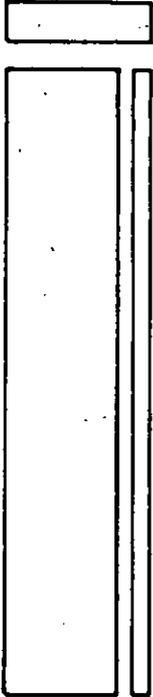


Universidad de la República
FACULTAD DE AGRONOMIA

A decorative vertical element on the left side of the page, consisting of a small horizontal rectangle at the top, followed by a tall vertical rectangle with a thin double-line border on its right side.

**PRESENCIA DE SILICE EN MADERAS
DE ESPECIES ARBOREAS
DEL URUGUAY**

GONZALO ZILIANI

BOLETIN DE INVESTIGACION N°6

MONTEVIDEO

1987

URUGUAY

El "Boletín de Investigación" es una publicación seriada que recoge los resultados de las investigaciones realizadas por el personal académico de la Facultad de Agronomía, una vez que ellos fueron revisados y aprobada su publicación por la Comisión de Publicaciones Científicas.

Las solicitudes de adquisición y de intercambio con este Boletín debe dirigirse al Departamento de Documentación, Facultad de Agronomía, Garzón 780, Montevideo - URUGUAY.

Comisión de Publicaciones Científicas:

Martín Buxedas, Primavera Izaguirre, Carlos Bentancourt (profesores),

Pablo Fernández (estudiante),

Roberto Malfatti (profesional).

Alicia Torres (comunicadora rural),

Carlos López Matteo (editor técnico).

Presencia de sílice en maderas de especies arbóreas del Uruguay / Gonzalo Ziliani. — Montevideo: Facultad de Agronomía, 1987. — 10 p. — (Boletín de Investigación; 6).

MADERA — ANATOMÍA

SILICE

XILEMA

Ziliani, Gonzalo

CDU 581.19

PRESENCIA DE SILICE EN MADERAS DE ESPECIES ARBOREAS DEL URUGUAY

Gonzalo Ziliani *

RESUMEN

La presencia de sílice en la madera es de alto valor de diagnóstico, siendo un carácter que da densidad y resistencia a la madera. Se citan seis especies arbóreas nativas del Uruguay que presentan sílice en la madera (xilema) —*Ruprechtia salicifolia*, *Ruprechtia laxiflora*, *Pouteria salicifolia*, *Pouteria gardneriana*, *Chrysophyllum marginatum* y *Sebastiania klotzchiana*. Se seccionan muestras de duramen, se tiñen con safranina, se verifica la presencia de sílice con fenol, ácido fluorhídrico y luz polarizada; los cuerpos o corpúsculos silicosos se miden con reglilla y retículo. En todos los casos, éstos se encuentran a nivel de los radios del xilema.

Palabras clave: sílice, cuerpos silicosos, xilema, maderas nativas.

SUMMARY

The presence of silicon ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) is a character of high diagnostic meaning. It results in granting compactness and resistance in wood. Six native tree species from Uruguay are cited in this article, all of which show silicon within the xylem —*Ruprechtia salicifolia*, *Ruprechtia laxiflora*, *Pouteria salicifolia*, *Pouteria gardneriana*, *Chrysophyllum marginatum*, *Sebastiania klotzchiana*. Duramen (heartwood) samples are sectioned and safranin stained; silicon is tested with phenol, hydrofluoric acid and polarized light after which the corpuscles are measured. They are found in all cases at the xylem rays level.

Key words: silicon, silica bodies, xylem, native woods.

INTRODUCCION

En el estudio de la anatomía de maderas, hay determinados caracteres que nos pueden servir por su valor de diagnóstico. Los contenidos celulares

Recibido el 7 de abril, 1987.

Aceptado el 20 de mayo, 1987.

* Cátedra de Botánica.

son de importancia y aportan datos valiosos en la clasificación; sin embargo han sido poco estudiados. Hay pocas especies que presentan sílice en la madera y son en su mayoría tropicales.

La sílice puede estar presente como incrustaciones o impregnaciones de la pared celular o en forma de depósitos traslúcidos —cuerpos silíceos— en el lumen celular; la diferencia entre estas dos situaciones no está claramente definida en la literatura (C.R. Metcalfe, and L. Chalk, 1983).

Los tamaños y las formas de los cuerpos silíceos son variables —globulares, arriñonadas, etc.—; H. Bertoldi de Pomar (1975) da una clasificación de los mismos.

La ocurrencia de sílice es conocida por su significado en el metabolismo de las plantas. Hay algunas evidencias de que la tasa de transpiración decrece con la deficiencia de sílice. La cantidad de sílice aumenta con la edad del vegetal, la concentración varía según las diferentes partes de la planta y parece estar en relación directa con los fenómenos de transpiración (Bertoldi de Pomar, 1975).

La forma de sílice existente en el suelo presumiblemente es ácido monosilícico (H_4SiO_4), se transporta de esa forma —aunque su transporte es desconocido— y se deposita como dióxido de silicio hidratado $SiO_2 \cdot nH_2O$ (P. Dayanandan et al, 1983).

La sílice es una sustancia amorfa —no cristalina—, no es activa a la luz polarizada —isótropa—.

El contenido de sílice en madera (K.C. Khoo et al, 1982) no sobrepasa el 1%, oscilando entre 0,1 y 0,8% para especies de la Península Malaya; fue determinado químicamente en 60 de las más importantes maderas y se encontró que el más alto contenido de sílice se da en *Shorea spp.* con 0,88%, no quedando claro si son especies que habitualmente presentan cuerpos silíceos visibles; sin embargo, G. Scurfield et al (1974) cita para *Parinari corymbosum* 4,39% de sílice.

La sílice, tecnológicamente confiere dureza a las maderas y resistencia al ataque de crustáceos y moluscos (teredos), según F.R. Milanez et al (1956). G. Tsoumis (1969) señala que la resistencia de la madera al ataque de los barrenadores u horadadores acuáticos es atribuida al alto porcentaje de sílice. El peso específico oscila entre 1,50 y 2,30 (H. Bertoldi de Pomar, 1975).

A nivel de la madera puede haber presencia de sílice en parénquima axial y radial, vasos xilemáticos, tilosis y ocasionalmente en fibras (C.R. Metcalfe and L. Chalk, 1957).

El objetivo del trabajo es informar acerca de la presencia de cuerpos silíceos a nivel de los radios xilemáticos, correlacionar formas, tamaños y número por unidad de área, en la madera de seis especies nativas de nuestra flora arbórea.

En el presente trabajo no se informa sobre el análisis químico de las maderas respecto al porcentaje de sílice; esto quedará para estudios posteriores.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó sobre muestras de madera, colectadas e incorporadas a la xiloteca con el número de muestra precedido de la letra M y con su correspondiente número de herbario en el que consta localidad, fecha, etc. (MVFA). Se confeccionaron probetas de duramen que, previo ablandamiento, fueron seccionadas con xilótomo a 30-40 micras de espesor; se realizaron preparados histológicos en planos transversal, longitudinal radial, longitudinal tangencial y, macerados, se tiñeron con safranina alcohólica y se montaron en bálsamo de Canadá.

Para la detección de sílice se usó fenol (ac. carbólico) que da color rosado, microscopio polarizador que comprueba su estructura amorfa —sustancia isótropa— (M.J. Purvis, et al, 1966) y ácido fluorhídrico que disuelve los gránulos de sílice.

Se adicionó al ocular microscópico reglilla para medir tamaños y retículo que nos da el número de cuerpos silicosos por unidad de área; se promediaron 15-20 observaciones realizadas en campos diferentes. Se tomaron micrografías a 60X - 300X y 600X aumentos con cámara fotográfica adicionada a microscopio Olympus Vanox.

Cuadro No. 1

ESPECIES	No. MUESTRA MADERA	No. MUESTRA HERBARIO	LOCALIDAD
<i>Ruprechtia salicifolia</i> C.A. Mey. . (viraró)	M 15	MVFA 15240	San Gregorio (Artigas)
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meiss (viraró cespó)	M 28	MVFA 15253	" " "
<i>Pouteria gardneriana</i> (A.DC.) Radlk (mataojos colorado)	M 23	MVFA 15248	" " "
<i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk (mataojos)	M 10	MVFA 14705	Parador Tajés (Canelones)
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook et Arn.) Radlk (aguay)	M 16	MVFA 15241	San Gregorio (Artigas)
<i>Sebastiania klotzschiana</i> Muell. Arg. (blanquillo)	M 1	MVFA 14714	Parador Tajés (Canelones)

RESULTADOS

Se comprobó la presencia de sílice en las siguientes especies nativas: *Ruprechtia salicifolia* (Polygonaceae), *Ruprechtia laxiflora* (Polygonaceae), *Pouteria salicifolia* (Sapotaceae), *Pouteria gardneriana* (Sapotaceae), *Chrysophyllum marginatum* (Sapotaceae), *Sebastiania klotzschiana* (Euphorbiaceae).

En las seis especies los corpúsculos silicosos se observaron a nivel de los radios xilemáticos, en madera adulta —duramen— de más de 20 años de edad.

Cuadro No. 2

Número de corpúsculos silicosos por mm² y diámetro promedio de los mismos en micras, tomados en sección longitudinal radial.

ESPECIES	No. corpúsculos por mm ²	Diámetro promedio en micras	
<i>Ruprechtia salicifolia</i>	727,27	5,72	(fig. 2)
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	1363,63	8,54	(fig. 3-4)
<i>Pouteria salicifolia</i>	654,72	10,97	(fig. 7)
<i>Pouteria gardneriana</i>	454,54	17,11	(fig. 6)
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	372,53	12,36	(fig. 12)
<i>Sebastiania klotzschiana</i>	50,65	19,09	(fig. 9-10)

Cuadro No. 3

Clase y tipo de radios presentes en cada especie, según la clasificación de Kribs (1935), en sección long. tangencial

ESPECIES	TIPO	CLASE
<i>Ruprechtia salicifolia</i>	Hom. III	Uniseriados
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Het. I	Mayoría uniseriados - algunos biseriados (fig. 4)
<i>Pouteria gardneriana</i>	Het. IIB	Uniseriados y mayoría biseriados
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	Het. I	Mayoría uniseriados y algunos biseriados
<i>Sebastiania klotzschiana</i>	Het. I	Mayoría uniseriados y algunos biseriados (fig. 10)
<i>Pouteria salicifolia</i>	Het. IIA	Unis. - mayoría biseriados - algunos multis.

Ref: Hom = Homogéneo; Het = Heterogéneo

Del cuadro 2 surge que a mayor tamaño de los cuerpos silicosos menor es la cantidad de éstos por unidad de área.

Los cuerpos silicosos se presentan —en las especies enumeradas— siempre a nivel de los radios, pero la sílice no está asociada a ningún tipo o clase de radio en particular (cuadro 3).

Relativo a la forma de los cuerpos silicosos (figuras 2 y 9), son aproximadamente isodiamétricos —globulares— y muy compactos en las especies con corpúsculos más pequeños; los de mayor tamaño son de forma variable —arriñonada, entre otras— y de aspecto granular.

Además de los cortes en madera adulta (duramen), en *Pouteria salicifolia* se hicieron secciones en tallos jóvenes de dos años no comprobándose presencia de sílice.

Las figuras 1 - 5 - 8 y 11 muestran secciones transversales en las que se observa la distinta estructura de la madera en las diferentes especies. A bajos aumentos no se aprecian cuerpos silicosos en los radios xilemáticos.

DISCUSION

Sebastiania, *Ruprechtia* y *Pouteria* son géneros no citados (C.R. Metcalfe and L. Chalk, 1957) para presencia de sílice. Los mismos autores informan acerca de sílice en algunas especies del género *Chrysophyllum* —sin decir cuáles—, en vasos, radios y fibras. En *Chrysophyllum marginatum* se observó solamente en radios. En cambio para el género *Pouteria* se refieren a la presencia de cristales no identificados observados en fibras, pero no citan presencia de sílice.

Es de destacar la gran variabilidad en el tamaño de los cuerpos silicosos en las especies estudiadas (en coincidencia con Bertoldi de Pomar, 1975), presentando, como carácter general, que a mayor tamaño de los mismos menor cantidad por unidad de área.

El porcentaje de sílice en la madera es variable (Scurfield 1974, Khoo 1982). En el presente trabajo no se da información acerca del análisis químico; sin embargo se confirma la gran variación existente en relación al número de cuerpos silicosos por unidad de área.

Relativo a la aparición gradual de sílice en la madera, en una de las especies *Pouteria salicifolia*, en tallos jóvenes de dos años no se observó presencia de sílice, por lo que podemos asumir que la aparición es gradual, coincidiendo con H. Bertoldi de Pomar, 1975.

G. Tsoumis, 1969, señala que el alto contenido de sílice en la madera le confiere una resistencia natural al ataque de crustáceos y moluscos —teredos—.

El *Teredo navalis* —molusco— es cosmopolita. Existen tres especies de moluscos que atacan madera en el Uruguay (Bentancourt, comunicación personal).

Es conocido que en el bajo río Negro y en el río Uruguay se usan embarcaciones construidas con *Ruprechtia salicifolia* —*Ruprechtia laxiflora* (viraró). Se sabe por el conocimiento empírico y por tradición oral, que es una madera que no se deteriora bajo el agua, siendo resistente a crustáceos y moluscos —acuáticos—.

Las especies estudiadas tienen desde el punto de vista de la presencia de sílice condiciones similares, por lo que sería de interés que especies como los “viraró” (*Ruprechtia salicifolia* —*R. laxiflora*) y “aguay” (*Chrysophyllum marginatum*), puedan ser introducidas al cultivo, previo ensayo de sus cualidades tecnológicas, para aprovechar los atributos mencionados con anterioridad.

CONCLUSIONES

- La presencia de sílice es ciertamente un carácter de diagnóstico, estando presente solamente en la madera de algunas especies de nuestra flora.
- La sílice se va depositando en las células a partir de cierto estado adulto del tejido —duramen— y después que se producen determinados procesos metabólicos en el vegetal.
- Se comprobó, en todas las especies, que a menor cantidad de corpúsculos silicosos por unidad de área, mayor es el tamaño que presentan los mismos.
- Se recomienda la posibilidad de ensayar desde el punto de vista de sus cualidades tecnológicas especies con alto tenor en sílice, fundamentalmente *Ruprechtia salicifolia* —*Ruprechtia laxiflora* (viraró) y *Chrysophyllum marginatum* (aguay), por sus atributos de gran compacidad (densidad) y resistencia a moluscos y crustáceos en usos marinos o acuáticos.

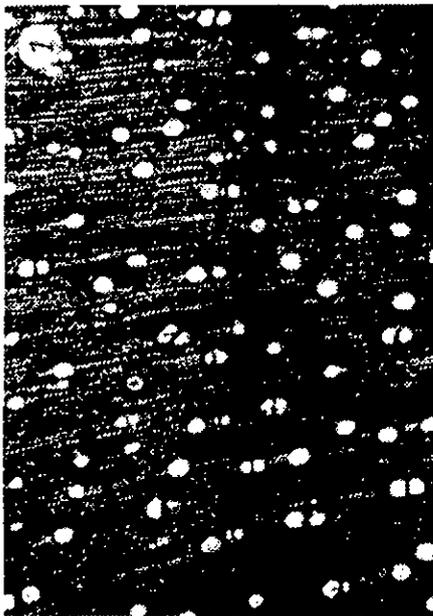
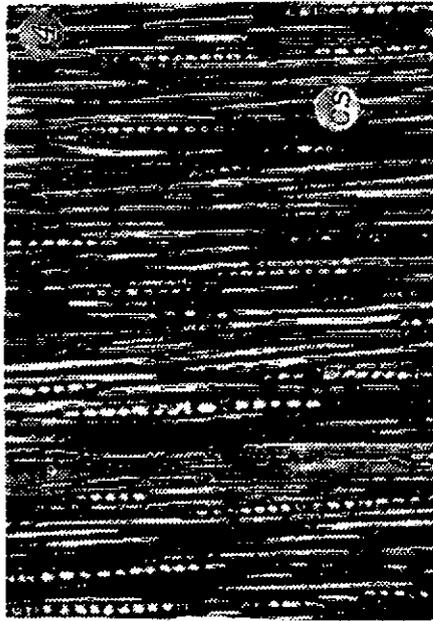
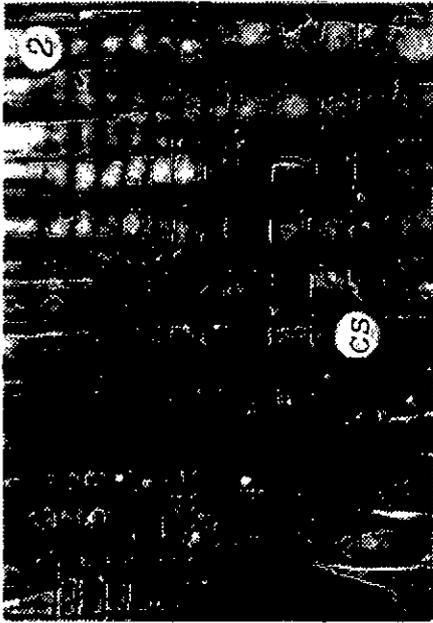


Figura 1.— *Ruprechtia acilicifolia* (polygonaceae) CT x60. Anillos de crecimiento medianamente demarcados. Poros o vasos solitarios y múltiples (2-3). Figura 2.— *R. acilicifolia* CLR x600. Cuerpos silíceos pequeños de forma globular. Figura 3.— *Ruprechtia aciliflora* CLR x600. Cuerpos silíceos amorfos muy refringentes. Figura 4.— *R. laxiflora* CLT x300. C.S. en radios mayormente uniseriados.

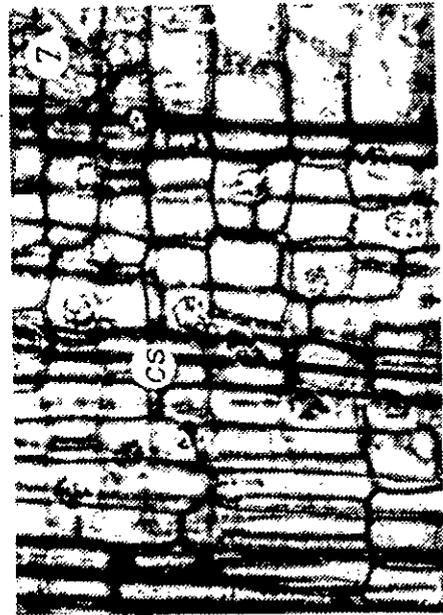
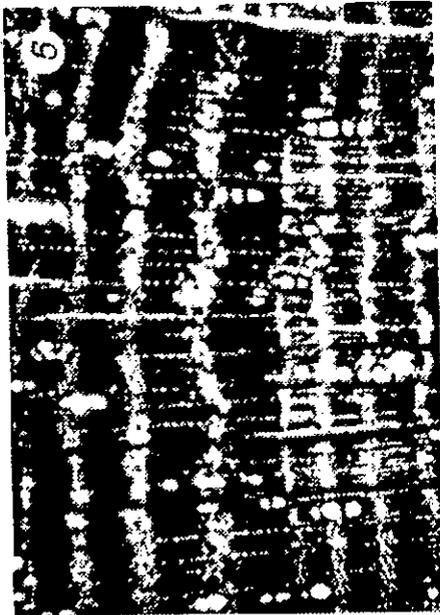
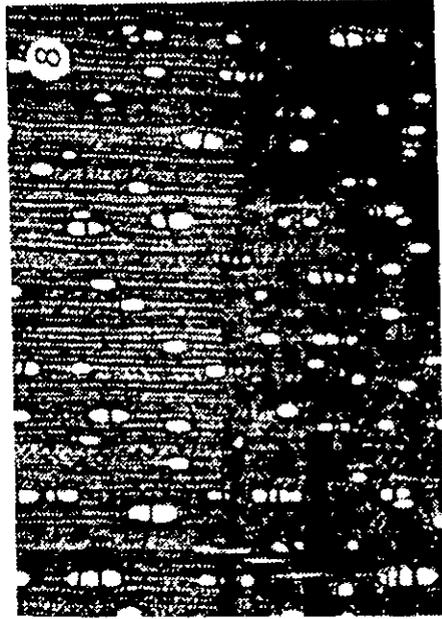


Figura 5.— *Puteria gardneriana* (Sapotaceae) CT x60. Anillos de crecimiento poco demarcados. Parénquima paratraqueal confluyente en bandas. Figura 6.— *P. gardneriana* CLR x600. En radios C.S. amorfos. Figura 7.— *Puteria salicifolia* CLR x600. Se observan puntaciones areoladas y simples en la zona de intersección de los radios con los vasos xilemáticos. Figura 8.— *Sebastiania klotzschiana* (Euphorbiaceae) CT x60. Anillos de crecimiento demarcados con poros solitarios y múltiples (2-4).

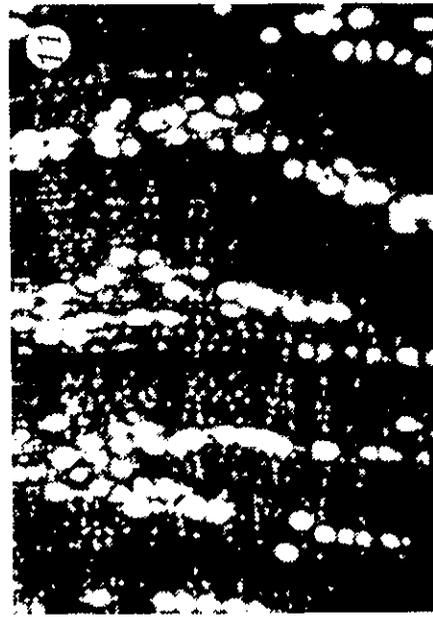
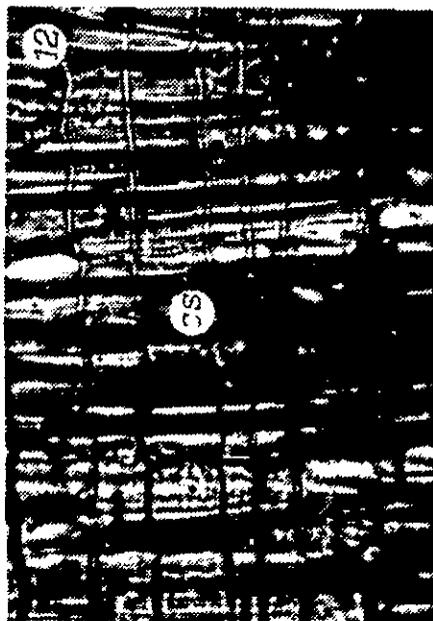


Figura 9.— *S. klotszschiana* CLR x 1200. C.S., grandes de forma arriñonada. Figura 10.— *S. klotszschiana* CLR x 1200. Radios mayoría uniseriados con C.S., Vasos con placa de perforación oblicua y puntuaciones areoladas. Figura 11.— *Chrysophyllum marginatum* (Sapotaceae) CT x 60. Vasos o poros agrupados. Figura 12.— *Ch. marginatum* CLR x 600. C.S. en radios. Referencias C.S., cuerpos silíceos CT, sección transversal; CLR, sección longitudinal radial; CLT, sección longitudinal tangencial.

BIBLIOGRAFIA

1. BERTOLDI DE POMAR, H. Los silicofitos: sinopsis de su conocimiento. *Darwiniana* 19(2/4):173-206. 1975.
2. DAYANANDAN, P.; KAUFMAN, P.B. and FRANKLIN, C.I. Detection of silica in plants. *American Journal of Botany* 70(7):1079-1084. 1983.
3. KHOO, K.C.; YONG, F.D. and PEH, T.B. The silica content of the commercial timbers of Peninsula Malaysia. *Malaysian Forester* 45(1):49-54. 1982.
4. KRIBS, D.A. Salient lines of structural specialization in the wood rays of Dicotyledons. *Botanical Gazette* 96:549-557. 1935.
5. METCALFE, C.R. and CHALK, L. *Anatomy of the Dicotyledons. VI-II.* Oxford, Clarendon Press, 1957. 1.500p.
6. ———— *Anatomy of the Dicotyledons V II. Wood structure.* Oxford, Clarendon Press, 1983. 297 p.
7. MILANEZ, F.R. e MATTOS FILHO, A. Notas sobre a ocorrência de sílica no lenho de leguminosas. *Rodriguesia* 18/19 (30/31):7-16. 1956.
8. PURVIS, N.J.; COLLIER, D.C. and WALLS, D. *Laboratory techniques in Botany.* Londres, Butterworth, 1966. 439 p.
9. SCURFIELD, G.; ANDERSON, C.A. and SEGNET, E. Silica in woody stem. *Australian Journal of Botany* 22:211-229. 1974.
10. TSOUMIS, G. *Wood as raw material.* London, Pergamon Press, 1969. 276 p.



