



Facultad de Ciencias Naturales y Exactas  
Universidad del Valle



## DIVERSIDAD DE LÍQUENES CORTÍCOLAS EN EL BOSQUE SUBANDINO DE LA FINCA ZÍNGARA (CALI, VALLE DEL CAUCA)

**Edier Soto Medina**  
Universidad del Valle

**Ana Cristina Bolaños R.**  
Universidad del Valle

Recibido: junio 23, 2010 Aceptado: diciembre 6, 2010

Pág. 35-44

### Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo contribuir al conocimiento de la diversidad de los líquenes del Valle del Cauca mediante un registro preliminar de estos organismos en el Bosque Subandino de la Finca Zíngara. Para esto, se seleccionaron cinco individuos de cinco especies de árboles (forófitos) y se identificaron las especies de líquenes presentes en un cuadrante de 0,50 x 0,20 m<sup>2</sup> ubicado en el tronco de cada árbol a 1,3 m de altura. Se encontraron 69 morfoespecies de líquenes, de los cuales 37 fueron determinados hasta especie, 18 hasta género y 14 no fueron determinados debido a que estaban estériles o no presentaban esporas. La mayoría de las especies de líquenes (59 especies) fueron crustáceos, 6 fueron foliosos, 1 escumuloso, 1 dimórfico, 1 gelatinoso y 1 filamentosos. Se hallaron 27 géneros agrupados en 16 familias. Los géneros con el mayor número de especies fueron *Herpothallon* (12 especies), *Pyrenula* (4), *Graphis* (4), *Arthonia*, *Coenogonium* y *Phaeographis* (3). La familia Arthoniaceae fue la mejor representada (15 especies), seguida de Graphidaceae (12), Thelotremataceae (7) y Pyrenulaceae (4). Por otro lado, las familias Cladoniaceae, Collemataceae, Pilocarpaceae, Porinaceae, Ramalinaceae y Roccelaceae presentaron una especie. Teniendo en cuenta las diferencias en el área y el tipo de muestreo (25.000 cm<sup>2</sup>), la diversidad del sitio es muy alta comparada con otros lugares como la cordillera central de Colombia (173 especies), en un bosque húmedo bajo de Venezuela (250 especies), en Ecuador (45 especies), en un bosque montano en Costa Rica, en un bosque húmedo bajo en Guyana (114 especies) y en un bosque húmedo tropical en el norte de Brasil (150 especies).

**Palabras clave:** líquenes cortícolas, crustáceos, forófito, diversidad.

### Abstract

The aim of this study was to contribute to the knowledge of lichen diversity in Valle del Cauca. For this, five individuals of five tree species (phorophytes) were selected and lichens species were identified present in a 0.50x0.20 m<sup>2</sup> quadrant located in the trunk of each tree at a height of 1.3 m. Sixty-nine species of lichens were found, of which 37 were identified to species, 18 to genus and 14 were not determined because they were sterile or had no spores. Most species of lichens (59 species) were crustaceans, 6 foliose, 1 squamulae, 1 dimorphic, 1 gelatinous, and 1 filamentous. Twenty-seven genera were grouped into 16 families. The genera with the greatest number of species were *Herpothallon* (12), *Pyrenula* (4), *Graphis* (4), *Arthonia*, *Phaeographis*, and *Coenogonium* (3). The Arthoniaceae family was the best represented (15 species), followed by Graphidaceae (12), Thelotremataceae (7), and Pyrenulaceae (4). On the other hand, Cladoniaceae, Collemataceae, Pilocarpaceae, Porinaceae, Roccelaceae, and Ramalinaceae families presented only one species.

Considering the differences in the area and the type of sampling (25,000 cm<sup>2</sup>), the diversity of the site is very high compared to other places like the Central Andes of Colombia (173 species) in a low rain forest in Venezuela (250 species), in Ecuador (45 species), in a mountain forest in Costa Rica, in a low rain forest in Guyana (114 species) and in a tropical rainforest in northern Brazil (150 species).

**Keywords:** corticolous lichens, crustaceans, phorophyte, diversity.

## 1 Introducción

Los líquenes u hongos liquenizados son, por definición, una asociación simbiótica entre un hongo (denominado micobionte, el cual puede ser un ascomiceto o un basidiomiceto) y uno o más organismos fotosintéticos (fotobionte, el cual frecuentemente es un alga verde y/o una cianobacteria) [16]. Los líquenes ocurren prácticamente en todos los ecosistemas –desde los desiertos cálidos y helados, hasta los bosques lluviosos y aún en ambientes acuáticos y marinos [2].

Debido a su naturaleza simbiótica, los líquenes son parcialmente independientes del sustrato y reciben gran parte del agua y los nutrientes de la atmósfera. De esta forma, estos organismos pueden crecer sobre una gran variedad de sustratos, incluyendo rocas, suelo, corteza, vallas, postes, hongos, briofitos y aún hojas [11]. De acuerdo al sustrato sobre el cual se desarrollan los líquenes, se clasifican en: terrícolas, si crecen sobre el suelo; saxícolas, si crecen sobre rocas; y epífitos, si crecen sobre plantas (donde pueden recibir nombres de acuerdo a la parte de la planta donde crecen; así, epífilos o folícolas, si crecen sobre hojas y lignícolas o cortícolas, si crecen sobre madera) [10]. Los líquenes terrícolas han sido ampliamente estudiados en la zona templada y su taxonomía es clara, mientras que en el trópico no han sido de interés debido a que son poco diversos y su taxonomía no está bien establecida [20]. Por otro lado, los líquenes epífitos son los que tienen una taxonomía más clara en el trópico, principalmente en el caso de los folícolas [6].

De acuerdo a la morfología del talo de los líquenes, se clasifican en: crustáceos, si crecen fuertemente unidos al sustrato con su superficie inferior y no pueden ser removidos sin su destrucción; foliosos, son como hojas, es decir están formados por lóbulos planos con simetría dorsiventral y están unidos parcialmente al sustrato; y fruticosos, los cuales asemejan pequeños arbolitos con ramas cilíndricas o planas. También, se encuentran líquenes con talos dimórficos, en los cuales se diferencia una parte postrada crustáceo-escumulosa a foliosa (thallus horizontalis) y una parte vertical fruticosa (thallus verticalis) [5].

En Colombia, los bosques andinos son uno de los ecosistemas más amenazados debido a la deforestación, el ascenso del límite de la agricultura, el pastoreo, las quemadas y la sobreexplotación de sus recursos; esta situación se incrementa cada vez más con el aumento de la población colombiana, ya que gran parte de ésta se ubica en dichas áreas [1]. En estos bosques, los epífitos (criptógamas y angiospermas) son uno de los principales componentes de la diversidad vegetal [9], ya que son muy importantes en el balance hídrico y en el ciclo de nutrientes [12]. Los epífitos vasculares han sido los más estudiados, mientras que las criptógamas (briofitos y líquenes) han recibido poca atención [12].

En Colombia, los líquenes epífitos han sido los menos estudiados en estos ecosistemas y los pocos estudios no han tenido en cuenta a los microlíquenes (debido al poco conocimiento taxonómico), que son los que más contribuyen a la diversidad de estos organismos en el trópico [21]. El objetivo de este estudio fue contribuir al conocimiento de la diversidad de los líquenes del Valle del Cauca mediante un registro preliminar de estos organismos en el Bosque Premontano de la Finca Zingara.

## 2 Materiales y métodos

### Sitio de estudio

El estudio se realizó en la finca Zingara (coordenadas 3°32'N, 76°36'W: entre los 1.900-2.000 msnm), ubicada en el corregimiento de La Elvira, Municipio de Cali, a 4 km de la vereda Km 18 (en la carretera que lleva desde este corregimiento hasta Dapa), Valle del Cauca, Colombia. Esta finca es propiedad de la familia Giraldo-Gensini, quienes facilitaron el desarrollo de la investigación. El sitio presenta un patrón bimodal de lluvias, con un pico en abril-mayo y el otro en octubre-noviembre. El promedio anual de precipitación es de 1.647 mm. La temperatura media es de 16°C y fluctúa entre los 12°C y 20°C [8].

### Muestreo

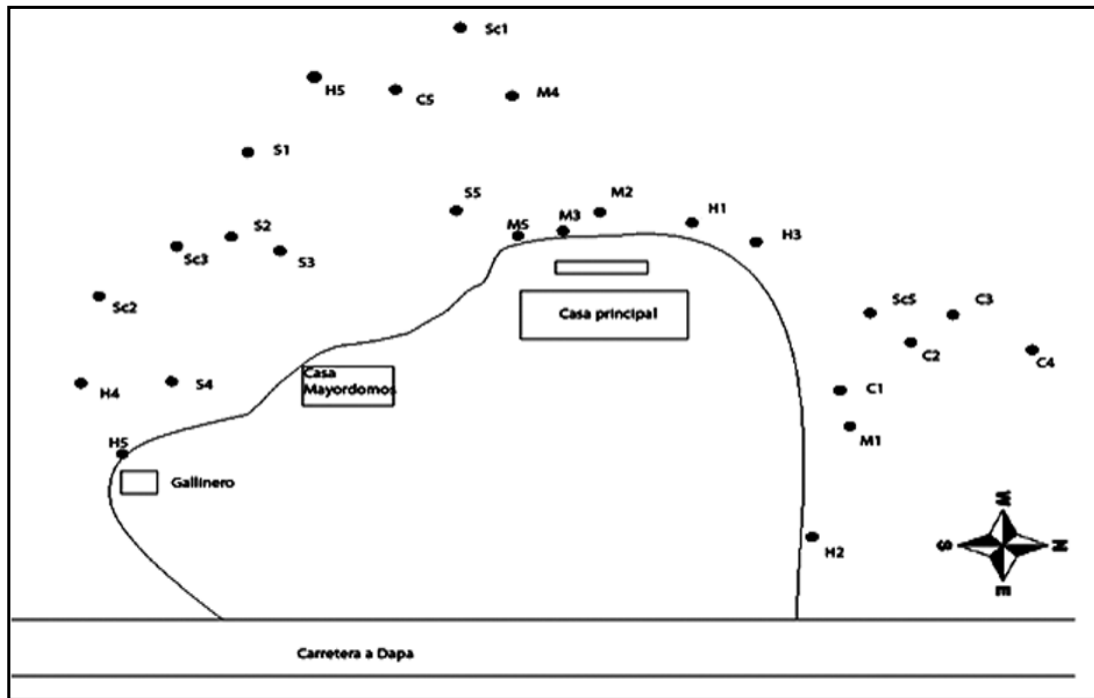
Se seleccionaron cinco individuos de cinco especies diferentes de árboles (*Clusia* sp., *Heliocarpus americanus*, *Meriania* sp., *Saurauia brachybotrys* y *Schefflera ferruginea*) presentes en el sitio de estudio, para un total de 25 unidades de muestreo. Las colectas se realizaron en los meses de junio y julio del 2009, en cuatro salidas de campo. Los árboles fueron seleccionados a lo largo de un camino cercano a la finca que cruza el bosque en dirección norte-sur, con el fin de facilitar las mediciones de los parámetros microclimáticos (Figura 2). En cada forófito se ubicó un cuadrante de 50x20 cm a 1,3 m de altura desde la base y en el lado oriental del tronco (para estandarizar el muestreo). Los hongos liquenizados colectados se colocaron en bolsas de papel para su posterior identificación en el laboratorio [6].

### Identificación de los especímenes

Para la identificación de los líquenes colectados, se estudió la presencia de estructuras vegetativas (tomento, cifelas, cilios), las respuestas a pruebas químicas (KOH al 10%, hipoclorito de sodio, lugol), tipo de estructura reproductiva (apotecio, lirela o peritecio), morfología y anatomía de las estructuras reproductivas (himenio y ascosporas). Se empleó un estereoscopio (Cambridges Instruments) para observar la presencia y el tipo de estructuras reproductivas (ascocarpos y estructuras de reproducción vegetativa). Se usó un microscopio (Olympus BX40) para observar en detalle el himenio, las esporas y los resultados de las pruebas de microquímica con lugol y KOH. Las esporas y otras estructuras vistas al microscopio fueron medidas con una regla micrométrica. Se tomaron fotografías tanto al estereoscopio como al microscopio con una cámara digital Canon Power Shot A710.

La identificación de los especímenes se llevó a cabo con claves para géneros de líquenes crustáceos del neotrópico, para Cladoniaceae, Thelotremataceae, *Phaeographis*,

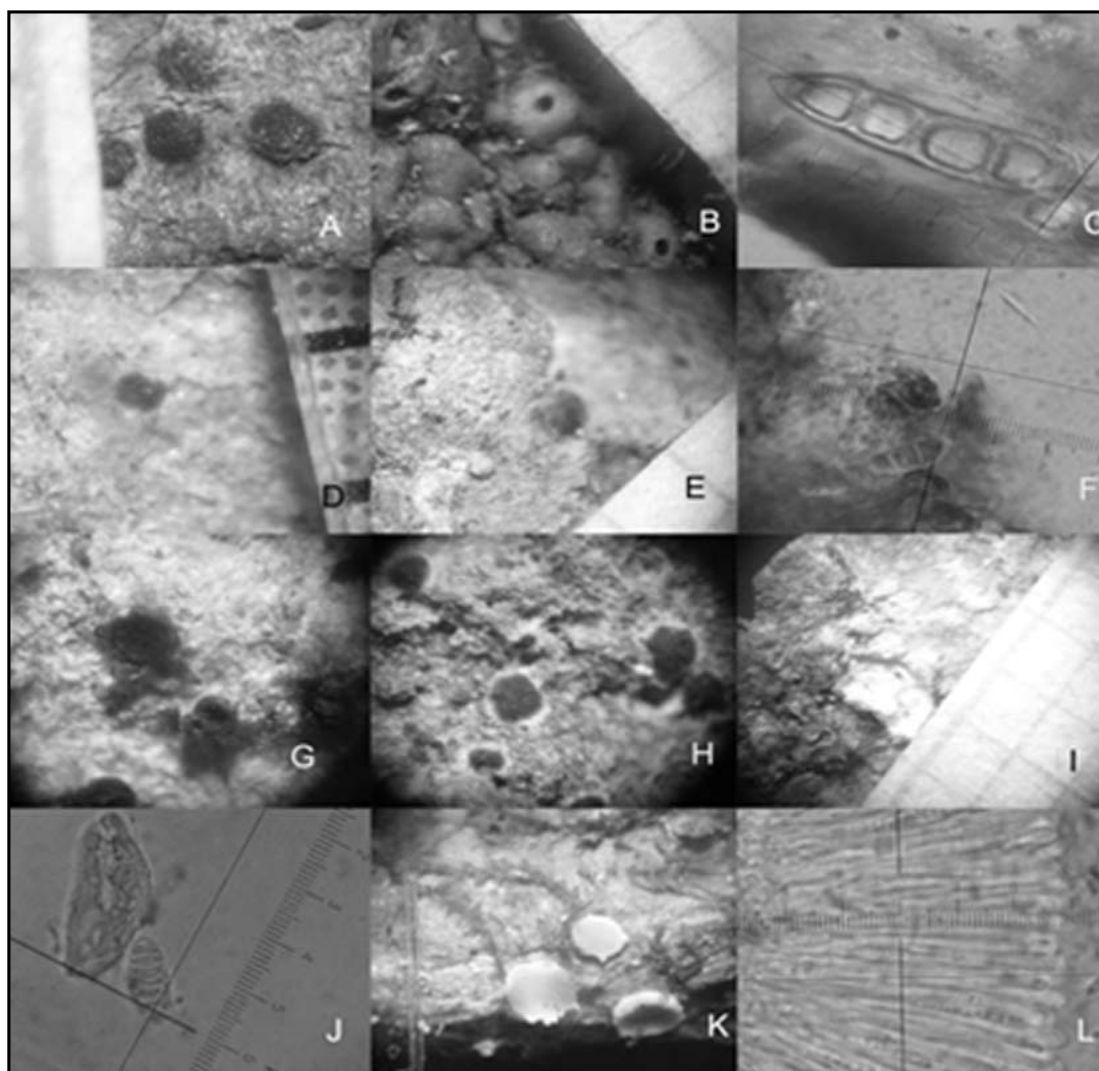
*Graphis* [15], *Porina*, *Coenogonium* [18], líquenes con pirenocarpos [3], *Herpothallon* [4], *Leptogium* [7]. Los especímenes se depositaron en el herbario de la Universidad del Valle (CUVC).



**Figura 1.** Mapa del transecto en el que se muestrearon los líquenes de los 25 forófitos del estudio. (C) indica *Clusia*, (H) *Heliocarpus*, (M) *Meriania*, (S) *Saurauia* y (Sc) *Schefflera*.

### 3 Resultados y discusión

Se encontraron 69 morfoespecies de líquenes en los 25 forófitos estudiados, de los cuales 37 fueron determinados hasta especie, 18 hasta género y 14 no fueron determinados debido a que estaban estériles (Tabla 1). De estas especies, 30 son primeros registros para el Valle del Cauca. Se hallaron 27 géneros agrupados en 16 familias (Figura 2). Los géneros con el mayor número de especies fueron *Herpothallon* (12), *Pyrenula* (4), *Graphis* (4), *Arthonia*, *Coenogonium* y *Phaeographis* (3). La familia Arthoniaceae fue la mejor representada (15 especies), seguida de Graphidaceae (12), Thelotre mataceae (7) y Pyrenulaceae (4). Por otro lado, las familias Cladoniaceae, Collemataceae, Pilocarpaceae, Porinaceae, Ramalinaceae y Roccelaceae presentaron una especie (Figura 3). Estas familias son representativas del sotobosque, principalmente Arthoniaceae, Coenogoniaceae, Graphidaceae, Thelotre mataceae y Trypetheliaceae, aunque las tres últimas son más frecuentes en sotobosque con buenas condiciones de luz [20].



**Figura 2.** Fotografías al estereoscopio y al microscopio de los líquenes encontrados en el sitio de estudio. (A) *Strigula phaea*, (B) *Architrypethelium hyalinum*, (C) ascospora de *A. hyalinum* a 40X, (D) *Arthonia* aff. *microsperma*, (E) *Arthonia* cf. *complanata*, (F) ascospora *A. cf. complanata* a 100X, (G) *Auriculora byssomorpha*, (H) *Byssoloma chlorinum*, (I) *Chapsa pseudoschizostoma*, (J) ascospora de *C. pseudoschizostoma* a 100X, (K) *Coenogonium subdentatum* y (L) ascas y ascosporas de *C. subdentatum* a 100X.

Las familias Porinaceae y Thelotremataceae han sido sugeridas como buenos indicadores de bosques no perturbados, y las familias Pilocarpaceae, Pyrenulaceae y Roccellaceae son comunes en bosques secundarios viejos. Los géneros de Thelotremataceae encontrados en este estudio (*Chapsa*, *Ocellularia* y *Thelotrema*) prefieren bosques parcialmente perturbados a bosques secundarios viejos [19]. No se encontraron representantes de las familias Pertusariaceae, Physciaceae, y Teloschistaceae, que son muy frecuentes en bosques subandino son indicadoras de habitas perturbados. Sin embargo, las familias Arthoniaceae son indicadoras de sitios expuestos a medianamente expuestos, típicos de vegetación secundaria joven [19]. Lo anterior confirma que el bosque de la Finca Zíngara puede ser secundario viejo a primario.



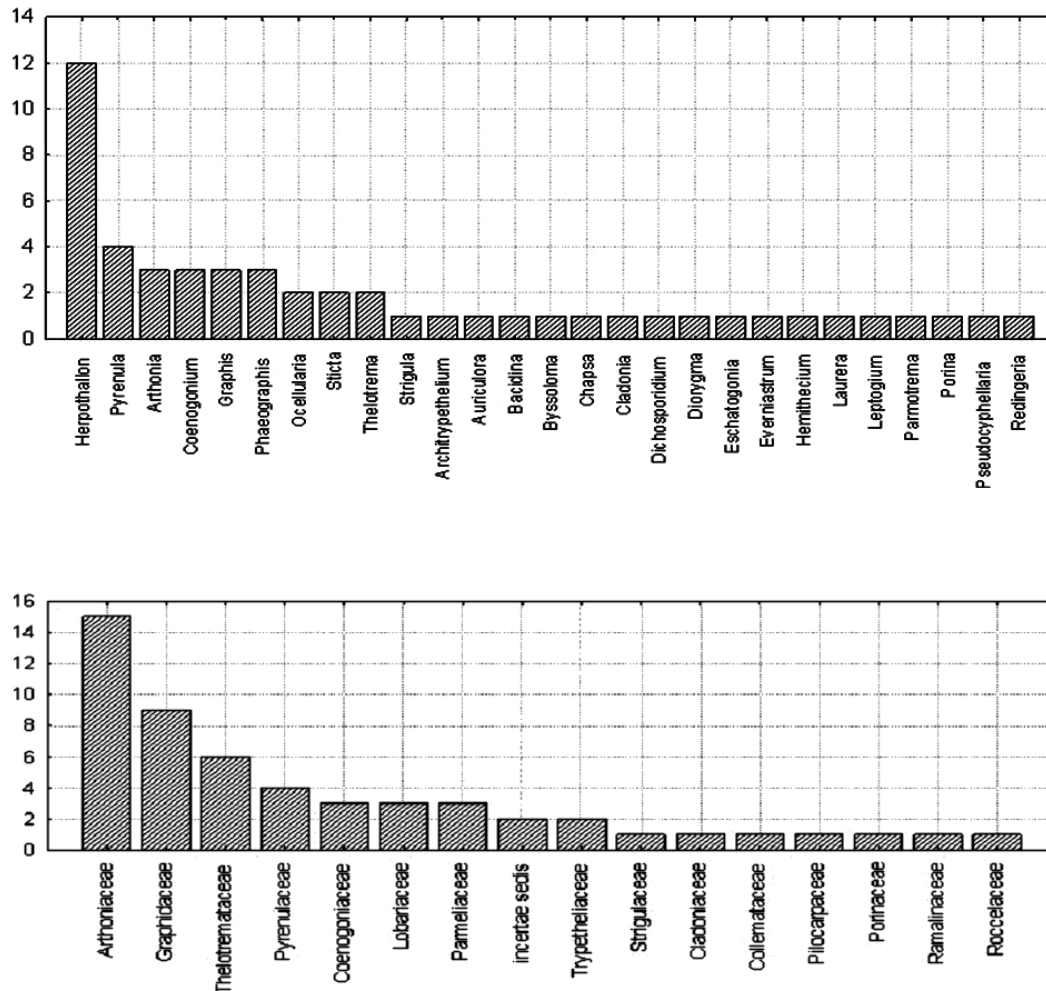


Figura 3. Abundancias relativas por familia y por géneros de líquenes encontrados en el sitio de estudio.

La mayoría de las especies de líquenes (85% ó 59 especies) fueron crustáceos (85,5%); 6 fueron foliosos (8,7%), 1 escumuloso, 1 dimórfico, 1 gelatinoso y 1 filamentoso (1,4%). Así entonces, se tuvo un total de 61 microlíquenes (crustáceos, filamentosos, escumulosos). Teniendo en cuenta diferencias en el área y el tipo de muestreo (25.000 cm<sup>2</sup>), la diversidad del sitio es muy alta comparada con otros lugares como la cordillera central de Colombia (173 especies)[21], en un bosque húmedo bajo de Venezuela (250 especies) [13], en Ecuador (45 especies) [17], en un bosque montano en Costa Rica (57 especies), en un bosque húmedo bajo en Guyana (114 especies) [12] y en un bosque húmedo tropical en el norte de Brasil (150 especies) [6]. En este último sitio, el área de muestreo fue el doble de la de este estudio, por lo cual se podría esperar la misma diversidad para los dos sitios.

Tabla 1 Características de las especies de líquenes encontradas en los forófitos muestreados.

Especie	Familia	Tipo de talo	Ascoma	Himenio	Esporas	Pigmentación esporas	Tamaño esporas (µm)	Septos y paredes
<i>Archiprithellium hydnum</i>	Trypetheliaceae	Crustáceo	Peritecios	Marrón claro, l-	3-septos, fusiformes	Hialinas	136x30	Gruesos
<i>Arthonia</i> aff. <i>microsperma</i>	Arthoniaceae	Crustáceo	Apotecios	Claro, IKI+	2-septos, macrocefálicas;	Hialinas	7x2	Finos
<i>Arthonia</i> cf. <i>complanata</i>	Arthoniaceae	Crustáceo	Apotecios	Claro, l+	3-septos, macrocefálicas	Hialinas	12x8	Finos
<i>Arthonia</i> sp.	Arthoniaceae	Crustáceo	Apotecios	Claro, IKI+	Septadas, macrocefálicas	Hialinas	-	Finos
<i>Auricularia byssomorpha</i>	in certae sedis	Crustáceo	Apotecios	Claro, l-	Simples, fusiformes	Hialinas	5x2	Finos
<i>Bacidina</i> sp.	Ramalinaceae	Crustáceo	Apotecios	Claro, l+	Septadas	Hialinas	-	Finos
<i>Byssoloma chlorinum</i>	Pilocarpaceae	Crustáceo	Apotecios	Claro, IKI+	3-septos, elipsoides	Hialinas	12x3	Finos
<i>Clava pseudochizostoma</i>	Thelotremataceae	Crustáceo	Apotecios	Claro, l-	6-septos, elipsoides	Hialinas	16x6	Finos
<i>Cladonia ceratophylla</i>	Cladoniaceae	Dimórfico	-	-	-	-	-	-
<i>Coenogonium geratense</i>	Coenogoniaceae	Crustáceo	Apotecios	Claro, l+	Uniseptadas, elipsoides	Hialinas	7x2	Finos
<i>Coenogonium linkii</i>	Coenogoniaceae	Filamentoso	Apotecios	Claro, l+	Uniseptadas, fusiformes	Hialinas	-	Finos
<i>Coenogonium subdentatum</i>	Coenogoniaceae	Crustáceo	Apotecios	Claro, l+	Uniseptadas, elipsoides	Hialinas	8x2	Finos
<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	Roccellaceae	Crustáceo	Apotecios peritecoides	-	-	-	-	-
<i>Dionysia minisporum</i>	Graphidaceae	Crustáceo	Lirelas	Claro, l-	Muriformes, elipsoides	hialinas	26x14	Finos
<i>Eschatogonia prolifera</i>	in certae sedis	Escumuloso	Apotecios	Claro, l+	Aciculares	Hialinas	54x2	Finos
<i>Everniastrum linaeforme</i>	Parmeliaceae	Folioso	Infértil	-	-	-	-	-
<i>Graphis adpressa</i>	Graphidaceae	Crustáceo	Lirelas	Inserso, l-	12-septos, elipsoides	Hialinas	80x20	Gruesos
<i>Graphis</i> sp. 1	Graphidaceae	Crustáceo	Lirelas	Claro, l-	-	Hialinas	-	Gruesos
<i>Graphis tumidula</i>	Graphidaceae	Crustáceo	Lirelas	Claro, l-	-	Hialinas	-	Gruesos
<i>Graphis tumidula</i>	Graphidaceae	Crustáceo	Lirelas	l-	24-septos, curvadas	Hialinas	170x14	Gruesos
<i>Hemitegium asteriscus</i>	Graphidaceae	Crustáceo	Lirelas	Marrón claro, IKI+	Uniseptadas, ovoides	Marrones	12x6	Finos
<i>Hemitegium</i> cf. <i>laubertianum</i>	Graphidaceae	Crustáceo	Lirelas	l-	-	-	-	Finos
<i>Herpothallon globosum</i>	Arthoniaceae	Crustáceo	Estéril	-	-	-	-	-
<i>Herpothallon rufocinctum</i>	Arthoniaceae	Crustáceo	Estéril	-	-	-	-	-
<i>Hypotrachyna</i> sp.	Parmeliaceae	Folioso	Apotecios	Claro, l+	Simples	-	-	-
<i>Laurea effusa</i>	Trypetheliaceae	Crustáceo	Peritecios	Inserso, l-	Submuriforme, elipsoide, 8 células	Hialinas	108x24	Gruesos
<i>Leptogium laceroideis</i>	Collembataceae	Gelatinoso	-	-	-	-	-	-
<i>Ocellularia clandestina</i> 1	Thelotremataceae	Crustáceo	Apotecios	Claro, l-	Submuriformes, 10 células	Hialinas	28x12	Gruesos
<i>Ocellularia clandestina</i> 2	Thelotremataceae	Crustáceo	Apotecios	Claro, l-	Submuriformes, elipsoides	Hialinas	20x9	Gruesos
<i>Parmotrema</i> sp.	Parmeliaceae	Folioso	Apotecios	Claro, l+	Simples, fusiformes	Hialinas	-	-
<i>Phaeographis brasiliensis</i>	Graphidaceae	Crustáceo	Lirelas	Inserso, l-	5-septos, elipsoides	Marrones	22x6	Gruesos
<i>Phaeographis scalpurata</i>	Graphidaceae	Crustáceo	Lirelas	Inserso, IKI+	Muriformes, elipsoides	Grises	88x22	Gruesos
<i>Phaeographis sporadicum</i>	Graphidaceae	Crustáceo	Apotecios	Inserso, l-	Muriformes, elipsoides	Grises	102x30	Gruesos
<i>Porina guaranitica</i>	Porinaceae	Crustáceo	Peritecios	Claro, l-	Septadas, fusiformes, más de 8 células	Hialinas	96x7	Finos
<i>Pseudocyphellaria aurata</i>	Lobaritaceae	Folioso	Apotecios	Claro, l+	Septadas	Hialinas	-	-
<i>Pyrenula concolorans</i>	Pyrenulaceae	Crustáceo	Peritecios	Claro, IKI+	3-septos, fusiformes	Marrón claro	31x4	Gruesos
<i>Pyrenula macrocarpa</i>	Pyrenulaceae	Crustáceo	Peritecios	Claro, l-	3-septos, fusiformes	Marrón oscuro	36x14	Gruesos
<i>Pyrenula tenuisepia</i>	Pyrenulaceae	Crustáceo	Peritecios	Claro, l-	2-3-septos, fusiformes	Marrone	14x5	Finos
<i>Pyrenula mamillana</i>	Pyrenulaceae	Crustáceo	Peritecios	Inserso, l-	"macrocefálicas" 8-septos, 3-septos, lúmenes angulares, fusiformes	Hialinas	26x5	Finos
<i>Redmergia leiotoma</i>	Thelotremataceae	Crustáceo	Apotecios	Claro, l-	-	Marrones	15x7	Gruesos
<i>Sticta</i> sp. 1	Lobaritaceae	Folioso	Infértil	-	-	-	-	-
<i>Sticta</i> sp. 2	Lobaritaceae	Folioso	Apotecios	-	-	-	-	-
<i>Strigula phaea</i>	Strigulaceae	Crustáceo	Peritecios	Claro, l-	Uniseptadas, fusiformes	Hialinas	12x3	Finos
<i>Thelotrema adjectum</i>	Thelotremataceae	Crustáceo	Lirelas	Claro, l-	Submuriforme, elipsoides, más de 8 células	Hialinas	60x13	Gruesos
<i>Thelotrema leucomelaenum</i>	Thelotremataceae	Crustáceo	Apotecios	Claro, l-	Submuriformes, elipsoides	Hialinas	12x8	Gruesos

Esta alta diversidad de microlíquenes (crustáceos y filamentosos) ha sido reportada por muchos autores, los cuales encontraron que en las zonas de sotobosque hay un predominio de especies crustáceas (principalmente *Coenogonium*, *Leptogium*, *Porina*, *Herpothallon*, *Phyllopsora*, *Crocynia*, Trypetheliaceae, Graphidaceae, Pyrenulaceae y frecuentemente formas estériles) y una baja biomasa de éstos, mientras que los macrolíquenes (dimórficos, foliosos y fruticosos) son más abundantes en el dosel [12]. Este patrón se debe a que en el sotobosque prevalecen condiciones de sombra y alta humedad, las cuales son desfavorables para los macrolíquenes que son organismos fotófilos, y son excluidos por los briófitos que crecen fácilmente bajo estas condiciones.

Los microlíquenes son abundantes y diversos en el sotobosque debido a que presentan estrategias morfológicas y fisiológicas que les permiten crecer bajo las condiciones limitantes de éste [14]. Morfológicamente, pueden evitar las condiciones de suprasaturación de agua del talo consecuencia de la alta humedad, mediante la presencia de paredes hidrófobas en las hifas del micobionte (esta hidrofobicidad es debida a una proteína llamada hidrofobina). De esta forma, llevan a cabo la fotosíntesis en el talo, ya que bajo condiciones de suprasaturación se desfavorece la circulación de CO<sub>2</sub> a través de la capa algal del liquen [14]. Fisiológicamente, la fotosíntesis está adaptada a las bajas intensidades de luz del sotobosque y es rápidamente activada con las fluctuaciones de luz [14].

#### 4 Conclusiones

El bosque de la finca Zíngara presenta una alta diversidad de líquenes comparada con otros sitios en el neotrópico, y el mayor aporte a esta diversidad es debida a los líquenes crustáceos, los cuales son frecuentes en los sotobosques tropicales debido a que están adaptados morfológicamente y fisiológicamente a las condiciones de penumbra y alta humedad de este hábitat. Adicionalmente, se encontraron 30 nuevos registros de líquenes para el Valle del Cauca.

La presencia de especies de las familias Pilocarpaceae, Porinaceae, Thelotremaaceae, Pilocarpaceae, Pyrenulaceae y Roccellaceae, sugieren un bajo nivel de perturbación en el bosque de la finca Zíngara.

#### Agradecimientos

A la Universidad del Valle por el préstamo de las instalaciones y equipos de laboratorio. Al Dr. Robert Lücking del Fieldmuseum de Chicago por la ayuda en la identificación de los líquenes.



## Referencias bibliográficas

- [1] Armenteras Dolors, Cadena Camilo, Moreno Rocío del Pilar. 2007. Evaluación del estado de los bosques de niebla y de la meta 2010 en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. 72p.
- [2] Aptroot André, Seaward Mark. 2003. Freshwater lichens. Freshwater mycology. Hong Kong, Fungal Diversity Press. 150p.
- [3] Aptroot André, Thor Göran, Lücking Robert, Elix John & Chaves Jose Luis. 2008. The lichen genus *Herpothallon* reinstated. Berlin, J. Cramer. 47p.
- [4] Aptroot André, Lücking Robert, Sipman Harrie, Umaña Loegrin, Chaves José Luis. 2008. Pyrenocarpous lichens with bitunicate asci: a first assessment of the lichen biodiversity inventory in Costa Rica. Berlin, J. Cramer. 162p.
- [5] Brodo Irwin, Duran Sylvia, Sharnoff Stephen. 2001. Lichens of North America. New Haven & London, Yale University Press. 795p.
- [6] Cáceres Marcela, Lücking Robert, Rambold Gerard. 2007. Phorophyte specificity and environmental parameters versus stochasticity as determinants for species composition of corticolous crustose lichen communities in the Atlantic rain forest of northeastern Brazil. *Mycol Progress* 10: 190-210.
- [7] Cunha Rego. 2007. Hongos liquenizados del género *Leptogium* (Ascomycetes) en el litoral sur del Estado de San Pablo. Tesis de maestría. San Pablo-Brasil, Universidad Estatal de Sao Paulo, Instituto de biociencias. 114p.
- [8] Giraldo Jorge. 1988. Estudio fenológico de una comunidad vegetal en un bosque montano húmedo en la cordillera occidental. Tesis de pregrado. Cali - Colombia, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. 180p.
- [9] Gentry Alwyn, Dodson Calaway. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74:205–233.
- [10] Hale Mason. 1983. The biology of lichens. London, Edward Arnold. 181p.
- [11] Hawksworth DL, HILL DJ. 1984. The lichen-forming fungi. Glasgow and London, Blackie. 370p.
- [12] Holz Ingo. 2003. Diversity and Ecology of Bryophytes and Macrolichens in Primary and Secondary Montane *Quercus* Forests, Cordillera de Talamanca, Costa Rica.
- [13] Komposch H, Hafellner J. 2000. Diversity and vertical distribution of lichens in a Venezuelan tropical lowland rain forest. *Selbyana* 21: 11–24.

- [14] Lakatos M, Rascher, U Büdel B. 2006. Functional characteristics of corticolous lichens in the understory of a tropical lowland rain forest. *New phytologist* 172: 679–695.
- [15] Lücking Robert, Chaves José Luis, Sipman Harrie, Umaña Loegrin, Aptroot André. 2008. A First Assessment of the Ticolichen Biodiversity Inventory in Costa Rica: The Genus *Graphis*, with Notes on the Genus *Hemithecium* (Ascomycota: Ostropales: Graphidaceae). *Fieldiana Botany* 46: 1-130.
- [16] Nash Tomas. 2009. *Lichen biology*. 2a ed. Cambridge, Cambridge University Press. 498p.
- [17] Nöske N. 2004. Effekte anthropogener Störung auf die Diversität ryptogamischer Epiphyten (Flechten, Moose) in einem Bergregenwald in Südecuador. Ph.D. Thesis, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Georg-August-Universität zu Göttingen. 157p.
- [18] Rivas Eimy, Lücking Robert, Aptroot André, Sipman Harrie, Chaves José Luis, Umaña Loegrin, Lizano D. 2006. A first assessment of the Ticolichen biodiversity inventory in Costa Rica: the genus *Coenogonium* (Ostropales: Coenogoniaceae), with a world-wide key and checklist and a phenotype based cladistic analysis. *Fungal Diversity* 1: 1-67.
- [19] Rivas Eimy, Lücking Robert, Lumbsch Thorsten. 2008. When family matters: an analysis of Thelotremataceae (Lichenized Ascomycota: Ostropales) as bioindicators of ecological continuity in tropical forests. *Biodivers Conserv* 1: 1-33.
- [20] Sipman Harrie, Harris RC. 1989. Lichens. En: Lieth, H. & M. J. A. Werger (eds). *Tropical rain forest ecosystems*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. 875 p.
- [21] Wolf Jan. 1993. Diversity patterns and biomass of epiphytic bryophytes and lichens along an altitudinal gradient in the northern Andes. *Ann Mo Bot Gard* 80:928–960.

### **Dirección de los autores**

Edier Alberto Soto Medina

Departamento de Biología, facultad de Ciencias Naturales y Exactas,  
Universidad del Valle, Cali - Colombia  
ediersot@hotmail.com

Ana Cristina Bolaños Rojas

Departamento de Biología, facultad de Ciencias Naturales y Exactas,  
Universidad del Valle, Cali - Colombia  
crisbol@excite.com