaron los siguientes caracteres xilológicos:

### Caracteres xilológicos generales

**Color.** El rango de colores es muy amplio, desde blanco cremoso en *E. dunnii* a pardo rojizo en *E. camaldulensis*. A pesar de esto, pueden ser clasificadas como "maderas coloreadas" y "maderas claras" sin demasiada dificultad.

**Sección transversal.** Anillos de crecimiento no demarcados. Porosidad difusa. Vasos en disposición diagonal, más o menos notable, reuniendo hasta un máximo de 14-15 poros. Elementos de vaso escasos, (6 a 14/mm<sup>2</sup>), diámetro tangencial medio (DTM) de 88 a 110 μ y diámetro tangencial máximo (DTMx) de 128 a 162 μ. Vasos exclusivamente solitarios. *E. saligna*, *E. grandis* y *E. tereticornis* pueden presentar además múltiples cortos; a veces agrupados en *E. grandis*. Son de contorno oval, salvo los más pequeños que generalmente se presentan circulares. El parénquima axial desde escaso hasta abundante, paratraqueal y/o apotraqueal, pudiendo predominar una u otra forma; vasicéntrico, a veces confluyente, principalmente en la zona donde se observa la disposición diagonal; es común el parénquima unilateral; el apotraqueal se presenta difuso y a veces difuso en agregados. Radios de recorrido rectilíneo, de 11,5 a 15 por mm lineal (n°/mm l). Fibras de contorno angular y/o circular; a veces de sección cuadrangular, formando hileras radiales.

**Sección longitudinal tangencial.** Vasos con tabiques oblicuos a horizontales. Puntuaciones intervasculares areoladas, alternas, ornadas, con la areola circular u oval y la apertura incluida, generalmente elíptica. Parénquima axial en series de 2 a 9 células, la mayoría de 4. Radios de varios tipos, por su forma pueden ser: lineales, fusiformes, "fusionados" (unidos por sus extremos) y otros con las alas bien diferenciados, formando una "cola" de varias células; por el número de células que los integran: uniseriados, biseriados, triseriados y excepcionalmente tetraseriados. En algunas especies predominan los uniseriados: *E. grandis*, *E. globulus* ssp. *globulus* y algunos ejemplares de *E. saligna*, *E. camaldulensis*, *E. dunnii* y *E. tereticornis*; en otras la proporción de uni y biseriados es similar: *E. globulus* ssp. *maidenii*, *E. viminalis* y algunos ejemplares de *E. saligna*, *E. camaldulensis*, *E. dunnii* y *E. tereticornis*. En cuanto a los triseriados, son

siempre escasos, a veces ausentes. Los porcentajes varían entre 45-97 % de radios uniseriados, 3- 54 % de biseriados y 0-14 % de triseriados. La altura promedio de los radios es de 8 a 13 células; la altura promedio máxima de 21 a 31,5; la altura promedio de la porción multiseriada de 2 a 5 células y la altura máxima de la porción multiseriada de 5 a 13.

**Sección longitudinal radial.** Vasos con placa de perforación simple; puntuaciones vaso-radio más grandes que las intervasculares, con rebordes reducidos, a veces casi simples. *Radios* formados por células procumbentes, suelen presentar una hilera marginal de células procumbentes más altas. Algunos ejemplares tienen radios con células cuadradas y/o erectas en los márgenes o en el cuerpo del radio, intercaladas con procumbentes; estas células llegan a constituir una hilera marginal completa en algunos ejemplares de *E. viminalis*, *E. globulus* ssp. *globulus* y *E. tereticornis*. Las paredes entre las células de los radios se presentan desde rectas a muy inclinadas, a veces disyuntas. *Parénquima* axial con células disyuntas, puntuaciones simples y grandes.

**Material disociado.** Los elementos de vaso miden desde 265 a 407  $\mu$  de longitud. Pueden presentarse apéndices. Cuando presentes, en uno o ambos extremos, miden desde 65 a 129  $\mu$  en promedio. Presencia de traqueidas vasicéntricas. Su tamaño oscila entre 456,5 y 637  $\mu$  de longitud. El tejido fibroso está formado por dos tipos de fibras: unas con puntuaciones simples y diminutas y otras con puntuaciones areoladas o con rebordes conspicuos. Sus longitudes van de 768 a 1292,5  $\mu$  en las primeras y de 674 a 1109  $\mu$  en las segundas.

**Test de Quemado de Astillas.** Los resultados del test indican que las astillas queman sólo a carbón en *E. tereticornis*, un ejemplar de *E. camaldulensis* y dos ejemplares de *E. viminalis*; a carbón y ceniza parcial en un ejemplar de *E. viminalis* y dos de *E. globulus* ssp. *globulus*; sólo a ceniza parcial en *E. saligna*; a ceniza completa en *E. grandis*, *E. globulus* ssp.

*maidenii* y *E. dunnii*; a ceniza parcial y completa en un ejemplar de *E. camaldulensis*.

**Contenidos.** Tilosis en los vasos y contenidos en los radios de todas las especies estudiadas. Presencia de cristales prismáticos en el parénquima axial de *E. globulus* ssp. *globulus*, *E. globulus* ssp. *maidenii*, *E. dunnii*, dos ejemplares de *E. viminalis* y uno de *E. saligna*. Los autores consideran que esta diferencia es debida a la procedencia geográfica.

### Caracteres xilológicos específicos

#### *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden

**Color.** Pardo rosado; según IAWA (1989) caract. 197-198; según Dadswell (1932) y Dadswell *et al.* (1934) madera coloreada, rosa. **Sección transversal.** Anillos de crecimiento no demarcados. **Porosidad** difusa. **Disposición** diagonal de tipo a, formándose alineaciones de hasta 15 vasos. **Vasos** solitarios, pudiendo presentarse múltiples cortos y agrupados, de contorno oval a circular en los de menor diámetro. **Parénquima** escaso a moderadamente abundante, predomina el paratraqueal: vasicéntrico, unilateral, confluyente. Este último puede presentarse uniendo vasos en dirección radial. **Radios** de recorrido rectilíneo. **Fibras** de contorno angular y/o circular; con lumen muy amplio y paredes delgadas a gruesas.

**Sección tangencial.** Vasos de trayecto sinuoso a recto, con tabiques levemente oblicuos a horizontales. Puntuaciones intervasculares areoladas, alternas, ornadas, de contorno circular u oval y la apertura incluida, elíptica. **Parénquima** en series, la mayoría de 4 células aunque se observaron de hasta 7 células. Predominan los *radios* uniseriados, que son muy angostos, lineales, integrados por células rectangulares verticalmente alargadas, uniformes. Los biseriados son fusiformes, con células más isodiamétricas, bulbosas; la porción biseriada es baja y generalmente de igual ancho que la uniseriada. Triseriados muy escasos a ausentes.

*Sección radial.* Vasos con placas de perforación simple. Pueden o no observarse células disyuntas en el *parénquima* axial. *Radios* formados enteramente por células procumbentes, que a veces presentan una hilera marginal de procumbentes de mayor altura. Se observan disyuntas. Paredes entre las células inclinadas.

*Material disociado.* Los *elementos de vaso* presentan 332 (192-500)  $\mu$  de longitud y sus *apéndices* 74,5 (17-275)  $\mu$ . Las *fibras* con puntuaciones simples 1147 (883-1950)  $\mu$  y las *fibras* con puntuaciones areoladas 1016,5 (567-1300)  $\mu$  de longitud. Las *traqueidas* miden 637 (433-792)  $\mu$ .

*Test de quemado de astillas* (100 % ceniza total). Las astillas conservan la forma al quemarse. La ceniza es de color pardo a pardogrisáceo. Quemán en menos de un minuto.

*Contenidos.* Numerosas tílides en vasos y contenidos en radios.

*Observaciones.* Vasos. La muestra XCD 24.14a presenta exclusivamente solitarios. *Parénquima.* En la muestra XCD 24.14a se dificulta su distinción de las fibras. *Fibras.* La muestra XCD 24.14b presenta además fibras de contorno cuadrangular y disposición en hileras radiales. *Test de quemado de astillas.* En la muestra XCD 24.14b la ceniza es fibrosa, se desarma fácilmente y tarda en apagarse; en cambio en la XCD 24.14a no se deshace y es de consistencia gomosa, pegajosa.

#### *Eucalyptus saligna* Smith

*Color.* Pardo rosado; según IAWA (1989) caract. 197-198; según Dadswell (1932) y Dadswell *et al.* (1934) madera coloreada, rosa.

*Sección transversal.* Anillos de crecimiento no demarcados. *Porosidad* difusa. *Disposición* diagonal de tipo b ó c, formándose alineaciones de no más de 4 o 5 vasos. Suelen presen-

tarse unidos de a cuatro en dirección radial. Vasos solitarios en su mayoría, algunos múltiples cortos (de a 2 ó 3), de contorno oval a circular en los de menor diámetro. *Parénquima* escaso a moderadamente abundante, paratraqueal: vasicéntrico, unilateral, confluyente. Este último puede presentarse uniendo vasos en dirección radial. Hay apotraqueal difuso y difuso en agregados. *Radios* de recorrido rectilíneo. *Fibras* de contorno angular y/o circular; con lumen notable y paredes delgadas a gruesas.

*Sección tangencial.* Vasos de trayecto levemente sinuoso a recto, con tabiques oblicuos a horizontales. Puntuaciones intervasculares areoladas, alternas, ornadas, de contorno circular u oval y la apertura incluida, lineal a elíptica y horizontal. *Parénquima* en series, de 6 a 7 células. Los *radios* son fusiformes. Los uniseriados están integrados por células cuadradas, uniformes, salvo en los extremos. Los biseriados y triseriados presentan células de distintas formas. Pueden presentarse radios con el cuerpo uniseriado y los extremos multi-seriados. Son radios altos.

*Sección radial.* Vasos con placas de perforación simple. Se observan células disyuntas en el *parénquima* axial. *Radios* formados enteramente por células procumbentes, que a veces presentan una hilera marginal de procumbentes de mayor altura. Se observan disyuntas.

*Material disociado.* Los *elementos de vaso* presentan 407 (125-650)  $\mu$  de longitud y sus *apéndices* 129 (17-300)  $\mu$ . Las *fibras* con puntuaciones simples 1295,5 (808-1308)  $\mu$  y las *fibras* con puntuaciones areoladas 983 (525-1275)  $\mu$  de longitud. Las *traqueidas* miden 625 (308-858)  $\mu$ .

*Test de quemado de astillas* (100 % ceniza parcial). Las astillas se curvan al quemarse. La ceniza es de color gris oscuro-pardo y forma un delgado hilo que se desarma fácilmente. Desprenden abundantes humos pardo-grisáceos y en el 50% de los casos, también exu-

dados. Sólo dos de ellas presentaron tendencia a apagarse. Queman en menos de un minuto.

*Contenidos.* Tíldes a veces presentes en algunos vasos y contenidos en radios.

*Observaciones.* En la muestra XCD 24.3b se observa una zona aparentemente anormal que presenta vasos agrupados y abundancia de parénquima apotraqueal. *Parénquima.* En la muestra XCD 24.3b predomina el parénquima paratraqueal; en la muestra XCD 24.3a no hay predominio neto de ninguno de los dos tipos de parénquima. *Radios.* En la muestra XCD 24.3b predominan los uniseriados; en la muestra XCD 24.3a uni y biseriados están en igual proporción. *Contenidos.* Se observan algunos cristales prismáticos en parénquima de XCD 24.3b.

#### *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh

*Color.* Pardo rojizo oscuro; según IAWA (1989) caract. 197-198; según Dadswell (1932) y Dadswell *et al.* (1934) madera coloreada, rojo oscuro.

*Sección transversal.* Anillos de crecimiento no demarcados. *Porosidad* difusa. *Disposición* diagonal de tipo d, uniendo no más de 4 ó 5 vasos. Suelen presentarse unidos de a cuatro en dirección radial. *Vasos* exclusivamente solitarios, de contorno oval a circular en los de menor diámetro. *Parénquima* abundante. Predomina el apotraqueal difuso y difuso en agregados. El paratraqueal se presenta vasicéntrico y unilateral, pudiendo hacerse confluyente. *Radios* de recorrido rectilíneo. *Fibras* de contorno angular, circular y/o cuadrangular, a veces se presentan formando hileras radiales; con lumen notable y paredes delgadas a gruesas.

*Sección tangencial.* Vasos de trayecto recto, con tabiques oblicuos a horizontales. Puntuaciones

intervasculares areoladas, alternas, ornadas, de contorno circular y la apertura incluida, lineal a elíptica, a veces horizontal. *Parénquima* en series, de 2 a 8 células, predominando las de 3 y 4. *Radios* uni, bi y triseriados. Estos últimos pueden estar ausentes. Los uniseriados son más numerosos, delgados, casi lineales; los bi y triseriados son más anchos, lenticulares. Están integrados por células de distintas formas: circulares, angulares, rectangulares verticalmente alargadas. La porción multiseriada puede presentarse en el extremo del radio. Hay radios fusionados y con cola. Se distinguen claramente las puntuaciones areoladas de las *fibras*.

*Sección radial.* Vasos con placas de perforación simple. Se observan células disyuntas en el *parénquima* axial. *Radios* formados enteramente por células procumbentes, que a veces presentan una hilera marginal de procumbentes de mayor altura. Pueden observarse células cuadradas y/o erectas en el cuerpo del radio o en el margen, sin llegar a constituir una hilera completa. Se observan disyuntas. Se distinguen claramente las puntuaciones areoladas de las *fibras*.

*Material disociado.* Los *elementos de vaso* presentan 265 (83-375)  $\mu$  de longitud y sus *apéndices* 68,5 (8-100)  $\mu$ . Las *fibras* con puntuaciones simples 768 (617-917)  $\mu$  y las *fibras* con puntuaciones areoladas 674 (442-1017)  $\mu$  de longitud. Las *traqueidas* miden 456,5 (292-625)  $\mu$ . *Test de quemado de astillas* (Ceniza parcial, ceniza total y carbón). Las astillas queman rápidamente, en menos de un minuto, presentando tendencia a apagarse y se curvan notablemente. Sin humos ni exudados.

*Contenidos.* Abundante tilosis en los vasos y contenidos en radios, muy notables en las células procumbentes típicas.

*Observaciones.* *Parénquima.* En la muestra XCD 24.4a es excepcional el confluyente; en la

muestra XCD 24.4b éste se presenta uniendo vasos en dirección radial. *Radíos*. En la muestra XCD 24.4a no hay triseriados; en XCD 24.4b se observan muchos radios de 7 células de altura, con la porción multiseriada de 4 células de alto y que se presentan triseriados en el centro.

*Material disociado*. No se distinguen fibras con puntuaciones simples en XCD 24.4b.

*Test de quemado de astillas*. En la muestra XCD 24.4a el 70% de las astillas quemaron a ceniza parcial de color gris y el 30% restante a ceniza total, presentando tonos pardos; en la muestra XCD 24.4b el 100% quemó a carbón El residuo carbonoso mantiene el tamaño de la astilla original.

*Eucalyptus globulus ssp. globulus* Labill.

*Color*. Pardo amarillo a pardo-rosado; según IAWA (1989) caract. 197-198; 197-199; 197-198-199; según Dadswell (1932) y Dadswell *et al.* (1934) madera clara, pardo claro, pardo, amarillo.

*Sección transversal*. Anillos de crecimiento no demarcados. Macroscópicamente se ven líneas más oscuras, que corresponden a zonas con menor número de vasos y menor cantidad de parénquima, acompañados a veces por achatamiento de fibras y cambios en el sentido de la disposición diagonal. *Porosidad* difusa. *Disposición* diagonal de tipo a, uniendo hasta 14 vasos. A menudo cambia el sentido del ordenamiento diagonal, en zonas que aparentan ser anillos de crecimiento. *Vasos* exclusivamente solitarios, de contorno oval a circular en los de menor diámetro. *Parénquima* abundante. El paratraqueal se presenta vasocéntrico, unilateral y confluyente y el apotraqueal difuso y difuso en agregados. Sin predominio de ninguno de los dos tipos. *Radíos* de recorrido rectilíneo. *Fibras* de contorno an-

gular y/o circular, con paredes delgadas, gruesas, muy gruesas y lumen notable.

*Sección tangencial*. Vasos de trayecto recto a sinuoso, con tabiques oblicuos a horizontales. Puntuaciones intervasculares areoladas, alternas, ornadas, de contorno circular y apertura elíptica, incluida. *Parénquima* abundante, en series de 2 a 7 células. Predominan los *radíos* uniseriados, lineales, fusiformes, lenticulares, integrados por uno o más tipos de células: cuadradas, rectangulares verticalmente alargadas y bulbosas. Los bi y triseriados presentan la porción multiseriada de igual o mayor ancho que la uniseriada. Pueden presentarse intercaladas las porciones uni y biseriadas. Hay radios fusionados y con cola. Triseriados escasos o ausentes.

*Sección radial*. Vasos con placas de perforación simple. Se observan células disyuntas en el *parénquima* axial. *Radíos* formados por células procumbentes, que a veces presentan una hilera marginal de procumbentes de mayor altura. Ocasionalmente se observan células cuadradas y/o erectas en el cuerpo del radio o en el margen. Se observan disyuntas.

*Material disociado*. Los *elementos de vaso* presentan 319 (167-483)  $\mu$  de longitud y sus *apéndices* 74 (17-208)  $\mu$ . Las *fibras* con puntuaciones simples 1189 (858-1583)  $\mu$  y las *fibras* con puntuaciones areoladas 908 (550-1392)  $\mu$  de longitud. Las *traqueidas* miden 590 (333-825)  $\mu$ .

*Test de quemado de astillas* (60% carbón y 40% ceniza parcial). El residuo carbonizado es fibroso, puede presentar hilos de ceniza grisácea. Frecuentemente se quiebran las astillas antes de terminar de quemarse y se arquean notablemente hacia arriba. La ceniza es de color gris. Hay desprendimiento de humos grisáceos. Queman rápidamente.

*Contenidos*. Tilosis en los vasos, contenidos en los radios y cristales prismáticos romboidales, rectangulares y de distintos tamaños en

el parénquima axial.

*Observaciones. Parénquima.* La muestra XCD 24.1b no presenta unilateral; la XCD 24.1a no presenta difuso en agregados. *Fibras.* El lumen es muy diminuto en la muestra XCD 24.1a; en la XCD 24.1b es muy amplio, dificultando su distinción del parénquima en corte transversal. *Radíos.* En la muestra XCD 24.1a se observa una hilera marginal de células cuadradas en SLR y no hay triseriados; en la muestra XCD 24.1b los radios uniseriados se presentan desde lineales a totalmente irregulares en SLT.

*Test de quemado de astillas.* Hay desprendimiento de chispas en las astillas de la muestra XCD 24.1a y de exudados en las de XCD 24.1b. El tiempo de quemado es menor a un minuto para las que queman a carbón y mayor a un minuto para las ceniza parcial en la muestra XCD 24.1b; lo opuesto ocurre con las astillas de XCD 24.1a.

#### *Eucalyptus viminalis* Labill

*Color.* Pardo claro a pardo rosado según IAWA (1989) caract. 197-198; 197-198-199; según Dadswell (1932) y Dadswell *et al.* (1934) madera clara, pardo claro.

*Sección transversal.* Anillos de crecimiento no demarcados. *Porosidad* difusa. *Disposición* diagonal de tipo b, formando alineaciones de hasta 13 vasos. Vasos exclusivamente solitarios, de contorno oval. *Parénquima* moderadamente abundante. Predomina el paratraqueal, que se presenta vasicéntrico, unilateral y confluyente; hay también apotraqueal difuso y difuso en agregados. *Radíos* de recorrido rectilíneo. *Fibras* de contorno angular, con paredes gruesas y lumen amplio.

*Sección tangencial.* Vasos de trayecto recto a sinuoso, con tabiques oblicuos a horizonta-

les. Puntuaciones intervasculares areoladas, alternas, ornadas, de contorno oval a circular y apertura elíptica, incluida, casi horizontal. *Parénquima* en series, de 2 a 9 células. *Radíos* uni y biseriados en igual proporción. Triseriados escasos o ausentes. Los uniseriados son angostos, casi lineales, integrados principalmente por células rectangulares verticalmente alargadas. Los bi y triseriados son fusiformes, formados por células más isodiamétricas: bulbosas, rectangulares, cuadradas, con forma de barril. La porción uniseriada generalmente es de menor ó igual ancho que la multiseriada y sus células son semejantes a las de los radios uniseriados. Hay radios fusionados y con cola.

*Sección radial.* Vasos con placas de perforación simples. Se observan células disyuntas en el *parénquima* axial. La mayoría de los *radíos* están formados enteramente por células procumbentes, que a veces presentan una hilera marginal de procumbentes de mayor altura. Algunos poseen una hilera marginal completa de células cuadradas y/o erectas. Se observan disyuntas.

*Material disociado.* Los *elementos de vaso* presentan 330 (167-600)  $\mu$  de longitud y sus *apéndices* 83,5 (17-292)  $\mu$ . Las *fibras* con puntuaciones simples 1125 (708-1492)  $\mu$  y las *fibras* con puntuaciones areoladas 980 (625-1433)  $\mu$  de longitud. Las *traqueidas* miden 541 (283-817)  $\mu$ .

*Test de quemado de astillas* (100% carbón). El residuo carbonizado presenta vestigios de ceniza grisácea, generalmente en la punta de la astilla, a veces en la mitad, provocando entonces que se quiebre. Se curvan levemente. Pueden desprender humos grisáceos y excepcionalmente chispas. Queman con facilidad, el tiempo de quemado es menor a un minuto.

*Contenidos.* Tilosis en los vasos, contenidos en los radios y pocos cristales prismáticos en el parénquima axial.

**Observaciones. Anillos.** En la muestra XCD 24.2a pueden observarse macroscópicamente líneas más oscuras, que corresponden a zonas con fibras solamente. **Parénquima.** En la muestra XCD 24.2c hay confluente en sentido radial; no se vió apotraqueal en la muestra XCD 24.2a; sin predominio de ninguno de los dos tipos de parénquima en la muestra XCD 24.2b. **Radios.** En la muestra XCD 24.2a no hay triseriados, ni se observan radios "con cola".

**Material macerado.** No se distinguieron fibras con puntuaciones areoladas en la muestra XCD 24.2a.

**Test de quemado de astillas.** En la muestra XCD 24.2a la mitad de las astillas quemaron a ceniza parcial y el resto a carbón. La ceniza es blanco-grisácea. Las astillas queman con dificultad, mostrando tendencia a apagarse antes de completar su quemado. Algunas con exudados.

**Contenidos.** Ausencia de cristales en la muestra XCD 24.2a.

*Eucalyptus globulus ssp. maidenii* F. Muell.

**Color.** Pardo claro amarillento; según IAWA (1989) caract. 197-199; según Dadswell (1932) y Dadswell *et al.* (1934) madera clara, pardo claro, amarillo.

**Sección transversal. Anillos de crecimiento** no demarcados. **Porosidad** difusa. **Disposición** diagonal de tipo a, b ó c, uniendo hasta 14 vasos. **Vasos** exclusivamente solitarios, de contorno oval a circular en los de menor diámetro. **Parénquima** moderadamente abundante. Predomina el paratraqueal vasicéntrico y confluente pudiendo, éste último, presentarse en sentido radial. Puede haber unilateral y apotraqueal difuso. **Radios** de recorrido recti-

lino. **Fibras** de contorno angular y/o circular, con paredes gruesas y lumen desde pequeño hasta amplio.

**Sección tangencial. Vasos** de trayecto recto a levemente sinuoso, con tabiques oblicuos a casi horizontales. Puntuaciones intervasculares areoladas, alternas, ornadas, de contorno circular y apertura elíptica, incluida. **Parénquima** en series, de 3 a 7 células, predominan las de 4. **Radios:** uni y biseriados en igual proporción, escasos triseriados, fusiformes, las células son de formas variadas: rectangulares verticalmente alargadas, cuadradas, redondeadas, y de distintos tamaños. Es muy común la presencia de células cuadradas en la porción uniseriada y células pentagonales dispuestas alternadamente en la porción biseriada. La porción multiseriada es de igual o mayor ancho que la uniseriada y de altura considerable; puede ubicarse en la mitad del radio, en un extremo o intercalada con partes uniseriadas. Hay radios fusionados y con cola.

**Sección radial. Vasos** con placas de perforación simple. Pueden o no observarse células disyuntas en el **parénquima** axial. **Radios** formados por células procumbentes de distintos tamaños, que a veces presentan una hilera marginal de procumbentes de mayor altura. Pueden presentarse células cuadradas y/o erectas en el cuerpo o en el margen intercaladas con procumbentes, pero sin constituir una hilera completa. Las paredes entre las células son rectas o inclinadas. Se observan disyuntas.

**Material disociado.** Los **elementos de vaso** presentan 352 (200-530)  $\mu$  de longitud y sus **apéndices** 72,5 (8-167)  $\mu$ . Las **fibras** con puntuaciones simples 1214,5 (858-1683)  $\mu$  y las **fibras** con puntuaciones areoladas 1109 (850-1625)  $\mu$  de longitud. Las **traqueidas** miden 546,5 (267-850)  $\mu$ .

**Test de quemado de astillas** (100% ceniza total). La ceniza es de color pardo claro. Las as-

tillas conservan la forma original y queman en un minuto aproximadamente.

*Contenidos.* Abundante tilosis en los vasos, contenidos en los radios y abundantes a moderadamente abundantes cristales prismáticos en el parénquima axial. Los cristales son romboidales o cuadrangulares, formando hileras notables en SLR.

*Observaciones. Radios.* En la muestra XCD 24.17a, los uniseriados son casi lineales, más angostos y bajos que los biseriados.

#### *Eucalyptus dunnii* Maiden

*Color.* Desde blanco cremoso amarillento a pardo muy claro con tintes rosados; según IAWA (1989) caract. 197-198-199-200; 197-198-200; según Dadswell (1932) y Dadswell *et al.* (1934) madera clara, pardo claro, amarillo, blanco.

*Sección transversal. Anillos de crecimiento* no demarcados. *Porosidad* difusa. *Disposición* diagonal de tipo b, uniendo hasta 12 vasos. *Vasos* exclusivamente solitarios, de contorno oval a circular en los de menor diámetro. *Parénquima* moderadamente abundante. Predomina el tipo paratraqueal: vasicéntrico y confluyente; apotraqueal difuso escaso. *Radios* de recorrido rectilíneo. *Fibras* de contorno angular, circular y/o cuadrangular, pudiendo disponerse en hileras radiales, con paredes delgadas a gruesas y lumen amplio.

*Sección tangencial. Vasos* de trayecto recto, con tabiques oblicuos a horizontales. Puntuaciones intervasculares areoladas, alternas, ornadas, de contorno oval a circular y apertura elíptica, incluida, a veces horizontal. *Parénquima* en series, de 3 a 7 células. *Radios:* uni y biseriados. Triseriados desde escasos a ausentes. Los uniseriados son angostos, casi lineales, formados por células rectangulares

verticalmente alargadas. Los biseriados son fusiformes a irregulares, y sus células son más isodiamétricas, bulbosas, cuadradas, con forma de barril. La porción multiseriada puede ser de mayor o igual ancho que la uniseriada, dándoles en el último caso, forma irregular a los radios. Pueden intercalarse porciones uni y biseriadas. Presencia de radios fusionados y con cola.

*Sección radial. Vasos* con placas de perforación simple. Se observan células disjuntas en el *parénquima* axial. *Radios* formados por células procumbentes, que a veces presentan una hilera marginal de procumbentes de mayor altura. Ocasionalmente se observan células cuadradas y/o erectas intercaladas con las procumbentes, pero sin constituir una hilera completa. Presencia de disjuntas.

*Material disociado.* Los *elementos de vaso* presentan 352 (167-533)  $\mu$  de longitud y sus *apéndices* 89 (25-217)  $\mu$ . Las *fibras* con puntuaciones simples presentan 1154 (1117-1217)  $\mu$  de longitud y las *fibras* con puntuaciones areoladas 1050,5 (533-1375)  $\mu$  de longitud. Las *traqueidas* miden 592,5 (267-933)  $\mu$ .

*Test de quemado de astillas* (100% ceniza total). La ceniza es de color blanco con tintes grisáceos, suave al tacto. Las astillas se arquean hacia arriba al quemarse. No despiden humos ni exudados. Queman en un minuto.

*Contenidos.* Tilosis en algunos vasos, contenidos en radios y abundantes cristales prismáticos en parénquima axial. Los cristales son de distintas formas, muy notables.

*Observaciones. Anillos.* En la muestra XCD 24.15a se ven zonas con menor cantidad de parénquima, presencia de aliforme y vasos más pequeños y circulares; en la muestra XCD 24.15b se ve una franja sin vasos, limitada por una hilera de vasos pequeños y circulares. *Parénquima.* En la muestra XCD 24.15a hay

incompleto. *Radios*. En la muestra XCD 24.15b predominan los uniseriados y no hay triseriados; en la XCD 24.15a, uni y biseriados están en igual proporción.

*Contenidos*. No se vieron en los radios de la muestra XCD 24.15b.

*Material disociado*. Se vieron sólo fibras con puntuaciones areoladas en la muestra XCD 24.15a, hay una gradación entre éstas y las traqueidas, dificultando su distinción.

*Test de quemado de astillas*. La mitad de las astillas de la muestra XCD 24.15a no conservaron la forma original, resultando en ceniza parcial.

#### *Eucalyptus tereticornis* Smith

*Color*. Pardo rosado; según IAWA (1989) caract. 197-198; según Dadswell (1932) y Dads-well et al. (1934) madera coloreada, rosa, rojo oscuro.

*Sección transversal*. Anillos de crecimiento no demarcados. *Porosidad* difusa. *Disposición* diagonal de tipo c, uniendo hasta 14 vasos. Vasos solitarios, escasos múltiples cortos (de a dos), de contorno oval a circular. *Parénquima* moderadamente abundante, se presenta paratraqueal vasicéntrico, unilateral, confluyente y apotraqueal difuso y difuso en agregados. *Radios* de recorrido rectilíneo. *Fibras* de contorno angular, circular y/o cuadrangular, pudiendo éstas últimas disponerse en hileras radiales. Las paredes son delgadas a gruesas.

*Sección tangencial*. Vasos de trayecto recto, con tabiques oblicuos a horizontales. Puntuaciones intervasculares areoladas, alternas, ornadas, de contorno oval a circular y apertura elíptica, incluso, a veces horizontal. *Parénquima* en series, de 2 a 6 células. *Radios* uni y biseriados en igual proporción, a veces

predominan los uniseriados. Presencia o ausencia de triseriados. Son radios lineales, fusiformes, lenticulares; la porción uniseriada está integrada por células rectangulares verticalmente alargadas y la porción multiseriada por células isodiamétricas, bulbosas. Radios fusionados y con cola escasos o ausentes.

*Sección radial*. Vasos con placas de perforación simple. Se observan pocas células disyuntas en el *parénquima* axial. La mayoría de los *radios* están formados por células procumbentes, que a veces presentan una hilera marginal de procumbentes de mayor altura. Otros con una hilera marginal completa de células cuadradas y/o erectas. Unos pocos incluyen este último tipo en el cuerpo. Se observan disyuntas.

*Material disociado*. Los *elementos de vaso* presentan 315 (125-717)  $\mu$  de longitud y sus *apéndices* 65 (17-333)  $\mu$ . La longitud de las *fibras* con puntuaciones simples es 892,5 (700-1208)  $\mu$  y la de las *fibras* con puntuaciones areoladas de 906,5 (625-1292)  $\mu$ . Las *traqueidas* miden 537 (300-775)  $\mu$ .

*Test de quemado de astillas* (100% carbón). Las astillas se curvan notablemente al quemarse. Desprenden humos blancos y chispas. Queman lentamente, tardando hasta un minuto y medio.

*Contenidos*. Abundante tilosis y contenidos en los radios.

*Observaciones*. Vasos. La muestra XCD 24.6b no tiene múltiples cortos. *Parénquima*. En la muestra XCD 24.6b predomina el paratraqueal y no se observa difuso en agregados; en la muestra XCD 24.6a no hay predominio de ninguno de los dos tipos. En la muestra XCD 24.6b predominan las series de 4 células; en la muestra XCD 24.6a cada elemento de la serie es notablemente largo. *Radios*. En la muestra XCD 24.6b predominan los radios uniseriados, hay pocos biseriados, con la porción biseriada de igual ancho que la uni y ausen-

**Tabla 1.** DTM: Diámetro tangencial medio de vasos (promedio de 100 mediciones).DTMx: Diámetro tangencial máximo de vasos (promedio de los 10 mayores valores de DTM). VPM: Número de vasos por mm<sup>2</sup>.

DTM: Average tangential vessel diameter (from 100 measurements). DTMx: Maximum tangential vessel diameter (averaging the 10 largest DTM). VPM: Vessel number per mm<sup>2</sup>.

CARACTER	ESPECIE							
	<i>E. grandis</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. globulus</i> <i>ssp. globulus</i>	<i>E. viminalis</i>	<i>E. globulus</i> <i>ssp. maidenii</i>	<i>E. dunnii</i>	<i>E. tereticornis</i>
DTM(μm)	88 (17-175)	104 (25-208)	97,5 (17-158)	98 (17-192)	110 (25-217)	102 (17-192)	100 (17-192)	95 (17-142)
DTMx(μm)	141,5 (125-175)	155 (133-208)	141 (125-158)	153 (125-192)	157,5 (125-217)	152 (125-192)	162 (142-192)	128 (125-142)
VPM (nº/mm <sup>2</sup> )	10,5 (7,5-20)	6 (4-10)	9 (5-19)	7 (4,5-18)	6 (3-11)	9 (4-19)	8 (5-11)	14 (10-21)
nº radios/mm	14 (9-24)	15 (11-20)	14,5 (10-18)	13 (10-18)	15 (11-20)	12 (9-14)	11,5 (8-15)	14 (11-19)
Altura radios (nº células)	8,5 (1-27)	13 (1-54)	8 (1-31)	9 (1-30)	9 (1-36)	10 (1-46)	11,5 (1-45)	9 (1-37)
Altura máxima radios (nº células)	22 (18-27)	31,5 (25-54)	20 (15-31)	23 (19-30)	22 (17-36)	24,5 (16-46)	31 (21-45)	24,5 (20-37)
Altura porción multiseriada (nº células)	2 (1-6) la mayoría 1	3,5 (1-11) la mayoría 1-2 ó 4	4,5 (1-10) la mayoría 3-6	4 (1-12) la mayoría 1, 1-4 ó 5-6	3 (1-10) la mayoría 1-2 ó 3-5	5 (1-13) la mayoría 3-4 ó 6-7	3 (1-12) la mayoría 1 ó 1-4	2,5 (1-10) la mayoría 1 ó 1-4
Altura máxima porción multiseriada (nº células)	(6)	(6-11)	(7-10)	(6-12)	(6-10)	(9-13)	(5-12)	(5-10)
% uniseriados	(67-70,6)	(52-76,3)	(51-65)	(61,5-97)	(57-59)	(50,4-55)	(45-79)	(59-86,4)
% biseriados	(29,1-33)	(23,4-43)	(35)	(3-38)	(40-43)	(41-49,2)	(21-54)	(13,6-39)
% triseriados	(0-0,3)	(0,3-5)	(0-14)	(0-0,5)	(0-1)	(0,3-4)	(0-1)	(0-2)

**Tabla 2.** Caracteres cualitativos de las especies de *Eucalyptus* estudiadas.

Qualitative features of the *Eucalyptus* species studied.

ESPECIE	TEST DE QUEMADO DE ASTILLAS				VASOS					PARENQUIMA						RADIO	
	CARBON	CENIZA PARCIAL	CENIZA TOTAL AMARILLO MARRON	CENIZA TOTAL OTRO COLOR	COLOR	DISP. DIAG.	SOLITARIOS	MULT. CORTOS	AGRUPADOS	CANTIDAD	PREDOMINANCIA	TIPO				TODAS CELULAS P' ROCUMBENTES CON UNA HILERA	
												VASCENTRICO UNILATERAL	CONFLUENTE	DIFUSO	DIFUSO EN AGREGADO		
<i>E. grandis</i>			X		a	a	X	*	*	b-c	b	X	X	X			X
<i>E. saligna</i>		X			a	b-c	X	X		b	b-c	X	X	X	X	*	X
<i>E. camaldulensis</i>	*	*	*		a	d	X			a	a	X	X	*	X	X	X
<i>E. globulus</i> <i>ssp. globulus</i>	X	X			b	a	X			a	c	X		X	X	X	X
<i>E. viminalis</i>	X	*			b	b	X			b	b	X	X	X	*	*	X
<i>E. globulus</i> <i>ssp. maidenii</i>			X		b	a-b-c	X			b	b	X	*	X	*		X
<i>E. dunnii</i>			X		b	b	X			b	b	X	*	X	X		X
<i>E. tereticornis</i>	X				a	c	X	*		b	b-c	X	X	X	X	*	X

a-b-c-d: Ver Materiales y Métodos ; X: Presente ; \*: A veces presente

a-b-c-d: See Materials and Methods ; X: Present ; \*: Sometimes present

cia de triseriados; en la muestra XCD 24.6a hay uni y biseriados en igual proporción y algunos triseriados, a porción multiseriada es más ancha que la uniseriada, hay radios con cola que presentan alas muy largas de células alargadas, de longitud hasta tres veces mayor que las bulbosas.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis de las descripciones específicas confirma lo ya expresado por otros autores acerca de la dificultad en lograr una clara separación entre las distintas especies de *Eucalyptus* basándose en la estructura microscópica.

Dadswell & Burnell (1932) y Dadswell *et al.* (1934) dividieron las especies en dos grandes grupos de acuerdo al color de su madera, oscuras y claras, para luego volver a dividir las en grupos menores y recién entonces intentar una clave de diferenciación. Posteriormente, Dadswell & Eckersley (1941) presentan un método de tarjetas para identificar "eucaliptos", discutiendo las dificultades encontradas con las claves de identificación. Finalmente, en 1972, Dadswell presenta un completo trabajo sobre anatomía de *Eucalyptus*, donde no elabora una clave, sino una tabla indicando para 109 especies las características anatómicas condensadas en 29 categorías.

En nuestro país, Cozzo & Rodríguez (1959) dan una clave para 14 especies, donde expresan las dificultades encontradas en la diferenciación de las especies, indicando que no se registran rasgos estructurales de trascendencia específica que permitan una segura separación. En Brasil, Tomazello Filho (1985) divide las 8 especies estudiadas en grupos con características semejantes y luego diferencia las especies dentro de cada grupo. Dyer (1988) da una clave para 9 especies y 3 híbridos de Sudáfrica y dice que sólo es posible separar las especies basándose en combinaciones de características. Ilic (1997) presenta una clave para el "grupo ash" de los *Eucalyptus*, expresando que no hay una simple característica que pueda ser usada para diferenciar las especies, requiriendo de una combinación de ellas.

En este trabajo, los caracteres que resultaron más útiles para la distinción entre las especies (Tablas 1 y 2) son: color del duramen, test de quemado de astillas, altura de los radios, altura de la porción multiseriada, % de uni, bi y triseriados, tipos de vasos y su disposición diagonal, parénquima axial, radios en sección longitudinal radial, cristales.

La primera división realizada se refiere al color del duramen. Según Dadswell & Burnell (1932) y Dadswell *et al.* (1934), se dividió a las especies en dos grupos. *E. camaldulensis*, *E. saligna*, *E. grandis* y *E. tereticornis* pertenecen al primer grupo, maderas coloreadas,

mientras que *E. globulus* ssp. *maidenii*, *E. dunnii*, *E. globulus* ssp. *globulus* y *E. viminalis* pertenecen al segundo grupo, maderas claras.

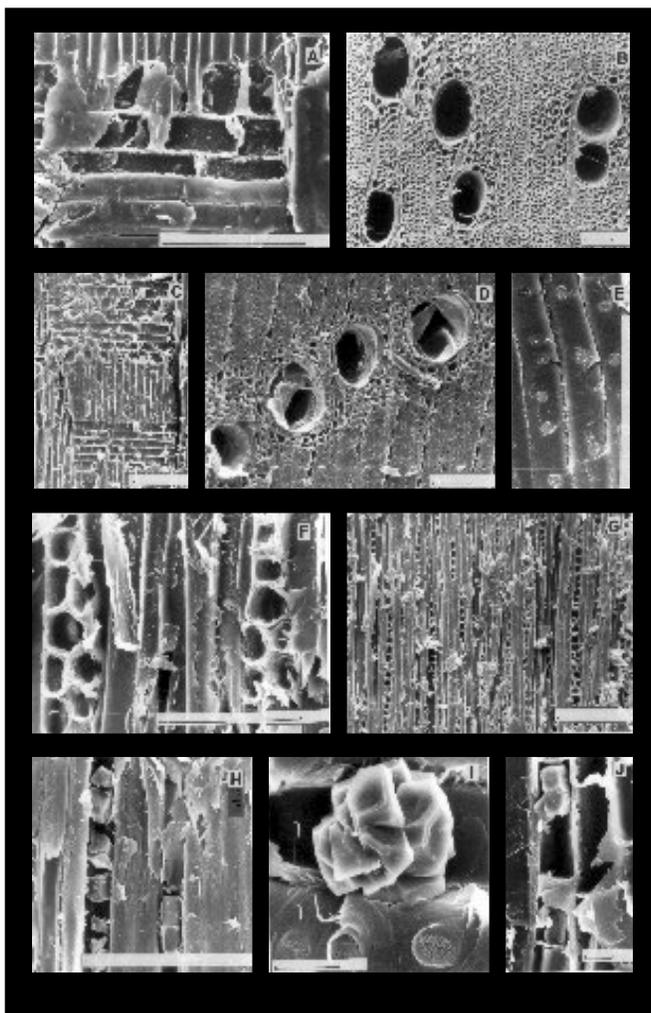
Dentro del primer grupo (maderas coloreadas) es relativamente fácil identificar a *E. camaldulensis* por su color rojizo y su abundante parénquima apotraqueal. *E. saligna* presenta los radios más altos de todas las especies estudiadas. *E. grandis* y *E. tereticornis* se separaron por una combinación de caracteres, entre ellos, la presencia en *E. tereticornis* de radios con una hilera marginal de células cuadradas y/o erectas.

En el segundo grupo (maderas claras) se separaron según el test de quemado de astillas en dos subgrupos: *E. globulus* ssp. *maidenii* y *E. dunnii* quemaron a ceniza total, mientras que *E. globulus* ssp. *globulus* y *E. viminalis* a carbón y ceniza parcial. La distinción entre *E. globulus* ssp. *globulus* y *E. viminalis* es dificultosa. Es común la separación por el color, indicando Dadswell *et al.* (1934) que *E. globulus* ssp. *globulus* no presenta tintes rosados, que son comunes en *E. viminalis*. Del mismo modo, Dadswell & Eckersley (1941) ubican a la primera especie en la categoría de "brown" y a la última especie tanto en "brown" como en "red". En nuestro caso, éstos tintes rosados se encontraron en ambas especies, aunque predominantes en *E. viminalis*. *E. globulus* ssp. *globulus* presenta siempre cristales, *E. viminalis* puede presentarlos o no. En esta especie, el parénquima paratraqueal es predominante. *E. dunnii* presentó el color más claro de todas las especies. Tanto esta especie como *E. globulus* ssp. *maidenii* tienen abundante cantidad de cristales prismáticos. La diferencia fundamental fue la altura de la porción multiseriada, más baja en *E. dunnii* que en *E. globulus* ssp. *maidenii*, y la presencia en esta última de células de forma pentagonal en la porción biseriada de los radios.

Se evidencia de esta manera la dificultad en la distinción entre las especies, principalmente en el grupo de las maderas claras.

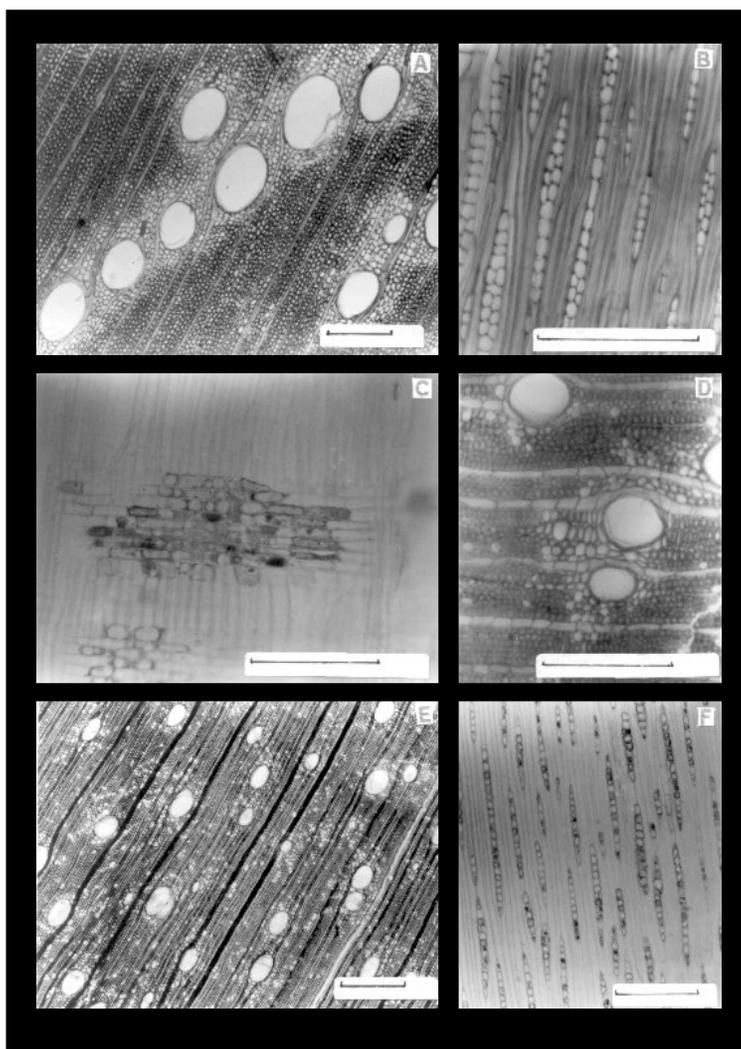
Se presenta a continuación una clave que rescata los caracteres diagnósticos principales para cada especie analizada.

- 1.- Maderas coloreadas (rojo oscuro, rojo, marrón oscuro, chocolate y rosa) ..... 3.-
- 2.- Maderas claras (pardo claro, pardo, amarillo y blanco) ..... 6.-
- 3.- a) Madera de color rojizo oscuro. Vasos exclusivamente solitarios, con disposición diagonal d.  
Abundante parénquima axial, con predominio de apotraqueal ..... *E. camaldulensis*
- b) Maderas de color rosado. Vasos solitarios y presencia ocasional de múltiples cortos y agregados. Disposición diagonal a, b ó c. Predomina el parénquima paratraqueal o sin predominio neto de ninguno de los dos tipos ..... 4.-
- 4.- a) Altura promedio de los radios  $\geq 10$  células, altura máxima promedio  $> 25$  células.  
Presencia de radios triseriados. Presencia de vasos múltiples cortos..... *E. saligna*
- b) Altura promedio de los radios  $< 10$  células, altura máxima promedio  $< 25$  células.  
Presencia o ausencia de radios triseriados. Presencia o ausencia de vasos múltiples cortos ..... 5.-
- 5.- a) Predominio neto de parénquima paratraqueal (apotraqueal casi ausente). Radios formados enteramente por células procumbentes; uniseriados predominantes, con la porción multiseriada generalmente de 1 célula de altura. Vasos con disposición diagonal a..... *E. grandis*
- b) Parénquima apotraqueal notable. Presencia de radios con una hilera marginal de células cuadradas y/o erectas; uniseriados pueden o no ser predominantes, la porción multiseriada de 1 ó más células de altura. Vasos con disposición diagonal c..... *E. tereticornis*
- 6.- a) El *test* de quemado de astillas da ceniza completa de color blanco o pardo claro.  
Presencia de cristales. Altura promedio de los radios  $\geq 10$  células ..... 7.-
- b) El *test* de quemado de astillas da carbón y/o ceniza parcial. La ceniza es generalmente de color grisáceo. Presencia o ausencia de cristales. Altura promedio de los radios  $< 10$  células ..... 8.-
- 7.- a) Madera de color pardo claro amarillento. Porción multiseriada de los radios generalmente de 3-7 células de altura. Presencia de radios triseriados. Es común la presencia de células pentagonales en la porción biseriada de los radios, dispuestas alternadamente..... *E. globulus ssp. maidenii*
- b) Madera de color blanco cremoso a pardo claro. Porción multiseriada de los radios de 1 ó 1-4 células de altura. Presencia o ausencia de triseriados. Ausencia de células pentagonales en los radios..... *E. dunnii*
- 8.- a) Madera de color pardo, generalmente sin tintes rosados. Cristales desde moderadamente abundantes a muy escasos. Sin predominio de ninguno de los dos tipos de parénquima axial. Pueden predominar los radios uniseriados o presentarse uni y biseriados en igual proporción..... *E. globulus ssp. globulus*
- b) Madera de color pardo, generalmente con tintes rosados. Cristales muy escasos o ausentes. Predominio de parénquima paratraqueal. Radios uni y biseriados en igual proporción..... *E. viminalis*



**Figura 1.** Microfotografías con MEB. A: *E. tereticornis*, SLR, radio con células marginales erectas; B: *E. saligna*, ST, vasos solitarios y múltiple corto, parénquima axial vasicéntrico y confluyente; C: *E. grandis*, SLR, radio con todas células procumbentes; D: *E. globulus ssp. globulus*, ST, vasos solitarios, en disposición diagonal y con tilosis, parénquima axial confluyente; E: *E. camaldulensis*, SLR, fibras con puntuaciones areoladas; G-I: *E. dunnii*, G: SLT, radios uniseriados, de altura promedio  $> \approx 10$  células y porción biseriada  $< 4$  células de altura, H: SLR, cristales prismáticos en células del parénquima axial, I: SLR, drusa en parénquima axial, puntuaciones intervasculares areoladas y ornadas; F y J: *E. globulus ssp. maidenii*, F: SLT, radios biseriados con células pentagonales, J: SLT, cristales prismáticos en células del parénquima axial. **Escala gráfica:** A-H: 100  $\mu$ .; I-J: 10  $\mu$ .

SEM microphotographs. A: *E. tereticornis*, RLS, ray with upright marginal cells; B: *E. saligna*, TS, solitary and short multiple vessels, axial parenchyma vasicentric and confluent; C: *E. grandis*, RLS, ray with all ray cells procumbent; D: *E. globulus ssp. globulus*, TS, solitary vessels, in diagonal arrangement and with tyloses, axial parenchyma confluent; E: *E. camaldulensis*, RLS, fibres with distinctly bordered pits; G-I: *E. dunnii*, G: TLS, uniseriate rays, average height  $> \approx 10$  cells and biseriate portion  $< 4$  cells height, H: RLS, prismatic crystals in axial parenchyma cells, I: RLS, druse in axial parenchyma, bordered and vested intervessel pits; F and J: *E. globulus ssp. maidenii*, F: TLS, biseriate rays with pentagonal cells, J: TLS, prismatic crystals in axial parenchyma cells. **Graphic scale:** A-H: 100  $\mu$ .; I-J: 10  $\mu$ .



**Figura 2.** Microfotografías con M.O. A-B: *E. viminalis*, A: ST, vasos solitarios y en disposición diagonal, parénquima axial confluyente, B: SLT, radios uni y biseriados, radios "fusionados"; C: *E. globulus ssp. globulus*, SLR, radio con células marginales cuadradas; D: *E. tereticornis*, ST, vasos solitarios, parénquima axial vasicéntrico, confluyente y difuso; E: *E. camaldulensis*, ST, vasos solitarios, con tilosis y sin disposición diagonal, parénquima apotraqueal predominante; F: *E. saligna*, SLT, radios uniseriados, de altura promedio  $\geq 10$  células. **Escala gráfica:** A-D y F: 200  $\mu$ .; E: 400  $\mu$ .

MO microphotographs. A-B: *E. viminalis*, A: TS, solitary vessels in diagonal arrangement, axial parenchyma confluent, B: TLS, uni and biseriate rays, "fusionated" rays; C: *E. globulus ssp. globulus*, RLS, ray with square marginal cells; D: *E. tereticornis*, TS, solitary vessels, axial parenchyma vasicentric, confluent and diffuse; E: *E. camaldulensis*, TS, solitary vessels, with tyloses and no diagonal arrangement, apotracheal parenchyma predominant; F: *E. saligna*, TLS, uniseriate rays, average height  $\geq 10$  cells. **Graphic scale:** A-D and F: 200  $\mu$ .; E: 400  $\mu$ .

## AGRADECIMIENTOS

A los Ingenieros Guillermo Bunse (CIEF) y Gonzalo Caballé (UNLP) por la provisión de material y a la Licenciada Silvia Monteoliva (UNLP) por sus valiosas sugerencias y su permanente colaboración.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agarwal, S. P. & L. Chauhan.** 1988. On the structure and identification of *Eucalyptus* species. The Indian Forester 114: 145-151.
- Castro, M. A. & M. L. Luna.** 1991. Estructura anatómica comparada del leño de *E. dunnii* Maiden., *E. camaldulensis* Dehn. y *E. tereticornis* Sm. Actas de las Jornadas de eucaliptos de alta productividad. Tomo II. CIEF, Buenos Aires. pp. 383-400.
- Castro, M. A. & M. L. Luna.** 1993. Puntuaciones areoladas en traqueidas y fibrotraqueidas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. (Myrtaceae). Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 69: 51-57.
- Cozzo, D. & E. M. Rodríguez.** 1959. Anatomía comparada de la madera de 14 especies de *Eucalyptus* cultivadas en la Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, Buenos Aires 14: 416-444.
- Dadswell, H. E.** 1972. The anatomy of eucalypt woods. CSIRO, Division of Applied Chemistry. Technical Paper N° 66.
- Dadswell, H. E. & M. Burnell.** 1932. Methods for the identification of the coloured woods of the genus *Eucalyptus*. Council for Scientific and Industrial Research, Australia. Bulletin N° 67.
- Dadswell, H. E. & A. M. Eckersley.** 1941. Card sorting method applied for the identification of commercial timber of the genus *Eucalyptus*. Journal of Council for Scientific and Industrial Research 14: 266-280.
- Dadswell, H. E., M. Burnell & A. M. Eckersley.** 1934. Methods for the identification of the light-coloured woods of the genus *Eucalyptus*. Council for Scientific and Industrial Research, Australia. Bulletin N° 78.
- De la Lama Gutiérrez, G.** 1976. Atlas del eucalipto. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Instituto para la Conservación de la Naturaleza. Imprenta y Papelería Raimundo, Sevilla. Tomos I y II.
- Dyer, S. T.** 1992. Wood anatomical descriptions of selected *Eucalypt* species and hybrids growing in South Africa, and a key to their identification. CSIR, Division of Forest Science and Technology, Sudáfrica. Deliverable report No 3. pp. 43.
- Golfari, L.** 1985. Distribución regional y condiciones ecológicas de los eucaliptos cultivados en la Argentina. Problemas inherentes. CIEF. Publicación Técnica N°1. pp. 20.
- IAWA Committee.** 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin 10:219-332.
- Ilic, J.** 1997. Woods of *Eucalyptus*. Part 1. Distinguishing three species from the ash group (*E. regnans*, *E. delegatensis* and *E. obliqua*). IAWA Journal 18: 27-36.
- Jane, F.W.** 1956. The structure of wood. Adam & Charles Black, London. pp. 478.
- Mangieri, H. R. & M. J. Dimitri.** 1961. Los eucaliptos en la silvicultura. Edit. ACME, Buenos Aires. pp. 226.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA).** 1999. Argentina, oportunidades de inversión en bosques cultivados. Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA-BIRF. pp. 210.
- Tomazello, Filho, M.** 1985. Estrutura anatómica da madeira de oito especies de eucalipto cultivadas no Brasil. IPEF, Piracicaba 29: 25-36.
- Verna, M. M. & S. Masoni.** 1978. Posibles diferencias entre los leños secundarios de dos especies muy afines del género *Eucalyptus*. Actas III. Congreso Forestal Argentino, El Tigre, Bs. As. pp. 360-365.
- Wilkes, J.** 1988. Variation in wood anatomy within species of *Eucalyptus*. IAWA Bulletin 9: 13-23.