

Diversidad, distribución y riqueza de líquenes en las zonas verdes de la ciudad de Ibagué*

Daniela Barreto G¹ & Héctor Eduardo Esquivel²

Resumen

Colombia cuenta con aproximadamente 1700 especies de líquenes de las cuales 1396 se encuentran en la región andina, indicando que es un sector con gran concentración de riqueza líquénica, aun así, en dicha región son pocos los estudios realizados por debajo de los 2000 msnm y teniendo en cuenta que el crecimiento urbano tiene consecuencias sobre la diversidad de estos, es importante generar información. En este trabajo se caracterizó la diversidad de líquenes en las zonas verdes de la ciudad de Ibagué. Se utilizó una plantilla de 10 x10 cm siguiendo el método de Iwatsuki (1960) para medir el área de cobertura en cuatro tipos de sustrato (corteza, roca, cemento y troncos) y obtener la abundancia, se colectaron 731 individuos para 35 especies de las cuales 16 son nuevos registros para Ibagué y cinco nuevos reportes para el Tolima. Se evaluó la abundancia en los diferentes sustratos; la corteza presenta la mayor cantidad de cobertura con 91,2%, seguido de roca (6,6%), madera (1,7%) y cemento (0,5%). Se evaluaron los índices de diversidad de Shannon, riqueza de Margalef y dominancia de Simpson; la mayor diversidad se encuentra en la corteza, la mayor riqueza en roca y la mayor dominancia en cemento. Con este trabajo se contribuye al conocimiento de los líquenes en Colombia y se genera la primera clave dicotómica de los líquenes de las zonas verdes de Ibagué.

Palabras clave: liquen, sustratos, clave dicotómica, cobertura, Ibagué.

Lichen diversity, distribution and richness in green areas of Ibagué city

Abstract

Colombia has approximately 1700 species of lichens of which 1396 are in the Andean region, indicating that it is an area with a large concentration of lichen richness, even so in that region there are not many studies carried out under 2000 masl and taking into account that the urban growth has consequences on the diversity of these so it is important to generate information. In this work the diversity of lichens was characterized in green areas of Ibague city. A 10 x10 cm template was used following Iwatsuki method (1960) to measure the coverage area in four type of substrate (bark, rock, cement and trunks) and get the abundance, there were collected 731 individuals for 35 species of which 16 are new registers for Ibague city and 5 new reports

* FR: 21-IV-2020. FA: 27-VIII.2020.

¹ Bióloga, Herbario TOLI, grupo de investigación GIBDET-Ibagué, Universidad del Tolima. danielabarretog@gmail.com  orcid.org/0000-0001-6250-9839 **Google Scholar**

² Maestría en ciencias biológicas- sistemática vegetal, Director Herbario TOLI y Jardín Botánico Alejandro Von Humboldt-Universidad del Tolima, profesor Titular de la universidad del Tolima en el área de Botánica. hesquive@ut.edu.co  orcid.org/0000-0003-2655-4741



CÓMO CITAR:

BARRETO, D. & ESQUIVEL, H.E., 2020.- Diversidad, distribución y riqueza de líquenes en las zonas verdes de la ciudad de Ibagué. *Bol. Cient. MusHist. Nat. U. de Caldas*, 24 (2): 25-39. <https://doi.org/10.17151/bccm.2020.24.2.2>



for Tolima. The abundance was evaluated in different substrates; the bark presents the greatest amount of coverage with 91.2% followed by rock (6.6%), wood (1.7%), cement (0.5%). There were evaluated the diversity index of Shannon, richness index of Margalef and dominance index of Simpson; the greatest diversity is found in bark. The greatest richness in rock and the greatest dominance in cement. This work contributes to the knowledge of lichens in Colombia and it generates the first dichotomous key of lichens in green areas of Ibagué city.

Key words: lichen, substrate, dichotomous key, coverage, Ibagué.

Introducción

Los hongos liquenizados son asociaciones mutualistas entre hongos y algas, que funcionan en la naturaleza como unidad. Están constituidos por un hongo (micobionte) y 1 o 2 autótrofos algales o cianobacteriales (fotobiontes) en una unidad morfofisiológica distinta a sus componentes de vida libre (Lawrey, 1984, p 408). Existen diferentes tipos de líquenes dependiendo de su forma de crecimiento como lo son crustáceos, foliáceos, fruticulosos, filamentosos y gelatinosos, además cuentan con la capacidad de encontrarse en diferentes tipos de sustratos como roca, madera y suelo (Chaparro y Aguirre, 2002). lo que hace a los líquenes muy diversos, hasta el 2014 se habían descrito 18.000 especies en el mundo, de los cuales Colombia cuenta con 1.700, y específicamente en la región andina 1.396 especies (Rangel, 2015). Teniendo en cuenta el crecimiento urbano de las ciudades nacionales y con ello la pérdida de zonas verdes dentro de éstas, es de gran importancia generar trabajos que aporten información sobre la diversidad de líquenes presentes ya que están siendo afectados por factores de contaminación y reducción del hábitat, llevando en algunos casos a la pérdida definitiva de especies, varias sin que hayan sido estudiadas, por lo cual este proyecto tiene como fin generar información sobre la diversidad de líquenes presentes en las zonas verdes de Ibagué, contribuyendo al inventario de líquenes del Tolima además de servir como estudio pionero para futuros trabajos en dicho municipio y como referente para otras regiones de características similares, también se construyó una clave dicotómica para géneros y especies.

Materiales y métodos

Área de estudio

Ibagué se ubica en el centro-occidente de Colombia, sobre la Cordillera Central de los Andes, entre el Cañón del Combeima y el Valle del río Magdalena, con coordenadas 4°26'41"N y 75°14'35"O, se tomaron 18 puntos de muestreo distribuidos por toda la ciudad (Tabla 1); luego se procedió a realizar la colecta en cada lugar, se tuvo en cuenta la existencia de zonas verdes dentro de zonas urbanizadas de la ciudad, las colectas se realizaron entre los meses de julio y septiembre del 2017.

Tabla 1. *Puntos de muestreo.*

Muestreo	Barrio	N	Wo
1	Barrio Santa Helena	4°26'51.3"	75°09'56.1"
2	La Coqueta	4°27'24.7"	75°15'15"
3	Jardín Botánico San Jorge	4°27'01.7"	75°13'22.9"
4	Barrio Alaska	4°27'25.7"	75°14'40.9"
5	Barrio Santa Cruz	4°27'22.9"	75°14'35.5"
6	Cerro Pan de Azúcar	4°27'09"	75°14'15"
7	Plaza de Bolívar	4°26'42.1"	75°14'34.5"
8	Institución Liceo Nacional	4°26'51.3"	75°09'56.1"
9	Barrio El Jordán (5 parques muestreados):		
	Parque Juan	4°43'58.7"	75°19'08.3"
	Parque Ambalá	4°43'71.3"	75°19'43"
	Parque Ambeima	4°43'76"	75°19'25.9"
	Parque Cutucumay	4°43'79"	75°19'05.6"
	Parque Primero de mayo	4°43'63"	75°19'23.05"
10	Campus Universidad Cooperativa de Colombia, (Sede Salado)	4°26'42"	75°09'53.9"
11	Barrio Libertador	4°26'50.8"	75°14'53.6"
12	El Vergel	4°45'15.12"	75°18'50"
13	Granja las Brisas	4°25'37.9"	75°13'40.9"
14	Ciudadela Simón Bolívar	4°43'75"	75°16'47"
15	Barrio Chapetón	4°27'57.9"	75°16'25.7"
16	Corp. Club Campestre	4°40'48"	75°16'27.2"
17	Barrio El Salado (El País)	4°27'15.6"	75°07'49.7"
18	Barrio Boquerón	4°41'57.8"	7°26'37.3"

La tabla 1 muestra los barrios escogidos como puntos de muestreo en Ibagué-Tolima y sus respectivas coordenadas, autoría propia.

Metodología de campo

Se realizó un barrido general en los 18 puntos, se eligieron al azar 10 árboles en cada punto, teniendo en cuenta a que especie corresponde cada forófito, se tomaron datos en la libreta de campo, como sustrato, forma de crecimiento, distribución, coloración, y cobertura, coordenadas y fotografías de cada individuo; posteriormente se realizó la colecta de los líquenes de forma manual con la ayuda de una espátula y cincel, se almacenaron en bolsas de papel de tamaño libra. La estimación de coberturas se realizó, según Iwatsuki (1960), propuesta por Pacheco (2016) para líquenes muscícolas en Cundinamarca; mediante una plantilla de acetato de 10 x10 cm, con la que se realizaron levantamientos según Simijaca-Salcedo DF, DL Vargas Rojas y ME Morales-P (2014); para esto se puso la cuadrícula sobre el tronco a 1.30 m del suelo en los cuatro flancos (N, S, E, O) del árbol para un total de 4 réplicas y 400 cm² y un solo flanco (usando solamente un acetato de 100 cm²) en los otros tipos de sustrato (roca, madera y cemento).

Trabajo de laboratorio

En el Herbario TOLI de la Universidad del Tolima se procedió al secado al aire libre, se realizaron las respectivas determinaciones hasta género mediante claves taxonómicas para líquenes: Brodo, Duran, & Sharnoff (2001), Chaparro & Aguirre (2002), Esquivel y Vivas (2003), Lavornia, Kristensen y Rosato (2016), con la utilización de estereoscopio y microscopio, las muestras fueron llevadas al Herbario de la Universidad Distrital para la determinación hasta especie mediante test de coloración, rayos UV y el uso de claves. Para el análisis estadístico se elaboró un listado con todos los géneros registrados para Ibagué, especificando la cantidad de individuos colectados de cada género y otra con los diferentes tipos de sustrato (corteza, roca, cemento y madera) teniendo en cuenta los géneros que se presentan en cada uno y su cantidad. Para obtener el número de géneros esperados y el porcentaje de efectividad se realizó una curva de acumulación de géneros con el programa EstimateS versión 9.1.0, se utilizaron los estimadores ACE_Mean, Chao 19 Mean y Cole Rarefaction además de singletons y Doubletons; el análisis de diversidad de Shannon (H'), Dominancia de Simpson (D) y riqueza de Margalef (D), fue realizado con el paquete estadístico Past-Program, para estimar la abundancia se usaron los datos del área de cobertura tomados en campo y fueron pasados a porcentaje.

Resultados

Se realizó una cobertura líquénica de 5.883 cm² en 18 sitios de muestreo (tabla 1) lo cual arrojó como resultado el levantamiento de 731 individuos con un total de 28 géneros y 35 especies, correspondientes a 17 familias y 7 órdenes, 21 muestras se determinaron a especie y las demás (14) quedaron sin precisar (sp), las especies son:

Parmotrema permutatum, *P. reticulatum*, *Usnea articulata*, *Physcia alba*, *Leptogium isidio selloides*, *Heterodermia comosa*, *Ramalina celastri*, *R. camptospora*, *R. complanata*, *R. fastigiata*, *Pyxine petricola*, *P. cocoes*, *Coccocarpia prostrata*, *Graphis albissima*, *G. lineola*, *Stereocaulon tomentosum*, *Teloschistes flavicans*, *Chrysothrix chlorina*, *Herpothallone chinatum*, *Caloplaca citrina* y *Candelaria concolor*, de los cuales se destacan 16 especies como nuevos registros para Ibagué: *Parmotrema permutatum*, *P. reticulatum*, *Usnea articulata*, *Heterodermia comosa*, *Ramalina camptospora*, *R. complanata*, *R. fastigiata*, *Pyxine petricola*, *Coccocarpia prostrata*, *Graphis albissima*, *G. lineola*, *Stereocaulon tomentosum*, *Teloschistes flavicans*, *Herpothallon echinatum* y *Caloplaca citrina*, además de cinco para el Tolima: *Usnea articulata*, *Heterodermia comosa*, *Ramalina fastigiata*, *Pyxine petricola* y *Graphis lineola*. La corteza presenta el mayor valor de cobertura con 91,2%, seguido de roca con 6,6%, la madera 1,7% y cemento 0,5%. Para la abundancia relativa (figura 1), se obtuvo una efectividad del 95% y la sumatoria de *singletons* y *doubletons* fue de 5. La familia con mayor cobertura fue Physciaceae (1.710,93 cm²), seguido por Ramalinaceae (810,93 cm²), Parmeliaceae (773,43 cm²) y Collemataceae (704,68 cm²) ocupando el 69,93% de la cobertura total, las familias con menor área de cobertura fueron Stereocaulaceae (7,81 cm²) y Coccocarpaceae (1,56 cm²). Referente al índice de diversidad por puntos de muestreo (los nombres se encuentran relacionados en la Tabla 1), la diversidad (H) más alta se presentó en el muestreo n°12, H: 2,69 seguido por el muestreo n° 5, H'2.61; los valores más altos de riqueza, se obtuvieron en el muestreo n°2, Mg: 4,62 y el muestreo 4, Mg: 4,49.

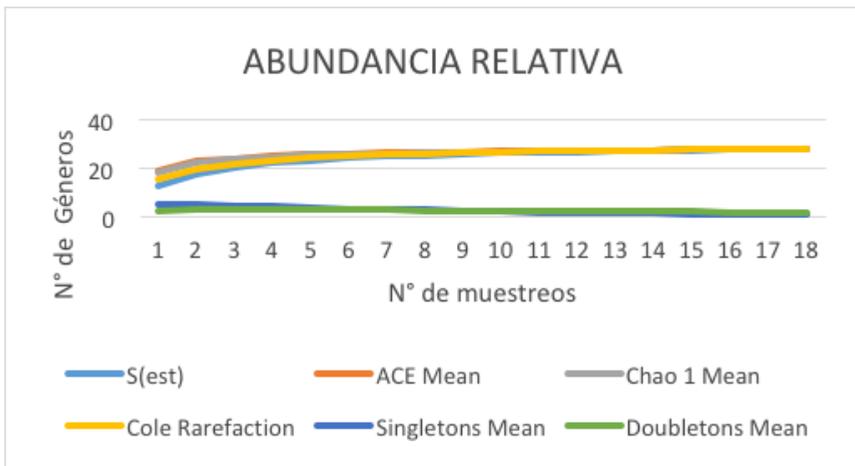


Figura 1. Abundancia relativa: curva de acumulación de géneros de líquenes presentes en Ibagué-Tolima. Fuente: autores.

La riqueza más baja fue en el muestreo n°14, Mg: 2,02 (figura 2), el muestreo con mayor dominancia fue el n°1, D: 0,23 y la menor dominancia de 0,08 fue en los muestreos 4,5 y 12.

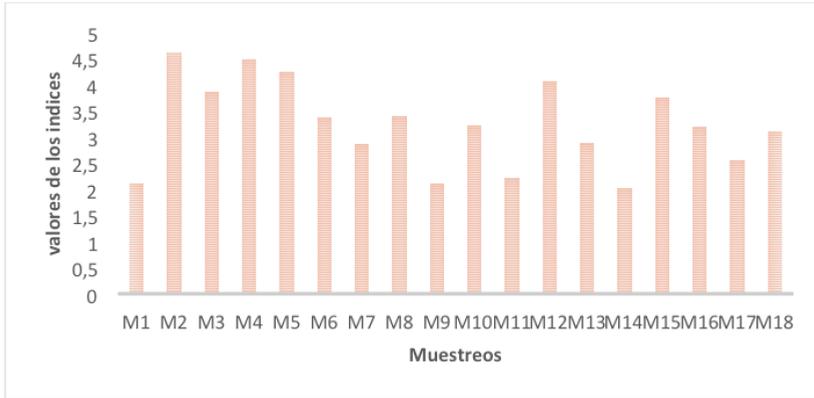


Figura 2. Índice de riqueza de Margalef para los 18 puntos de muestreo en Ibagué-Tolima. Fuente: autores.

En cuanto a los tipos de sustrato el más abundante es la corteza (91,2%) encontrado en todos los puntos de muestreo, seguido del sustrato roca (6,6%) en cuatro puntos, tronco (1,7%) obtenido en dos puntos y el sustrato de la abundancia más baja fue el cemento, ya que solo se encontró una vez en sólo un punto de muestreo (n°8 Liceo Nacional) con sólo 0,5% de cobertura, en cuanto a los índices de diversidad por tipos de sustrato la mayor diversidad (H): la corteza H: 2,81 y el menor fue el cemento H: 0,69; el valor más alto de riqueza se dio en el sustrato roca Mg: 4,47 y el menor fue nuevamente el cemento Mg: 1,44; por último la mayor dominancia se encontró en el cemento D: 0,50 y la menor fue la corteza D: 0,07, de los 28 géneros encontrados en total, se colectaron 25 de ellos en el sustrato corteza, 17 de ellos en roca, 11 en tronco y solo dos en cemento; ningún género se encontró en los cuatro tipos de sustrato, pero si al menos en tres de ellos como es el caso de *Parmotrema*, *Physcia*, *Pyxine*, algunos géneros fueron encontrados en sólo uno de ellos como *Cladonia*, *Stereocaulon*, *Coccocarpia* y *Sticta*.

Clave para los Líquenes de las Zonas Verdes de Ibagué

- 1 Líquenes foliosos con talos gelatinosos.....2
- 1 Líquenes no gelatinosos, foliosos o también crustáceos, fruticosos y dimórfios...3
- 2 verde azulado a negro; lóbulos pequeños a grandes; apotecios lecanorinos, con disco pardo anaranjado a rojizo. **Leptogium**
- a. Talo glabro, con lóbulos plegados, isidios simples a poco ramificados laminares, inician crecimiento sobre los pliegues, pero luego se esparcen sobre el talo..... **L. isidioselloides**
- 3 Talo crustáceo.....4
- 3 talos foliosos y fruticosos.....15

4 Talo crustáceo harinoso	5
4 Talo crustáceo no harinoso	6
5 Farinoso, amarillo brillante, a veces amarillo-verdoso con apotecios cuando presentes amarillos biatorinos.....	<i>Chrysothrix</i>
a-Talo amarillo, gránulos moderados, 0,1-0,2 mm de diámetro, apotecios frecuentemente ausentes, leproso, sin ácido rizocárpico y presencia de ácido pulvínico.....	<i>Ch. chlorina</i>
5 ^o Talo de aspecto leproso a escumuloso, verde claro a grisáceo, con soledios granulares y apotecios sustituidos por una maraña de células de hongos entrelazadas con células de alga.....	<i>Lepraria</i>
6 Líquen rojo, verde o blanquecino, algodonoso, sin córtex o casi retirado.....	7
6 ^o Líquenes diferentes.....	8
7 Talo fértil, formando protuberancias pustuladas, zonificado circularmente con la médula expuesta como un anillo alrededor y reacciona azul con yodo	<i>Cryptothecia</i>
7 ^o Talo no fértil, con presencia de pseudoisidios, no reacciona al yodo.....	<i>Herpothallon</i>
a. Sin pigmento presente en los bordes (blanco), pseudoisidios cilíndricos de 0.1 mm de diámetro, sin presencia de asomatas, reacciona P+ amarillo, K+ amarillo y C-.....	<i>H. echinatum</i>
8 Líquenes con apotecios biatorinosólecanorinos.....	9
8 ^o Líquenes con otros tipos de apotecios.....	12
9 Apotecios lecanorinos.....	10
9 ^o Apotecios biatorinos, marrón a negro, talos de blanco a gris, márgenes prominentes a poco visibles.....	<i>Bacidia</i>
10 Apotecios de varios colores (pardo, gris, marrón, etc.) redondeados con reborde talino, sésiles o levemente pedunculados, talo de diferentes colores, esporas hialinas simples, se caracteriza por la presencia de cristales de atranorina y oxalato en el anfitecio.	<i>Lecanora</i>
10 ^o Apotecios naranja o rojo	11
11 Apotecios naranjas, talo amarillo a naranja brillante, a veces el talo es poco visible, esporas polariloculares.....	<i>Caloplaca</i>
a. Talo amarillo-naranja, médula raramente lobulada, areolas corticales, córtex de 20-30 µm, soralios presentes en los márgenes, reacciona K+ rojo, C- y médula I-	<i>C. citrina</i>
11 ^o Apotecios naranjas del mismo color del talo, margen talino irregular, disco más o menos plano, de color amarillo-verdoso, esporas oblongas simples.....	<i>Candelariella</i>

- 12 Apotecios lireliformes o zeorinos13
 12' Apotecios en forma de estrella hasta redondeados con talos blanco a gris.....
**Arthonia**
- 13 Apotecios lireliformes, curvados, elongados, color negro grisáceo, talo blanco a gris superficie irregular, muchas veces áspera, esporas simples septadas o muriformes.....**Graphis**
- a. Esporas transversales, de 25 μm de largo por 7 μm de ancho, K-**G. lineola**
- b. Esporas de 47,5 μm . de largo y 7,5 de ancho, ascosporas de 3-40 por 7-8 μm con 9 a 13 septos, K-**G. albissima**
- 13' Apotecios zeorinos (inmersos en verrugas del talo), talo blanco a verde.....**Pertusaria**
- 14 Líquenes de talo folioso.....15
- 14' Líquenes con talo filamentosos, dimórfico o fruticoso.....24
- 15 Líquen con talo amarillo y lóbulos pequeños, superficie inferior con rizinas, soraliolos frecuentes, apotecios generalmente no pedicelados, lecanorinos con disco anaranjado.....**Candelaria**
- a. Talo pequeño, de hasta 1cm de ancho, normalmente forma extensas colonias, lóbulos de 0,1-0,5 mm de ancho, sorodios granulares marginales y submarginales.....**C. concolor**
- 15' Líquen con talo blanco, verde, gris azulado.....16
- 16 Talo con cífelas en la cara ventral, cara ventral con presencia de cífelas con gran cantidad de filamentos afelpados, formando un tomento, cara dorsal verde oliva, se caracteriza por un fuerte olor a pescado.....**Sticta**
- 16' Talo sin cífelas en la cara ventral.....17
- 17 Talo con cilios marginales.....18
- 17' Talo sin cilios marginales.....19
- 18 Talo verde grisáceo a pardo en la cara dorsal, lóbulos anchos, redondeados apicalmente, zona ventral desnuda, rizinas algunas veces presentes.....**Parmotrema**
- a. talo grisáceo, lóbulos alargados ligeramente imbricados, con ápice bilobulado, soraliolos granulares, isidios frecuentes, superficie inferior negra, K + Amarillo-Rojizo con máculas reticuladas blanca.....**P. reticulatum**

b. Lóbulos redondeados, márgenes enteros, cilios moderadamente densos a densos, superficie superior de color gris pálido a verde grisáceo, carente de isidios; sorolio marginal, a menudo se extiende submarginalmente. Superficie inferior negra, rizinas dispersas, simples. corteza K + amarilla; médula K-, C + rosa, KC + rojo pálido, P-.....***P. permutatum***

18' Talo blanquecino en la cara dorsal, cara ventral oscura, lóbulos planos creciendo a lo largo del sustrato algunas veces erguidos, cilios marginales blancos a grises.....***Heterodermia***

a. Cilios marginales y laminares presentes, superficie inferior sin pigmentación o escasamente pigmentada, pigmento amarillo a ocre K-, lóbulos spatulados.....***H. comosa***

19 Superficie dorsal blanquecina, lóbulos planos, continuos.....20

19' Superficie dorsal gris azulado, gris verdoso, con lóbulos pequeños a mediano.....21

20 Ápices redondeados a truncados, cara ventral con rizinas, soredios e isidios frecuentemente presentes, apotecios leciderinos casi siempre negros.....***Pyxine***

a. Soredios granulares marginales e irregulares, médula blanca.....***P. cooes***

b. Talo sin isidios ni soredios, presencia de apotecios marginales negros, con lóbulos marginales mayores a 1 mm, médula blanca.....***P. petricola***

20' Lóbulos planos, corteza compuesta por hifas sin arreglo longitudinal, superficie ventral pigmentada de blanco, sin rizinas o escasas de color blanco, apotecios con bordes enteros con disco negro.....***Physcia***

a. Talo hasta 5 cm de diámetro, lóbulos truncados, superficie gris blanquecino, apotecios abundantes, ascosporas con 1 septo, en corteza y médula reacciona K+ amarillo, P+ amarillo, C-, KC-.....***P. alba***

21 Con rizinas en la cara ventral.....22

21' Sin rizinas en la cara ventral, talo gris azulado a pardo grisáceo; lóbulos pequeños; superficie inferior sin corteza, con tomento denso, negro. Isidios frecuentes. Apotecios lecanorinos, pardo anaranjado.....***Pannaria***

- 22 Lóbulos pequeños, con líneas radiales finas; superficie inferior con corteza, con rizinas densas a veces formando tomento. Isidios frecuentes.....***Coccocarpia***
- a. talo folioso aplanado, gris azulado, lóbulos marginales ramificados de 0,2-1 mm de ancho, isidios ausentes, presencia de filidios muy ramificados.....***C. prostrata***
- 22' Lóbulos sin líneas radiales finas23
- 23 Talo gris verdoso, lóbulos medianos, rizinas presentes en la cara ventral, soredios e isidios frecuentes, apotecios lecanorinos, disco pardo.....***Canoparmelia***
- 23' Talo gris lóbulos pequeños, rizinas en la cara ventral dimórficas, soredios presentes***canomaculina***
- 24 Talo fruticoso.....25
- 24' Talo dimórfico o filamentoso.....27
- 25 Presencia de un hilo central blanco, con crecimiento dendroide y ramificado, adherido por una base delgada, presenta coloración verdosa a amarillenta, apotecios ornamentados con fibrillas.....***Usnea***
- a. La superficie del talo está cubierta de pequeñas papilas que pueden derivar en soralias, principalmente en las puntas, Las ramas principales presentan constricciones a modo de articulaciones que separan distintas porciones más hinchadas que las terminales.....***Usnea articulata***
- 25' Sin presencia de un hilo central blanco26
- 26 Liqueen con ramas aplanadas, con coloración verde pálido, apotecios cuando presentes marginales o laminares a lo largo de las ramificaciones***Ramalina***
- a. ramas de superficie rectangular tejido condroide liso no agrietado, pseudocifelas lineares, deprimidos, isidios ausentes, con talos menores a 7 cm de longitud.....***R. camptospora***
- b. Poco ramificada, plana, rígidas y angostas, esporas pequeñas, fusiformes, hasta de 15 μm , pseudocifelarias lineares, hasta de 7 cm de longitud.....***R. celastri***
- c. ramas estrechas, canaliculadas hasta de 25 mm de ancho, superficie estriada, plana, condroide, con tejido agrietado, pseudocifelas elevadas y puntiformes.....***R. complanata***
- d. Talo denso, con bastante lóbulos ramificados e hinchados, de color verde grisáceo, hueco, con apotecios conspicuos, en los extremos de los lóbulos, a menudo oscureciendo los lóbulos, esporas simples, incoloras. Las pruebas puntuales de coloración (Pd, K, C, I) son negativas.....***R. fastigiata***

26' Liqueen erecto o postrado, de color anaranjado intenso o anaranjado verdoso, con talo cilíndrico o ligeramente aplanado, lóbulos muy ramificados y largos, márgenes con soredios pruinosos, amarillos, apotecios escasos del mismo color del talo, con margen delgado y con frecuencia se encuentra con cilios en el margen

.....*Teloschistes*

- a. Lóbulos divididos dicotómicamente, ramas principalmente rígidas, sin nudos, talo largo, apotecios raramente presentes, sorolios presentes, sin fisura.....*T. flavicans*

27 Talo dimórfico28

27' Talo filamentoso, uniformemente coloreado de amarillo, verde amarillento hasta anaranjado, Apotecios biatorinos, amarillos a anaranjados.....*coenogonium*

28 Talo con pseudopodocios fruticulosos, talo primario granuloso, gris, reacciona ante el hidróxido de potasio tornándose amarillo (K+); pseudopodocios cilíndricos, sólidos, cartilagineos, con filocladios escuosos granulosos y cefalodios.....*Stereocaulon*

- a. Cefalodios inconspicuos sin forma definida, traslúcidos o gelatinosos (esférico), sésiles filocladios escuosiformes en la base y granulares hacia el ápice del pseudopodocio.....*S. tomentosum*

28' Talo primario escuosuloso hasta folioso y corticado en la parte superior, talo secundario persistente, con cavidad central, no ramificados o con ramificación irregular, comúnmente en forma de vaso, con escuámulas podociales presentes y frecuentemente sorediado.....*Cladonia*

Discusión

Según Hortal y Lobo (2002), a partir de proporciones superiores al 70% las estimas de la riqueza asintótica se hacen estables, por lo cual se puede afirmar que la intensidad de muestreo fue favorable al obtenerse un 95% de efectividad, se empezó a estabilizar la curva de acumulación después del muestreo n° 12, el número de géneros esperados osciló entre 27 y 28 géneros según los estimadores utilizados, coincidiendo con el número de géneros encontrados que fueron 28. El género con mayor abundancia relativa fue *Leptogium*, el cual en la mayoría de estudios realizados en ciudades se encuentra principalmente en zonas de poca contaminación (RUBIANO, 1983) y (Canseco y Franken, 2006), fue el género que se registró en la mayor cantidad de muestreos y con la mayor abundancia relativa; la más baja fue *Stereocaulon* (0,14), según Moreno (2001) los géneros con muy baja abundancia relativa son poco representativos ya que parecen ser más susceptibles a las perturbaciones ambientales,

además de ser un género que se encuentra por encima de los 1.200 msnm y solo se logró colectar en un punto de Ibagué en el muestreo 2 a 1384 msnm. La familia con mayor porcentaje de área de cobertura fue Physciaceae seguido por Ramalinaceae y Parmeliaceae, las familias Physciaceae y Parmeliaceae han estado presentes como unas de las más abundantes en varios estudios realizados en Colombia, como es el caso del trabajo realizado en el área metropolitana de Bucaramanga por Benavides (2004), donde la familia Physciaceae ocupó el 33,33% de la abundancia total, la abundancia de la familia Physciaceae, indica una gran capacidad de tolerar el nivel de contaminación atmosférica de la ciudad ya que es una familia predictora de microhábitats y pioneras luego de disturbios, basados en lo descrito en el VIII Encuentro de Liquenólogos; además podría deberse a la temperatura presente en la ciudad ya que en estudios realizados en climas drásticos su abundancia se ve alterada como es el caso del estudio realizado en una zona subxerofítica en la Herrera Cundinamarca, donde Pinzón y Linares (2006) encontraron a Physciaceae con poca abundancia y apenas un 8,33% de diversidad; respecto a la familia Ramalinaceae, usualmente no se encuentra como una de las más abundantes en los diferentes estudios realizados nacionalmente, pero en este trabajo se encontró en una gran cantidad de muestreos y de forma abundante, representada por dos géneros (*Ramalina* y *Bacidia*).

Ramalina es un género considerado como líquen de áreas verdes urbanas, según Jara (1991), la familia Ramalinaceae se ha encontrado aunque en bajas abundancias en estudios realizados en lugares como el caribe colombiano donde Rincón, Aguirre y Lücking (2011) encontraron a *Ramalina* y *Bacidia* como representantes de dicha familia además de posicionar la familia Graphidaceae como la más abundante y diversa, también fue observado en un trabajo realizado en el Chocó por Soto, Londoño & Díaz (2015) en el cual encontraron la familia Ramalinaceae en una zona de transición tipo bosque, afirmando así la amplia distribución altitudinal y capacidad de soportar elevados rangos de temperatura. El índice de diversidad 'H es menor en el muestreo 1 además de ser el muestreo con mayor dominancia, coincidiendo con lo descrito por Moreno (2001) donde dichos valores altos representan una baja diversidad, posiblemente porque es un sector de la ciudad con alto tráfico vehicular, lo que según Gries (1999), produce en los líquenes problemas morfológicos por la cantidad de contaminantes que absorben. La tolerancia y resistencia de los líquenes a la contaminación es menor en individuos jóvenes, siendo una razón del descenso en la diversidad de líquenes en zonas contaminadas al no poderse reproducir o los talos más jóvenes dejan de progresar (Enzensberg, 2000). Además, con frecuencia se empiezan a observar árboles con cortezas verdes en los que ha desaparecido la simbiosis, permaneciendo sólo el alga que soporta mejor la contaminación. En los puntos de muestreo realizados en Ibagué se encontró con frecuencia este fenómeno, principalmente en árboles y algunas rocas donde se podía visualizar parches verdes y en algunos casos naranjas con filamentos, algas del género *Trentepohlia*. El muestreo 12 fue el de mayor diversidad y uno de los muestreos con menor dominancia, ya que

se hallaron 18 de los 28 géneros encontrados en todo el estudio, la mitad de estos son crustáceos coincidiendo con lo encontrado por Wolf (1993), quien describe que las especies crustáceas son las que más contribuyen a la diversidad de los líquenes en el trópico. Los valores más altos de riqueza se obtuvieron en el muestreo 2 y el muestreo 4, estos valores altos de riqueza probablemente se dieron gracias a que se realizaron a mayor altura que los demás muestreos y fueron los más alejados de las zonas más pobladas de la ciudad, y por ende, con menores niveles de contaminación. El muestreo con la riqueza más baja fue en el n° 14 pues sólo se encontró un total de 8 géneros, este punto de muestreo se realizó en una zona muy transitada por vehículos de transporte público, alejada de las zonas altas y poco intervenidas de la ciudad, lo cual coincide con lo descrito por Enzensberg (2000), quien explica que a medida que se acercan desde los bosques hacia el centro de las ciudades los líquenes van desapareciendo, quedando solo aquellas especies que posiblemente presentan mejores condiciones para soportar el estrés generado en estos ambientes, como lo son *Physcia*, *Pyxine* y *Parmotrema*; información que es confirmada por Cerón y Quintero (2009), quienes afirman que los líquenes encontrados en lugares contaminados, normalmente son aquellos que poseen la resistencia necesaria a la transformación del paisaje o reemplazaron a las más sensibles. En cuanto a los tipos de sustrato, el más abundante teniendo en cuenta los porcentajes de área de cobertura ocupada por cada uno fue la corteza siendo también el sustrato con mayor diversidad (H) y el sustrato con menor dominancia, gracias a que se encontraron 25 de los 28 géneros en el total de muestreos, coincidiendo con lo descrito por Benavides (2004) en el área metropolitana de Bucaramanga, donde los líquenes se encontraron distribuidos especialmente en el sustrato cortícola. La mayor dominancia se encontró en el sustrato cemento ya que al localizarse en un solo punto de muestreo, el índice tomó como dominantes los dos únicos géneros colectados, además de ser el sustrato con menor diversidad, principalmente porque no se encontraron líquenes en rocas con pintura blanca con cal, ya que el encalamiento puede prevenir especies de hongos al aumentar el pH del suelo (Baath & Anderson, 2003), así que a medida que el pH aumenta, los hongos disminuyen, la roca a pesar de no ser el sustrato con mayor diversidad ya que sólo se colectaron 36 de los 749 individuos registrados en el trabajo, sí presentó la mayor riqueza, pues se encontraron 17 géneros de líquenes, siendo más de la mitad de los géneros totales, fue mayor el número de géneros que los reportados por Pinzón y Linares (2006) en la Herrera Cundinamarca, con 10 géneros. En el cemento, por las circunstancias ya descritas, al tener sólo dos géneros de los 28 totales, se obtuvo la menor riqueza. En cuanto al sustrato madera y su baja representatividad en el muestreo, puede deberse a que, en las zonas urbanas después de procesos de perturbación naturales o causadas por el hombre, los troncos muertos o talados no son dejados en dicho ambiente, eliminando la posibilidad de ser colonizados por los líquenes además cuando es el hombre quien introduce madera, los géneros de líquenes que se adhieren a éste son aquellos que se encuentran en los otros sustratos (Lindenmayer & Franklin, 2002), por lo cual pocas veces se encuentran géneros que no se hayan colectado en los otros tres tipos de sustrato.

Conclusiones

La ciudad de Ibagué posee óptimas condiciones para la presencia de líquenes en sus zonas verdes, siendo predominantes en el sustrato cortícola como se ha reportado previamente para las condiciones de clima y altura de la ciudad.

El hecho de que los géneros más abundantes en Ibagué sean *Leptogium*, *Phycia* y *Pyxine*, confirma un bajo nivel de contaminación de la ciudad además se encontraron cifras de diversidad y riqueza liquénica dentro de los valores normales en la mayor parte de los barrios.

La mayor dominancia y menor riqueza liquénica de la ciudad se dio en la ciudadela Simón Bolívar, donde son mayores los niveles de intervención antrópica y la mayor riqueza se concentra en barrios alejados del centro de Ibagué y de la contaminación vehicular como La coqueta y Alaska.

El Vergel es el punto más diverso posiblemente por poseer mejores condiciones al encontrarse asociado a un pequeño cuerpo de agua (quebrada las Panelas) en buenas condiciones, además del poco tránsito vehicular.

Con base en los géneros y especies registrados en este trabajo, se generó la primera clave para los líquenes de las zonas verdes de Ibagué.

Recomendaciones

Se recomienda realizar estudios en zonas rurales del Tolima para conocer la diversidad de otros sitios del departamento, generar trabajos sobre diversidad de líquenes teniendo en cuenta otros factores como microclima y pH, desarrollar trabajos con forófitos específicos como palmas, ya que en éstas se visualizó una gran abundancia y diversidad de líquenes.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Herbario TOLI de la Universidad del Tolima por facilitar sus equipos y colección, a las personas de los barrios e instituciones que respaldaron el muestreo, al Herbario de la Universidad Distrital que a través de la doctora Bibiana Moncada orientó y facilitó las determinaciones a especie.

Referencias

- Baath, e. & Anderson, T.H. (2003). Comparison of soil fungal/bacterial ratios in a pH gradient using physiological and PLFA-based techniques. *Soil Biology and Biochemistry* 35, 955-963.
- Benavides, J. (2004). *Líquenes y Briofitos del Área Metropolitana de Bucaramanga*. Universidad Industrial de Santander. P. 53-103.
- Brodo, I.; Duran, S. & Sharnoff S. (2001). *Lichens of North America*. Yale University Press/New Haven and London. 795 pp.
- Canseco, A. y Franken, M. (2006). Comunidades de líquenes: indicadores de la calidad del aire en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Acta Nova* 3: 286-307.
- Cerón, B. y Quintero, A. (2009). Estructura de una comunidad de líquenes y morfología del género *Sticta* (Stictaceae) en un gradiente altitudinal. *Acta Biológica Colombiana*, 14(3), 157-170.
- Chaparro, M. y Aguirre, J. (2002). *Hongos liquenizados*. Colección textos. Universidad Nacional de Colombia.
- Enzensberg, H.M. (2000). Los líquenes "El más lento telegrama de la tierra". Disponible en: <http://es.geocities.com/ccored2000/liquen.html>. Pp 1-6.
- Gries, C. (1999). Lichens as indicators of air pollution. En: T.H. Nash III (eds). *Lichen biology*: 240-254. Cambridge University Press, Cambridge.
- Esquivel, H. E., y Vivas, A. N. (2003). *Diversidad florística de la cuenca alta del río Combeima*. Proyecto Servicios Integrados para Jóvenes.
- Hortal, J. & Lobo, J.M. (2002). Una metodología para predecir la distribución espacial de la diversidad biológica. *Ecología*, 16, 405-432.
- Iwatzuki, Z. (1960). The epiphytic briophyte communities in Japan. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 22: 159-339.
- Jara, M.U. (1991). Ramalina (Lichens) en los parques de Lima. *Espacio y Desarrollo*, (3), 29-39.
- Lavornia, J.M.; Kristensen, M.J. y Rosato, V.G. (2016). Clave de identificación de líquenes saxícolas Del Paisaje Protegido "La Poligonal" (Sistema de Tandilia, Buenos Aires). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 18(2), 107-115.
- Lawrey, J.D. (1984). *Biology of lichenized fungi*. Praeger.
- Lindenmayer, D.B. & Franklin, J.F. (2002). *Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach*. Island Press.
- Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la Biodiversidad. Volumen I. Manuales y Tesis. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. 84 pp.
- Pacheco, M.L. (2016). Estudio de la preferencia de hábitat de *Cladonia confusa* y *Leptogium azureum*, líquenes muscícolos en un fragmento de bosque alto-andino, en la reserva biológica el Encenillo, Guasca, Cundinamarca. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Bogotá.
- Pinzón, M. & Linares, E. (2006). Diversidad de líquenes y briofitos en la región subxerofítica de la Herrera, Mosquera (Cundinamarca-Colombia). Riqueza y Estructura Richness and Structure. *Caldasia*, 28(2), 243-257.
- Rangel, J. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(151), 176-200.
- Rincón, A.; Aguirre, J. y Lücking, R. (2011). Líquenes corticícolas en el Caribe Colombiano. *Caldasia*, 33(2), 331-347.
- Rubiano, L. (1983). Líquenes como indicadores de Contaminación en el Complejo Industrial de Betania y la Termoeléctrica de Zipaquirá, Cundinamarca. *Acta Biológica Colombiana* 1: 95-125.
- Simijaca-Salcedo, D.F.; Vargas-Rojas, D.L. & Morales-Puentes, M.E. (2014). Uso de organismos vegetales no vasculares como indicadores de contaminación atmosférica urbana (Tunja, Boyacá, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 19(2).
- Soto, E.; Londoño, V. & Díaz, D (2015). Epiphytes from a forest type transition zone in the Choco Biogeographic Region, Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 63(4), 915-926.
- Wolf, J. (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.