

CRISTALES EN LA MADERA DE *Cordia thaisiana* Agostini

Williams J. León H. y Narcisana Espinoza de Pernía

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
Laboratorio de Anatomía de Maderas. Departamento de Botánica. Mérida - Venezuela

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la presencia de diferentes tipos de cristales en la madera de *Cordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae). La revisión de láminas microscópicas y macerados permitió detectar los siguientes tipos de cristales: prismáticos, estiloides, alargados, arena cristalífera y fusiformes. Predominantemente los cristales se encuentran en las células parenquimáticas radiales (cuadradas o erectas, envolventes y procumbentes). También se presentan en las células parenquimáticas axiales, pero en baja proporción. El número de cristales por célula es de 1-3. No existe un patrón definido de variación del tipo y número de cristales con respecto a la posición de la muestra en el tallo. La información disponible no reporta la presencia de cristales estiloides, alargados y fusiformes en el leño de la familia Boraginaceae.

Palabras Clave: Cristales, Anatomía de Maderas, *Cordia thaisiana*, Boraginaceae.

ABSTRACT

This work deals about the presence of different types of crystals in the wood of *Cordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae). In the observation of microscopic slides and macerated tissue, we can see the following crystals types: prismatic, styloids, elongate, crystal sand and spindle-shaped crystals. Predominantly, the crystals are in the rays cells (square or upright, procumbents and sheath cells). Also there are crystals in the axial parenchyma, but in low proportion. The number of crystals per cell is 1-3. Is not a definite pattern of variation between the type and number of crystals and the sample position in the trunk. The available information not mentioned the presence of styloids, elongate and spindle-shaped crystals in the wood of the Boraginaceae family.

Key Words: Crystals, Wood Anatomy, *Cordia thaisiana*, Boraginaceae.

INTRODUCCIÓN

Un gran número de plantas se caracterizan por depositar el exceso de materiales inorgánicos en sus tejidos. Estos depósitos son, principalmente, sales de Calcio y dióxido de Silicio (SiO₂). Entre las sales de calcio la más común es el Oxalato de Calcio (Richter 1980). Los cristales en la madera ocurren frecuentemente en células radiales, células de parénquima axial, a veces en fibras y rara vez en vasos (Espinoza de Pernía 1987).

Metcalf y Chalk (1950) presentaron la descripción anatómica del leño de la familia Boraginaceae e indican que en el género *Cordia* ocasionalmente se presentan cristales en el parénquima axial y algunas especies pueden desarrollar cristales prismáticos y arena cristalífera en las células parenquimáticas radiales. Corothie (1963,1967) reportó la presencia de cristales prismáticos en los radios de *Cordia*

alliodora. Kribs (1968) estudió las especies *Cordia alliodora*, *C. dodecandra*, *C. gerascanthus*, *C. goeldiana*, *C. sebestena* y *Patagonula americana* de la familia Boraginaceae, indicado la presencia de cristales prismáticos en las células parenquimáticas radiales de *C. dodecandra*, *C. gerascanthus*, y *C. sebestena*.

Barajas M. (1981) estudió seis especies de la familia Boraginaceae que crecen en el Oeste de México: *Cordia alliodora*, *C. elaeagnoides*, *C. sonora*, *C. hintonii*, *C. dentata* y *Bourreria purpusii*. En las células de parénquima axial y/o radial de todas las especies estudiadas se presentaron cristales prismáticos. La mayor cantidad de cristales se encontraron en las células de parénquima radial, específicamente en las células erectas y en las envolventes. Gottwald (1982) describió tres especies de la familia Boraginaceae: *Antrophora williamsii*, *Lepidocordia punctata* y *Pteleocarpa lamponga*

y sólo encontró cristales prismáticos en las células de parénquima axial de las dos primeras especies.

Gottwald (1983) realizó el estudio de la subfamilia Cordioideae (Familia Boraginaceae), incluyendo 98 especies del género *Cordia* pertenecientes a ocho secciones, encontrando que las especies de las secciones Eucordia, Physocladia, Pilicordia y Varronia presentan arena cristalífera; mientras que en las secciones Eucordia, Gerascanthus, Myxa, Pilicordia y Rhabdocalyx se presentan cristales prismáticos. La presencia simultánea de cristales prismáticos y arena cristalífera se encontró en todas las especies de la sección Eucordia, en *Cordia goeldiana* de la sección Gerascanthus, en *C. aspera*, *C. aurantiaca*, *C. dichotoma*, *C. macleodii*, *C. plathythyrta* de la sección Myxa y en *C. salvifolia* de la sección Varronia. Furuno y Coté (1983) reportaron la presencia de arena cristalífera en las células de parénquima axial y radial de *Cordia subcordata*. Fahn, Werker y Baas (1986) estudiaron la Anatomía de la Madera de árboles y arbustos de Israel e incluyeron una especie de la familia Boraginaceae: *Cordia sinensis*, reportando la presencia de cristales prismáticos en las células parenquimáticas radiales y, ocasionalmente, axiales.

Espinoza de Pernía (1987) estudió la presencia de sílice y cristales en maderas de Latinoamérica, incluyendo dos especies de la familia Boraginaceae: *Cordia alliodora* y *Lepidocordia punctata*. En ambos casos encontró solamente cristales prismáticos, tanto en las células de parénquima axial como en las de parénquima radial. Mainieri y Peres (1989) estudiaron la estructura anatómica del leño de las especies *Cordia goeldiana* y *C. trichotoma* y reportan la presencia de cristales prismáticos aislados en las células de parénquima radial de *C. goeldiana*.

Barajas M. y León G. (1989) estudiaron las características anatómicas de la madera de siete (7) especies pertenecientes a la familia Boraginaceae: *Bourreria* sp., *Cordia alliodora*, *C. dentata*, *C. elaeagnoides*, *C. salvadorensis*, *C. seleriana* y *C. sonora* encontrando que todas las especies presentan cristales prismáticos en las células radiales. También observó la presencia de este tipo de cristales en las células de parénquima axial de *Cordia alliodora*, *C. dentata*, *C. elaeagnoides* y

C. sonora. Carreras y Dechamps (1995) realizaron el estudio anatómico de la madera de 157 especies de Cuba e incluyeron tres especies de la familia Boraginaceae: *Cordia collococca*, *C. gerascanthus* y *Ehretia tinifolia* y encontraron cristales prismáticos solamente en las células parenquimáticas radiales de *Cordia gerascanthus*.

León y Espinoza de Pernía (1996) realizaron el estudio anatómico del leño de *Cordia thaisiana* encontrando la presencia de cristales prismáticos en las células erectas y procumbentes de los radios. La cantidad de cristales encontrados era baja y, por ello, difíciles de observar. En las pocas células en donde se presentaban cristales, sólo se encontraba uno.

Metcalf y Chalk (1983) y Carlquist (1989) presentan un listado de las familias y géneros que poseen cristales prismáticos e indica que en algunas especies del género *Cordia* se pueden presentar este tipo de cristal en las células de los radios y, ocasionalmente, en el parénquima axial. También presentan un listado de las familias y géneros con cristales alargados y/o estiloides y, en el mismo, no incluye a la familia Boraginaceae.

En este trabajo se presenta el estudio de los diferentes tipos de cristales que se encuentran en el leño de árboles de la especie *Cordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae) provenientes de la Reserva Forestal de Caparo (Estado Barinas, Venezuela).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras estudiadas de *Cordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae) pertenecen a la Xiloteca MER-w del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes. El material se recolectó en la Unidad Experimental (Área 2) de la Reserva Forestal de Caparo (Estado Barinas, Venezuela). Se recolectaron cinco(5) árboles.

Por cada árbol se tomaron secciones transversales a diferentes niveles de altura: altura de pecho (1,3 m), 3 m y cada 3 m hasta alcanzar el punto de bifurcación. En cada sección se tomaron cinco muestras: adyacencias de la médula, $\frac{1}{4}$ del radio de la sección transversal, $\frac{1}{2}$ del radio, $\frac{3}{4}$ del radio y en las adyacencias de la corteza (Figura 1)

r = radio de la sección transversal

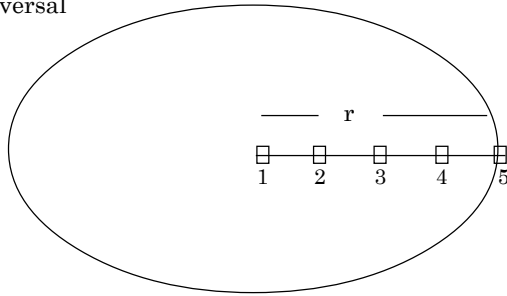


FIGURA 1. Ubicación de muestras en la sección transversal del tallo en árboles de *Cordia thaisiana*.

La preparación de láminas para el estudio microscópico se realizó según el método utilizado en el Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (Corothie 1967). Para la preparación de los macerados se utilizó el método de Franklin (1937). Se tomaron microfotografías, con diferentes aumentos, de las secciones tangencial y radial para ilustrar los diferentes tipos de cristales presentes en el material de estudio. En esta etapa se utilizó un microscopio marca Leitz y una cámara marca Leica acoplada al microscopio.

En relación a los tipos de cristales, se utilizó la terminología de Richter (1980) e IAWA (1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio de láminas microscópicas permitió detectar los siguientes tipos de cristales en *Cordia thaisiana*: prismáticos, alargados, estiloides, arena cristalífera y fusiformes. Predominantemente los cristales se encuentran en las células parenquimáticas radiales (Figura 2), pero también se pueden presentar en las células de parénquima axial (Figura 3). Con respecto a los cristales prismáticos, se observaron cristales con cuatro (Figura 4), cinco (Figura 5) y seis aristas (Figura 6). El número de cristales por célula fue de 1-3 (Figura 7) para los prismáticos y fusiformes; y 1 para los estiloides y alargados (Figura 8).

Es importante resaltar que la proporción de cristales estiloides y alargados observados en las láminas de estudio microscópico es baja. Sin embargo, al realizar las observaciones en los macerados se encuentra una mayor proporción de este tipo de cristales, incluso en algunas láminas en las que no

se observaron este tipo de cristales, fueron detectados en los macerados correspondientes a la misma sección de la lámina preparada (Figura 9, 10 y 11).

Con relación a estudios anteriores, los resultados obtenidos coinciden en el sentido de la presencia de cristales prismáticos en el parénquima axial y radial. Sin embargo se encuentran otros tipos de cristales los cuales, según la información de la literatura disponible, no han sido reportados para la familia Boraginaceae: cristales estiloides, alargados y fusiformes (Figura 12 y 13). Igualmente, se encontró arena cristalífera (Figura 14), la cual no había sido reportada para la especie *Cordia thaisiana* (León y Espinoza de Pernía 1996). Adicionalmente, en las especies del género *Cordia* pertenecientes a la sección *Gerascanthus* (sección a la cual pertenece *Cordia thaisiana*) sólo se ha reportado la presencia de cristales prismáticos, excepto en el caso de *Cordia goeldiana* en donde Gottwald (1983) señala la presencia de arena cristalífera.

En cuanto a la cantidad y tipo de cristales, no existe un patrón definido de variación con respecto a la posición de la muestra en el tallo, tanto en dirección longitudinal como en dirección transversal. Sin embargo, es bueno señalar que existe una diferencia notable del tipo y número de cristales con respecto a individuos de *Cordia thaisiana* que crecen en la Reserva Forestal de Ticoporo. León y Espinoza de Pernía (1996) señalan que en los individuos de Ticoporo sólo se encuentran cristales prismáticos y en baja proporción; mientras que el presente estudio (árboles de la zona de Caparo) existe una mayor proporción y variedad de cristales. Franceschi y

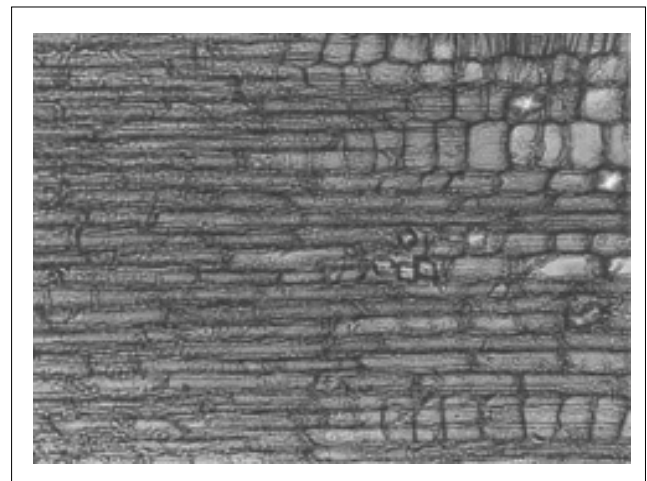


FIGURA 2. *Cordia thaisiana*. Cristales prismáticos en las células de parénquima radial (80X)

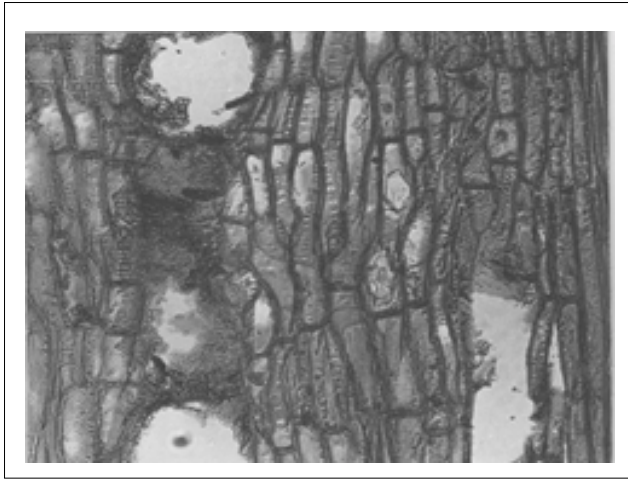


FIGURA 3. *Cordia thaisiana*. Cristales prismáticos en las células de parénquima axial (80X)

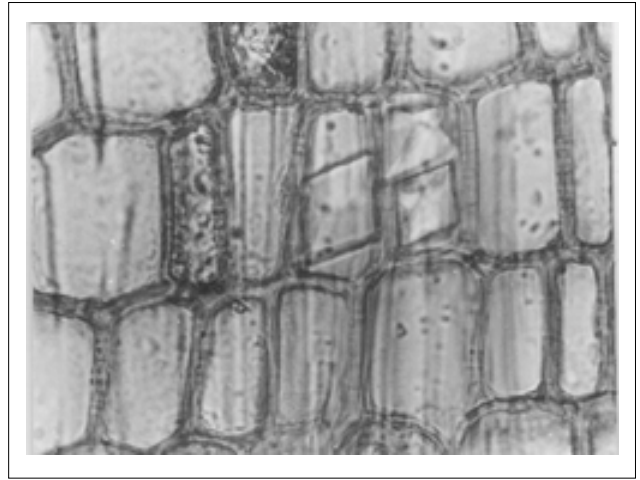


FIGURA 4. *Cordia thaisiana*. Cristal prismático de cuatro aristas en las células de parénquima radial (360X)

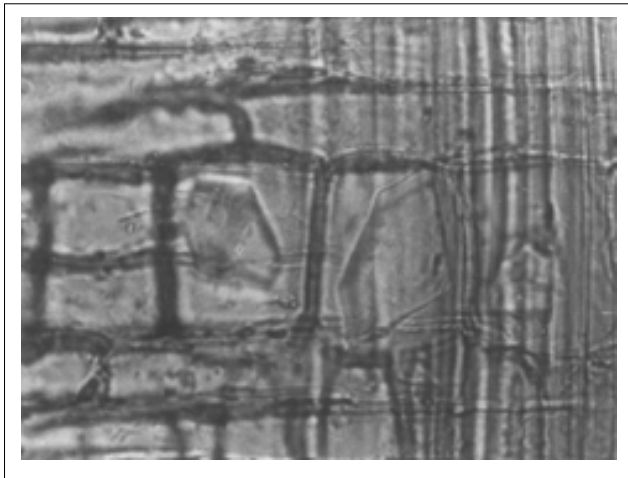


FIGURA 5. *Cordia thaisiana*. Cristal prismático de cinco aristas en las células de parénquima radial (360X)

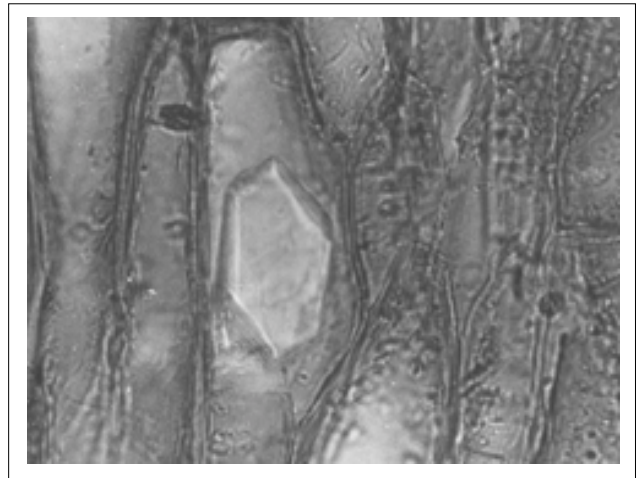


FIGURA 6. *Cordia thaisiana*. Cristal prismático de seis aristas en las células de parénquima axial (360X)



FIGURA 7. *Cordia thaisiana*. Cristales prismáticos en las células procumbentes de los radios. Tres cristales por célula (360X)

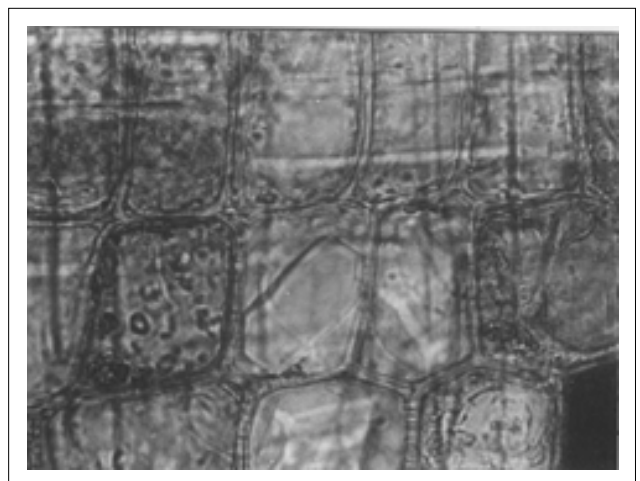


FIGURA 8. *Cordia thaisiana*. Cristal alargado en célula cuadrada de los radios (360X)

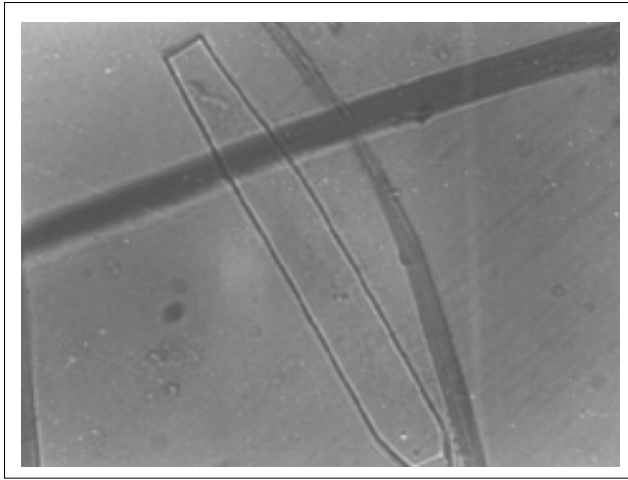


FIGURA 9. *Cordia thaisiana*. Cristal estiloide en macerado (360X)

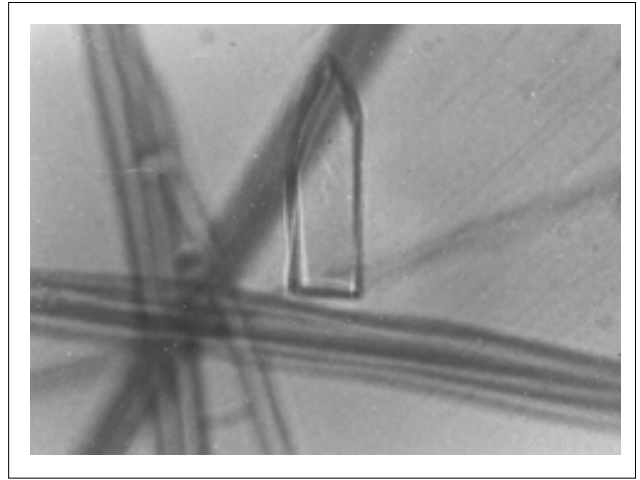


FIGURA 10. *Cordia thaisiana*. Cristal estiloide en macerado (360X)

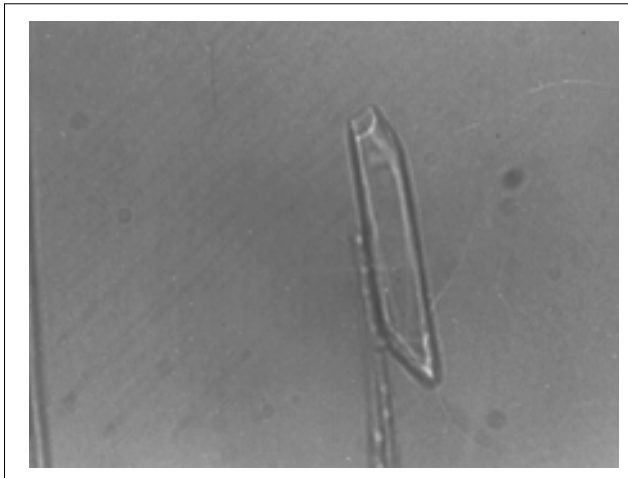


FIGURA 11. *Cordia thaisiana*. Cristal estiloide en macerado (360X)

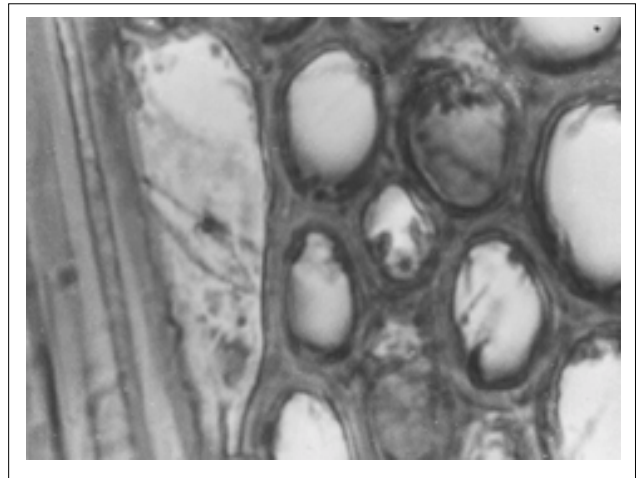


FIGURA 12. *Cordia thaisiana*. Cristal fusiforme en célula envolvente (800X)

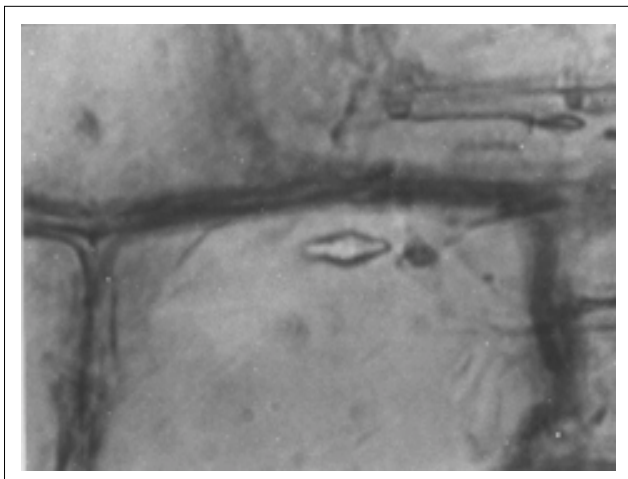


FIGURA 13. *Cordia thaisiana*. Cristal fusiforme en célula radial (800X)

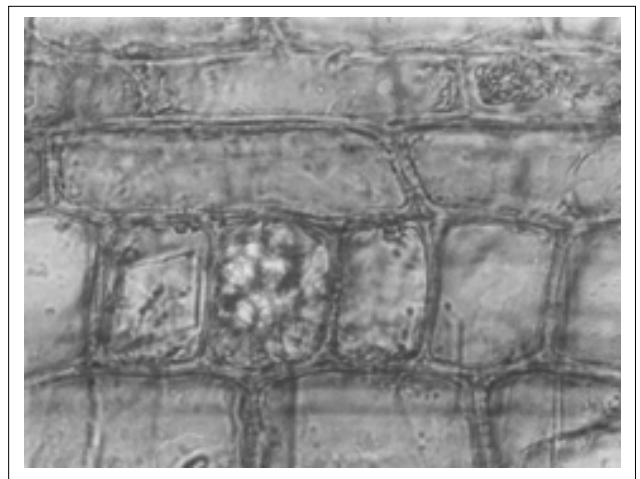


FIGURA 14. *Cordia thaisiana*. Arena cristalífera y cristal prismático en célula parenquimática radial (360X)

Horner (1980), citados por Espinoza de Pernía (1987), señalan que, normalmente, las plantas absorben del suelo y el aire varios elementos como Hierro (Fe), Potasio (K), Nitrógeno (N) y grandes cantidades de Calcio (Ca) y los almacenan para cuando tienen necesidad de minerales. Igualmente, Rasmussen y Smith (1961), citados por Espinoza de Pernía (1987), indican que las plantas mantienen su balance iónico y cuando se desarrollan en medios de alta concentración de Calcio resultan los cristales. Posiblemente las condiciones de sitio en los bosques de la Reserva Forestal de Caparo poseen mayor cantidad de Calcio con relación a los suelos de la Reserva Forestal de Ticoporo y por esta razón la proporción de cristales encontradas en el presente estudio es mucho mayor que la reportada por León y Espinoza de Pernía (1996) para árboles de *Cordia thaisiana* de la Reserva Forestal de Ticoporo.

Scurfield, Anderson y Segni (1973), citados por Espinoza de Pernía (1987), señalan que la forma del cristal está relacionada con aspectos genéticos de la planta; indicando que algunas plantas se caracterizan por la presencia de un tipo específico de cristal, mientras que otras pueden tener dos o más tipos diferentes. Desde este punto de vista se podría considerar que la especie *Cordia thaisiana* estaría incluida en el grupo de plantas que forman más de un tipo de cristal. Sin embargo, el hecho de presentarse sólo cristales prismáticos en árboles de *Cordia thaisiana* procedentes de la Reserva Forestal de Ticoporo, en contraste con la mayor variedad de tipo de cristales encontrados en el presente estudio, indica que -además del aspecto genético- deben influir las características del sitio; especialmente características de tipo edáficas. Otra hipótesis relacionada con la forma del cristal es la planteada por Franceschi (1980), citado por Espinoza de Pernía (1987), quien indica que la forma del cristal está influenciada por la forma de la membrana que lo recubre. En el presente estudio se pudo observar que los diferentes tipos de cristales encontrados se ubican en células en donde existe muy poca variación en cuanto a forma y tamaño, lo cual no concuerda con lo planteado por Franceschi (1980).

CONCLUSIONES

a) En *Cordia thaisiana* se presentan los siguientes tipos de cristales: prismáticos de cuatro, cinco y seis aristas, alargados, estiloides, arena cristalífera y cristales fusiformes.

- b) Cada uno de los tipos de cristales mencionados se encuentran tanto en las células parenquimáticas axiales como en las radiales. Sin embargo, predominantemente se ubican en las células cuadradas y erectas de los radios. La proporción de cristales presentes en el parénquima axial es baja.
- c) Según la información disponible, para la familia Boraginaceae no se ha reportado la presencia de cristales estiloides, alargados y fusiformes.
- d) La cantidad de cristales no presenta un patrón definido de variación con respecto a la dirección longitudinal y transversal del árbol.
- e) El número de cristales por célula varía con el tipo de cristal: en el caso de los cristales prismáticos y fusiformes se pueden encontrar 1-3 cristales por célula; mientras que los cristales estiloides y alargados se presentan solitarios en cada célula.
- f) La cantidad y tipo de cristales muestra diferencias con respecto a lo observado en árboles de *Cordia thaisiana* que crecen en regiones diferentes a la región de estudio. Esto podría indicar que las características de sitio deben influir en el tipo y número de cristales presentes en la planta. Es necesario que este tipo de estudio sea acompañado por un análisis de las características edáficas del área en donde crece el árbol.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARAJAS M. J. 1981. Descriptions and Notes on the Wood Anatomy of Boraginaceae from Western Mexico. IAWA Bull. n. s. 2: 61-67.
- _____. y C. LEÓN G. 1989. Anatomía de Maderas de México: Especies de una Selva Baja Caducifolia. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. México D.C.
- CARLQUIST, S. 1989. Comparative Wood Anatomy. Springer Series in Wood Science. Springer Verlag. New York.
- CARRERAS, R. y R. DECHAMPS. 1995. Anatomía de la Madera de 157 Especies Forestales que Crecen en Cuba y sus Usos Tecnológicos, Históricos y Culturales. Musee Royal de L'Afrique Centrale. Documentation Sciences Economiques. Vol. 9. Tervuren, Belgique.
- COROTHIE, H. 1963. Estructura Anatómica de 47 Maderas de la Guayana Venezolana y Clave para su Identificación. Escuela de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

- _____. 1967. Estructura Anatómica de 47 Maderas de la Guayana Venezolana. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de Los Andes-Ministerio del Ambiente. Mérida, Venezuela.
- ESPINOZA DE PERNÍA, NARCISANA. 1987. Cristales y Sílice en Maderas Dicotiledóneas de Latinoamérica. *Pittieria* 15: 13-65.
- FAHN, A., E. WERKER & P. BAAS. 1986. Wood Anatomy and Identification of Trees and Shrubs from Israel and Adjacent Regions. The Israel Academy of Sciences and Humanities. Jerusalem.
- FRANKLIN, G. 1937. Permanent Preparations of Macerated Wood Fibres. *Tropical Woods* 49: 21-22.
- FURUNO, T. & W. COTÉ. 1983. Observation of Cell Inclusions in Papua New Guinea Woods by Means of SEM/EDXA. *IAWA Bull.* n.s. 4:219-236.
- GOTTWALD, H. 1982. First Description of the Wood Anatomy of *Antrophora*, *Lepidocordia* and *Pteleocarpa* (Boraginaceae). *IAWA Bull.* n.s. 3: 161-165.
- _____. 1983. Wood Anatomical Studies of Boraginaceae (s.l.). I. Cordioideae. *IAWA Bull.* n.s. 4: 161-178.
- IAWA. 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. *IAWA Bull.* n. s. 10: 219-332.
- KRIBS, D. 1968. Commercial Foreign Woods on the American Market. Dover Publications INC. New York.
- LEÓN, W. y NARCISANA ESPINOZA DE PERNÍA. 1996. Estudio Anatómico del leño de *Cordia thaisiana* Agostini (Boraginaceae). *Pittieria* 25: 27-34.
- MAINIERI, C. y J. PERES C. 1989. Fichas de Características das Madeiras Brasileiras. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Divisao de Madeiras. Sao Paulo.
- METCALFE, C. & L. CHALK. 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Vol. II. Clarendon Press, Oxford.
- _____. 1983. Anatomy of the Dicotyledons. Vol. II. 2nd Edition. Clarendon Press, Oxford.
- RICHTER, H. 1980. Occurrence, Morphology and Taxonomic Implications of Crystalline and Siliceous Inclusions in the Secondary Xylem of the Lauraceae and Related Families. *Wood Science and Technology* 14: 35-44.