

## LAS ESPECIES DE CYATHEACEAE (PTERIDOPHYTA) DE PARAGUAY

GONZALO J. MARQUEZ<sup>1</sup>

- <sup>1</sup> Cátedras de Palinología y Morfología Vegetal, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, Paseo de Bosque s/n, 1900, La Plata, Argentina.  
[cosme@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:cosme@fcnym.unlp.edu.ar)

**RESUMEN:** Se reconocen para Paraguay 2 géneros con cuatro especies: *Alsophila setosa*, *A. sternbergii*, *Cyathea atrovirens* y *C. delgadii*. Se presenta una clave para su diferenciación, así como referencias bibliográficas, distribucionales y ecológicas.

**SUMMARY:** *The Cyatheaceae species (Pteridophyta) from Paraguay.* Two genera and four species were recognized: *Alsophila setosa* Kaulf., *A. sternbergii* (Sternb.) Conant, *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin y *C. delgadii* Sternb. A key to recognize the taxa, literature, distribution and ecology references are included.

### INTRODUCCIÓN

La familia Cyatheaceae se caracteriza por presentar hábito arborescente, escamas en la base de los pecíolos y soros en la cara abaxial de la lámina. Se distribuye en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, preferentemente en las selvas montañas nubladas y lluviosas (Tryon & Tryon, 1982). La familia está compuesta por los siguientes géneros *Alsophila*, *Cyathea*, *Cnemidaria* y *Sphaeropteris* (Lellinger, 1987), que incluyen a más de 500 especies (Fernandes, 2003; Korall et al., 2006).

Las antiguas clasificaciones del grupo adoptaron géneros artificiales (Mettenius, 1856; Chirst, 1897; Diels, 1899; Christensen, 1905-06; Bower, 1926). Recién en 1961 Holttum & Sen proponen la primer clasificación moderna en base a las características de las escamas de la base de los pecíolos y de los indusios, donde reconocen los géneros *Cyathea sensu lato* (incluyendo a *Alsophila*, *Hemitelia*, *Gymnosphaera* y *Schizocaena*) y *Cnemidaria*.

Tryon (1970) presenta una clasificación e integra la información de las especies del Viejo Mundo y las de América. Este autor reconoce ocho géneros: *Metaxia* y *Lophosoria* (sin escamas en la base del pecíolo); *Sphaeropteris*, *Alsophila*, *Nephelea*, *Trichipteris*, *Cyathea* y *Cnemidaria* (escamosos).

Basándose en la clasificación de Tryon (*l. c.*), se llevaron adelante las revisiones de los géneros *Sphaeropteris* (Tryon, 1971; Windisch, 1977), *Nephelea* (Gastony, 1973), *Cnemidaria* (Stolze, 1975), *Cyathea* (Tryon, 1976), *Trichipteris sensu*

Tryon (Barrington, 1978) y *Alsophila* (Conant, 1983).

En 1977 Pichi Sermolli excluye de las Cyatheaceae a *Lophosoria* y *Metaxia*, posición que fue seguida por Tryon & Tryon (1982). En cambio Holttum (1983) mantiene su posición con respecto a la existencia de un género abarcativo: *Cyathea s. l.*

En 1987 Lellinger define cuatro géneros fácilmente reconocibles: *Cyathea* (*Cyathea sensu* Tryon, *Trichopteris* y las especies americanas de *Sphaeropteris*, salvo las pertenecientes al grupo *S. horrida*), *Alsophila* (incluyendo *Nephelea*), *Cnemidaria* y *Sphaeropteris* (incluyendo las especies del Viejo Mundo y el grupo *S. horrida* del Nuevo Mundo).

Basándose en datos moleculares Conant *et al.* (1994; 1995; 1996) y Korall *et al.* (2006) concluyen que, de los tres sistemas de clasificación modernos (Tryon & Tryon, 1982; Holttum, 1983; Lellinger, 1987), el más acorde con los resultados de sus trabajos es el de Lellinger.

Son abundantes las publicaciones sobre especies neotropicales, entre ellas la del área, tanto sobre aspectos taxonómicos (Moran, 1991; Smith *et al.*, 1999; Ponce, 1996; Fernandes, 2003; Lehnert, 2005; 2006a, 2006b) como florísticos y biogeográficos (Legrand, 1958; Sota E. R. de la, 1977; Sehnem, 1978; Smith, 1985; Tryon & Stolze, 1989; Fernandes, 1997; Daviña *et al.*, 1999; Kessler *et al.*, 2000; Biganzoli & Múlgura de Romero, 2004; Brussa & Grela, 2005; Marquez *et al.*, 2006).

Paraguay podemos citar el trabajo de Hassler (1928) quien reconoce diez especies, algunas de las cuales ya no se incluyen dentro de la familia y otras entraron en la sinonimia. Peña-Chocarro *et al.* (1999) señalan para la reserva Mbaracayú a las especies *A. cuspidata* y *C. atrovirens*. En la guía educativa de los helechos de Tapyta (FMB, 2006) se incluyen *C. atrovirens* y una especie del *Alsophila*, presumiblemente *A. setosa*.

El objetivo de este trabajo es presentar una clave para diferenciar y reconocer las especies de la familia Cyatheaceae que se encuentran en Paraguay y proporcionar una breve descripción de cada especie, delimitando su rango de distribución en el país.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó con material de herbario proveniente de las siguientes instituciones, indicadas con las siglas usadas por Holmgren *et al.* (1990): Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (BA), Instituto de Botánica del Nordeste (CTES), Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Asunción (FCQ), Museo de Ciencias Naturales de La Plata (LP), Centro de Estudios y Colecciones Biológicas para la Conservación (PY), Sociedad de Ciencias de Paraguay (SCP), Instituto de Botánica Darwinion (SI), Smithsonian Institution (US).

Para la determinación del material se usaron las revisiones de los géneros *Nephelea* (Gastony, 1973), *Cyathea* (Tryon, 1976), *Trichopteris sensu* Tryon (Barrington,

1978) y *Alsophila* (Conant, 1983). Se consultaron las claves pertenecientes a las floras de Santa Catarina (Sehnm, 1978) de Brasil y de Perú (Tryon & Stolze, 1989). Asimismo, se utilizaron descripciones (Fernandes, 1997; 2003) y citas recientes (Daviña et al., 1999; Peña-Chocarro et al., 1999; Biganzoli & Múlgura de Romero, 2004).

Para elaborar las descripciones de los taxa, se siguió la terminología propuesta por Lellinger (2002) y Tryon & Lugardon (1991).

Para determinar la distribución geográfica se usaron los datos provenientes de las etiquetas del material de herbario.

- 2 Las esporas fueron sometidas al tratamiento con  $\text{CO}_3\text{Na}_2$  al 3% en caliente durante minutos. Posteriormente el material fue lavado, filtrado y deshidratado con etanol 96%. Finalmente fue transferido a platinas de acetato y bañado con oro. Las observaciones se realizaron con microscopio electrónico de barrido JEOL JSM-6360LV, perteneciente al servicio de Microscopía Electrónica del Museo de Ciencias Naturales de La Plata, Argentina.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la República del Paraguay, se encontraron cuatro especies pertenecientes a la familia Cyatheaceae: *Alsophila setosa*, *A. sternbergii*, *Cyathea atrovirens* y *C. delgadii*. Estas se encuentran distribuidas en el sector oriental del país.

A continuación se presenta una clave para su identificación:

Clave de especies

- 1- Escamas de la base de los pecíolos con una seta apical. Superficie de las esporas con lomos.....2
- 2- Frondes con pinnas basales subaflebioides. Lámina reducida hacia el ápice, sin presentar pinna apical conforme. Indusios hemitelioides .....*Alsophila setosa*
- 2'- Frondes sin pinnas basales subaflebioides. Lámina con pinna apical conforme. Indusios globosos. ....*Alsophila sternbergii*

- 1'- Escamas de la base de los pecíolos sin seta apical. Superficie de las esporas compuesta por una red de cordones entrelazados, formando espínulas.....3
- 3- Soros con indusio globoso; esporas con exosporio verrucoso....*Cyathea delgadii*
- 3'- Soros sin indusio; esporas con exosporio psilado.....*Cyathea atrovirens*

1- *Alsophila setosa* Kaulf., Enum. Fil.: 249. 1824. Holotipo: Brasil, Chamisso s/n (LZ presumiblemente destruido; Isotipo: B)  
*Nephelea setosa* (Kaulf.) Tryon, Contr. Gray Herb. 200: 40. 1970.  
*Hemitelia setosa* (Kaulf.) Mett. Fil. Lechl. 2: 30. 1859.

Iconografía: Gastony, G. J. 1973: 117, Figs. 58-61 (bajo *Nephelea setosa*).

Descripción: Rizoma de 3-12 m long. y 5-19 cm lat., con las bases foliares persistentes. Frondes de 1-4 m long. Pecíolos con espinas oscuras; la parte basal con escamas castaño-oscuras, con una seta apical oscura y con setas adicionales menores en el margen; presenta pinnas basales subaflebioides. Láminas 2-pinnado-pinnatífidas, abruptamente reducidas, sin formar una pinna apical conforme. Pinnas alternas, ovado-lanceoladas. Pinnulas sésiles a cortamente pecioluladas. Segmentos de margen crenado. Soros próximos a las costas, sobre venas furcadas, parafisos más o menos cortos, indusio hemitelioide. Esporas triletes, exosporio liso y perisporio con lomos cortos, unidos entre sí (Fig. 1).

Material estudiado: **PARAGUAY:** Dpto. Alto Paraná, Reserva Biológica Itabó, 24/5/1989, *Windisch 5458-B* (FCQ). Dpto. Caaguazu, Pastoreo, Col. Sommerfeld, 28/01/1951, *Saprrre & Vervoorst 2269* (LP). Dpto. Caazapa, Tavaí, 29/10/1988, *Zardini 7735* (FCQ, MO); *idem*, 29/10/88, *Zardini 7742* (FCQ, MO). Dpto. Cordillera, Valenzuela, Mboyacá Guazú Tý, 26/12/1950, *Sparre & Vervoorst 1293* (LIL, LP); Dpto. Paraguari, La Colmena, 27/4/2000, *Mereles & Parini 7773* (FCQ); Dpto. San Pedro, Bosques, 3/11/1896, *Alboff*(SI 22871 "a").

Distribución: Argentina (Misiones), Sur de Brasil y Este de Paraguay.

Ecología: se encuentra entre los 20-1800 m. s. m. Esta especie es típica del interior de selvas primarias maduras, bajo sombra y en condiciones de alta humedad. También se encuentra en plantaciones artificiales.

2- *Alsophila sternbergii* (Sternb.) Conant. J. Arnold Arbor. 64(3): 371. 1983. Tipo: habitat in Brasiliae Capitania Goyaz ad Limoero non procul St. Izidro, *Pohl n.* (PRC o tal vez W; isotipos, BM, BR, PRC)

*Cyathea Sternbergii* Sternb. Fl. Vorwelt 1: 47. t. c. 1820. (Essai Monde Prim. 4: 52. t. c. 1826).

*Nephelea sternbergii* (Sternb.) Tryon, Contr. Gray Herb. 200: 40. 1970.

*Nephelea sternbergii* var. *acanthomelas* (Fée) Gastony, Contr. Gray Herb. 203: 135. 1973.

Iconografía: Gastony, G. J. 1973: 134, Figs. 81-84 (bajo *Nephelea sternbergii* var. *Sternbergii*).

Descripción: Rizoma de hasta 15 m long. y 10-12 cm lat., con cicatrices foliares planas. Frondes de 1-4 m long. Pecíolos castaños, con espinas curvas; las escamas de la base lineares, con una seta subapical oscura y, raramente, con setas laterales menores. Láminas 2-pinnado-pinnatífidas, con pinna apical conforme. Pinnas alternas, oblongo-lanceoladas. Pinnulas sésiles a cortamente pecioluladas. Segmentos de margen entero a crenulado o aserrado. Venas furcadas o simples con tricomas estrellados con brazos irregulares. Soros próximos a la costa con indusios globosos, urceolados a sphaeropteroides, portando pelos estrellados similares a

los de las venas. Esporas triletes, exosporio liso y perisporio con lomos crestados cortos, distribuidos al azar (Fig. 2).

Material estudiado: **Paraguay.** *Dpto. Canindeyu*, R. N. Mbaracayú, 03/08/1996, *Marín & Jimenez 332* (CTES, PY); ídem, 10/5/1996, *Marín & Jiménez GM 217* (CTES, MO, PY). *Dpto. Paraguari*, Cerro León, 7/1881, *Balansa 2861* (SI). Sin localidad, Yerbales, Ao. Vista Alegre, 7/1921, *Rojas 3862* (SI).

Distribución: centro y sur de Brasil y este de Paraguay.

Ecología: se desarrolla en el interior de selvas primarias o secundarias, en lugares húmedos y más o menos sombreados.

### 3- *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin, Pteridophyta 262. 1929.

Tipo: Brasil, Ilha de Santa Catarina, Langsdorff (LE; Isotipo: BM)

*Polypodium atrovirens* Langsd. & Fisch., Icon. Filic. 12, t 14. 1810.

*Alsophila atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Presl, Tent. Perid. 61. 1836.

*Trichipteris atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Tryon, Contrib. Gray Herb. 200:45. 1970.

*Cyathea radens* (Kaulf.) Domin, Pteridophyta 263. 1929.

Iconografía: Barrington, D. S. 1978: 61, Figs. 84-85 (bajo *Trichipteris atrovirens*).

Descripción: Rizoma de hasta 6 m long. y 10-25 cm lat., con bases de los pecíolos persistentes y raíces adventicias envolviéndolo. Frondes de más de 3 m long. Pecíolos castaño-oscuros, con espinas; escamas de la base de los pecíolos castaño-claras y margen lacerado a entero. Láminas 2-pinnado-pinnatífidas; raquis con espinas menores o tubérculos. Pinnas alternas, cortamente pecioluladas. Pínnulas sésiles a cortamente pecioluladas, borde serrado a crenulado. Venas fértiles y estériles generalmente simples, de 3-7 a cada lado de la cóstula. Soros medios, sin indusio, parafisos iguales o más largos que los esporangios. Esporas triletes, exosporio psilado y perisporio compuesto por una fina red de cordones entrelazados, formando espínulas (Fig. 3).

Material estudiado: **PARAGUAY:** *Dpto. Alto Paraná*, Reserva Lima-y Itaipú Binacional, 30/11/89, *Mereles & Geisser 3646* (FCQ). *Dpto. Amambay*, Pedro Juan Caballero, 08/02/1950, *Schwarz 11792* (LIL, LP); ídem, P. N. Cerro Corá, 7/1/1988, *Zardini et al. 4134* (FCQ). *Dpto. Caazapa*, distrito Yute, 10/9/1987, *Zardini 3007* (FCQ) *et al.* *Dpto. Caaguazu*, Est. Itá Carú, 24/12/1972, *Schinini 5891* (BA); *Dpto. Canindeyu*, Jejui-mi, 30/3/1996, *Jimenez y Marín 125 BJ* (PY). *Dpto. Cordillera:* Tobatí, 1928, *Herter 84451* (SI); ídem, Serranía Tobatí, 22/9/1988, *Zardini 7404* (FCQ); ídem, Cerro Tobatí, 2/10/87, *Zardini & Degen 3470* (FCQ). *Dpto. Guaira:* Villa Rica, *Jørgensen 4059* (SI b); ídem, Cordillera de Ybytyruzú, 12/11/1988, *Zardini 8019* (FCQ). *Dpto. Itapua*, Ea. Parabel, 15/4/89, *Keel & Somienson 1903* (FCQ). *Dpto. San Pedro:* Col. Guayaibí, 26/II/1968, *Krapovickas 14282* (SI) *et al.*; ídem, Capi'ivary, Centro Forestal Capi'ivary, 1/12/2002, *Gonzalez Parini 1530* (FCQ); ídem, Cerro 8 de diciembre, borde de Ao. Mboi, 1/10/1987, *Zardini & Benitez 3238* (PY). Sin localidad, Pto. Aurora, 21/11/1916, *Bertoni 5737* (SCP)

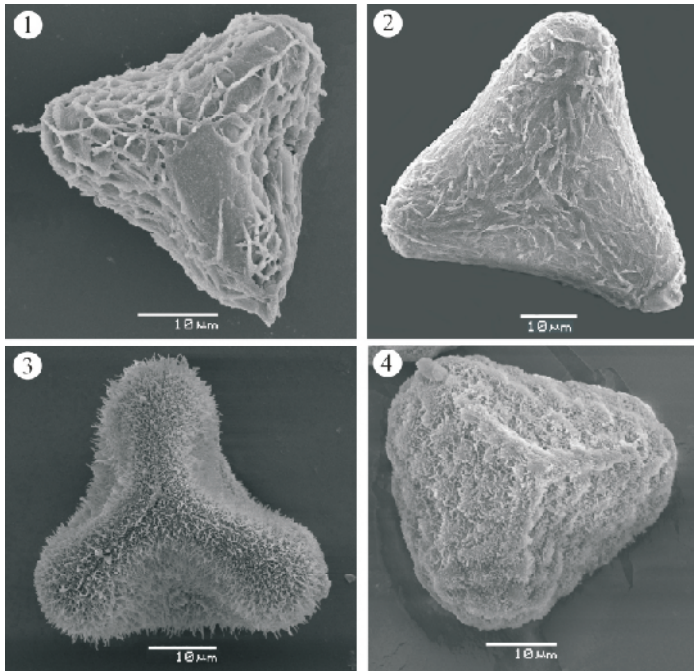
Distribución: Nordeste de Argentina, Sur de Brasil, Este de Paraguay y Norte de

Uruguay.

Ecología: es encontrada desde el nivel del mar hasta los 1500 m. s. m. Crece en bordes de caminos, barrancas, en sembrados abandonados, pantanos y selvas secundarias.

Observaciones: especie con características heliomórficas (lámina coriácea, brillante, reducida), que se comporta como xeromórfica en situaciones de estrés hídrico.

4- *Cyathea delgadii* Sternb. Flor. Der Volwelt 1:47, t. B. 1820. (*Alsophila* Flor. Monde Prim. 4:51, t. B. 1826). Tipo: Rancho do Geneale Delgado in via ad Caldas



**Fig. 1-4.** 1) Esporas triletes, exosporio liso y perisporio con lomos cortos, unidos entre sí. 2) Esporas triletes, exosporio liso y perisporio con lomos crestados cortos, distribuidos al azar. 3) Esporas triletes, exosporio psilado y perisporio compuesto por una fina red de cordones entrelazados, formando espínulas. 4) Esporas triletes, exosporio verrucoso, perisporio compuesto por una fina red de varillas entrelazadas.

Novas, Goiás, Brasil, *Pohl* (PRC; fragmento ex PRC, GH; fragmento ex L, US probablemente de la misma colección).

*Cyathea schanschin* Mart. Mart. Icon. Pl. Crypt. Bras. 77, t. 54. 1834.

*Cyathea feei* Fée, Crypt. Vasc. Brasil 1:179, t. 66, f. 2. 1869.

Iconografía: Tryon, R. 1976: 73, Figs. 121-123.

Descripción: Rizoma de 0,50-7 m long. y 5-15 cm lat., cicatrices foliares planas, raramente con bases foliares persistentes. Frondes 1-3,5 m long. Pecíolos castaño-oscuros, con tubérculos o pequeñas espinas; escamas de la base del pecíolo castaño claras a ferrugíneas, generalmente deciduas, células del margen semejando un borde entero. Láminas 2-pinnado-pinnatífidas; raquis con espinas menores a las del pecíolo. Pinnas alternas, lanceoladas. Pinnulas sésiles o cortamente pecioluladas. Nervaduras generalmente bifurcadas, de 7-12 a cada lado de la cóstula. Soros medianos, indusios globosos, persistentes, que se rompen a la madurez; parafisos más cortos que los esporangios. Esporas triletes, exosporio verrucoso, perisporio compuesto por una fina red de varillas entrelazadas (Fig. 4).

Material estudiado: **PARAGUAY:** *Dpto. Cordillera*, Valenzuela, Mboyacá Guazú T'y, 26/12/1950, *Schwarz 11334* (LP); *idem*, Serranía de Tobatí, 23/10/1988, *Zardini 7658* (FCQ); *idem*, Cerro Ybitú Silla, 1 km al sur de Tobatí, 28/5/1988, *Zardini 4411* (FCQ). *Dpto. Itapua*, Isla Yacyretá, costa sur, bosque de arary, 4/4/1994, *Pin 598* (PY) *et al.* *Dpto. Paraguari*, Carepegua, 5/1919, *Rojas 3010* (SI). *Dpto. San Pedro*, Yerbales, Laguna Blanca, 5/1921, *Rojas 3766* (SI); Sin localidad, Hassler 10442 (US 2136160).

Distribución: Argentina (Corrientes), Brasil y Este de Paraguay.

Ecología: crece entre los 50-1500 m. s. m., en el borde de selvas primarias, secundarias o en galería. Necesita espacios abiertos para desarrollarse.

#### ESPECIES EXCLUIDAS:

***Alsophila cuspidata* (Kunze) D. S. Conant**, *J. Arnold Arbor.* 64: 371. 1983.

Esta especie es citada por Gastony (1973) para el Departamento de Cordillera (Paraguay). Revisando colecciones recientes se comprobó que los ejemplares depositados en el herbario FCQ como *A. cuspidata* estaban erróneamente determinados. Estos dos ejemplares son *A. setosa*, especie frecuente en Paraguay. Si bien ambos ejemplares son estériles, se pudo llegar a la determinación en el ejemplar *Zardini 7735*, ya que presenta en la base de los pecíolos, rastros de la inserción de las pseudoaflebias. Y en el ejemplar *Zardini 7742* se pueden observar pseudoaflebias herborizadas.

Los ejemplares depositados en el herbario PY (*Marín & Jiménez 332*, *Marín & Jiménez 217*) asignados a *A. cuspidata* son de difícil determinación. Se pudo comprobar la presencia de tricomas estrellados de brazos irregulares sobre las venas y los indusios y la presencia de una sola seta apical en las escamas de la base de los pecíolos. Estos caracteres son diagnósticos de *A. sternbergii* (Tryon & Tryon, 1982), por lo que los ejemplares fueron asignados a esta especie.

***Cyathea microdonta* (Desv.) Domin**, *Pteridophyta* 263. 1929.

Si bien no se dispone del ejemplar *Pietrobon-Silva et al.* 2102 (HB), única referencia de esta especie citada por Fernandes (1997) para Paraguay, se ha revisado gran cantidad de material de la zona y no se ha encontrado esta especie. Al no poder certificar fehacientemente la presencia de la misma en el país, se ha

tomado la decisión de considerar a esta especie de dudosa presencia en Paraguay.

### AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dra. Marta Morbelli, por el apoyo recibido en todo momento; a la Lic. Cecilia Macluf y la Dra. Gabriela Giudice, por la lectura crítica del manuscrito; a la QF. Rosa Degen, Directora del Herbario FCQ; al Lic. Rafael Urrejola del servicio de Microscopía Electrónica de Barrido de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata; y los herbarios que enviaron el material para el estudio, particularmente FCQ, PY y SCP. Este trabajo fue llevado adelante gracias la subvención de la ANPCyT a través del PICT 12758 y el proyecto de incentivos de la Universidad Nacional de la Plata N° 451.

### BIBLIOGRAFÍA

- Barrington, D. S. 1978. A revision of the genus *Trichipteris*. *Contr. Gray Herb.* 208: 3-93.
- Biganzoli F. & M. E. Múlgura de Romero. 2004. Inventario florístico del Parque Provincial Teyú Cuaré y alrededores (Misiones, Argentina). *Darwiniana* 42(1-4): 1-24.
- Bower, F. O. 1926. The Ferns (Filicales): treated comparatively with a view to their natural classification. The Eusporagiatae and other relatively primitive ferns. V. 2. University Press, Cambridge.
- Brussa, C. A. y I. Grela. 2005. Revisión taxonómica de Pteridophyta en Uruguay. *Bol. Soc. Argent. Bot. (Supl.)* 40: 193. XXX Jornadas Argentinas de Botánica.
- Christ, H. 1897. Die Farnkräuter der Erde. Verlag, Jena.
- Christensen C. 1905-06. *Index Filicum*. S. Ed., Hafniae.
- Conant, D. S. 1983. A revision of the genus *Alsophila* (Cyatheaceae) in the Americas. *J. Arnold Arbor.* 64: 333-382.
- Conant, D. S., L. A. Raubeson, D. K. Attwood, S. Perera, E. A. Zimmer, J. A. Sweere & D. B. Stein. 1996. Phylogenetic and evolutionary implications of combined analysis of DNA and morphology in the Cyatheaceae. *Proceeding of the Holtum Memorial Pteridophyte Symposium*. Royal Botanic Gardens, Kew. p. 231-247.
- Conant, D. S., L. A. Raubeson, D. K. Attwood & D. B. Stein. 1995. The relationships of Papuan Cyatheaceae to New World Tree Ferns. *Amer. Fern Jour.* 85:328-340.
- Conant, D. S., D. B. Stein, A. E. C. Valinski, P. Sudarsanam & M. E. Ahearn. 1994. Phylogenetic Implications of chloroplast DNA variation in the Cyatheaceae. *I. Syst. Bot.* 19 (1): 60-72.
- Daviña, J. R., M. E. Rodríguez, A. I. Honfi, G. Seijo, I. Insaurralde & R. Guillen, 1999. Floristic studies of the Moconá Park, Misiones, Argentina. *Candollea* 54: 231-249.
- Diels, L. 1899. Cyatheaceae. *En: Engler & Prantl (Eds.). Natürl. Pflanzenfam.*



1(4): 113-139.

Fernades, I. 1997. Taxonomia e Fitogeografia de Cyatheaceae e Dicksoniaceae nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Ined.

Fernandes, I. 2003. Taxonomia dos representantes de Cyatheaceae do nordeste oriental do Brasil. *Pesquisas Botânica* 53:7-53.

FMB. 2006. Helechos de Tapyta: una guía educative por jóvenes campesinos de Paraguay. Asunción, Paraguay: Fundación Moisés Bertoni para la Conservación de la Naturaleza. 144 pp.

Gastony, G. J. 1973. A revision of the fern genus *Nephelea*. *Contr. Gray Herb.* 203: 81-148.

Hassler, E. 1928. Pteridophytgrum Paraguariensium et Regionum Argentinarum adjacentium conspectus criticus. *Trab. Inst. Bot. Farmacol.* 45: 1-102.

Holtum, R. E., & U. Sen. 1961. Morphology and classification of the tree fern. *Phytomorphology* 11: 406-420.

Holmgren, P. K., N. H. Holmgren & L.C. Barnett. 1990. Index Herbariorum. Part. I: The Herbaria of the World. New York Botanical Garden, New York.

Kessler, M., T. Krömer & I. Jimenez. 2000. Inventario de grupos selectos de plantas en el Valle de Masicuri (Santa Cruz, Bolivia). *Rev. Bol. Ecol.* 8: 3-15.

Korall, P, Pryer, K. M., Metzgar J. S., Schneider H. & D. S. Conant. 2006. Tree ferns: Monophyletic groups and their relationships as revealed by four protein-coding plastid loci. *Mol. Phylogenet. Evol.* 39: 830-845.

Legrand, C. M. D. H. & Lombardo, A. 1958. Flora del Uruguay. I. Pteridophyta, pp 1-67, Museo Nacional Historia Natural, Montevideo, República Oriental del Uruguay.

Lehnert, M. 2005. Reconsideration of *Alsophila odonelliana* (Cyatheaceae), an Andean tree fern. *Brittonia* 57 (3): 228-136.

Lehnert, M. 2006a. Two new tree ferns (Cyatheaceae) from southern Ecuador. *Brittonia* 58: 4-9.

Lehnert, M. 2006b. The Cyatheaceae and Dicksoniaceae (Pteridophyta) of Bolivia. *Brittonia* 58 (3): 229-244.

Lellinger, D. B. 1987. The disposition of *Trichopteris* (Cyatheaceae). *Amer. Fern Jour.* 77 (3): 90-94.

Lellinger, D. B. 2002. A modern multilingual glossary for taxonomic pteridology. *Pteridologia* 3: 1-263.

Marquez, G. J., G. E. Giudice y M. A. Morbelli. 2006b. Novedades en la distribución de las Cyatheaceae (Pteridophyta) en Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 41(3-4): 313-315.

Mettenius, G. 1856. Filices horti botanici Lipsiensis. Leipzig.

Moran, R. C. 1991. Eight new species of tree ferns (*Cyathea*, Cyatheaceae) from the American tropics and three new combinations. *Novon* 1: 88-104.

Pichi Sermolli, R. E. G. 1977. Tentamen Pteridophytorum genera in taxonomicum ordinem redigendi. *Webbia* 31 (2): 313-512.

- Ponce, M., 1996. Pteridophyta. En Zuloaga F. O. & Morrone, O. (Eds.) Catálogo de las plantas vasculares de Argentina I. *Monographs Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 60:1-79.
- Sehnem, A., 1978. Ciateáceas. En R. Reitz, Fl. Il. Catarinense, part I (fasc. CIAT): 1-115.
- Smith, A. R. 1985. Cyatheaceae-Dicksoniaceae. In.: J. A. Steyermark, P. E. Barry & B. K. Holst, Flora of the Venezuelan Guayana, Vol. 2. Missouri Botanical Garden, St. Luis.
- Smith, A. R., M. Kessler & J. Gonzalez. 1999. New records of Pteridophytes from Bolivia. *Amer. Fern Jour.* 89(4): 244-266.
- Sota, E. R. de la. 1977. Pteridophyta. En Cabrera A. L. (Ed.) Flora de la Provincia de Jujuy, República Argentina. *Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. Agrop.* 13 (2): i-xiv + 1-275.
- Stolze, R. G. 1975. A taxonomic revision of the genus *Cnemidaria* (Cyatheaceae). *Fieldiana Bot.* 37: 1-98.
- Tryon, R. M. 1970. The classification of the Cyatheaceae. *Contr. Gray Herb.* 200: 3-53
- Tryon, R. M. 1971. The American tree-ferns allied to *Sphaeropteris horrida*. *Rhodora* 73:1-10.
- Tryon, R. M. 1976. A revision of the genus *Cyathea*. *Contr. Gray Herb.* 206: 19-98.
- Tryon, R. M. & R. G. Stolze. 1989. Pteridophyta of Peru. I. *Fieldiana, Botany*, n. s. 20: 111-138.
- Tryon, R. M. & A. F. Tryon. 1982. Ferns and allied plants with special reference to tropical America. *Springer-Verlag*, New York.
- Tryon, R. M. & B. Lugardon. 1991. Spores of the Pteridophyta. Surface, wall structure and diversity based on electron microscope studies. *Springer-Verlag*, New York.
- Windisch, P. G. 1977. Synopsis of the genus *Sphaeropteris* with a revision of the Neotropical exindusiate species. *Bot. Jahrb. Syst.* 92. 176-198.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS DE *Lippia alba* (Miller) N.E. Brown (VERBENACEAE)

NELSON ALVARENGA<sup>1</sup>; NANCY CANELA DE ALVARENGA; HUGO TORIO

<sup>1</sup>Departamento de Fitoquímica, Dirección de Investigación, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, P.O.BOX 1055, San Lorenzo, Paraguay.  
E-mail: [nelson@qui.una.py](mailto:nelson@qui.una.py)

**RESUMEN:** Se analizó por cromatografía gaseosa-espectroscopia de masas la composición del aceite esencial de las hojas de *Lippia alba* (Miller) N. E. Brown (Verbenaceae) que se encuentra en el Jardín de Aclimatación de Plantas Nativas y Medicinales de la Facultad de Ciencias Químicas - UNA. Se hallaron como componentes mayoritarios linalol, cariofileno, germacreno D, alcanfor y -elemeno. El aceite esencial demostró poseer actividad antifúngica frente a *Candida albicans* y *Saccharomyces cerevisiae*, utilizando el método de dilución en agar modificado.

**SUMMARY:** Chemical composition of essential oil from *Lippia alba* (Miller) N. E. Brown (Verbenaceae) leaves, cultivated in the Native and Medicinal Plants Garden of the Facultad de Ciencias Químicas - UNA, was determined. The analysis was performed by Gas chromatography-Mass spectroscopy (GC-MS). The main components were linalol, caryophyllene, germacrene D, camphor and -elemene. The oil showed antifungal activity against *Candida albicans* and *Saccharomyces cerevisiae* using a modified agar dilution method.

### INTRODUCCIÓN

*Lippia alba* (Miller) N.E. Brown ex Britton & Wills. (Verbenaceae) es un subarbusto muy aromático, que se encuentra ampliamente distribuido en América Central y del Sur. Una característica de la planta es presentar cambios en la composición química de sus aceites esenciales dependiendo de su estado de desarrollo, ubicación geográfica, características del suelo y el clima (DURÁN, 2007). Varios estudios han dado cuenta de esta variabilidad. Así, en especies de Guatemala, se encontraron como componentes mayoritarios el limoneno y la piperitona (44 y 31% respectivamente) (SENATORE y RIGANO, 2001); en muestras de la India (BAHL *et. al.*, 2000, 2002), Uruguay (LORENZO *et. al.*, 2001) y Brasil (SIANI *et. al.*, 2002), el compuesto mayoritario fue el linalol (55-65%). En muestras de Colombia, la esencia fue rica en dos compuestos: limoneno y carvona (33 y 51%) (STASHENKO *et. al.*, 2004).

De acuerdo con estos datos y además, teniendo presente que los aceites esenciales presentan interesantes actividades antimicrobianas, se procedió a la determinación de los componentes principales de la esencia de *L. alba* cultivada en el Jardín de Aclimatación de la FCQ y a la evaluación de su actividad antifúngica frente a *Candida albicans* y *Saccharomyces cerevisiae*. Se eligieron estas especies debido a

que existen pocos agentes antifúngicos disponibles en el comercio actualmente. Además, *C. albicans* es un organismo oportunista, que produce infecciones severas en individuos inmunocomprometidos, por lo que resulta importante la búsqueda de sustancias que puedan presentar actividad frente al mismo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal utilizado fueron hojas y ramas tiernas recolectadas durante los meses de agosto a septiembre de 2007. El pH del suelo fue de 5,42 y el porcentaje de materia orgánica de 0,95% (determinado utilizando el kit pH NPK Soil Test, West Meters Ltd., UK). Una muestra fue depositada en el Herbario de la Facultad de Ciencias Químicas (Céspedes 197). Las hojas frescas fueron secadas al aire durante 48 a 72 h. El aceite esencial fue obtenido por destilación por arrastre con vapor de agua (hidrodestilación) en un aparato Clevenger. Cada destilación se llevó a cabo con 100 gramos de material vegetal, durante 3 h.

El aceite fue conservado en viales de cintilación, secado con sulfato de sodio anhidro y analizado por cromatografía gaseosa con detección e identificación por espectrometría de masas.

Para la determinación de los componentes del aceite esencial, se utilizó un cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas Shimadzu QP-5050A, con una columna capilar de tipo DB-5 de 30 m de longitud y film 0,25  $\mu\text{m}$ , inyectando 1  $\mu\text{l}$  de aceite y la siguiente programación de temperatura: 45°C durante 3 minutos, luego se aumentó a 4 °C por minuto hasta alcanzar la temperatura final de 240°C, en la que permanece 3,25 minutos. La temperatura del inyector fue de 150°C y la de la interfase de 250°C. Se utilizó inyección split con una relación 300:1. Como gas carrier se utilizó Helio, con un flujo de 1,2 mL/min. y una velocidad lineal de 40 cm / seg. La identificación de los picos se hizo utilizando las librerías NIST21 y NIST107.

La actividad antimicrobiana se determinó utilizando el método de dilución en agar aprobado por el CLSI (Clinical and Laboratory Standard Institute, anteriormente, NCCLS) utilizando la siguiente modificación: luego de autoclararlo, se incorporaron a un tubo, conteniendo 10 mL del medio de cultivo (Agar Saboureaud), 50  $\mu\text{l}$  de Tween 20 de modo a obtener una concentración final de 0,5% (v/v). El propósito de esto es aumentar la solubilidad de la esencia en el medio de cultivo (HAMMER *et. al.*, 1999). Luego se incorporó el aceite esencial (50, 25 y 12,5 $\mu\text{l}$ ) y luego 2 $\mu\text{l}$  de una suspensión de los microorganismos en estudio, conteniendo aproximadamente  $10^4$  UFC de cada uno. La concentración de aceite esencial en cada tubo fue de 0,5; 0,25 y 0,125% (v/v) respectivamente. Esto se depositó en placas de Petri de 5,5 cm de diámetro y se incubaron a 37°C por 48 h. El agar con el agregado de Tween 20 pero sin esencia fue utilizado como control positivo.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La bibliografía hallada de diferentes autores, sobre la composición de aceites esenciales de *L. alba* da cuenta de resultados muy diversos según la procedencia del material vegetal, como se comentó con anterioridad.

En la tabla 1 se muestran los principales componentes del aceite esencial de la planta, con sus porcentajes relativos.

**Tabla 1.** Componentes principales presentes en el aceite esencial de *Lippia alba*.

N <sup>o</sup>	Compuesto	TR (min.)	%
1.	Linalol	16,495	52,83
2.	Cariofileno	28,198	6,33
3.	Alcanfor	17,933	5,53
4.	Germacreno D	30,262	4,18
5.	β-Elemeno	27,154	3,99

Destaca el elevado contenido en linalol (52,83%). En este sentido, el resultado coincide con los hallados en la India, Uruguay y Brasil, siendo por otra parte diferente a las variedades encontradas en Colombia, donde los compuestos principales fueron limoneno y carvona, y en Guatemala, donde los principales compuestos fueron el limoneno y la piperitona.

En lo referente a la actividad antimicrobiana, el aceite esencial inhibió el crecimiento de *C. albicans* y *S. cerevisae* a las concentraciones ensayadas, como se observa en la tabla 2. El hecho de que la esencia presente un contenido alto de linalol, alcanfor y germacreno D apoya la actividad observada, ya que estos compuestos han demostrado poseer actividad frente a microorganismos en

**Tabla 2.** Actividad antifúngica del aceite esencial de *Lippia alba*.

Microorganismo	Concentraciones ensayadas (% v/v)		
	0,5	0,25	0,125
<i>C. albicans</i>	(+)	(+)	(+)
<i>S. cerevisae</i>	(+)	(+)	(+)
Control	(-)	(-)	(-)

estudios previos (TEIXEIRA, 2006).

(+) = sin crecimiento a las 48 h.      (-) = crecimiento

#### AGRADECIMIENTOS

A las profesoras Rosa Degen y Claudia Céspedes del Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Químicas de la UNA por la provisión y caracterización del material vegetal. A la Quím. Analítica Patricia Quiñones de la Cátedra de Edafología de la FCQ, por la determinación del pH y contenido de materia orgánica del suelo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Bahl, J.R., Garg, S.N., Singh, S.C., Bansal, R.P., Naqvi, A.A., Kumar, S. 2000. Composition of linalool-rich essential oil from *Lippia alba* grown in Indians plains, *Flav. Fragr. J.* 15: 199-200.
- Duran, D.C., Monsalve, L.A., Martínez, J.R., Stashenko, E.E. 2007. Estudio comparativo de la composición química de aceites esenciales de *Lippia alba* provenientes de diferentes regiones de Colombia y el efecto del tiempo de destilación sobre la composición del aceite, *Scientia et Técnica Año XIII*, 33: 435-438.
- Hammer, K.A., Carson, C.F., Riley, T.V. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts, *J. Appl. Microbiol.* 86: 985-990.
- Lorenzo, D., Paz, D., Davies, P., Vila, R., Cañigueral, S., Dellacassa, E. 2001. Composition of a new essential oil type of *Lippia alba* (Mill) N.E. Brown from Uruguay, *Flav. Fragr. J.* 16: 356-359.
- Senatore, F., Rigano, D. 2001. Essential oil of two *Lippia* spp. (Verbenaceae) growing wild in Guatemala, *Flav. Fragr. J.* 16: 169-171.
- Siani, A., Tappin, M., Ramos, M., Mazzei, J., RamoS, M.C., De Aquino, F., Frighetto, N. 2002. Linalool from *Lippia alba*: Study of the reproducibility of the essential oil profile and the eantiomeric purity, *J. Agric. Food Chem.* 50: 3518-3521.
- Stashenko, E., Jaramillo, B., Martínez, J. 2004. Comparison of different extraction methods for the analysis of volatile secondary metabolites of *Lippia alba* (Mill) N.E. Brown, grown in Colombia and evaluation of its *in vitro* antioxidant activity, *J. Chromatogr. A.* 1025: 93-103.
- Teixeira, M.C. 2006. Atividade antimicrobiana de plantas medicinais e aromática utilizadas no Brasil, *Multiciencia: construindo a historia dos produtos naturais.* 7:1-16