

## Cristales tipo drusa en el leño *Cassia grandis* L.f. (Caesalpinioideae)

Narcisana Espinoza de Pernía y José Luis Melandri Pírela

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

Recibido 08-05-2000, Aceptado 20-07-2000

---

### Resumen

Se reporta la ocurrencia, morfología y localización de cristales de oxalato de calcio en forma de drusa en el xilema de la especie *Cassia grandis* L.f., de la subfamilia Caesalpinioideae (Leguminosae - Fabaceae). Empleando un microscopio electrónico de barrido y de luz se observa la presencia de estos cristales en las células marginales del parénquima radial, anteriormente no reportados y se cuantifican los elementos químicos que lo componen realizando un microanálisis químico mediante un detector de energía dispersa de rayos X, acoplado al microscopio electrónico. El espectro de rayos X muestra que existe grandes concentraciones de calcio en estos cristales. Se presenta además, una descripción anatómica completa de la microestructura del leño, resaltando que la presencia de cristales tipo drusa es un carácter de gran importancia en la identificación de esta especie, dentro de la familia de las leguminosas.

**Palabras clave:** Cristales, Drusas, Calcio, Anatomía, Leño.

### Abstract

Druse type crystals and localization are reported in this paper in the xylem of *Cassia grandis* L.f. of the subfamily Caesalpinioideae (Leguminosae - Fabaceae). The wood samples were examined by scanning electron microscopy and optical microscopy and the presence of druse type crystal was observed into marginal cells of radial parenchyma. Until now this feature has not been reported in this specie according to literature consulted. Beside the composition of chemical elements of this type crystal was observed and it resulted a big level of calcium. In addition this paper shows the anatomical hearwood description of this specie.

**Key words:** Crystal, Druse, Calcium, Anatomy, Xylem.

---

## Introducción

Los cristales de calcio son la forma más común de biomineralización en las plantas superiores, se encuentran presentes en muchas familias y en diferentes tejidos (Arnott y Pautard, 1970; Franceschi y Horner, 1980). Estos al igual que el sílice y otras inclusiones minerales están contenidas en las cavidades celulares de la madera de muchas especies, particularmente en maderas tropicales. La presencia de estas sustancias es un rasgo característico, de algunas maderas y de gran importancia en la clasificación anatómica y en la utilización de la misma (Chattaway, 1953; Metcalfe, 1983; Takeshi y Coté, 1983; IAWA Committe, 1989).

La ocurrencia de los cristales de calcio además de su forma, tamaño, cantidad y localización, dentro de un determinado taxon es a menudo muy específica y de gran utilidad en la identificación, debido a que existen dificultades anatómicas para identificar ciertas muestras a niveles taxonómicos de géneros, tribu y subfamilia dentro de la familia Leguminosae, por existir grandes similitudes anatómicas entre éstas (Franceschi y Horner, 1980; Zindler-Frank, 1987).

Baretta-Kuipers (1981) estudió la relación entre la estructura anatómica y la secuencia filogenética de las tres subfamilias de las leguminosas, encontrando que la subfamilia Caesalpinioideae es la menos especializada y que las Papilionoideae y Mimosoideae evolucionan a partir de ésta en dos direcciones diferentes. Se pueden distinguir en las Caesalpinioideae dos grupos, con rasgos anatómicos muy uniformes, basándose en la característica de los radios y del parénquima axial:

**Grupo I:** formado por las tribus Caesalpinieae, Cassieae y Cercideae, caracterizadas por la tendencia a presentar radios homocelulares.

**Grupo II:** formado por la tribu Detarieae-Amherstieae, caracterizada por la tendencia a presentar radios heterocelulares.

Varios estudios han reportado la presencia de cristales en esta familia, particularmente en el duramen (en células del parénquima axial y radial, y en las fibras), en la corteza, raíces, hojas, órganos florales, frutos, semillas, epidermis de los tricomas y meristema apical, entre otros (Metcalfe y Chalk, 1950; Chattaway, 1953, 1956; Zindler-Frank, 1987).

Zindler-Frank (1987) examinó la presencia de cristales de oxalato de calcio en especies de la familia Leguminosae, compilando varios estudios sobre el conocimiento y presencia de los cristales de oxalato de calcio en diferentes órganos de la planta, como en: raíces, tallo, hojas, flores y frutos de diferentes especies de la familia leguminosas, con fines taxonómicos y filogenéticos. Sin embargo, en esta investigación no se reporta la ocurrencia de cristales de oxalato de calcio en forma de drusa en el leño de la especie *Cassia grandis* L.f., de la subfamilia Caesalpinioideae.

Espinoza de Pernía (1985) presenta una revisión de la ocurrencia de cristales de oxalato de calcio y sílice en 438 especies, incluyendo 38 especies de la familia Leguminosae, dos de las cuales pertenecen al género *Cassia* (*C. moschata* H.B.K. y *C. multijuga* L.C. Rich.). Sin embargo, para esta familia no se reportan cristales en forma de drusa en las especies estudiadas.

Paula (1979, 1980) realiza una descripción de la estructura de la madera de varias especies entre las cuales incluye a *Cassia grandis* L.f., resaltando en cuanto a cristales, únicamente la presencia frecuente de cristales prismáticos en el parénquima axial.

El propósito de este trabajo es estudiar el leño de la especie *Cassia grandis* L.f., de la subfamilia Caesalpinioideae (Leguminosae - Fabaceae) y la presencia de cristales. Esta característica, poco común en las maderas es de gran importancia en la clasificación anatómica de especies muy similares dentro de sus grupos y en la utilización de la misma. Adicionalmente, se realiza un microanálisis químico de los cristales usando un espectrómetro de energía dispersa de rayos X, para conocer los elementos que predominan en su composición.

## Materiales y Métodos

La madera seleccionada para este estudio corresponde a la especie *Cassia grandis* L.f., (X3333) de la familia Leguminosae, específicamente de la subfamilia Caesalpinioideae la cual pertenece a la Xiloteca del Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Las muestras

analizadas por los diferentes métodos fueron tomadas del duramen del leño de la especie.

Para el microscopio electrónico las muestras seleccionadas de madera seca al aire, se cortaron en pequeños cubos de aproximadamente 5 mm<sup>3</sup>, utilizando un micrótopo de deslizamiento. Las muestras se deshidrataron a diferentes grados de acetona y luego, se secaron en estufa durante tres días a 50°, para eliminar completamente el agua de las secciones. Finalmente se aplicó un recubrimiento de grafito y/o plata sobre las muestras en un ionizador al vacío, por aproximadamente 90 segundos, con el fin de hacerlas conductoras, de modo que los electrones del cañón del microscopio puedan ser dispersados y captados, originando de esta forma la imagen y el espectro de los elementos. Los especímenes fueron examinados con un voltaje de aceleración de 5 a 10 kV en un microscopio electrónico de barrido, modelo Hitachi S-2500, obteniéndose las mejores imágenes con un voltaje de aceleración de 8 kV.

Para el análisis químico de los cristales las muestras fueron previamente cubiertas con grafito en un ionizador al vacío y utilizando un sistema de microanálisis EDX (detector de energía dispersa de rayos X), Modelo Kevex Delta III, acoplado al microscopio electrónico de barrido se determinó la composición de los cristales. El espectro de rayos X fue colectado para 80 seg, a una aceleración de voltaje de 15 kV.

Las muestras para el microscopio de luz fueron obtenidas igualmente del duramen del árbol estudiado. La preparación de láminas para el estudio microscópico se realizó siguiendo la metodología utilizada en el Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (Corothic, 1967) y la preparación de macerados se realizó siguiendo la metodología de Franklin (1937).

La descripción de las características anatómicas de la especie se realizó tomando en consideración la Lista Estándar de Identificación de Maderas Latifoliadas (IAWA Committe, 1989). Se tomaron fotomicrografías de las secciones: transversal, tangencial y radial, con una cámara marca PENTAX SFXn adaptada a un microscopio óptico marca KYOWA. Los aumentos son indicados en cada fotomicrografía.

## Resultados

### Estudio anatómico del leño de *Cassia grandis* L.f.

**Sinonimia:** *Bactrylobium grande* Hornem.

*Bactrylobium molle* Schrader

*Cassia brasiliana* Lam.

*Cassia brasiliana* Lam. var. *tomentosa* Miq.

*Cassia brasiliensis* Buc'hoz

*Cassia mollis* Vahl

*Cassia pachycarpa* De Wit

*Cathartocarpus brasiliamus* Jacq.

*Cathartocarpus erubescens* Ham.

*Cathartocarpus grandis* (L. f.) Pers.

Madera que presenta transición abrupta entre albura y duramen. La albura de color claro y el duramen de color marrón oscuro marcado con líneas vasculares más claras. Lustre alto. Textura media. Olor y sabor ausentes. Grano recto a entrecruzado. Madera dura y pesada.

Anillos de crecimientos indistinguibles. Porosidad difusa. Poros sin ningún patrón definidos de disposición, solitarios y múltiples radiales cortos de 2 a 4 poros, de 2 (3-4) 5 poros por mm<sup>2</sup>, con diámetro tangencial de: 100 (140-200) 300 µm, y longitud de los elementos vasculares de: 150 (424) 470 µm. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas de 3 a 5 µm de diámetro. Punteaduras radiovasculares con areola distinguible similar a las intervasculares. Punteaduras ornadas presentes. Engrosamientos espiralados ausentes. Depósitos de goma en los poros (Figura 1A). Fibras no septadas, de paredes gruesas a muy gruesas (Figura 1B), con longitudes de: 1110 (1335) 1530 µm. Fibras con punteaduras indistintamente areoladas. Traqueidas vasculares ausentes. Parénquima predominantemente paratraqueal aliforme de ala ancha, confluyente (Figura 1C) y en bandas. Parénquima marginal presente. Parénquima longitudinal en serie (Figura 2A), de 5 a 8 células. Parénquima no lignificado ausente. Radios homocelulares con células típicamente procumbentes (Figura 3A), de 5 a 8 por mm lineal. Altura de los radios de 140 (247) 330 µm, uniseriados, biseriados y multiseriados de tres células de ancho. Radios de dos tamaños ausentes, radios agregados ausentes. Células envolventes ausentes.



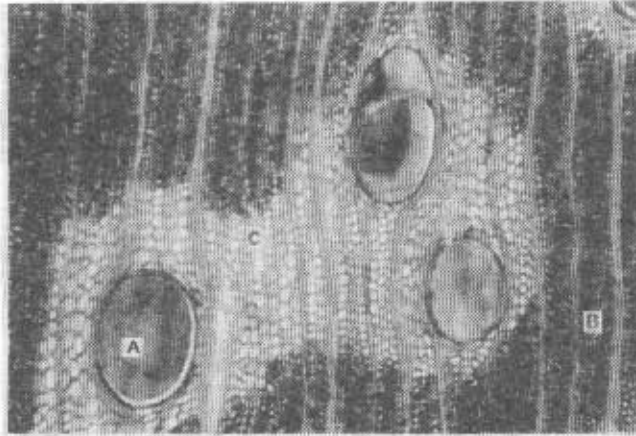


Figura 1. Sección transversal (90x). (A) Poros con goma. (B) Fibras de paredes gruesas. (C) Parénquima paratraqueal aliforme confluyente

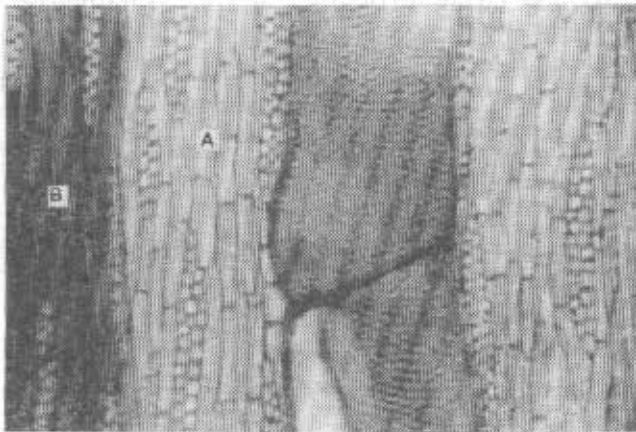


Figura 2. Sección Tangencial (180x). (A) Parénquima longitudinal en serie. (B) Series parenquimatosas cristalíferas.

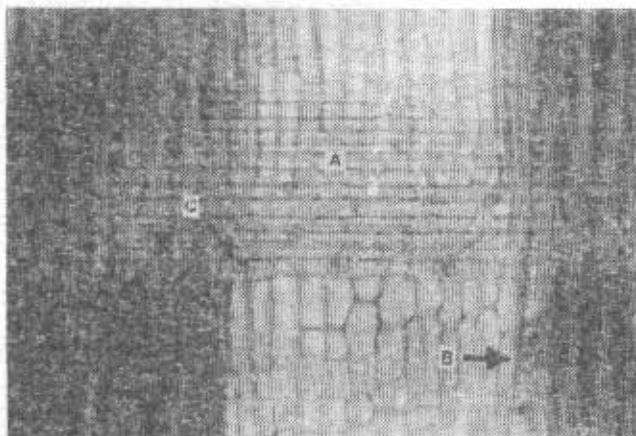


Figura 3. Sección radial (180x). (A) Radios homocelulares. (B) Series parenquimatosas cristalíferas. (C) Drusas en el parénquima radial.

Células radiales perforadas ausentes. Parénquima radial disyuntivo ausente. Estructura estratificada ausente. Cristales prismáticos presentes en el parénquima axial, un cristal por cámara. Series parenquimatosas cristalíferas (Figuras 2B y 3B). Drusas presentes en el parénquima radial predominantemente en las células marginales (Figura 3C) y también en las células del cuerpo del radio. Sílice ausente. Células oleíferas o mucilaginosas ausentes. Canales intercelulares y tubos taniníferos o laticíferos ausentes. Floema incluso ausente.

## Discusión

Las observaciones de la sección radial de las muestras de madera, empleando el microscopio electrónico evidencian la presencia de cristales de oxalato de calcio en forma de pequeñas drusas solitarias, sin cámaras o compartimentos, localizadas predominantemente en las células marginales de los radios típicamente homocelulares (Figura 4a y 4b). Un ligero agrandamiento de las células idioblásto es apreciado claramente, dando a los radios con células homocelulares la apariencia de tener células heterocelulares.

Adicionalmente, se observó que las drusas están compuestas por una agrupación de cristales individuales con forma de pirámides, dando a la estructura del cristal en general, una apariencia más o menos esférica muy similar a una estrella (Figura 4b y 5a). Las drusas también se encontraron localizadas en las células del cuerpo del radio (Figura 5b), además de estar presentes en las células de los márgenes del radio.

Las observaciones mediante el uso del microscopio óptico en las secciones radiales muestran también la presencia de las drusas solitarias en las células del margen y cuerpo de los radios, presentándose en mayor cantidad en los radios que se encuentran en contacto con el parénquima axial. Con un diámetro entre: 22.5 (17.11) 11.25  $\mu\text{m}$ .

Se registraron también en todas las muestras estudiadas, utilizando luz polarizada, una gran cantidad de cristales prismáticos en series del parénquima axial (Figura 6), confirmando lo reportado por Paula (1980), y de cristales en forma de drusas presentes en el parénquima radial (Figura 7).

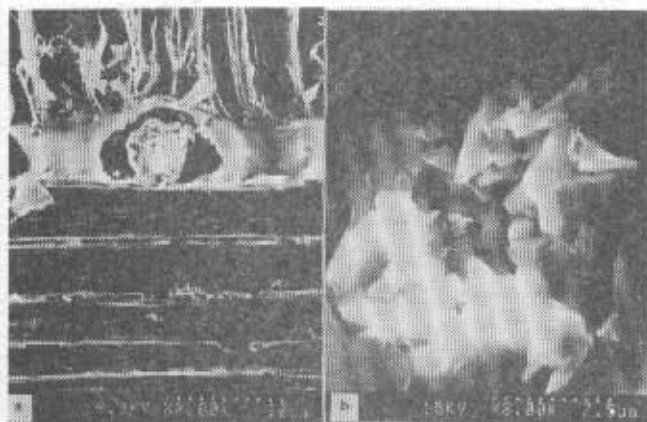


Figura 4. Secciones radiales de las muestras vistas con el microscopio electrónico. (a) se observa una drusa localizada en la cavidad de una célula procumbente de la margen de un radio. En (b) se muestra la drusa con mayor aumento formada por varios cristales.

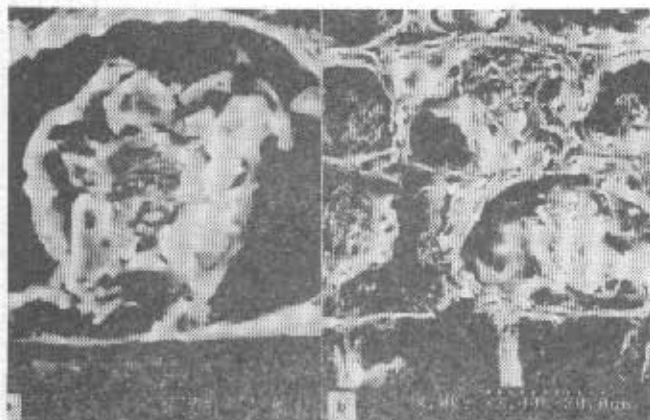


Figura 5. Secciones radiales de las muestras vistas con el microscopio electrónico. En (a) se observan los cristales individuales de la drusa con forma de pirámides en una célula del radio. (b) se muestran varias drusas en diferentes células del cuerpo del radio.

El microanálisis químico de punto de los cristales tipo drusa usando un recubrimiento de grafito de las muestras mostró para algunos cristales, un espectro de la energía dispersa de rayos X, con una alta concentración de calcio (Figura 8).

Mientras que para otras cuantificaciones, en un área reducida del cristal pero superior al área puntual, además de la concentración de calcio se registraron pequeñas concentraciones de otros elementos como: sílice, hierro, sodio, fósforo, potasio, azufre, cloro, magnesio, entre otros (Figura 9).

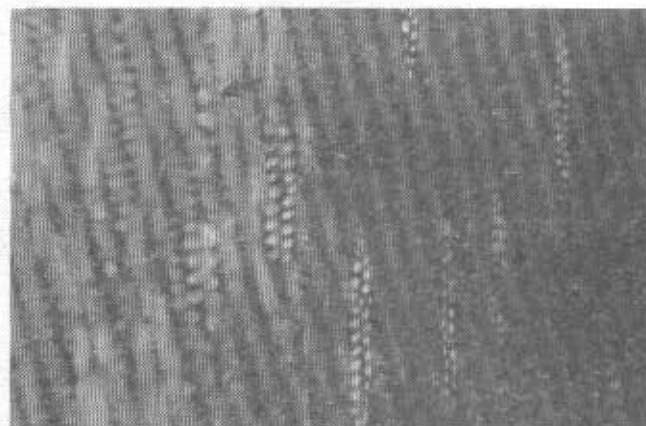


Figura 6. Sección tangencial (180x) vista con luz polarizada donde se observan claramente las series parenquimatosas cristalíferas.

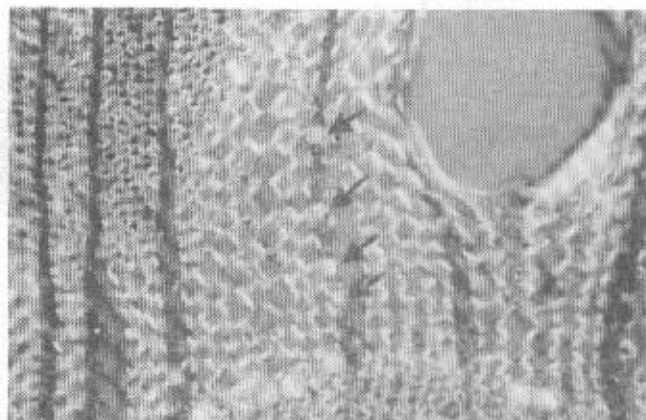


Figura 7. Sección transversal (90x) vista con luz polarizada en donde se observan cristales en forma de drusa en las células del parénquima radial.

Utilizando un recubrimiento de plata en las muestras se registró también una alta concentración de calcio, junto con un registro inferior de concentración de plata, producto del recubrimiento (Figura 10). Además se calculó las cantidades de oxígeno presente en el compuesto de oxalato de calcio.

## Conclusiones

La presencia de cristales en forma de drusa de oxalato de calcio en *Cassia grandis* se reporta por primera

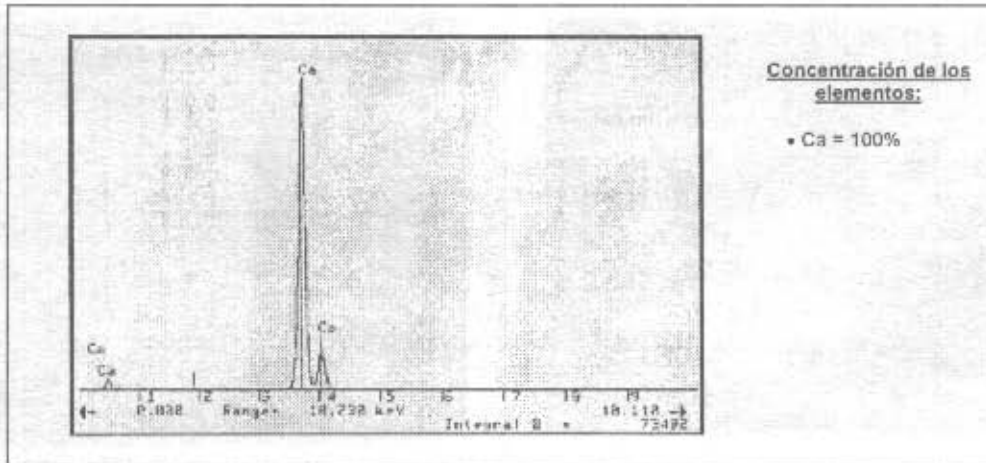


Figura 8. Espectro de energía dispersa de rayos X de punto que muestra una elevada concentración de calcio, empleando un recubrimiento de grafito, para los cristales tipo drusa.

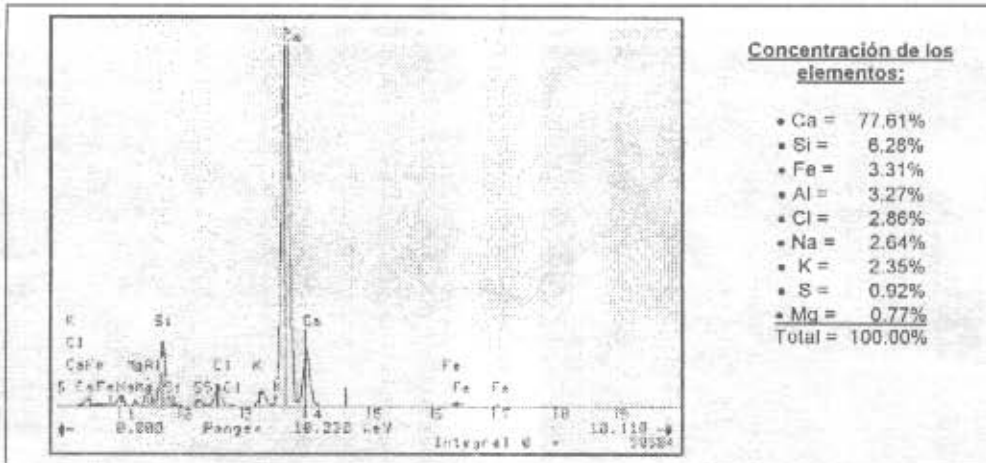


Figura 9. Espectro de energía dispersa de rayos X en donde se observa una elevada concentración de calcio empleando un recubrimiento de grafito, para los cristales tipo drusa.

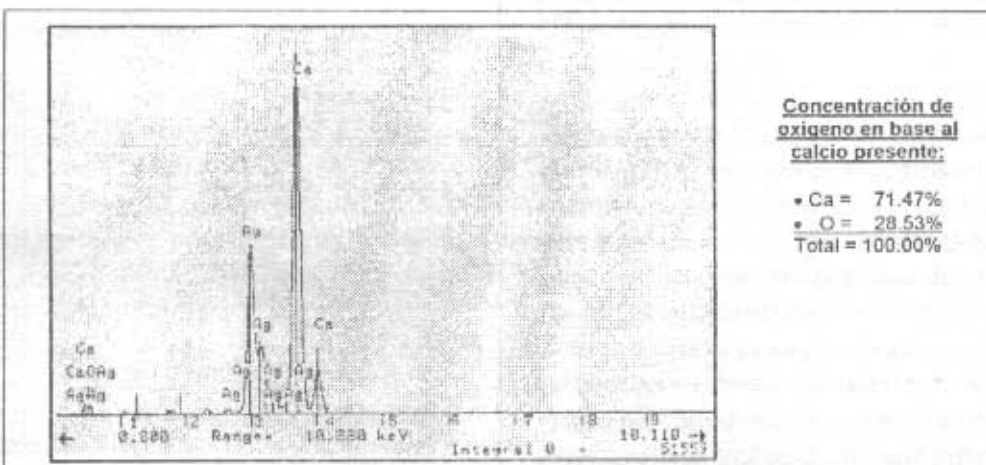


Figura 10. Espectro de energía dispersa de rayos X en donde se observa una alta concentración de calcio y plata debido al recubrimiento de la muestra, para los cristales tipo drusa.



vez en este trabajo, según el material bibliográfico consultado.

Se observaron dos tipos de cristales: drusa en las células del parénquima radial, no reportados anteriormente y prismático en las células del parénquima axial, coincidiendo con Paula (1980).

La ocurrencia de cristales tipo drusa en el duramen de *Cassia grandis* es un carácter poco común y de gran utilidad en la identificación de la especie dentro de la subfamilia de las Caesalpinioideae, donde la estructura anatómica es muy uniforme entre las especies.

Los cristales tipo drusa se encuentran localizados predominantemente en las células del margen de los radios y con menor frecuencia en las células del cuerpo de los radios, fundamentalmente en aquellos radios que están en contacto con el parénquima axial.

La concentración de calcio en los cristales tipo drusa de acuerdo al espectro de energía dispersa es elevada, representada entre un 78 a 100% de la cuantificación total de los elementos, originando un compuesto químico de oxalato de calcio en la formación de este tipo de cristal.

La estructura anatómica observada en *Cassia grandis* coincide con lo reportado por Baretta (1981) y por Paula (1979, 1980), a excepción de la presencia de cristales tipo drusa.

## Agradecimientos

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad de Los Andes por el financiamiento aportado para la realización de esta investigación.

## Referencias bibliográficas

- ARNOTT HJ, PAUTARD FGE. 1970. Calcification in Plants. In: Biological Calcification. Cellular and Molecular Aspects. Ed. Schraer H. Appleton-Century-Crofts, New York. 375-446.
- BARETTA-KUIPERS, T. 1981. Wood Anatomy of Leguminosae: its Relevance to Taxonomy. In: Advances in Legume Systematics, Ed. R.M. Polhill & P.H. Raven. 677-705.

- CHATTAWAY, M. M. 1953. The Occurrence of Heartwood Crystals in Certain Timbers. Aust. J. Bot. 1: 27-38.
- \_\_\_\_\_. 1956. Crystals in Woody Tissues. Part II. Tropical Woods 104: 100-124.
- COROTHIE, H. 1967. Estructura Anatómica de 47 Maderas de la Guayana Venezolana. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de los Andes-Ministerio de Agricultura y Cría. Mérida, Venezuela. 125p.
- ESPIÑOZA DE PERNÍA N. 1987. Cristales y Sílice en Maderas Dicotiledóneas de Latinoamérica. Revista PITTIERIA. No. 15: 13-65.
- FRANCESCHI, V.R. y H.T HORNER. 1980. Calcium Oxalate Crystals in Plants. Bot. Rev. 46: 361- 427.
- FRANKLIN, G. 1937. Permanent Preparations of Macerated Wood Fibres. Tropical Woods N° 49:21-22.
- IAWA COMMITTEE, 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. International Association of Wood Anatomists. IAWA Bull. n.s., 10 (3): 219 - 332.
- METCALFE, C.R. y L. CHALK. 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Vol. I. Clarendon Press. Oxford. 724p.
- METCALFE, C.R. 1983. Secreted Mineral Substances. Crystals. In C.R. Metcalfe y L. Chalk. Anatomy of the Dicotyledons. Sec. Ed., Vol. II. Oxford Clarendon Press, Oxford. 82-91.
- PAULA J. E. De., 1979. Estudo Comparativo da Estructura Anatómica das Madeiras de Setenta e Duas Espécies Brasileiras Pouco Conhecidas. Brasil Florestal. Ano 9. N° 40: 29-64.
- \_\_\_\_\_. 1980. Estudo Anatómico das Madeiras de *Virola sebifera* Aubl. E. *Pseudobombax tomentosum* (Mart. Et Zucc) A. Robyns Visando o Seu Aproveitamento Tecnológico. Brasil Florestal. Ano X. N° 42: 35-52.
- TAKESHI, F. y W. COTE. 1983. Observations of Cell Inclusions in Papua New Guinea Woods by Means of Sem/Edxa. IAWA Bull. 4(4): 219-236.
- ZINDLER-FRANK, E. 1987. Calcium Oxalate Crystals in Legumes. In: Advances in Legume Systematics, Part. 3. Ed. C.H. Stirton. Royal Botanic Gardens, Kew. 279-316.