

Determinación de patrones de crecimiento de especies leñosas arbóreas de la Región Chaqueña Seca

Ing. Ftal. Ana M. GIMENEZ DE BOLSON
Ing. Ftal. Graciela MOGLIA DE LUGONES*

RESUMEN

Se estudiaron 22 especies del Parque Chaqueño Seco para determinar en ellas, qué elementos conforman el anillo de crecimiento. En regiones tropicales y subtropicales es muy dificultoso reconocer cuál es el anillo y aún más, si éste corresponde o no a un período anual.

Los anillos de crecimiento son importantes para la determinación de: volumen y estimación de crecimiento para así poder realizar un aprovechamiento racional del bosque.

Este trabajo incluye 10 fichas técnicas de otras tantas especies; es la primera parte de un proyecto que persigue: determinación de anillos de crecimiento, análisis epidemétricos de fuste y modelos de crecimiento. Comprende las actividades de:

1) Determinación macro y microscópica de los anillos, y

2) Análisis de los elementos que los determinan.

Palabras clave: patrones de crecimiento, anillos de crecimiento, Parque Chaqueño Seco, especies arbóreas.

SUMMARY

Twenty two (22) species from "the Parque Chaqueño Seco" were studied to determine which elements conform the growth rings in them.

In tropical and subtropical regions it is very difficult to recognize which is the ring and even more if this corresponds or not to an annual period.

Growth rings are important to determine the volumen and estimate the growth rate in order to have a better timber harvesting.

This work includes ten technical cards of other species.

This is the (1st) first part of a project that seeks the following aims:

— Growth rings determination

— Epidemotric stem analysis

— Growth patterns.

It comprises the following activities:

1. Macroscopic and microscopic growth rings determination.

2. Analysis of the elements that determine the growth rings.

Key words: growth patterns, growth rings, Parque Chaqueño Seco, trees species.

INTRODUCCION

Un aprovechamiento forestal implica una serie de conocimientos precisos acerca de la biología de las especies forestales

* Docentes de la Cátedra de Dendrología. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero

maderables. Todos los datos necesarios, tales como la determinación de ciclos productivos y estimaciones de volúmenes de maderas susceptibles de explotación, están basados en la edad y ritmo de crecimiento de los árboles.

Sólo mediante este conocimiento se podrá hacer una planificación adecuada del aprovechamiento de la masa. Gran parte de la falta de entendimiento del manejo, reside en la dificultad de determinar con exactitud la edad y tasa de crecimiento de los árboles. Este problema se agudiza en regiones tropicales y subtropicales donde la visibilidad de los anillos no es buena y se desconoce el ritmo de crecimiento de los árboles.

En la larga búsqueda de alternativas, para el aprovechamiento forestal de zonas tropicales y subtropicales la mayor laguna de conocimientos se refiere a la edad de los árboles y en ello se encuentra la causa principal del mal manejo y errónea explotación.

El árbol forma durante el período de actividad vegetativa capas de tejido a partir de los meristemas secundarios. En el xilema o leño, ese tejido se acumula y constituyen los anillos o capas de crecimiento. Si la producción de estos anillos es anual se denominan anillos anuales. Cuando esto sucede el conteo de anillos permite la determinación de la edad del árbol. Esto es frecuente en zonas templadas con estaciones bien diferenciadas, ya que la actividad cambial responde a la periodicidad estacional. Los factores limitantes de la actividad cambial son la temperatura y la humedad.

Poco se sabe acerca de la fisiología del crecimiento en zonas tropicales y subtropicales; los estudios realizados indican que el comportamiento es diferente según las especies, ya que, si bien las estaciones no son marcadas, las mismas siguen un ritmo endógeno de crecimiento que no tiene una relación directa con el clima.

En zonas áridas y semiáridas la actividad cambial está influida por el inicio de las lluvias y cesa cuando comienza la estación seca (Fahn, 1962).

El presente trabajo es parte del proyec-

to que desarrolla la Facultad de Ciencias Forestales, denominado **Inventario Forestal de la Provincia de Santiago del Estero**. Como subproyecto del mismo se desarrolla el tema **Estudio de crecimiento y análisis de fuste de especies arbóreas de la Región Chaqueña Seca** a cargo de la Cátedra de Dendrología.

METODOLOGIA

Para las descripciones macroscópicas se trabaja sobre secciones transversales de fuste, procesadas a través de una secuencia de garlopa y lijas de granulometría decreciente hasta obtener una superficie perfectamente lisa.

Las observaciones se realizan con lupa estereoscópica. En el análisis anatómico de las estructuras se utilizan cortes histológicos obtenidos con micrótopo, teñidos según técnicas con triple coloración (Método de Dujardín).

CONSIDERACIONES GENERALES

El primer paso para determinar un anillo es poder identificar la capa de crecimiento en una sección transversal; la visibilidad del anillo depende tanto de la anatomía de la madera, como de las técnicas para preparar y observar las superficies. Además, requiere procedimientos experimentales que identifiquen el tiempo en el cual cada capa de madera se forma y permita relocalizar la misma en la siguiente sección.

El estudio de la actividad cambial y su estacionalidad requiere un seguimiento continuo a lo largo de varios períodos vegetativos, para corroborar si las capas formadas son o no anuales. Nos encontramos en el primer año de toma de datos.

Se adoptó la clasificación de Coster (1928)(*) para la demarcación de las zonas de crecimiento según sus características anatómicas.

(*) Metodología citada por Fahn et al. (1983) en *Edad y Tasa de Crecimiento de Árboles Tropicales*. CECSA. México.

RESULTADOS

Ficha Técnica N° 1

Familia: Anacardiáceas **Especie:** *Schinopsis quebracho-colorado*.

Demarcación macroscópica del anillo: Duramen: línea oscura.

Albura: Línea clara seguida por una zona oscura.

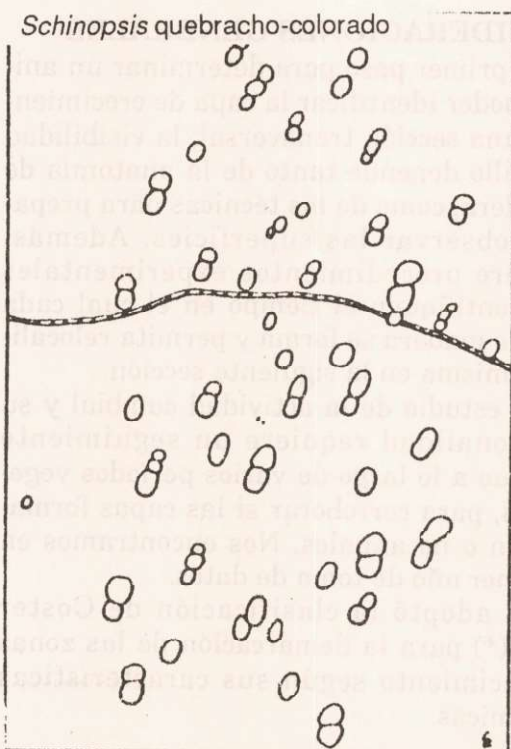
Definición microscópica del anillo: Banda delgada de 3 estratos de fibras de paredes engrosadas y aplastadas tangencialmente. Clase N° 3.

Porosidad: Difusa no uniforme. Distribución gradual en el tamaño de los vasos y en su número a lo largo del anillo.

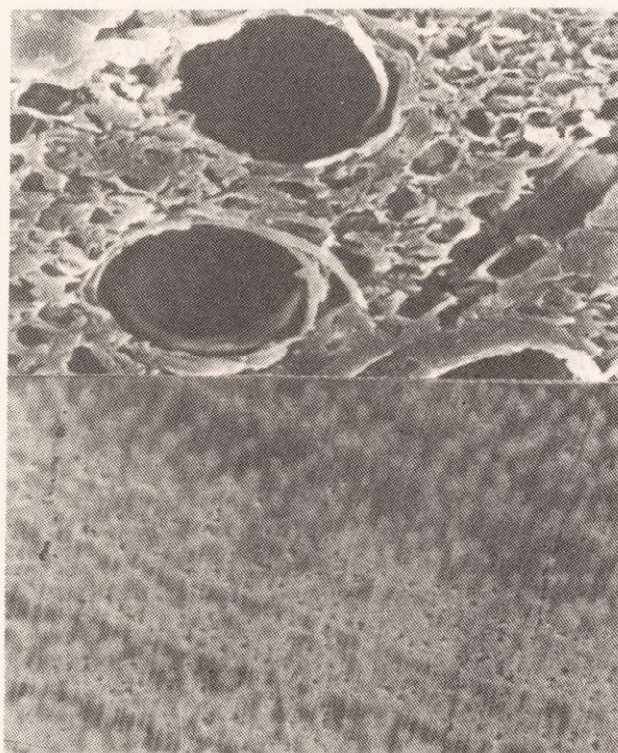
Rango de espesor del anillo: 0,1-1 mm.

Observaciones: La presencia de sustancias tánicas dificultan la observación de los anillos en el duramen.

Esquema microscópico



1. Macrofotografía de duramen × 40 aumentos.
2. Sección transversal × 400, SEM.



Ficha Técnica Nº 2

Familia: Apocináceas, **Especie:** *Aspidosperma quebracho-blanco*.

Demarcación macroscópica del anillo: Línea más oscura que el resto del tejido.

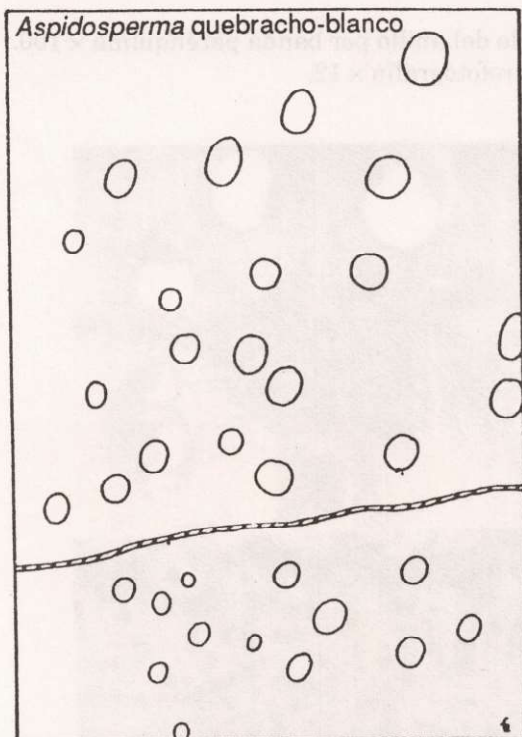
Definición microscópica del anillo: Banda de fibras aplastadas tangencialmente de paredes engrosadas, en estratos de hasta 3 células de espesor. Clase Nº 3.

Porosidad: Difusa no uniforme. Los vasos del leño temprano son de mayor diámetro, pero su frecuencia es menor.

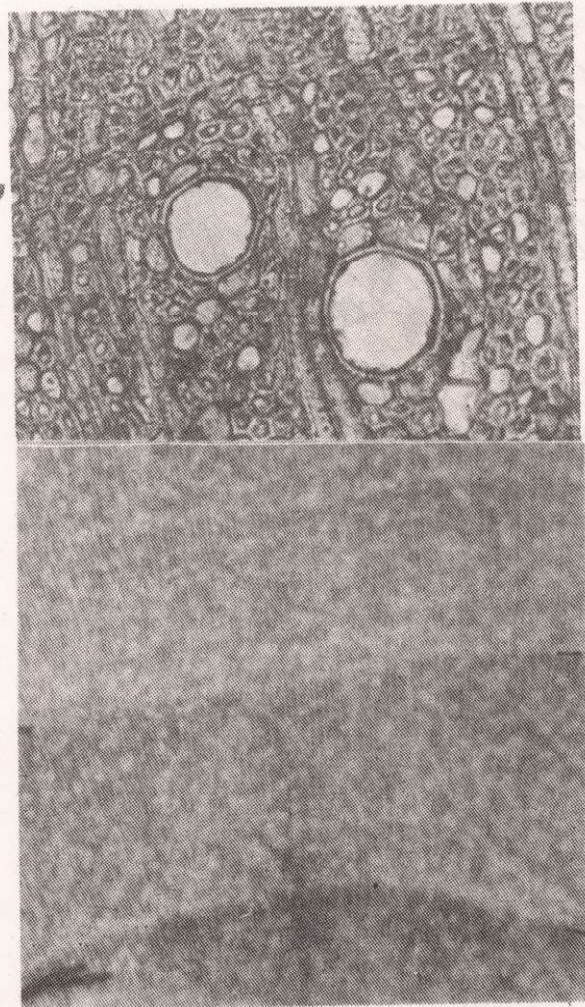
Rango de espesor del anillo: 1-4 mm.

Observaciones: Poros siempre solitarios.

Esquema microscópico



1. Sección transversal del leño × 100.
2. Macrofotografía × 8.



Ficha Técnica Nº 3

Familia: Leguminosas, *Especie:* *Prosopis alba* Griseb.

Demarcación macroscópica del anillo: Línea clara.

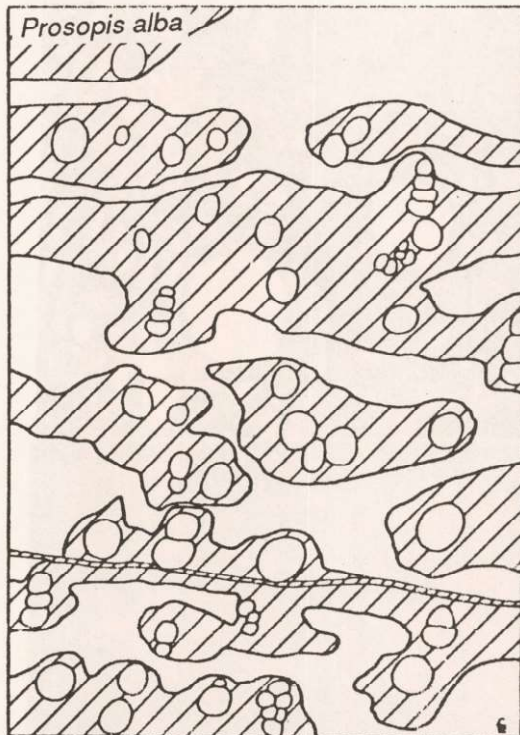
Definición microscópica del anillo: Banda de parénquima marginal de hasta 3 células de espesor donde se diferencian vasos más grandes formando una línea concéntrica. Clase Nº 2. Hay alternancia de tejido parenquimático con tejido fibroso.

Porosidad: Difusa con tendencia a semicircular. Vasos de mayor diámetro y en mayoría solitarios o múltiples cortos en el leño temprano. En el tardío, poros pequeños con predominio de múltiples largos y racemiformes.

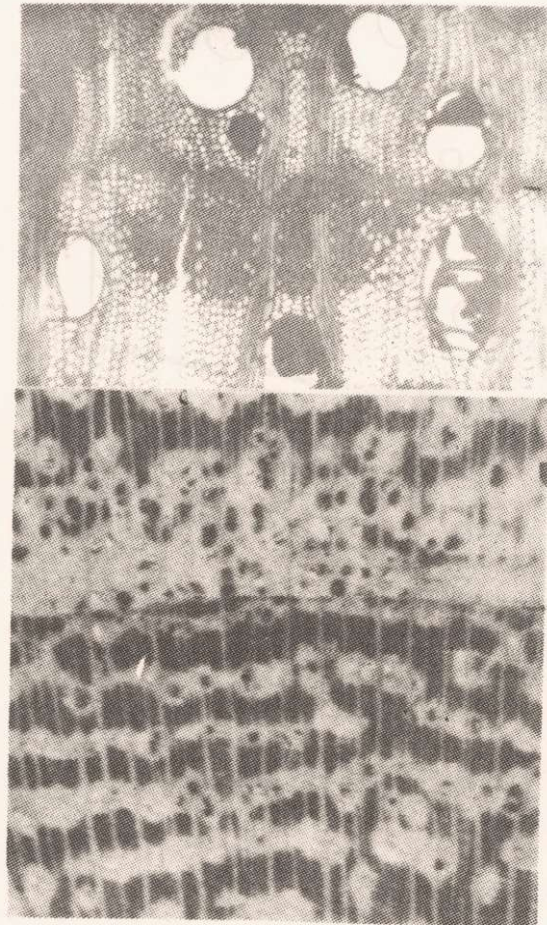
Rango de espesor del anillo: 1-5 mm.

Observaciones: Parénquima axial muy abundante del tipo paratraqueal en bandas interrumpidas que puede causar confusión en la demarcación del anillo a nivel macroscópico.

Esquema microscópico



1. Inicio del anillo por banda parénquima × 100.
2. Macrofotografía × 12.



Ficha Técnica N° 4

Familia: Leguminosas, **Especie:** *Prosopis nigra* Hierom.

Demarcación macroscópica del anillo: Línea más clara que el resto del tejido.

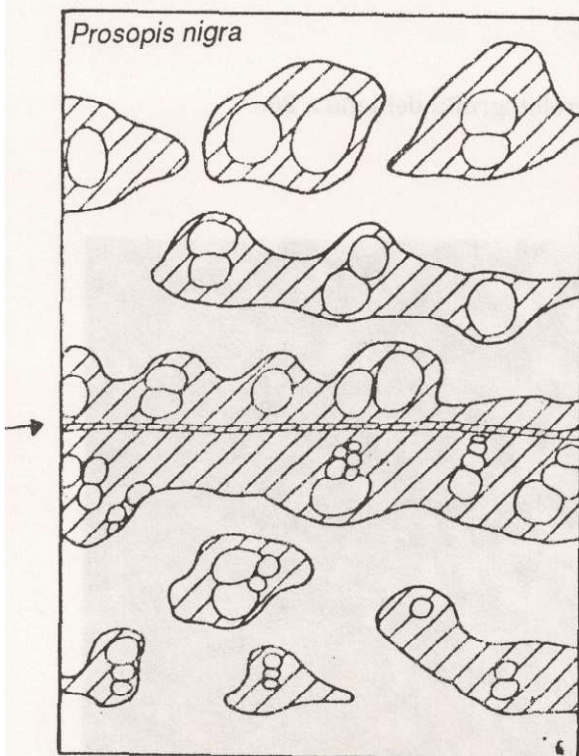
Definición microscópica del anillo: Banda de parénquima terminal de 2 estratos sobre la cual se diferencian vasos solitarios de gran diámetro. En el leño temprano predominan los poros solitarios y múltiples cortos mientras que en el tardío hay más poros de tipo múltiple y racemiforme. Clase N° 2. Se observa alternancia de tejido parenquimático y fibroso.

Porosidad: Difusa con tendencia a semicircular.

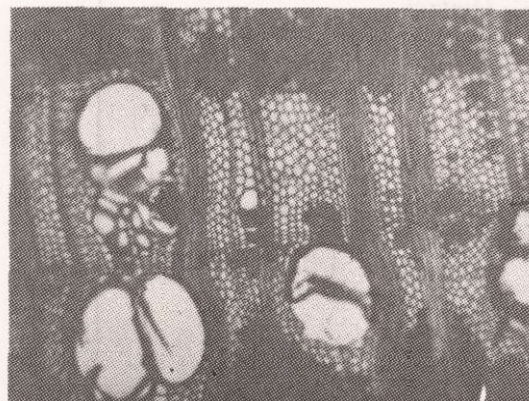
Rango de espesor del anillo: 2-4 mm.

Observaciones: Parénquima axial confluyente en bandas muy abundante.

Esquema microscópico



1. Inicio del anillo $\times 100$.
2. Macroscopia $\times 20$.



Ficha Técnica N° 5

Familia: Leguminosas *Especie:* *Prosopis kuntzei* Harms.

Demarcación macroscópica del anillo: Banda clara de tejido.

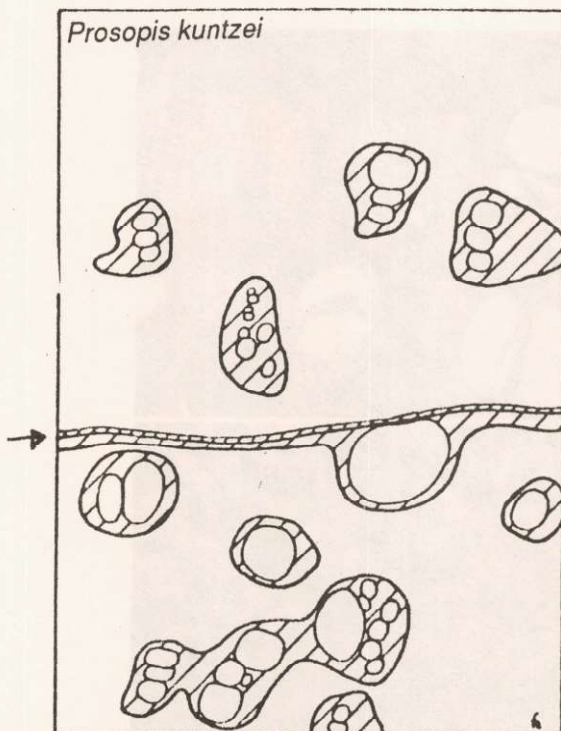
Definición microscópica del anillo: Banda de parénquima marginal de 2 estratos de células, sobre ella se diferencian vasos grandes que forman un anillo concéntrico. Clase N° 2. Se observa alternancia de tejido parenquimático y fibroso.

Porosidad: Semicircular. Hay diferencia de tamaño y densidad de poros en el leño tardío con referencia al temprano. En este último los poros son de mayor diámetro, mientras que en el leño tardío aparecen mayor número de poros racemiformes.

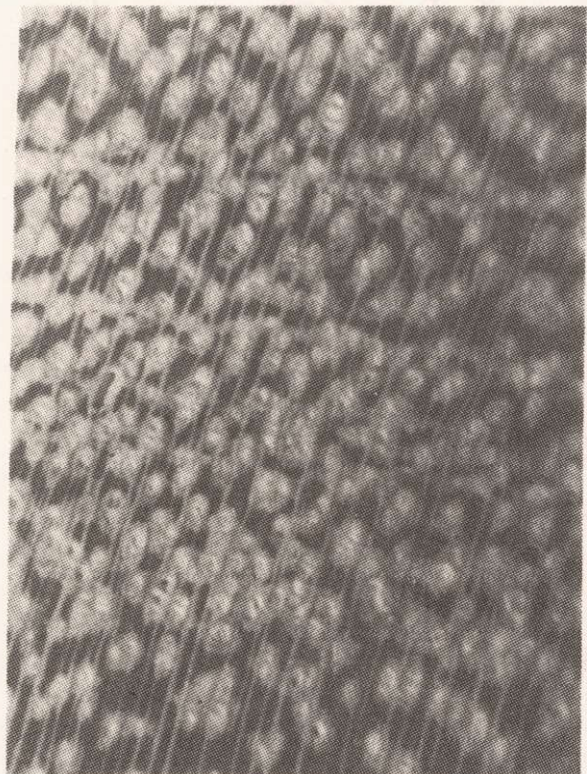
Rango de espesor del anillo: 2-3,5 mm.

Observaciones: Se observa abundante parénquima axial del tipo paratraqueal confluyente en bandas interrumpidas.

Esquema microscópico



1. Macrofotografía del leño × 20.



Ficha Técnica N° 6

Familia: Leguminosas, **Especie:** *Prosopis ruscifolia* Griseb.

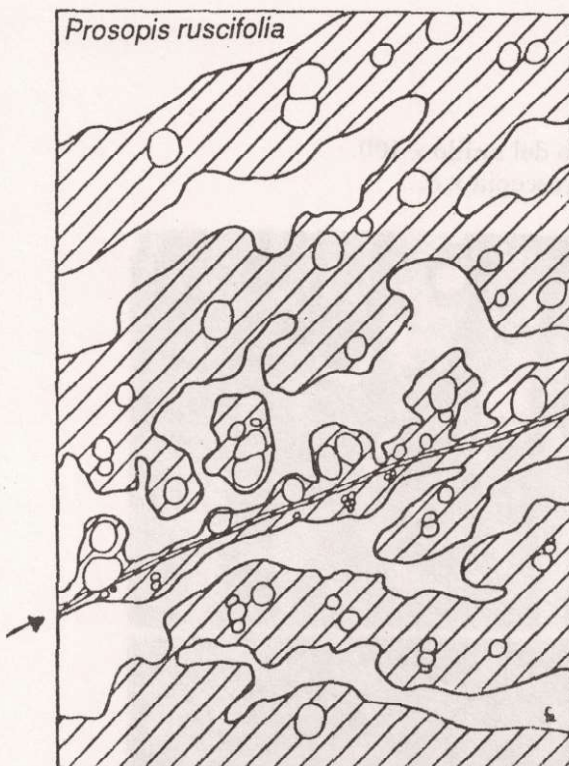
Demarcación microscópica del anillo: Una banda de parénquima marginal en 3-4 estratos de células, a partir de la cual se diferencian poros que corresponden al leño temprano.

Porosidad: Semicircular. Predominan poros solitarios y múltiples cortos de 2 en el leño temprano donde el parénquima es más abundante. En el leño tardío los poros son escasos y se diferencian poros racemiformes y múltiples de 3. Clase N° 2.

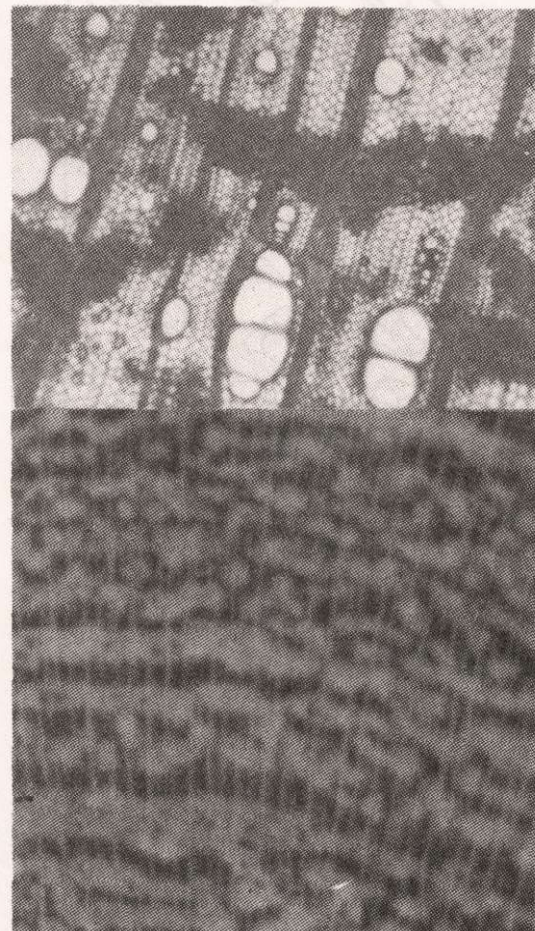
Rango de espesor del anillo: 2-7 mm.

Observaciones: Presenta parénquima paratraqueal confluyente en bandas interrumpidas, muy abundante. Este elemento puede confundir la demarcación del anillo a nivel macroscópico.

Esquema Microscópico



1. Sección transversal $\times 100$.
2. Macrofotografía $\times 12$.



Ficha Técnica Nº 7

Familia: Leguminosas, *Especie:* *Acacia aroma* Gill ap H et A.

Demarcación macroscópica del anillo: Línea clara de tejido.

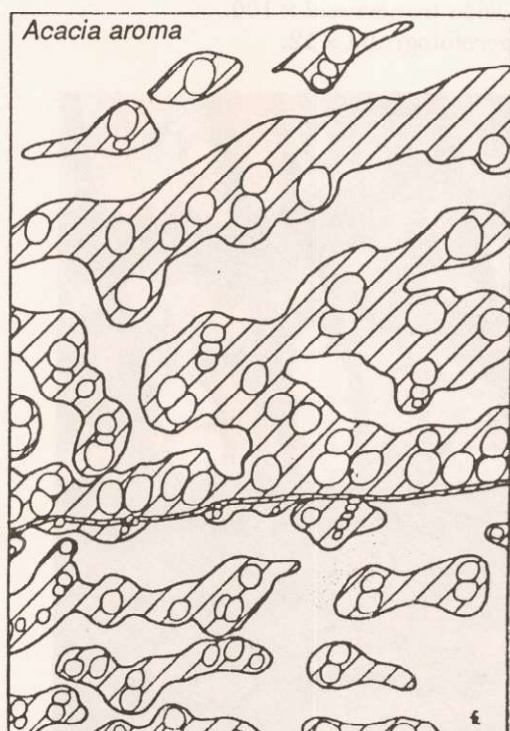
Definición microscópica del anillo: Banda de parénquima marginal de 2-3 estratos de células de espesor. Sobre dicha banda se diferencian poros de mayor diámetro que corresponden al leño temprano formando un anillo concéntrico. Clase Nº 2. Hay alternancia de tejido parenquimático y fibroso.

Porosidad: Difusa a semicircular. En el leño temprano hay mayor densidad de vasos, y sus diámetros también son mayores. Las bandas del parénquima axial son más desarrolladas tangencialmente.

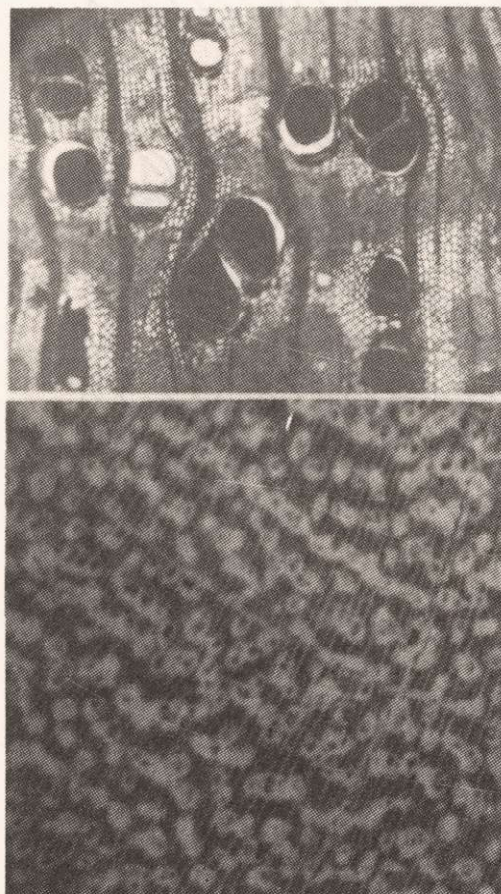
Rango de espesor del anillo: 1-5 mm.

Observaciones: Parénquima paratraqueal confluyente en bandas interrumpidas. Es un tejido muy abundante en la constitución del leño.

Esquema Microscópico



1. Inicio del anillo $\times 100$.
2. Macroscopía $\times 8$.



Ficha Técnica N° 8

Familia: Leguminosas, **Especie:** *Geoffroea decorticans* Burk.

Demarcación macroscópica del anillo: Banda más clara seguida por una zona oscura.

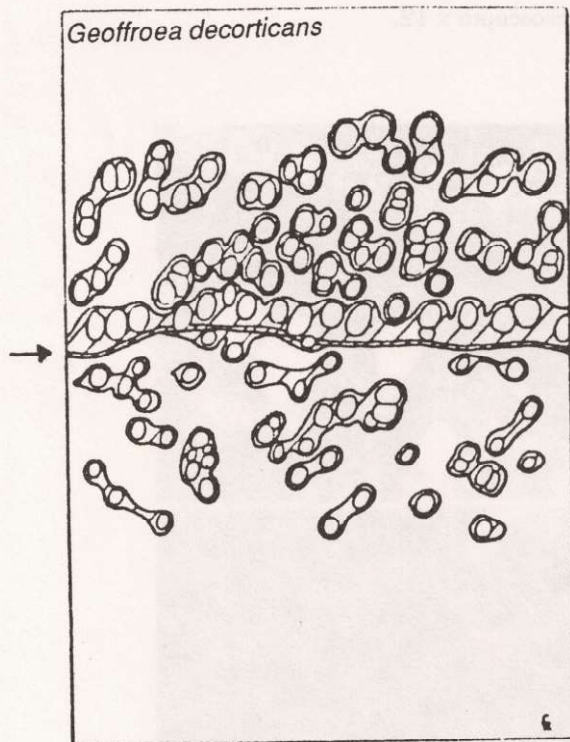
Definición microscópica del anillo: Banda de parénquima terminal de 2 estratos de células. Sobre él se diferencia una banda de parénquima confluyente con vasos grandes que corresponden al leño temprano. En el leño tardío hay menor densidad de vasos y parénquima. Clase N° 2. Hay alternancia de tejido parenquimático y fibroso.

Porosidad: Difusa con tendencia a semicircular.

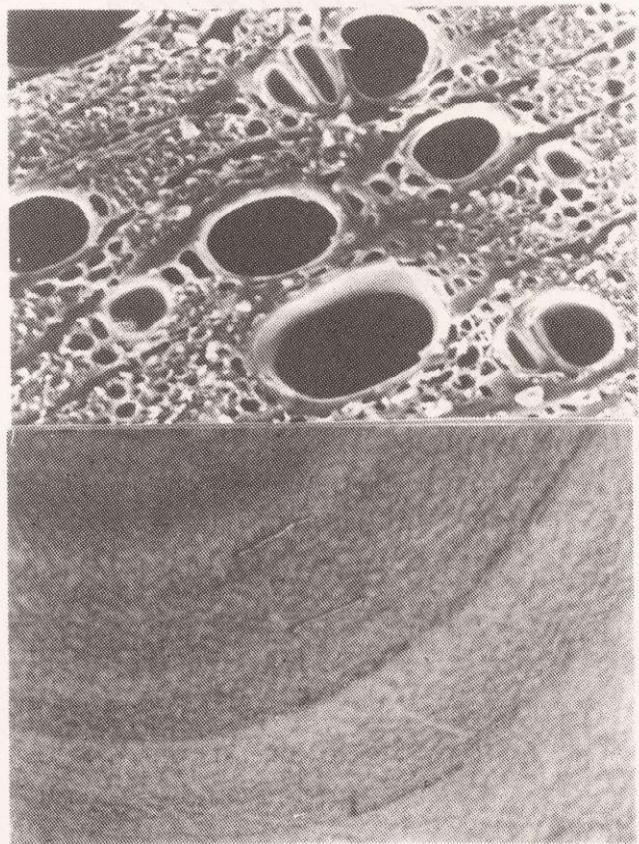
Rango de espesor del anillo: 1-5 mm.

Observaciones: Presenta parénquima paratraqueal confluyente en bandas, siendo las mismas de menor longitud en el leño tardío.

Esquema Microscópico



1. Sección transversal $\times 400$.
2. Macroscopía $\times 12$.



Ficha Técnica Nº 9

Familia: Ulmáceas, **Especie:** *Celtis talla* Gillies ex Planchon.

Demarcación macroscópica del anillo: Banda clara seguida por una línea oscura.

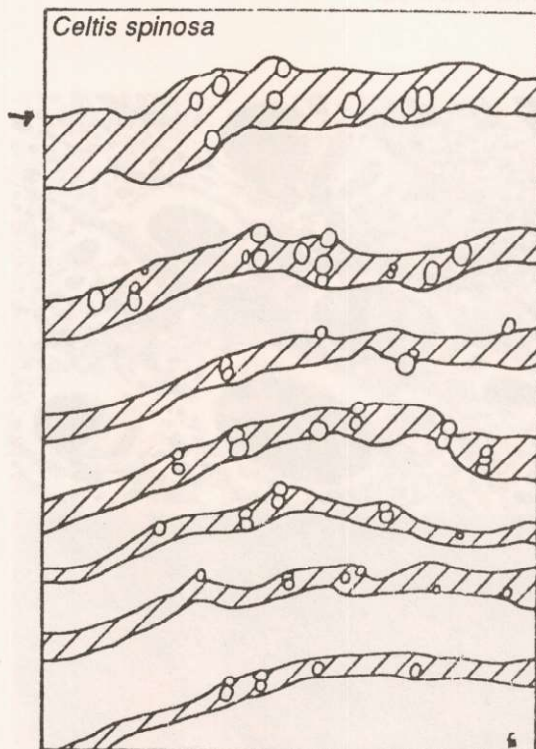
Definición microscópica del anillo: Por una banda de parénquima terminal. Clase Nº 2. Se observa alternancia de tejido parenquimático y fibroso. El tamaño de los vasos aumenta en el leño temprano.

Porosidad: Difusa con tendencia a semicircular. En anillos anchos se observa parénquima confluyente en bandas anchas. En anillos delgados las bandas de parénquima se interrumpen y son de menor espesor.

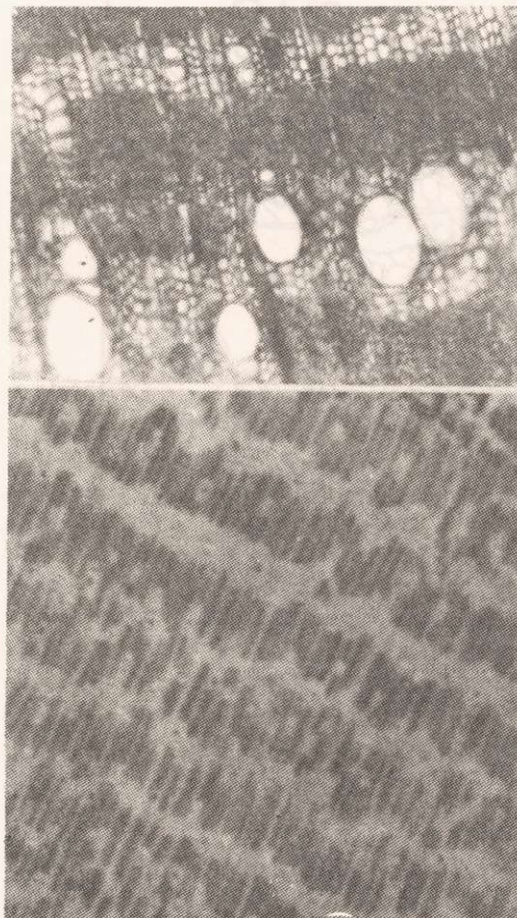
Rango de espesor del anillo: 1-6 mm.

Observaciones: Se ha observado que por anillo de crecimiento hay entre 4-6 estratos de tejidos.

Esquema Microscópico



1. Inicio del anillo $\times 100$.
2. Macroscopia $\times 12$.



Ficha Técnica Nº 10

Familia: Rammnáceas Especie: *Zizyphus mistol* Griseb.

Demarcación macroscópica del anillo: Línea oscura.

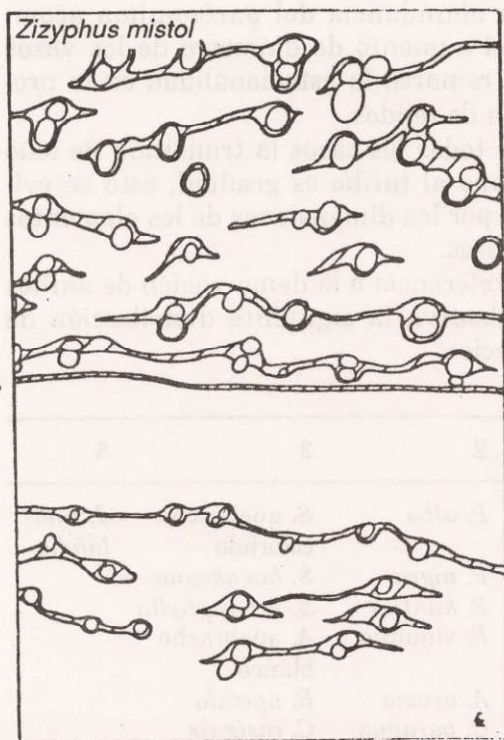
Definición microscópica del anillo: Banda de fibras de 2-3 estratos de células de espesor. Clase Nº 3.

Porosidad: Difusa no uniforme. El leño temprano tiene vasos más grandes y mayor cantidad de parénquima. En el tardío los vasos son más pequeños y se encuentran más espaciados.

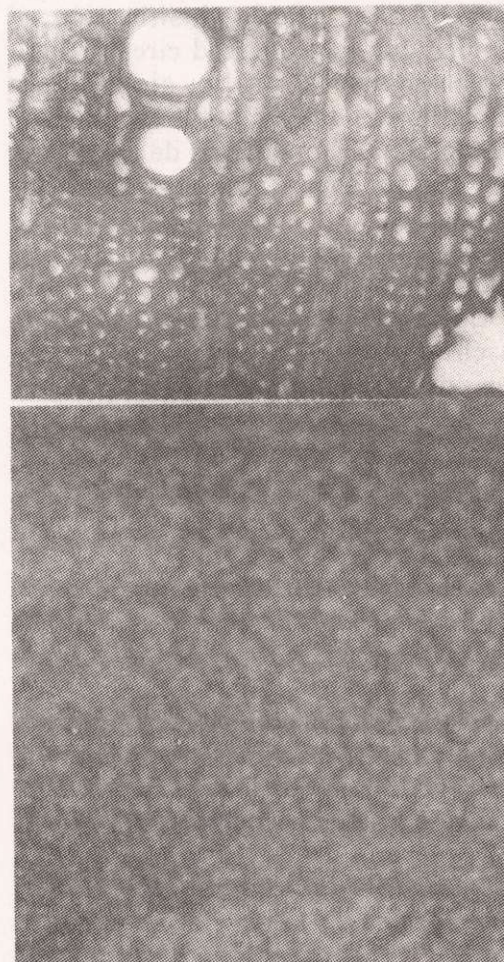
Rango de espesor del anillo: 0,8-2 mm.

Observaciones:

Esquema Microscópico



Microfotografía



DISCUSION

Los anillos de crecimiento sólo son visibles cuando hay una diferencia topográfica marcada entre el leño temprano y el tardío, o cuando una banda de parénquima terminal o fibras la delimitan. K. Chowdhury (1963) sostiene que la estructura del leño es la responsable de la visibilidad de los anillos. Esto puede ser debido a:

- Porosidad circular o semicircular.
- Menor frecuencia de vasos en el leño temprano que en el tardío.
- Fibras aplastadas radialmente y de paredes gruesas en el leño tardío y en contraste con fibras aplastadas en dirección tangencial y de paredes delgadas en el temprano.
- Células de parénquima inicial o terminal confluyente.

Esta clasificación es compatible con la adoptada en el presente trabajo. Haciendo referencia al tipo 1 de la clasificación, el autor indica que la porosidad circular define perfectamente el anillo, siendo esta estructura típica de latifoliadas deciduas de zonas templadas. En maderas de zonas tropicales y áridas este tipo de porosidad es más escaso.

El tipo 2 ha sido observado escasamente en zonas tropicales (Chowdhury y Ghosh, 1956). En las especies estudiadas de la región chaqueña seca observamos este carácter en las siguientes especies: *Cercidium australe*, *Celtis tala*, *Caesalpinia paraguariensis*, *Schinopsis haenkeana*, *Prosopis vinalillo*, *Ruprechtia apetala*, *Aspidosperma quebracho blanco*, *Prosopis nigra*, etcétera.

El caso 3 es citado en *Sapindaceae* (*Schleidea*), *Flacourtiaceae* (*Homalium*), *Tiliaceae* (*Grewia* y *Pentace*). No se observa este tipo en las especies en estudio.

El caso 4 se refiere a un parénquima terminal o inicial producido periódicamente por la actividad de crecimiento radial. Presentan este carácter *Combretaceae* (*Terminalia*), *Leguminosae* (*Dalbergia*, *Albizia*), *Meliaceae* (*Swietenia*), *Santalaceae* (*Santalum*), *Chowdhury* (1945).

Humel (1946) establece este tipo de estructura en *Entandephragma macrophylla* (*Meliaceae*), de Africa. Esto concuerda con la clasificación de Coster adoptada en el

trabajo presente y que corresponde a las estructuras catalogadas como pertenecientes a la Clase 2.

En las especies consideradas se observa en todos los casos una estacionalidad marcada en la actividad cambial. Pues a pesar de no tener aún resultados concretos sobre el tiempo de producción de células cambiales, si se analiza la estructura del leño a lo largo del anillo se manifiesta una gradación en el diámetro y número de vasos, con una alternancia regular de este carácter en todo el leño.

En las especies que presentan en su estructura xilemática, parénquima paratraqueal confluyente en bandas (*Leguminosae*), se observa además del parénquima terminal que define el anillo, una secuencia de tejidos dado por la alternancia a lo largo de una capa de crecimiento de parénquima y tejido mecánico.

La abundancia del parénquima acompaña el aumento de diámetro de los vasos lo que remarca la estacionalidad en la producción de tejidos.

En todos los casos la transición de leño temprano al tardío es gradual, esto se evidencia por las dimensiones de los elementos vasculares.

* En referencia a la demarcación de anillos se observa la siguiente distribución de especies:

Clase:	2	3	5
	<i>P. alba</i>	<i>S. quebracho colorado</i>	<i>J. rom-bifolia</i>
	<i>P. nigra</i>	<i>S. haenkeana</i>	
	<i>P. kuntzei</i>	<i>S. heterophylla</i>	
	<i>P. vinalillo</i>	<i>A. quebracho blanco</i>	
	<i>A. aroma</i>	<i>R. apetala</i>	
	<i>C. paraguariensis</i>	<i>C. insignis</i>	
	<i>C. australe</i>	<i>Z. mistol</i>	
	<i>P. aculeata</i>	<i>C. coccinea</i>	
	<i>C. tala</i>		
	<i>C. speciosa</i>		
	<i>T. nodosa</i>		
	<i>G. decorticans</i>		

Como se puede apreciar en el cuadro anterior la demarcación de anillos está

determinada fundamentalmente por una banda de tejido parenquimático terminal muy angosta (2-3 células). En segundo lugar aparecen las especies que limitan sus anillos por una banda delgada de tejido mecánico. De todas maneras a lo largo del anillo se observa una gradación de los elementos en una secuencia regular.

Hay que tener en claro que en la demarcación de anillos intervienen diferentes factores y en su conjunto deben analizarse.

Rango de espesor de anillos

Se ha adoptado el siguiente criterio para clasificar los anillos de crecimiento en función a su ancho:

* 0-1 mm Muy delgados * 1,1-5 mm Delgados * 10,1-25 mm Anchos * 25,1 a más Muy anchos.

Muy delgados

Schinopsis quebracho colorado - *Schinopsis haenkeana* - *Capparis speciosa*.

Tipo delgado

Tabebuia nodosa - *Aspidosperma* quebracho blanco - *Prosopis nigra* - *Prosopis alba* - *Ruprechtia apetala* - *Acacia aroma* - *Caesalpinia paraguariensis* - *Geoffroea decorticans* - *Parkinsonia aculeata* - *Ziziphus mistol*.

Tipo medio

Prosopis vinalillo - *Prosopis ruscifolia* - *Celtis tala* - *Jodina rombifolia*.

Tipo ancho

Chorisia insignis.

Tipo de porosidad

La distribución de los vasos en la sección transversal del leño determina un carácter denominado porosidad de alto valor en la diagnosis de los anillos de crecimiento.

Liphschutz y Waisel (1970) encontraron en *Populus euphratica* porosidad difusa en individuos creciendo en condiciones mesofíticas, mientras que esta distribución es reemplazada por porosidad semicircular en condiciones de sequedad.

En *Prosopis flexuosa*, Villalba (1985) determina un ordenamiento de tipo difuso en los anillos anchos, que corresponden a períodos de humedad, mientras que en los

anillos más angostos es frecuente la porosidad semicircular.

Las especies presentan los siguientes tipos de porosidad:

Difusa:

Ruprechtia apetala - *Cercidium australe* - *Caesalpinia paraguariensis* - *Schinopsis* quebracho colorado - *Aspidosperma* quebracho blanco - *Anadenanthera colubrina* - *Acacia caven* - *Capparis speciosa* - *Ziziphus mistol* - *Schinopsis heterophylla* - *Schinopsis haenkeana* - *Chorisia insignis*.

Semicircular:

<i>Prosopis alba</i>	<i>Prosopis nigra</i>
<i>Prosopis vinalillo</i>	<i>Prosopis ruscifolia</i>
<i>Prosopis kuntzei</i>	<i>Geoffroea decorticans</i>
<i>Celtis tala</i>	<i>Tabebuia nodosa</i>
<i>Parkinsonia aculeata</i>	<i>Acacia aroma</i>
<i>Acacia caven</i>	

Dendrítica

Castella coccinea - *Jodina rombifolia*

En las especies estudiadas no se observó porosidad circular. Se observa una predominancia de los tipos difusos no uniformes y semicirculares. Hay una gradación de elementos especialmente el número y diámetro de vasos en referencia al anillo. Así responde el leño a una distribución estacional de la precipitación en la región.

Baas et al. (1983) consideran que especies de zonas áridas presentan predominancia de poros no solitarios. La eficiencia del transporte de agua depende de los valores de diámetro de vasos, mientras que la seguridad de la conducción se realiza a través de poros pequeños y agrupados que evitan la embolia localizada. La presencia simultánea de vasos grandes solitarios y pequeños multiseriados aparece como una característica general de árboles y arbustos de zonas áridas.

Bissing comprobó que una especie creciendo en dos sitios diferentes, presenta mayor número de vasos racemiformes en zonas más secas. Giménez et al. (1989) detectan comportamiento similar en *Prosopis kuntzei*.

CONCLUSIONES

En base a lo expuesto anteriormente, se puede concluir que las especies presentan estos caracteres generales:

—Anillos de crecimiento medianamente demarcados a nivel macroscópico.

- Rangos de espesor de anillos angostos.
- En su mayoría, los anillos están demarcados por una banda de parénquima terminal o por una banda de fibras.
- Predomina la porosidad difusa no uniforme y semicircular.
- Hay un aumento de los vasos racemiformes en el leño tardío.
- En especies con parénquimas en banda hay aumento de estos tejidos en el leño temprano.
- Todas las especies estudiadas presentan anillos visibles a nivel microscópico, susceptibles de ser medidos.

BIBLIOGRAFIA

- ASHTON, P. S.; MARIAUX; TOMNLINSON; FANH et al. 1980. Edad y tasa de crecimiento de los árboles tropicales, nuevos enfoques para la investigación. Eventos del taller sobre determinación de la edad y tasa de crecimiento de árboles tropicales en la colaboración de Hernard Forest Petersham. Massachussets.
- BAAS, P. E.; WERKER y FAHN. 1983. Some ecological trends in vessel characters. IAWA Bull. n.s. 4:141-159.
- BONISEGNA, J.; VILLALBA; AMARILLA y OCAMPO. 1989. Studies of tree rings growth rates and age size relationship of tropical trees in Misiones, Argentina. IAWA Bull. Vol. 10 (2) 161-169.
- CARLQUIST, S. 1980. Further concepts in ecological wood anatomy with comments on recent work in wood anatomy and evolution. Aliso 9. 499-553.
- CHOWDHURY, K. 1961. Growth rings in tropical trees and taxonomy. Aligarh University. India.
- CHOWDHURY y GOSH, S. S. 1949. The formation of growth rings in Indian Trees. V. Indian For. Rec., Dehra Dum. 1: 16-27.
- FAHN, A.; NAOMI y GINZBURG. 1963. Dendrocronological studies in the Negev. Israel Exploration Journal, Vol. 13, N° 4.
- FAHN, A.; BURLEY et al. 1981. Possible contributions of wood anatomy to the determination of the age of tropical trees. Yale University Bul. 94, 31-54.
- FRITTS, H. 1974. Relationships of ring with in arid sites conifers to variations in monthly temperature and precipitation. Ecological monographs 44, 411-440.
- 1976. Tree rings and climate. Academic Press. New York.
- GIMENEZ de BOLZON, LUGONES, M. de y MOYA, J. de. 1989. Variabilidad ecológica de *Prosopis kuntzie*. Presentado y publicado en las actas de VI Jornadas Arg. de Ecología. Jujuy.
- GHOSH, C. 1949. The formation of growth ring in Indian trees. Vol. Indian For. Rec. Dehra Dun. 1: 16-27.
- HUMMEL, F. C. 1946. The formation of growth ring in *Entandrophragma macrophyllum* and *Khaya grandiflora*. Emp. For. Rev. 25. 103.
- LIPHSCHITZ, N. S.; LEW-YADUM y WAISEL, Y. 1981. The annual rhythm of activity of the lateral meristems (cambium and phellogen) in *Cupresus sempervirens*. Ann. Bot. 47: 485-496.
- SCHWEINGRUBER, F. Tree rings. Kluwer Academic Publishers.
- VILLALBA, R. 1985. Xylem structure and cambial activity in *Prosopis flexuosa*. IAWA Bull. Vol. 6 (2).
- WORBES, M. Structural and other adaptations to long term flooding by trees in central Amazonia. Amazonia 9: 459-484.