

**“EVALUACIÓN DE LAS COMUNIDADES LIQUENICAS EN DOS BOSQUES CON  
DIFERENTE HISTORIA DE USO, DE LA RESERVA BIOLÓGICA “ENCENILLO”  
COLOMBIA”.**

NATHALIA ANDREA RAMÍREZ MORÁN.

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial

Para optar al título de

BIÓLOGO

Miguel León, Director.



FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

Bogotá, D. C.

(27 Noviembre 2009)

Artículo 23 de la Resolución No13 de julio de 1946:

"La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus tesis de grado".

**“EVALUACIÓN DE LAS COMUNIDADES LIQUENICAS EN DOS BOSQUES CON  
DIFERENTE HISTORIA DE USO, DE LA RESERVA BIOLÓGICA “ENCENILLO”  
COLOMBIA”.**

NATHALIA ANDREA RAMÍREZ MORÁN.

APROBADO

---

Miguel León

Director

---

Jorge Jácome

Par Académico

## **AGRADECIMIENTOS.**

A Miguel León Gómez, además de ser el director de este trabajo, ha sido un gran profesor y un amigo incondicional, quien por su pasión y dedicación a las Criptógamas me inculco el amor a la ciencia, la investigación y la disciplina en el aprendizaje de los líquenes. Fue el tejedor de este fruto que hoy se hace realidad al cual dedicó largas horas para su diseño y elaboración

A Jorge Jácome Ph.D, par académico, quien con su acompañamiento e invaluable conocimientos brindó las herramientas necesarias para la ejecución de este trabajo, escuchó con paciencia y organizó las ideas para el mejoramiento del mismo.

A María Victoria Vargas PhD., profesora de la Pontificia Universidad Javeriana, encargada de la materia quién siempre estuvo dispuesta y brindó la ayuda apropiada.

A la Fundación Natura, por permitir realizar el trabajo dentro de la Reserva Biológica “Encenillo”, quienes desde el primer momento demostraron su interés en la temática y en la profundización hacia el conocimiento de la biodiversidad, y dieron todos los recursos necesarios para que este trabajo fuera un hecho.

A los administradores de la Reserva, la familia Cumbalá, los cuales aportaron sus conocimientos adquiridos en su experiencia en campo, y que además brindaron una buena estadía durante la fase de muestreo.

A Robert Lücking, Ph.D. Liquenicologo, director y curador de Investigación de la colección de Micología en el Museo Field de Chicago, un agradecimiento especial por sus valiosos aportes en la construcción de mi trabajo pues nunca dudo en brindarme todas las herramientas necesarias para llevarlo a buen término.

A Eimy Rivas Plata, MSc. Liquenicologa, quien me brindó una invaluable ayuda especialmente en la obtención de bibliografía y quien se empeño en la viabilidad de este trabajo.

A Bibiana Moncada, liquenicologa y profesora de la Universidad Distrital de Colombia, quien con su dedicación y pasión por los líquenes me vínculo con los expertos en la materia.

Bogotá, D. C. (27 Noviembre 2009).

## DEDICATORIA.

A Dios mi guía, mi escudo, mi protector y mi todo, quién durante estos años de formación mostro su rostro reflejado en toda su creación.

A mi abuelo Santiago Eliecer Morán, desde arriba y aquí en la tierra, soy lo que tú eras, quiero ser lo que tú querías, gracias por ser mi mayor inspiración, el mejor de los amigos, este éxito también es tuyo.

A mis queridos padres ejemplo de disciplina, de amor a la profesión y a mi hermano mi motivo, el mejor regalo de mi vida, quienes con su paciencia y amor me acompañaron y me apoyaron absolutamente a emprender el viaje por el recorrido de la ciencia, y siempre me brindaron todo cuanto necesite.

A los amigos confidentes, ladrones de sonrisa, animadores, a los que estuvieron en las buenas y en las malas, las manos derechas de este trabajo.

A mi compañero en esta aventura, alentador, viva oración, quien siempre creyó en mí, fue testigo del esfuerzo y del compromiso puesto en este sueño.

Y finalmente a mis cómplices y mis siempre amados briófitos y líquenes, quienes fueron mi impulso, mi deleite y hasta mi obsesión.

*“Y vio una sonrisa de musgo y color  
y un líquen que nace de su corazón  
cuando quieras ver verás todo lo que imaginaste  
cuando quieras ver verás todo aquello que soñaste”.*

De Pedro Guerra, Canción Rayas, Álbum Golosinas.

## LISTA DE FIGURAS.

Figura N°1. Mapa de delimitación de la Reserva Biológica Encenillo.....	6
Figura N°2. Aspecto general bosque B1. ....	18
Figura N°3. Vista general del Bosque B2 (Conservado).....	19
Figura N°4. Subdivisión de forofito en zonas verticales. ....	20
Figura N°5. Orientación geográfica en el tallo.....	20
Figura N°6. Registro fotográfico de las especies de la Familia CLADONIACEAE del B2...25	
Figura N°7. Registro fotográfico de algunas especies representantes crustáceos.....26	
Figura N°8. Gráfico de barras que representa las familias presentes en el estudio.....27	
Figura N°9. Registro fotográfico de algunas especies de la Familia PARMELIACEAE.....27	
Figura N°10. Gráficos de círculos de los porcentajes que representan el nivel "Familia" ....28	
Figura N°11. Gráficos de barras con las especies más representativas.....29	
Figura N°12. Registro fotográfico de especie <i>Phyllopsora confusa</i> en la Reserva.....29	
Figura N°13. Registro fotográfico de algunas especies presentes en la Reserva.....30	
Figura N°14. Gráficos de la curva de acumulación de especies en los dos bosques.....34	
Figura N°15. Gráficos de la curva de acumulación de especies en bosque perturbado.....35	
Figura N°16. Gráficos de la curva de acumulación de especies en bosque conservado....35	
Figura N°17. Dendograma Cluster entre los forofitos para los bosques.....37	
Figura N°18. Gráficos en base de los 32 forofitos para el estado de conservación.....38	
Figura N°19. Gráfico con ordinación en base de las muestras individuales para la variable estado de conservación.....39	
Figura N°20. Gráfico con ordinación en base de las muestras individuales para la variable DAP del forofito en relación con la diversidad.....40	
Figura N°21. Gráficos con ordinación a base de las muestras individuales para la variable distribución vertical en relación con la diversidad.....40	
Figura N°22. Gráficos con ordinación a base de las muestras individuales para la variable la variable orientación geográfica en relación con la diversidad.....41	
Figura N°23. Registro fotográfico de algunas especies de líquenes Rupicolos presentes en la Reserva. Anexo N°2.....	63

## LISTA DE TABLAS.

Tabla N° 1. Estructuras reproductivas presentes en los líquenes.....	8
Tabla N° 2. Principales biotipos de los líquenes.....	9
Tabla N° 3. Tipos de sustratos donde crecen los líquenes.....	9
Tabla N° 4. Antecedentes de los estudios de diversidad de líquenes para Colombia.....	10
Tabla N° 5. Antecedentes de estudios con líquenes relacionados con la perturbación.....	12
Tabla N°6. Datos generales para llevar a cabo estudios con los líquenes.....	21
Tabla N°7. Características relacionadas a los factores abióticos .....	22
Tabla N°8. Listado con todos los registros en niveles taxonómicos de Reserva Biológica...33	33
Tabla N°9. Tabla con datos del Índice de Shannon para cada bosque.....	36
Tabla N°10. Tabla con datos del Índice de Simpsons para cada bosque .....	36
Tabla N°11. Prueba estadística de Monte Carlo para los biotipos.....	37
Anexo 1. Tabla de las especies registradas para la Reserva Biológica Encenillo, a manera de resumen de la información general de las características morfológicas y ecológicas.....	54
Anexo 2. Tabla con los datos obtenidos por el programa Biodiversity para realizar la curva de acumulación de especies para cada estimador.....	62

## TABLA DE CONTENIDOS.

	Página
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCION.....	3
3. MARCO TEÓRICO.....	5
3.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	5
3.1.1 Descripción de la Reserva.....	5
3.1.2 Senderos.....	6
3.1.3. Estado general de la reserva.....	7
3.2 LÍQUENES.....	7
3.2.1. Definición.....	7
3.2.2. Historia de vida de los líquenes.....	8
3.2.3. Aspectos generales de Morfología y Anatomía.....	8
3.2.4. Microhábitat y sustratos.....	9
3.2.5 Los líquenes en Colombia.....	10
3.2.6 Importancia y función de los líquenes.....	10
3.2.7 Los líquenes y el concepto de bioindicador.....	11
3.3. PERTURBACIÓN Y USO O MANEJO DE LA TIERRA.....	14
3.3.1. Tipos de disturbios.....	15
3.4. LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA.....	15
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
4.1. Fase de selección de sitios de muestreo.....	17
4.1.1 Criterio de selección de áreas.....	17
4.1.2 Descripción de las áreas de bosque.....	17
4.1.2.1 Bosque perturbado “B1”.....	17

4.1.2.2 Bosque no perturbado, conservado “B2” .....	18
4.2. Fase de campo.....	19
4.2.1. Establecimiento de transectos y parcelas.....	19
4.2.2 Recolección de líquenes.....	20
4.3. Fase de laboratorio.....	21
4.3.1. Preservación del material.....	21
4.3.2. Identificación taxonómica.....	21
4.3.2.1 Nivel taxonómico “Género”.....	22
4.3.2.2 Nivel taxonómico “especie”.....	22
4.3.3. Sistematización.....	22
4.4 Fase de análisis de resultados.....	22
4.4.1. Descripción de los factores abióticos y/o sustratos.....	22
4.4.2. Caracterización de la composición de líquenes.....	23
4.4.3. Descripción de la estructura de las comunidades líquénicas.....	23
4.4.4. Comparación de las variables frente a la diversidad de líquenes...23	
5. RESULTADOS.....	24
5.1 Composición florística de las comunidades líquénicas.....	24
5.1.1 Nivel taxonómico “FAMILIA”.....	24
5.1.2 Nivel taxonómico “GÉNEROS”.....	28
5.1.3 Nivel taxonómico “ESPECIES”.....	28
5.1.4 Lista de familias, géneros y especies muestreadas en dos bosques. .	31
5.1.5. Curva de acumulación de especies.....	34
5.2. Estructura de las comunidades líquénicas.....	35
5.2.1 Índice de Shannon-Wiener (H').Equidad.....	35
5.2.2 Índice de Simpson ( $\lambda$ ).Dominancia.....	36
5.3 Comparación de la diversidad de las comunidades liquenicas respectos a las variables.....	36
5.3.1 Morfotipos.....	36
5.3.2. Estados del bosque.....	37
5.3.2.1 Cluster jerárquico (ACJ).....	37
5.3.2.2 Análisis de gráficos de Método de Ordenación.....	38
5.3.2.2.1. CAP (Circunferencia a la altura del pecho).....	39

5.3.2.2.2 Distribución vertical.....	40
5.3.2.2.3. Orientación geográfica.....	41
6. DISCUSION.....	42
6.1. Composición de líquenes.....	42
6.2. Estructura de las comunidades líquénicas.....	44
6.3. Factores abióticos y sustratos.....	44
6.4. Relación de la diversidad de las comunidades liquenicas respectos a las variables.....	45
7. CONCLUSIONES.....	46
8. RECOMENDACIONES.....	47
9. BIBLIOGRAFIA.....	47
10. ANEXOS.....	52

## 1. RESUMEN.

En el presente estudio se evaluó la composición y estructura de las comunidades de líquenes presentes en dos bosques con diferentes historias de uso (utilizado como herramienta de referencia del estado de conservación y fragmentación en las áreas) de la Reserva Biológica Encenillo y se corroboró que las comunidades de líquenes reflejan diferencias asociadas a estos. Se encontraron 21 familias de las cuales PARMELIACEAE fue la más representativa para los dos bosques, seguida de las familias LOBARIACEAE y RAMALINACEAE. Se presentaron 43 géneros entre los cuales se encontraron *Parmotrema*, *Usnea*, *Hypotrachyna*, *Phyllopsora*, *Sticta*, entre otras. También se registraron 96 especies de los cuales *Phyllopsora confusa* fue la única especie compartida entre los dos bosques, mientras que las especies representativas fueron *Hypotrachyna meridensis* para el bosque perturbado (B1), y *Parmotrema commensuratum* para el bosque conservado (B2). Se encontró una buena efectividad para el estudio en general, entre el 48,36% para el estimador CHAO 1 y el 78,83% para MMMean. Según los índices de Shannon y Simpson el Bosque Perturbado fue el bosque con comunidades de líquenes más uniforme y el más dominante hecho que se explicó por el fenómeno definido como “resiliencia ecológica”. Se describieron los factores abióticos y los sustratos donde habitaban los líquenes dentro de las áreas de bosque como registros complementarios y necesarios para la descripción de las especies y su relación con su hábitat. Finalmente se relacionaron las diferentes variables (DAP, distribución vertical, orientación geográfica, estado de conservación) con respecto a la diversidad empleando análisis estadísticos como el cluster jerárquico (ACJ), una prueba estadística multivariada con el método de ordenación, prueba estadística de Monte Carlo para los biotipos y se rectificó que el estado de los bosques tuvo correlación con la diversidad y con las demás variables sucedió lo contrario. Este trabajo permite afirmar que las diferentes historias de uso de la tierra tales como la fragmentación afectan la diversidad de los líquenes influyendo en las condiciones de los bosques de tal manera que los organismos afectados pueden desarrollar diferentes estrategias biológicas (como la dispersión, entre otros) para mantenerse.

## ABSTRACT.

In the present study the composition and structure of lichen communities present in two forests with different histories of use was evaluated, term used to reference the state of conservation and fragmentation in the areas of the Biological Reserve "Encenillo" and confirmed that the lichen communities reflect differences associated with these. 21 families were obtained of which the PARMELIACEAE was the most representative family for the two forests, followed by the families RAMALINACEAE and LOBARIACEAE. There were 43 genera which were found including *Parmotrema*, *Usnea*, *Hypotrachyna*, *Phyllopsora*, *Sticta*, among others. They also found 96 species of which *Phyllopsora confusa* was the only species shared between the two forests, while the representative species were *Hypotrachyna meridensis* for Disturbed Forest and *Parmotrema commensuratum* for Forest Holding. It was found a good effectiveness for the study in general between 48.36% for the estimator Chao 1 and 78.83% for MMMean. According to Shannon and Simpson indices the disturbed forest was the forest more uniform and more dominant fact is explained by the phenomenon described as "ecological resilience." It was described the abiotic factors and substrates inhabited by lichens in forest areas as a full record that complemented the description of species and their relationship with their habitat. Finally to compare the different variables (DAP, vertical distribution, geographical conditions, state of conservation) with respect to diversity through the implementation of different statistical analysis as the Cluster Hierarchy (ACJ), multivariate statistical test with the sort method, statistical test Monte Carlo for biotypes was rectified the state forest was correlated with diversity and with the other variables was vice versa. In conclusion it could say that the different histories of land use as fragmentation is affecting the diversity of lichens influencing forest conditions so that the bodies concerned may develop different biological strategies (such as the dispersion between others) to perpetuate itself.

## 2. INTRODUCCION.

La degradación física, la transformación y explotación de las áreas naturales han generado la fragmentación del hábitat, los bosques del sistema cordillerano que comprende las regiones andina y subandina han sido continuamente invadidos por las poblaciones humanas para uso agrícola y de vivienda (Rangel 2005; Aguirre & Rangel 2007; Aguirre en Rangel 2008). Estas alteraciones se asocian con la pérdida de especies, la reducción del tamaño de la población natural y por ende la pérdida de la calidad de vida, a esta problemática se le suma las fuertes influencias que los cambios climáticos del Pleistoceno atribuyeron sobre las condiciones actuales de biodiversidad. En los últimos 25 años ha crecido el interés de varias entidades en evaluar estos tipos de amenazas pues es un tema de preocupación en general, sobre todo cuando aun no se tiene el registro total de la diversidad biológica para Colombia (Aguirre & Rangel 2007).

La Reserva biológica Encenillo, ubicada en Guasca (Cundinamarca), posee dentro de su cobertura vegetal uno de los últimos bosques andinos primarios de la Cordillera Oriental, entre otros bosques en los que predominan los encenillos *Weinmannia tomentosa* L.F (Martínez *et al.*2005). Algunos de esos bosque presentan buen estado de conservación y otros están altamente fragmentados por causa de la construcción de vías de acceso a la región, la implementación de cultivos y la extracción de minas de caliza; actualmente unos pocos se encuentran en proceso de recuperación (Martínez *et al.* 2005). La información existente en cuanto a la composición florística de la Reserva presentada en el informe de Martínez *et al* (2005), está referida específicamente para fanerógamas, pero para otros organismos vegetales como lo son los briofitos y los líquenes existen registros mínimos.

Los líquenes conforman un grupo representativo de la diversidad biológica, los cuales, entre otros aspectos han sido utilizados como indicadores de la calidad del ambiente, por ejemplo para las zonas boreales que han sido bien estudiadas se han realizado completas caracterizaciones de áreas con condiciones heterogéneas, sin embargo, en los trópicos trabajos

de este tipo han sido escasos. Los pocos estudios realizados en Colombia que han empleado líquenes hacen referencia a su uso como indicadores de contaminación atmosférica y como para nuestro país no existen inventarios o caracterizaciones completas de estos organismos en los ecosistemas no se ha podido obtener información significativa acerca de la calidad ambiental, en la cual posteriormente se pueda encontrar algún tipo de relación con la historia del uso de la tierra. Además los líquenes tienen un alto potencial que para ser utilizados en diagnósticos rápidos de los ecosistemas cuando el tiempo y los recursos son limitados, ya que gracias al tamaño de sus talos, a las técnicas fáciles para su recolección y observación se pueden reconocer rápidamente ciertos patrones distintivos (Hawksworth *et al.* 2005).

En el presente estudio como objetivo general se evaluó el efecto del estado de conservación de los bosques sobre las comunidades liquenicas dentro de la Reserva Biológica Encenillo, entre los objetivos específicos se hizo una caracterización de la composición y la descripción de la estructura de las comunidades de líquenes presentes en dos bosques con diferentes historias de uso, concepto referido a los estados de conservación del bosque, de esta manera se obtuvo un inventario de las especies y se estimó su importancia, así mismo se hizo una documentación de los factores abióticos que influyeron sobre tales comunidades, todo esto para poder dar respuesta en cuanto a si las comunidades de líquenes reflejan diferencias asociadas a esa historia de uso.

Los resultados obtenidos podrán ser utilizados en la evaluación del potencial uso de los líquenes como indicadores ecológicos en nuestro país, que a mediano plazo se emplearía para la toma de decisiones en la formulación de planes de manejo de los bosques (Rivas *et al.* 2008). De esta manera ofrece contribuciones especialmente a la Fundación Natura en los propósitos “de dar continuidad y profundización a los estudios sobre la riqueza biológica de los organismos con elementos que orienten los planes de gestión para la protección de los bosques de la región (Martínez *et al.* 2005)”. Adicionalmente este trabajo de grado brinda aportes al estudio de las criptógamas de nuestro país, ya que los líquenes por sus múltiples adaptaciones son tan complejos e importantes como otros organismos en el funcionamiento de los ecosistemas (Holz & Gradstein 2005; Brodekova *et al.* 2006).

### **3. REFERENTES CONCEPTUALES - MARCO TEÓRICO.**

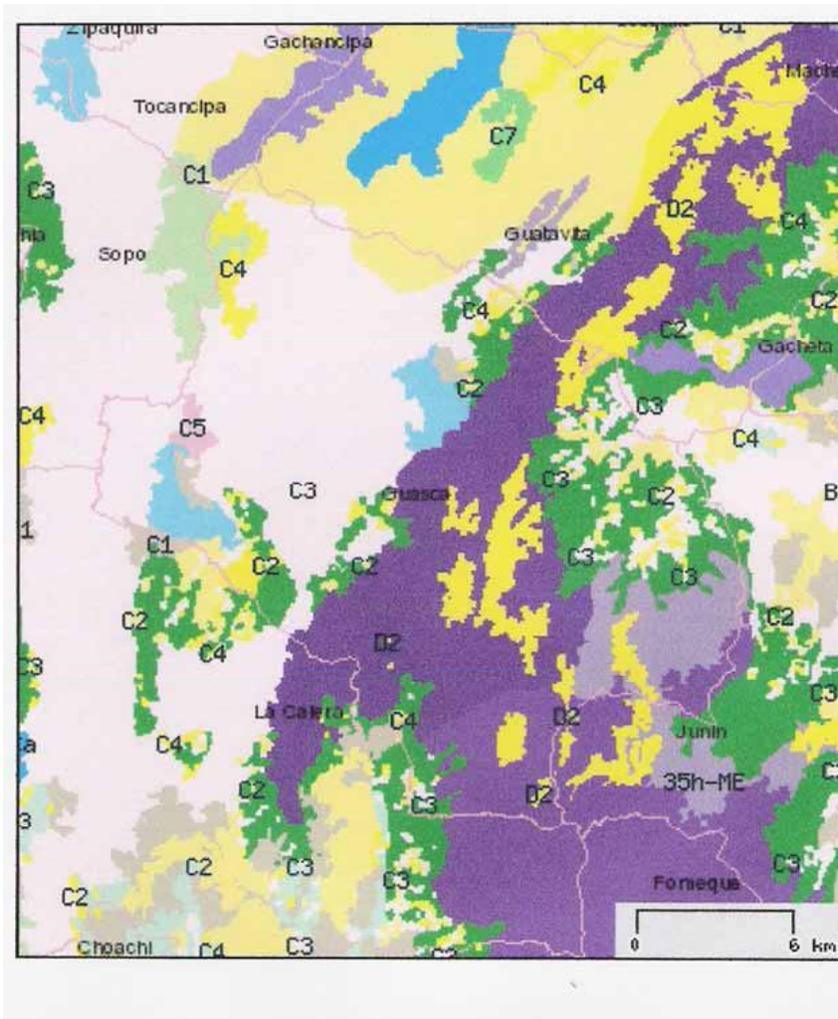
#### **3.1 ÁREA DE ESTUDIO.**

##### **3.1.1 Descripción de la Reserva.**

La Reserva Biológica del Encenillo, se localiza en el Municipio de Guasca, Departamento de Cundinamarca, Vereda “La Trinidad”; limita con las Veredas Santa Helena de Guasca y Santa Ana Baja, y con los Municipios de la Calera y de Sopó (Figura N°1) (Martínez *et al.* .2005). Las coordenadas de ubicación se encuentran entre un rango mínimo de: 73° 55'12” W; 4° 46'48” N, y un rango máximo: 73° 54'W; 4° 48' N, el límite altitudinal está entre los 2800 y los 3000 msnm (Martínez *et al.* .2005).

La Reserva cuenta con un área de bosque de aproximadamente 52 ha, que se caracteriza por presentar cuatro estratos: vegetación en el suelo como líquenes, musgos, hepáticas y algunas fanerógamas; estrato de vegetación herbáceo que corresponde a helechos, orquídeas, Piperaceas, Bromeliaceas; arbustos y árboles como Ericaceas, Melastomataceas, Rubiaceas, Rosaceas y Cunnoniaceas; y el último estrato que está principalmente conformado por Encenillos *W. tomentosa* (Martínez *et al.* 2005). Estos bosques cumplen con funciones de gran importancia como: la regulación de agua que abastece la represa de Tominé, así como fincas de producción ganadera y de descanso, generalmente en algunas de las veredas de La Calera (Martínez *et al.*2005).

La Reserva fundada como proyecto de la Fundación Natura pretende que la existencia de estos lugares potencialice los atributos nombrados con anterioridad y también con fines importantes para llevar a cabo estudios sobre los bosques andinos. Además es un banco genético de especies con importancia ecológica y económica, un centro para la recuperación de áreas degradadas y para la prestación de servicios de educación ambiental y ecoturismo (Martínez *et al.* 2005). En este bosque se han identificado hasta el momento, 95 especies de plantas pertenecientes a 39 familias, pero en el Informe de Martínez *et al* (2005) el listado es para familias de fanerógamas, y la reseña de briófitas y líquenes es mínima.



**Figura N° 1.** Mapa de delimitación de la Reserva Biológica El Encenillo, Municipio de Guasca (Rodríguez *et al.* 2004, en Martínez *et al.* 2005). Las áreas pertenecientes a la Reserva están codificadas con C1, C2, C3 y C4.

### 3.1.2 Senderos.

La reserva cuenta con un Centro de Recepción de visitantes y una red de rutas “senderos” o corredores biológicos de aproximadamente 5 Km de longitud. Entre la descripción bibliográfica existente encontramos los siguientes senderos:

El Horno, la Tingua: que conduce a un mirador localizado a 3200 metros de altura, sobre el filo que separa la reserva de otras propiedades privadas, el Cusumbo caracterizado por bosques de encenillos (*W. tomentosa*), y bosques de niebla (Martínez *et al.* 2005).

Dentro de este estudio se identificaron otras rutas tales como: el Sendero las Orquídeas, que se conecta con la ruta del Cusumbo y con las carreteras que conllevan también a una intercepción con otro sendero que se denomina “El Colibrí”, este sendero representa otra opción para recorrer la Reserva partiendo de la casa y limita a otras fincas, estos dos senderos al conectarse forman La Tingua.

### **3.1.3. Estado general de la reserva.**

Los bosques de la región donde se encuentra la Reserva, están altamente fragmentados e intervenidos por procesos de cacería y entresaca conocidos en los últimos 50 años, también se señala un período continuado de extracción de minas de caliza. Se reconoce la fuerte invasión de la especie *Ulex europaeus* L. (retamo espinoso) que ha tenido alta prosperidad gracias a su alta capacidad de regeneración a partir de estructuras vegetativas resistentes y a la producción alta de semillas, pero principalmente debido al grado de transformación de los ecosistemas y que además se convierte en una especie susceptible a promover incendios forestales, causante del desplazamiento y exclusión de especies nativas, la pérdida de atributos del ecosistema, y la alteración del régimen de disturbios (Hoshovsky 1989; Rios 2001 en Martínez *et al.* 2005).

Sin embargo los bosques de las zonas circundantes y los de la Reserva están en proceso de regeneración natural y de recuperación de suelos (Martínez *et al.* 2005).

## **3.2 LÍQUENES.**

### **3.2.1. Definición.**

Un líquen es una asociación simbiótica entre un hongo “micobionte” que aporta el 90 % de biomasa y uno o varios “fotobiontes”, organismos autótrofos fotosintéticos que pueden ser algas verdes o cianobacterias (*Trebouxia*, *Trentepohlia*, *Nostoc*, entre otros), y que también pueden presentarse de forma mixta, dando como resultado una entidad morfológicamente nueva, es decir el talo, quién resulta diferente de los organismos que le dan origen. Pero debido a la alta proporción que ocupa el micobionte de origen polifilético y taxonómicamente heterogéneo, se denominan “hongos liquenizados (Aguirre & Chaparro 2002; Anguita 2003; Spielmann 2006; Moreno *et al.* 2007; Pérez 2008). Según De Bary (1879 en Anguita 2003) el hongo ofrece protección frente a la desecación y aporta albuminoides para el crecimiento del alga, mientras

que el alga convierte la luz y el carbono en hidratos de carbono y azúcares para alimentar al hongo.

Coexiste como un organismo que subsiste en varios lugares a condiciones extremas las cuales no les permitiría vivir por separado. Son organismos que “se dedican a crear suelo fértil donde la extrema aridez, la erosión, los efectos de los incendios impide el desarrollo de especies vegetales más complejas” (Alexopoulos & Mims 1895; Purvis 2000; Aguirre & Chaparro 2002; Anguita 2003; Spielmann 2006; Moreno *et al.* 2007; Pérez 2008).

### 3.2.2. Historia de vida de los líquenes.

La reproducción en los líquenes puede ser de tipo asexual o por diásporas vegetativas y de tipo sexual por esporas que poseen varias formas: simples o septadas (monoseptadas, pluriseptadas), globosas, claviformes, elipsoidales, muriformes. La Tabla No. 1, presenta las diferentes estructuras reproductivas presentes en los líquenes.

ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS	CARACTERÍSTICA	TIPO REPRODUCCION
<b>Soredios</b>	De apariencia grumosos a polvorosas, y se emiten a través de los soralios.	Vegetativa
<b>Isidios</b>	Con protuberancias muy pequeñas.	Vegetativa
<b>Filidios</b>	Generalmente en el punto de adherencia al talo.	Vegetativa
<b>Picnidios</b>	Esféricos más o menos encerrados.	Vegetativas /Sexual
<b>Apotecios</b>	Ascospores expuestos al exterior.	Sexual
<b>Lirelas</b>	De formas alargadas, lineales.	Sexual
<b>Peritecio</b>	Esféricos más o menos encerrados.	Sexual

TABLA No. 1. Estructuras reproductivas presentes en los líquenes.

### 3.2.3. Aspectos generales de Morfología y Anatomía.

Los líquenes se pueden clasificar según el tipo de talo, también denominado forma de crecimiento o biotipo según (Purvis 2000; Aguirre & Chaparro 2002; Anguita 2003; Spielmann 2006; Moreno *et al.* 2007; Pérez 2008) y que se presentan en la Tabla No. 2.

BIOTIPO	CARACTERÍSTICAS	SEGÚN ANATOMIA
<b>Rudimentarios</b>	No produce fructificación. Posee un micelio suelto, que posee algas esparcidas entre hifas	Homómeros

<b>Filamentoso</b>	Rodeado por el hongo a manera de red laxa	Homómeros
<b>Gelatinoso</b>	Posee una alta capacidad de retener agua, apariencia de una esponja viscosa	Homómeros
<b>Crustáceos</b>	Unión íntima con el sustrato	Homómeros
<b>Foliosos</b>	Lóbulos aplanados con simetría dorsoventral	Heterómeros
<b>Fruticosos</b>	Forma de pequeños árboles o formas de hebra, correa	Heterómeros
<b>Dimórficos</b>	Constituidos por un talo horizontal adherido al sustrato y otro vertical que lleva los cuerpos fructíferos	Heterómeros
<b>Escuamuloso</b>	Apariencia de escamas	Heterómeros

**TABLA No. 2.** Principales biotipos de los líquenes Según (Aguirre & Chaparro 2002; Moreno *et al.* 2007).

Anatómicamente pueden ser homómeros (sin estratificación) o heterómeros (estratificados).

### 3.2.4. Microhábitat y sustratos.

El hábitat según Chávez (2005), es el lugar “general” donde crece el organismo ejemplo: bosques, orilla de camino, área de pastoreo. Organismos como briofitos y líquenes están representados a escalas pequeñas y ocupan sustratos muy específicos los cuales definen entonces sus microhábitats, por ejemplo los líquenes epífitos ocupan zonas espaciales particulares en los troncos como la zonación o también referida como distribución vertical (ej. base del árbol, las ramificaciones de los arbustos o inclusive en el follaje: suelo, musgo).

Los sustratos que se presentan en la Tabla No. 3, se definen como: el soporte sobre el que crecen los líquenes, este influye de acuerdo a sus características como la textura física, pH, el contenido mineral, la composición química y la capacidad de retención de agua (Aguirre & Chaparro 2002).

<b>SUSTRATO</b>	<b>TIPO</b>
<b>Rocas</b>	Saxícola
<b>Corteza de árboles</b>	Cortícolas
<b>Suelo</b>	Terrícolas
<b>Madera</b>	Lignícolas
<b>Briofitas</b>	Muscícolas
<b>Hojas</b>	Epifilos

**TABLA No. 3.** Tipos de sustratos donde crecen los líquenes según (Aguirre & Chaparro 2002).

### 3.2.5 Los líquenes en Colombia.

La Tabla N° 4 resume los antecedentes de los estudios de diversidad de líquenes más relevantes hechos para Colombia.

AUTORES	FECHA	ANTECEDENTE
<b>Humboldt &amp; Hooker</b>	En Rangel 2008	Colección antigua registro como <i>Sticta pulmonacea</i> .
<b>Expedición Botánica Nuevo Reino de Granada</b>	En Rangel 2008	Registros antiguos posteriores.
<b>Sipman</b>	1984	Primera aproximación distribución altitudinal
<b>Sipman</b>	1989	Registros para el Parque de los nevados
<b>Sipman</b>	1992	264 especies para los páramos en Colombia
<b>Wolf</b>	1993	Caracterizó las comunidades epifitas y alta diversidad líquenes en Bosque Andinos.
<b>Sipman</b>	1995	361 especies para la vida paramuna

TABLA N° 4. Antecedentes de los estudios de diversidad de líquenes para Colombia. Según Aguirre (en Rangel 2008).

Colombia es uno de los países con mayor riqueza de líquenes en el mundo, hecho reconocido en la región neotropical, se conocen aproximadamente 1.520 especies, 70 familias, 220 géneros y 15 órdenes de grupos de líquenes, la mayoría de biotipo foliosos y fruticosos (Aguirre & Chaparro 2002). Se espera que este número de taxa aumente hasta tres veces, teniendo en cuenta que falta mucha exploración botánica porque hay sitios poco conocidos, como son las zonas de tierras bajas y grupos taxonómicos escasamente estudiados como los líquenes crustáceos” (Aguirre & Chaparro 2002).

### 3.2.6 Importancia y función de los líquenes

Según Aguirre & Chaparro (2002); Anguita (2003); Spielmann (2006); Pérez (2008) entre otros, dentro de la funcionalidad y potencial que presentan los líquenes se señalan:

- Son pioneros en la colonización del suelo y rocas desnudas.
- Presentan resistencia a condiciones extremas
- Contienen metabolitos secundarios importantes que entre otras características tienen efectos antibióticos, sirven como colorantes de telas, papeles y para curtir pieles.

-Son útiles para la elaboración de perfumes y jabones.

-Se usan como alimentos para animales.

-Algunas especies como *Lobaria pulmonaria* se emplean para reemplazar el lúpulo de la cerveza.

-Son considerados organismos bioindicadores.

-En cuanto al conocimiento científico se han generado múltiples hipótesis alrededor de su relación ecológica simbiótica.

### **3.2.7 Los líquenes y el concepto de bioindicador.**

Los organismos que tienen la capacidad de expresar características particulares inducidas por el medio y que poseen funciones vitales dependientes del entorno, han sido denominados “bioindicadores” (Hawksworth *et al.* 2005). Todos los organismos podrían ser bioindicadores porque de alguna u otra manera existen gracias a sus adaptaciones a ciertas condiciones ambientales, sin embargo, existen organismos más sensibles y que tienen preferencia a dichas condiciones, quienes demuestran con facilidad lo que está sucediendo en el entorno. En el siglo XIX, los líquenes fueron reconocidos por primera vez como posibles bioindicadores, en 1960 ocurrió un crecimiento exponencial de los estudios que utilizaban a los líquenes como indicadores de la contaminación atmosférica, actualmente existen protocolos para su replicación en diferentes hábitats (Hawksworth *et al.*2005).

Las razones por las cuales los líquenes están siendo utilizados con tanto éxito en este campo, según Hawksworth *et al.* (2005), están basadas en que:

1. No poseen una cutícula protectora, por tanto absorben nutrientes y contaminantes a través de gran parte de su superficie, esto los hace más sensibles si su adaptación es a ciertos nutrientes, que al disminuir, podrían arriesgar la presencia del organismo, al igual que si no hay una adaptación a los contaminantes por falta de una barrera protectora.

2. Son organismos “poiquilohídricos naturales”, esto significa que no presentan una regulación del contenido hídrico, pues carecen de estructuras para hacerlo, lo que implica una dependencia al agua, esta particularidad permite combinar características con otros procesos fisiológicos para el crecimiento particular de los organismos, por lo tanto son susceptibles a la variación del clima, polución y factores del entorno que afectan directamente el agua.

3. Su naturaleza simbiótica, ya que si cualquiera de los simbioses se ve afectado por algo, ambos organismos mueren.

4. Son relativamente longevos, permaneciendo expuestos a efectos nocivos por largos períodos, demostrando morfológica y anatómicamente la repercusión de esos efectos por ejemplo: la coloración del talo que normalmente es viva se convierte en colores necróticos, la cantidad normal de isidios y soredios aumenta exponencialmente por estrés, así mismo hay disminución de cuerpos fructíferos.

5. Son organismos perennes que pueden ser muestreados durante todo el año.

Como se observa los líquenes tienen la facultad de responder de formas extremas, ya sea en estados crónicos hasta su ausencia, o en estados de resistencia que se debe en gran parte a los requerimientos ecológicos o a los rangos de dispersión. Según Stork & Samways (1995) citado por Hawksworth *et al.* (2005), los líquenes suelen ser utilizados como indicadores de la contaminación medioambiental, los cambios climáticos, la continuidad ecológica y cambios ambientales inducidos por perturbación (Rose 1974; Selva 1996; Nordén & Appelqvist 2001). La perturbación se ha manejado desde diferentes perspectivas dentro de la Continuidad Ecológica (CE) la cual se refiere a la recuperación de los bosques a los cambios en periodos largos de tiempo (Rivas *et al.* 2008). Sin embargo para su estudio se requiere del conocimiento previo de la diversidad de las comunidades de líquenes, el comportamiento de estos organismos en esos lugares y de la historia biogeográfica de las zonas muestreadas frente a la perturbación (Rose 1974; Begon *et al.* 1995; Selva 1996; Rivas *et al.* 2008).

En la Tabla N° 5 se presenta un resumen cronológico de algunos antecedentes referentes a estudios relacionados con la perturbación.

ESTUDIO	TEMA	AUTOR (ES)	AÑO	CONCLUSION	FUNCION POTENCIAL
<b>The epiphytes of oak. In: Morris MG and Perring FH (eds) The British Oak. Its History and Natural History</b>	Continuidad ecológica.	Rose.	1974 1976	Algunas especies que representan el relicto de la flora son indicadoras de una DISRUPCION en el bosque.	Índices de Continuidad ecológica en Bosques Boreales.
<b>Lichens as indicators of environmental change in the tropical forests of Thailand</b>	Cambios medioambientales.	Wolseley <i>et al.</i>	1991	Mostraron que los líquenes pueden ser utilizados como indicadores de cambio climático	

<b>Using lichens to assess ecological continuity in northeastern forests. - In: Davis, MB (ed</b>	Continuidad ecológica	Selva	1996	Especies de líquenes parecen ser fieles a las condiciones de los bosques, indicando antiguas etapas de la sucesión, o recientemente perturbación.	
<b>Lichens as indicators of a perturbation/stability gradient in the Asperillo dunes, SW Spain</b>	Perturbaciones	Gallego & Díaz	1997	Existen diferencias en la composición y abundancia de los líquenes de Dunas según el tiempo transcurrido desde la última perturbación.	Describe específicamente a <i>Cladonia</i> en Dunas.
<b>The use of foliicolous lichens as bioindicators in the tropics with special reference to the microclimate.</b>	Indicadores de perturbaciones antropogénicas y microclimáticas.	Lücking	1997	Líquenes foliícolas son buenos indicadores de factores microclimáticos y de perturbaciones antropogénicas.	Estableció categorías (índices de valor ecológico) con relación a diferentes tipos de perturbaciones forestales
<b>A preliminary study to indicate forest disturbance in the mangroves of South India</b>	Diversos grados de perturbación	Mohan & Hariharan	1999	Observaron que especies de <i>Pyrenula</i> estaban restringidas a lugares no perturbados, mientras que las especies de <i>Dirinaria</i> y <i>Roccella</i> se encontraron en áreas perturbadas.	Especies indicadoras
<b>Lichenized and saprobic fungal biodiversity of a single <i>Elaeocarpus</i> tree in Papua New Guinea, with the report of 200 species of ascomycetes associated with one tree.</b>	Deforestación.	Aptroot y Seaward	2001	Comprobaron la disminución drástica de especies de macrolíquenes, características de la vegetación de <i>Lobarion</i> , estas especies son muy sensibles, y su desaparición pone en peligro la biodiversidad líquénica	
<b>Using lichens and bryophytes to evaluate the effects of silvicultural practices in Tasmanian wet Eucalypt forest.</b>	Destrucción de los bosques y cambios en el régimen de uso de la tierra.	Kantvilas & Jarman	2002	Evaluaron el impacto sobre los líquenes frente a diferentes técnicas de explotación forestal y regeneración utilizadas en silvicultura.	Se encuentra una descripción de comunidades líquénicas epifitas
<b>Flora y vegetación de líquenes epífitos de sierra madrona: relaciones con el estado de conservación de sus bosques</b>	Diversidad, perturbación y CE.	Sarrion	2001	Relacionó la diversidad de líquenes frente a diferentes niveles de perturbación.	Indica las diferentes variables dentro de los patrones de perturbación

<b>Lichens and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood</b>	Cambios en el régimen de uso de la tierra.	Humphrey <i>et al</i>	2002	Efecto de cultivo a diferentes sustratos y correlación de las variables ambientales naturales y seminaturales sobre la riqueza de líquenes.	
<b>When family matters: an analysis of Thelotremaaceae (Lichenized Ascomycota: Ostropales) as bioindicators of ecological continuity in tropical forests</b>	Continuidad ecológica	Rivas <i>et al.</i>	2008	Identificaron comunidades liquenicas indicadoras del grado de conservación de un bosque.	El resultado aplica a diferentes áreas geográficas porque aunque las especies cambien, los morfotipos supuestamente son los mismos.

TABLA N° 5 Antecedentes de estudios con líquenes relacionados con la perturbación.

### 3.3. PERTURBACIÓN Y USO O MANEJO DE LA TIERRA.

La perturbación se define como un evento que cambia las condiciones ambientales presentes hasta ese momento y que a su vez interfiere en la dinámica “normal” de una unidad ecológica (organismo, población, comunidad o ecosistema) (Begon *et al.*1995). También se ha definido como “disturbio” que es cualquier evento discreto capaz de cambiar la estructura mínima de una entidad ecológica, permitiendo la acción de diferentes mecanismo de supervivencia, especialmente de las plantas en el tiempo (Barrera *et al.* 2008). Es importante comprender que estas perturbaciones o disturbios pueden ser de tipo natural o antrópico, también pueden ser catastróficas o incluso de impactos no perceptibles, y que pueden ser frecuentes o extraordinarios (Begon *et al.*1995; Barrera *et al.* 2008).

La estabilidad (que es la persistencia o constancia de la unidad ecológica), la resiliencia (que es la rapidez con la que la entidad vuelve a un estado anterior y la variedad de nuevas especies), y la resistencia (que es la capacidad de evitar un desplazamiento), definen los patrones de perturbación (Begon *et al.*1995; Jentsch *et al.* 2002; Barrera *et al.* 2008). La suma de todas las perturbaciones, se denomina regímenes, estos representan las principales fuerzas de la composición de los ecosistemas que varían al igual que los patrones de perturbación y presentan distintas gamas. Para un estudio de perturbación tanto los patrones, como los regímenes, al igual que el tipo y las frecuencias de perturbación deben ser reconocidas, para así evaluar de manera concisa las posibles respuestas de las unidades o entidades ecológicas, frente a todas estas variables.

Cuando sucede alguna eventualidad (p.e. un disturbio), se esperarían posiblemente los siguientes cambios en:

- La disponibilidad y redistribución de los sustratos.
- Las características del ambiente físico: heterogeneidad espacial y temporal, en donde la dinámica de los ecosistemas generaría fluctuaciones, claros, parches, sucesiones secundarias, primarias y paleoecológicas.
- La composición, diversidad y estructura (vertical y horizontal) de las comunidades.
- La coexistencia de especies.

### **3.3.1. Tipos de perturbación.**

Entre los eventos de perturbación que se identifican frecuentemente se encuentra la deforestación, la cual suele dividirse en fragmentación y efecto de borde, estas suelen ser causadas por la tala de los bosques con fines agropecuarios (cultivos), mineros (minas de cal) o para construcción de vías de acceso (carreteras, senderos, caminos, represas). Se caracterizan por estar usualmente rodeadas por una matriz de pastos, cultivos o vegetación secundaria joven, además poseen una menor biomasa y complejidad estructural (Barrera *et al.* 2008). Principalmente, este aspecto conforma el denominado “uso de la tierra” que se refiere a tipos de perturbaciones o disturbios que no son drásticos, ni caóticos, pero que tampoco son de grado pasivo, como ciertas interrupciones naturales, por ejemplo la caída de troncos, hojas entre otros.

Por otra parte el fuego es una perturbación que puede actuar a gran escala, promoviendo una alta heterogeneidad del paisaje debido a su dinámica; y finalmente el pastoreo que es otro tipo de perturbación continuo que también modifica fuertemente la estructura y composición de las comunidades (Barrera *et al.* 2008), estos últimos no serán tomados en cuenta para este estudio.

### **3.4 LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA.**

La diversidad biológica posee múltiples facetas, pero en términos generales puede ser comprendida como el número de especies presentes en un sitio o región, este término ofrece facilidades, ya que el concepto de especie es ampliamente entendido, y para ciertos grupos es detectable y cuantificable (Moreno 2000; Villareal *et al.* 2006). Con esta simplificación se hace

más ventajoso la planeación y el desarrollo de programas de inventarios de biodiversidad, pues responde cuánta diversidad existe, dónde y cómo se distribuye, es decir, qué elementos o entidades componen tal diversidad (Villareal *et al.* 2006).

Según Moreno (2000), el término **biodiversidad**, significa variedad biológica, la cual es el resultado de un complejo y único proceso evolutivo que se extiende en los patrones ecológicos. Por ende medir la biodiversidad es complejo, ya que necesita herramientas que puedan evaluar la variación de atributos biológicos en una escala espacial y en las cuales las interacciones ecológicas relacionadas con la diversidad tengan relevancia. En términos más complejos la diversidad se define como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, y los complejos ecológicos de los que forman parte, comprendiendo la variación de cada especie, entre las especies y los ecosistemas (UNEP, 1992 en Moreno 2000; IAvH 2000 en Villareal *et al.* 2006; Pinzón & Linares 2006).

La caracterización de las especies para la realización de inventarios provee una medida de la variedad de formas de vida, aportando información: taxonómica y de la heterogeneidad espacial, por lo que es posible aproximarse a aspectos estructurales y funcionales por los atributos (Gaston 1996, Haila & Margules 1996 en Moreno 2000). Los análisis de los inventarios como se nombra con anterioridad son útiles para definir los rangos de distribución geográfica de las especies y también para reconocer los cambios de los organismos en el espacio y el tiempo, incluyendo el impacto generado por la actividad humana (Moreno 2000; Villareal *et al.* 2006).

Los estudios sobre la medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para definirla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas, ya que un simple listado de especies para una región dada no es suficiente (Moreno 2000; Villareal *et al.* 2006; Pinzón & Linares 2006). El uso de otros parámetros (índices, estadísticos), permitirá tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente (Moreno 2000). Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Moreno 2000). Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (Magurran 1988 en Moreno 2000).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS.**

El desarrollo de este trabajo involucró cuatro fases descritas a continuación:

### **4.1. Fase de selección de sitios de muestreo.**

#### **4.1.1. Criterios de selección de las áreas.**

Se realizó de manera preliminar una visita a la Reserva Biológica Encenillo, en donde se identificaron las zonas específicas de muestreo con diferentes historias del uso de la tierra, teniendo en cuenta los siguientes criterios según Rivas *et al.* (2008):

a) Cerradura del dosel: 1 = bastante cerrado. 2 = con claros grandes. 3 = bastante abierto

b) Abundancia de arboles grandes (> 30 cm DAP): 1 = más de 5 visibles desde el centro. 2 = 1 a 5 visibles. 3 = ausentes.

c) Abundancia de arboles pequeños (< 10 cm DAP): 1 = menos de 10 en 20 metros. 2= 10-30. 3= más de 30.

d) Abundancia de arboles tipo pionero (árboles de gran tamaño, la corteza o madera blanda, las ramificaciones cerca de la base, infértiles):1 = menos de 3 visibles desde el centro. 2 = 4-10 visible. 3 = más de 10 visibles.

e) Densidad del estrato herbáceo-arbustivo: 1 = muy ligero, fácil de caminar. 2 = intermedio. 3 = muy denso, difícil de caminar.

Luego estos se sumaron para la obtención de un índice que iba de 5 (no perturbado) a 15 (muy perturbado).

#### **4.1.2. Descripción de las áreas de bosque.**

##### **4.1.2.1. Bosque perturbado "B1".**

El índice según los criterios de selección arroja un dato de doce (perturbado). El bosque se encuentra entre 3134-3167m de altura, con coordenadas mínimas al N 04°57'17.4"; Ho73°54'29.1" y máximas N 04°47'19.1";Ho73°54'28.8", ubicado exactamente a los costados del Sendero las Orquídeas, el cual se conecta con la carretera que va hacia el Mirador, sin embargo cabe resaltar que rodeando el bosque hay otra carretera que se une a una Vereda y a

las fincas vecinas, en donde hay movimiento de vehículos grandes y de animales. El acceso al bosque es difícil debido a la alta proporción de *Ulex europaeus* L (retamo espinoso), y otras plantas espinosas o urticantes, además se evidencia la constante caída de troncos, arbustos, hojarasca, entre otros. La mayor parte del predio destinado a la reserva corresponde a bosque de Encenillo de porte medio a alto, con zonas abiertas relacionadas con los bordes y por lo tanto se puede encontrar tanto plantas pioneras y típicas de hábitats disturbados como elementos del bosque nativo (Martínez *et al* .2005). En la Figura N°2 se muestra un aspecto general del bosque B1.



**FIGURA No 2.** Aspecto general bosque B1. Vista de la carretera aladaña y vista del interior del bosque.

#### **4.1.2.2. Bosque no perturbado o conservado “B2”.**

El índice según los criterios de selección arrojó un dato de seis (No perturbado). La segunda área de bosque seleccionada para el muestreo se localizó sobre la pendiente de la montaña cercana, al sendero “El Colibrí” hasta aproximadamente a unos 15 Km de distancia del sendero que se conecta con el camino “La Tingua”, entre 3163-3216m de altura, con coordenadas mínimas al N 04°47'12,0"; Ho 73°54'43,3" y máximas N 04°47'18,7"; Ho 73°54'43,3". Gracias a la inclinación de la montaña el transecto presentó un amplio gradiente de altitud. El acceso a pesar de la inclinación fue fácil, y no se halló a diferencia del otro bosque la alta presencia de *U. europaeus*, además no se evidenció ningún tipo de perturbación fuerte.

Este predio alcanza una altura máxima de 3250 msnm donde predomina vegetación arbustiva, especies como *Macleania rupestris* (uva de monte), además se encuentran árboles de Encenillo

que alcanzan los 6 m de altura (Martínez *et al.* 2005). En la Figura No. 3, se presentan vistas generales del bosque B2 y de la ubicación de los transectos demarcados para su estudio.



**FIGURA No.3.** Vista general del Bosque B2 (Conservado), donde se representan características generales del sitio y montaje de los transectos al interior del bosque.

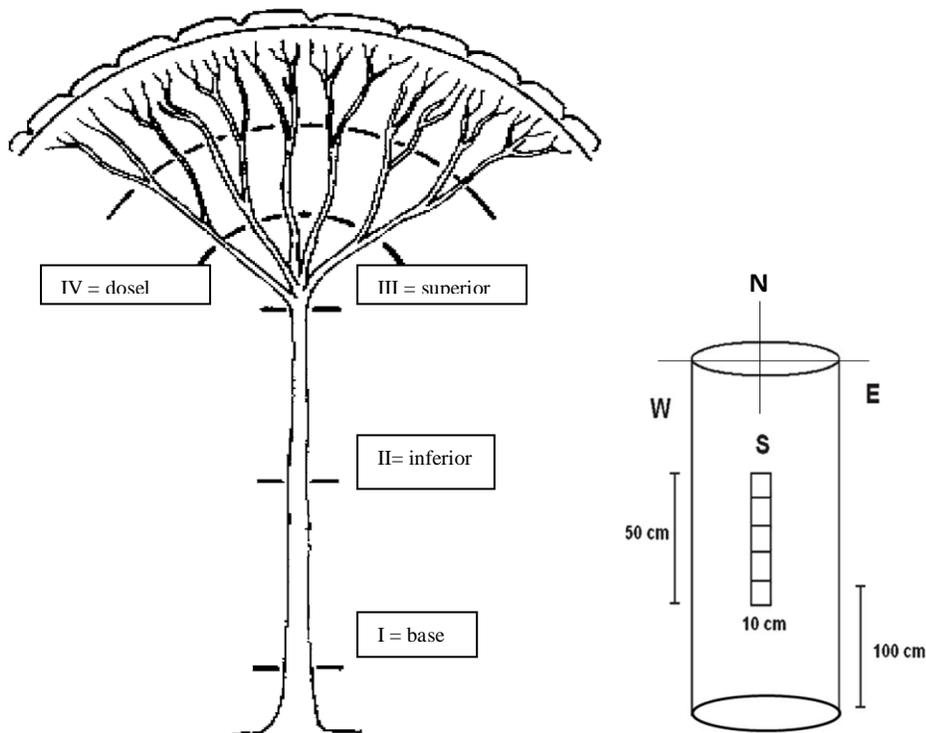
## **4.2. Fase de campo.**

### **4.2.1. Establecimiento de transectos y parcelas.**

Para cada uno de los bosque que se seleccionaron, se estableció un transecto con el fin de delimitar el estudio, cada uno con medidas de 100 m de largo por 20 m de ancho, que a la vez se subdividieron en cuatro sub-parcelas de 20 m de largo por 10 m de ancho. Dentro de cada sub-parcela se eligieron cuatro forofitos de *W. tomentosa*, con un CAP (circunferencia a la altura del pecho) mayor a 3 cm procurando que esta medida en las unidades de muestreo fueran homogéneas como sugieren Rivas *et al.* (2008).

#### 4.2.2 Recolección de líquenes.

1) Por medio de la técnica de Iwatsuki (1960), se utilizaron plantillas de acetato de trama cuadrículada, las cuales se ubicaron en el forofito por su división vertical (Figura N°4), y por la orientación geográfica, empleando para la medida de esta covariable una brújula (Figura N°5) estas covariables pueden afectar los líquenes, sin intervenir en el objetivo general de lo que se está midiendo “estado de conservación”, por lo tanto: el primer levantamiento fue en la base del tronco a los 3 cm de largo, en la parte inferior del árbol a 1m de largo fue el segundo levantamiento y en la parte superior a los 2m de largo el tercer levantamiento, así en cada uno de los lados al Norte, al Sur, Este y Oeste, en total se hicieron doce levantamientos por cada forofito. La utilización del acetato tuvo varias ventajas ya que además de haber servido como una guía para la recolección y toma de registros de los líquenes, también se utilizó para obtener registros de coberturas, pues cada cuadrícula representó 1 % del 100%, que ocupaba cada liquen en la zona donde se ubicó el acetato.



**FIGURA N° 4.** Subdivisión de forofito en zonas verticales. I = base del árbol, II= inferior del tronco, III =parte superior del tronco, IV = dosel (Johannson 1974, en Kelly *et al.* 2004). **FIGURA N°5.** Orientación geográfica en el tallo según Brodekova *et al.* (2006).

2) Se tomaron y consignaron en la libreta de campo los registros recomendados para esta clase de estudios de autores como Sarrion (2001); Moreno *et al.* (2007) entre otros, información resumida en la Tabla N°6.

LUGAR DE DONDE SE TOMA EL REGISTRO	REGISTRO DE CAMPO
<b>ARBOLES</b>	DAP o CAP, si es siempreverde o deciduo, tipo de corteza (blanda o consistente), altura promedio.
<b>LIQUEN</b>	a) Biotipo forma del liquen (foliooso, fruticoso, crustáceo), b) Cobertura, c) grado de fertilidad y desarrollo.
<b>REGISTROS MATRIZ</b>	Sitio, árbol; todos los registros taxonómicos obtenidos de cada uno de los especímenes colectados. Registros de luz tomada por cámara y determinada cuantitativamente, pH del Suelo, altura y coordenadas geográficas tomadas con el GPS en cada parada de recolecta.

**TABLA N°6.** Registros generales para estudios de líquenes.

### 3) Recolección en otros sustratos

Para la recolección de líquenes en otros sustratos tales como arbustos, piedras, suelo, hojas, se tuvieron en cuenta para su registro los anteriores datos (Tabla N°6) pero no se midió las coberturas (Rivas *et al.*2008).

Finalmente para esta fase en general se tomaron registros fotográficos con una Cámara Canon Power Shot S5IS digital, para cada forofito, para los especímenes muestreado, de algunos arbustos y de los detalles de otros líquenes no recolectados.

## 4.3. Fase de laboratorio.

### 4.3.1. Preservación del material.

Las muestras de líquenes recolectadas y debidamente marcadas fueron secadas en un horno deshidratador utilizando temperatura baja, algunas otras muestras se secaron a temperatura ambiente, luego todas las muestras se limpiaron de organismos asociados.

### 4.3.2. Identificación taxonómica.

Este procedimiento se dividió en dos secciones:

#### 4.3.2.1 Nivel taxonómico “Género”.

La primera sección se basó en los caracteres diagnósticos visibles que permitieron cierto grado de identificación en campo, que luego se rectificaron en el laboratorio, por medio del uso de

claves especializadas como las de Sipman & Aguirre (1982, en Aguirre & Chaparro 2002) y para Microlíquenes se emplearon las claves de H. Sipman (2006); Botanischer Garten-Berlin [en línea]. <<http://www.bgbm.org/sipman/keys/default.htm>> [Consulta: Septiembre 2009].

#### **4.3.2.2 Nivel taxonómico “especie”.**

La segunda sección fue la determinación a nivel taxonómico de “especie”, la cual generó un grado de complejidad avanzada, pues demandó el uso de reactivos para las diferentes pruebas: C (hipoclorito de sodio), prueba P (parafenilidiamina), prueba K (hidróxido de potasio) entre otros, se requirió de microscopios y estereoscopios, de varias claves específicas que no fueron reportadas bibliográficamente para esta sección.

#### **4.3.3. Sistematización.**

Luego se sistematizó la información en el programa utilizado por el HPUJ (Herbario de la Pontificia Universidad Javeriana) para la edición de las etiquetas y finalmente se ingreso el material a la colección.

#### **4.4. Fase de análisis de resultados.**

##### **4.4.1. Objetivo específico N° 1.**

##### **Descripción de los factores abióticos y/o sustratos.**

Se hizo una recopilación en una tabla de formato Excel de la información de las características sugeridas para este tipo de estudios por los autores tales como las morfo anatómicos (presencia, ausencia de estructuras reproductivas, biotipo o tipo de talo, estos por estar relacionados constantemente con los sustratos) taxonómicos (epíteto específico, con los caracteres diagnósticos dada por las claves taxonómicas) y ecológicos (hábitats, distribución en la zona y municipio donde se encuentra la Reserva), obtenidos en las fases de campo y de laboratorio, de esta manera se caracterizaron documentaron los factores abióticos y/o sustratos en donde crecían los líquenes dentro de cada una de las áreas de los bosques. La información se organizo de la siguiente forma:

Nombre de la especie	Carácter diagnóstico	Presencia apotecios	Presencia soredios	Presencia isidios	Forma del talo	Factores abióticos	Registro en Guasca
----------------------	----------------------	---------------------	--------------------	-------------------	----------------	--------------------	--------------------

Tabla N°7. Características morfo anatómicos, taxonómicos y ecológicos de los líquenes, relacionado a los factores abióticos.

#### **4.4.2. Objetivo específico N° 2.**

##### **Caracterización de la composición de líquenes.**

Se realizó una matriz general en formato Excel, que a su vez se utilizó para elaborar tablas dinámicas y por medio de estas se obtuvo una lista de composición y las cifras de riqueza de las especies obtenidas en el estudio, además se elaboraron gráficos de barras y de porcentajes de la representatividad de riqueza para los diferentes niveles taxonómicos.

También se diseñaron curvas de acumulación de especies, las cuales se realizaron por medio de distintos estimadores según Villareal *et al.* (2006), “en el caso donde se estima abundancia se recomienda utilizar ACE, Chao 1, MMMean”, se realizaron gráficos de dispersión y luego con los datos del estimador más lejano y del estimador más cercano con respecto a los observados se realizó una regla de tres, esos porcentajes indicaron valores que sirvieron para estimar la eficacia del muestreo para cada uno de los bosques y para el estudio en general con fines de evidenciar si los métodos empleados en campo fueron buenos y para poder realizar recomendaciones.

#### **4.4.3. Objetivo específico N° 3.**

##### **Descripción de la estructura de las comunidades líquénicas.**

Para analizar la abundancia de líquenes en La Reserva, según el tipo de bosque se utilizaron: Índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ) y el Índice de diversidad de Simpson (IDS), los cuales se seleccionaron en base a un estudio de líquenes hecho para Colombia por Pinzón & Linares (2006).

Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ). Equidad. Tiene en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente está distribuido (Villareal *et al.* 2006).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad \gamma \quad \sum p_i = 1$$

Índice de Simpson ( $\lambda$ ). Dominancia. Tienen en cuenta las especies que están mejor representadas. Es la probabilidad que dos individuos sacados al azar correspondan a la misma especie (Villareal *et al.* 2006).

$$\lambda = \sum (n^2/N^2) = \sum p_i^2$$

En los dos casos,  $p_i$  es la abundancia proporcional de la especie  $i$ , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

#### **4.4.4. Objetivo específico N° 4.**

##### **Comparación de las variables frente a la diversidad de líquenes.**

Para este componente se utilizó otra matriz con características morfo anatómicas complejas, como lo fueron: tipo de fotobionte, tipo de reproducción, tipo de ascosporas y su septación, pared, color, forma, estos datos fueron transformados de tal manera que se unificaron las características semejantes de las especies en Morfotipos, usando primero solo las sumas de las muestras y luego los valores de porcentajes relativas de las coberturas , esta suma luego se dividió por las doce muestras de cada forofito :  $50/12 = 4$ .

Después de la transformación de los registros se realizaron tres tipos de análisis estadísticos: similaridad, de tipo multivariado, y un no paramétrico usando los principales paquetes estadísticos del programa PC-ORD.

a) Se realizó un gráfico Cluster jerárquico (ACJ), que se analizó según el procedimiento de la distancia al vecino más cercano.

b) Se realizó un análisis directo de gradientes por medio de gráficos con ordenación a escala multidimensional para visualizar las correlaciones entre las siguientes variables:

-DAP de los forofitos, en donde se transformaron los registros del CAP dividiéndolos por 3.14 (PI), pues es más usual usar el diámetro DAP que la circunferencia.

-Orientación geográfica de la posición de los líquenes sobre el forofito.

-Distribución vertical.

-Estado de conservación.

El propósito del método de ordenación fue:

- ❖ Interpretar cada muestra en relación con las otras de acuerdo con similitudes y diferencias.
- ❖ No realizar divisiones artificiales de la realidad.

- ❖ Resumir de forma efectiva los datos de la comunidad.
- ❖ Relacionar las variaciones en la comunidad con las variables latentes del medio.
- ❖ Disponer las unidades muestrales o las especies en un espacio ecológico de dimensiones reducidas. Finalmente con estos gráficos se consideró cual de las variables tuvo correlación con la diversidad, basadas en los anteriores propósitos según McCune & Grace (2002); Alcaraz (2009).

c) Se realizó una prueba estadística de Monte Carlo, de tipo no paramétrico, para distinguir cuales de los biotipos fueron significativos para el bosque conservado y cuales para bosque perturbado.

## **5. RESULTADOS.**

### **5.1 Composición florística de las comunidades líquénicas.**

Se obtuvieron en total 714 registros de líquenes presentes en este estudio, de los cuales 261 fueron para el bosque perturbado (B1) y 453 para el bosque conservado (B2).

#### **5.1.1 Nivel taxonómico “FAMILIA”.**

Se obtuvieron 21 familias en total para todos los sitios muestreados.

En las figuras N° 8 y 10, se halló la representatividad de las familias de líquenes tanto para el (B1) como para el (B2), por medio del gráfico de barras así como de porcentajes.

La familia PARMELIACEAE presento 418 registros siendo la familia más representativa para los dos bosques, 137 registros para el B1 (52%) y 281 registros para el B2 (62%), seguido de la familia LOBARIACEAE con 101 registros, 23 registros (9%) para el B1 y 78 registros (17%) para el B2 y finalmente la familia RAMALINACEAE fue otra de las familias que obtuvo un grado de representatividad significativo, 74 registros en total (33 y 41 respectivamente). El resto de las familias presentaron registros mucho más bajos que los anteriores.

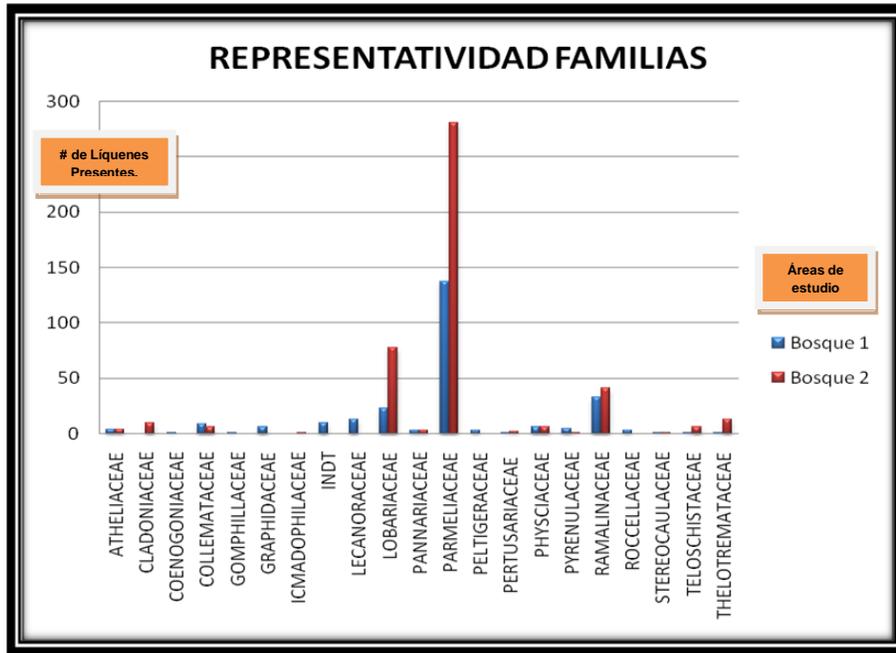
Diez de los registros de tres morfotipos diferentes quedaron como indeterminados (INDET.), los cuales no fue posible identificar porque las características diagnósticas básicas estaban ausentes.



**FIGURA N°6.** Registro fotográfico de las especies de la Familia CLADONIACEAE del bosque conservado. Izquierda Superior *Cladonia confusa* (Müll. Arg.) Ahti.. Derecha superior *Cladonia granulosa* ( Vain.) Ahti.. Inferior izquierdo *Cladonia microscypha* Ahti & S. Stenroos. Inferior derecho *Cladonia coccifera* (Linnaeus) Willdenow.



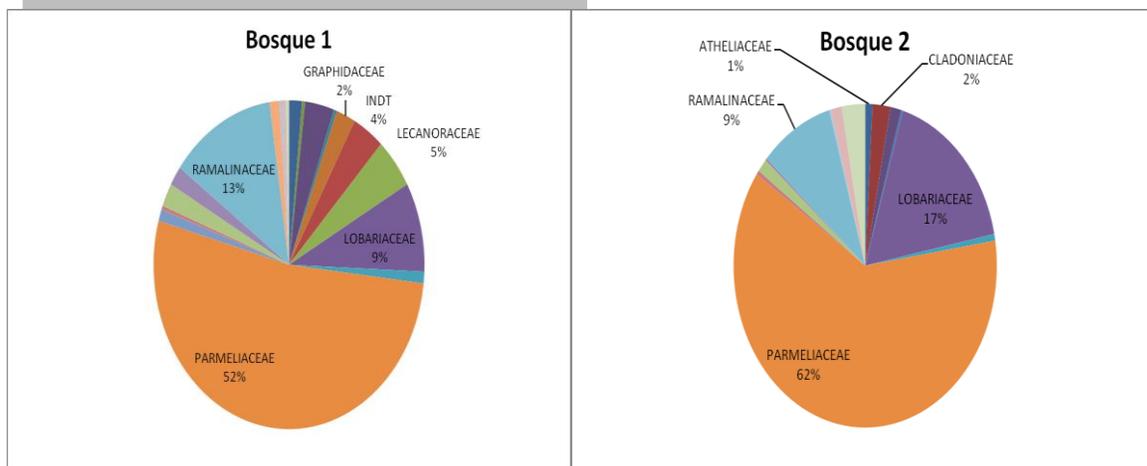
**FIGURA N°7.** Registro fotográfico de algunas especies representantes del biotipo crustáceo de las familias(en orden de izquierda a derecha) COENOGONIACEAE,LECANORACEAE GRAPHIDACEAE y THELOTREMATACEAE presente en los dos bosques del estudio.



**FIGURA N°8.** Gráfico de barras que representa las familias presentes en el estudio y por cada uno de los bosques, su relación entre bosques y la representatividad de cada una de ellas.



**FIGURA N°9.** Registro fotográfico de algunas especies de la Familia PARMELIAEAE. A la derecha superior *Everniastrum columbiense* (Zahlbr.) Hale ex Sipman. Izquierda superior: *Hypotrachyna longiloba* (H. Magn.) C.W. Sm.



**FIGURA N°10.** Gráficos de círculos, que muestran los porcentajes de las familias y sus diferencias en cada uno de los bosques.

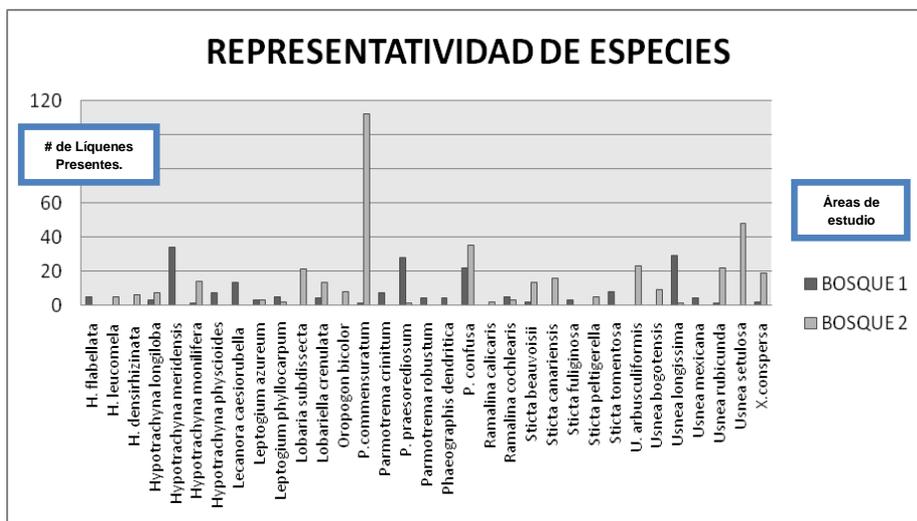
### **5.1.2. Nivel taxonómico “GÉNEROS”.**

Se obtuvieron en total 43 géneros (Ver Tabla N°8), de los cuales: *Parmotrema* fue el género más representativo con 161 registros, 48 del B1 y 113 del B2, seguido de *Usnea* con 141 registros, repartidos en 36 para el B1 y 105 para el B2 respectivamente, *Hypotrachyna* con 79 registros (50 B1 y 29 B2), *Phyllopsora* 63 registros (28 B1 y 35 B2) y finalmente *Sticta* con 49 registros (13 B1 y 36 B2); el resto de géneros presentaron registros por debajo de los anteriores.

### **5.1.3. Nivel taxonómico “ESPECIES”.**

La figura N°11, muestra la representatividad de las especies de líquenes tanto para los bosques, en donde no se tuvieron en cuenta las especies con uno a dos registros pues no representaron importancia al momento de diseñar el gráfico, sin embargo todas las especies encontradas se reportan en la Tabla N°8.

Se obtuvieron 96 especies (3 indeterminadas) para el estudio en general.



**FIGURA N°11.** Gráficos de barras con las especies mas representativas en cada uno de los bosques, se omitieron los unicos y los dobles.

Como se puede ver en el gráfico N° 11 la especie *Phyllopsora confusa* fue una de las pocas especies compartida entre bosques esta fue representativa y un registro nuevo para la zona circundante en donde se encuentra la Reserva, con 22 registros para el B1 y 35 registros para el B2.



**FIGURA N°12.** Registro fotografico de la especie *Phyllopsora confusa* en la Reserva Biologica Encenillo Colombia.

En el B1 se obtuvieron 56 especies, de las cuales las más representativas fueron: *Hypotrachyna meridensis* con 34 registros, *Usnea longissima* con 29 registros y finalmente *Parmotrema praesorediosum* con 28 registros; estas tres especies ausentes o reducidas a un registro en el B2.



**FIGURA N°13.** Registro fotografico de las especies Superior Izq. *Usnea longissima*. Superior Derecho *Parmotrema commensuratum*. Las inferiores *Lobaria subdissecta* en la Reserva Biologica Encenillo Colombia.

En el B2 *Parmotrema commensuratum* con 112 registros fue la especie más representativa, y aunque para el B1 esta especie tuvo un registro, sien embargo fue la especie con más registros para el estudio, ninguna de las demás especies alcanzó una aproximación de ese nivel de registro. Otras especies representativas para este bosque fueron: *Usnea setulosa* con 48 registros, y *Lobaria subdissecta* con 21 registros.

#### 5.1.4. Lista de familias, géneros y especies muestreadas en los dos bosques.

Familia	Total de Muestras	Género	Especie	Cuenta		
ATHELIACEAE	8	Dyctionema	<i>Dyctionema glabratum</i>	7		
			<i>Dyctionema minus</i>	1		
CLADONIAACEAE	10	Cladina	<i>Cladina arbuscula</i>	1		
			<i>Cladina confusa f. confusa</i>	1		
		Cladina	<i>Cladina rangiferina</i>	1		
			<i>Cladina rangiferina.abbayesii</i>	1		
		Cladonia	<i>Cladonia aleuropoda</i>	1		
			<i>Cladonia coccifera</i>	1		
			<i>Cladonia granulosa</i>	1		
			<i>Cladonia rappi</i>	1		
			<i>Cladonia sp 1</i>	1		
			<i>Cladonia microscypha</i>	1		
COENOGONIAACEAE	1	Cladonia	<i>Coenogonium sp</i>	1		
COLLEMATAACEAE	15	Leptogium	<i>Leptogium azureum</i>	6		
			<i>Leptogium burgessii</i>	1		
			<i>Leptogium cyanescens</i>	1		
			<i>Leptogium phyllocarpum</i>	7		
GOMPILLACEAE	1	Gyalectidium	<i>Gyalectidium sp</i>	1		
GRAPHIDACEAE	6	Graphis	<i>Graphis dedrogramma</i>	1		
			<i>Graphis subserpentina</i>	1		
		Phaeographis	<i>Phaeographis dendritica</i>	4		
ICMADOPHILACEAE	1	Dibaeis	<i>Dibaeis sorediata</i>	1		
INDET	10	INDT	<i>INDT 1</i>	5		
			<i>INDT 2</i>	1		
			<i>INDT 3</i>	4		
LECANORACEAE	13	Lecanora	<i>Lecanora caesiorubella</i>	13		
LOBARIAACEAE	49	Lobaria	<i>Lobaria corrosa</i>	1		
			<i>Lobaria subdissecta</i>	21		
		<b>Total Lobaria</b>			22	
		Lobariella	<i>Lobariella crenulata</i>	17		
			<i>Lobariella pallida</i>	1		
			<i>Lobariella subexornata</i>	8		
		<b>Total Lobariella</b>			26	
		Pseudocyphellaria			<i>Pseudocyphellaria aurata</i>	2
					<i>Pseudocyphellaria crocata</i>	2
		<b>Total Pseudocyphellaria</b>			4	
Sticta			<i>Sticta beauvoisii</i>	15		
			<i>Sticta canariensis</i>	16		
			<i>Sticta fuliginosa</i>	3		

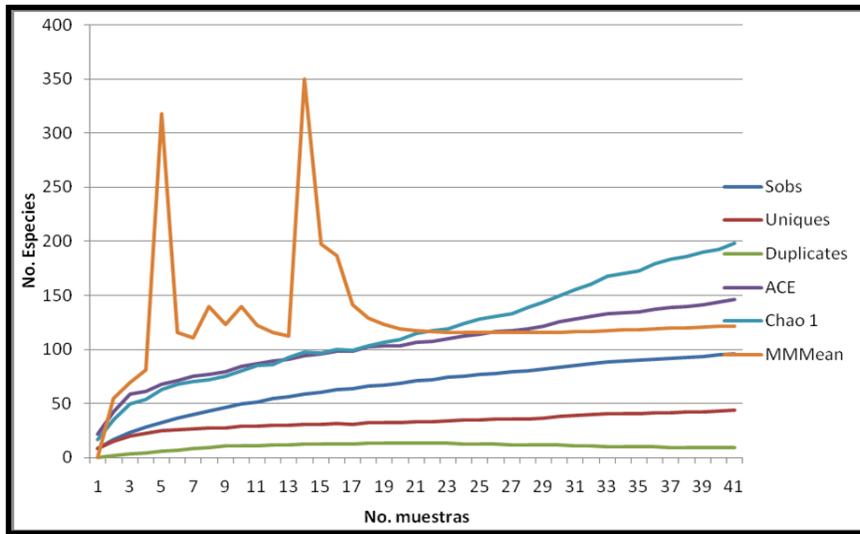
		<i>Sticta humboldtii</i>	2
		<i>Sticta peltigerella</i>	5
		<i>Sticta tomentosa</i>	8
<b>PANNARIACEAE</b>	6	<i>Pannaria andina</i>	3
		<i>Pannaria conoplea</i>	3
<b>PARMELIACEAE</b>	418	<i>Anzia masonii</i>	1
		<b>Total Anzia</b>	1
		<i>Everniastrum columbiense</i>	2
		<i>Everniastrum sorocheilum</i>	1
		<i>Everniastrum vexans</i>	3
		<b>Total Everniastrum</b>	6
		<i>Hypotrachyna andensis</i>	1
		<i>Hypotrachyna densirhizinata</i>	6
		<i>Hypotrachyna ensifolia</i>	4
		<i>Hypotrachyna longiloba</i>	10
		<i>Hypotrachyna lopezii</i>	1
		<i>Hypotrachyna meridensis</i>	34
		<i>Hypotrachyna monilifera</i>	15
		<i>Hypotrachyna physcioides</i>	7
		<i>Hypotrachyna prolongata</i>	1
		<b>Total Hypotrachyna</b>	79
		<i>Oropogon bicolor</i>	8
		<b>Total Oropogon</b>	8
		<i>Parmelia fraudans</i>	1
		<b>Total Parmelia</b>	1
		<i>Parmeliopsis angustior</i>	1
		<b>Total Parmeliopsis</b>	1
		<i>Parmotrema commensuratum</i>	113
		<i>Parmotrema conformatum</i>	8
		<i>Parmotrema crinitum</i>	7
		<i>Parmotrema praesorediosum</i>	29
		<i>Parmotrema robustum</i>	4
		<b>Total Parmotrema</b>	161
		<i>Usnea andina</i>	1
		<i>Usnea arbusculiformis</i>	23
		<i>Usnea bogotensis</i>	9
		<i>Usnea longissima</i>	30
		<i>Usnea mexicana</i>	4
		<i>Usnea robusta</i>	2
		<i>Usnea rubicunda</i>	23
		<i>Usnea setulosa</i>	48
		<b>Total Usnea</b>	140
		<i>Xanthoparmelia conspersa</i>	21

		<b>Total Xanthoparmelia</b>		21
<b>PELTIGERACEAE</b>	3	Peltigera	<i>Peltigera canina</i>	1
			<i>Peltigera polydactyla</i>	1
			<i>Peltigera pulverulenta</i>	1
<b>PERTUSARIACEAE</b>	3	Pertusaria	<i>Pertusaria simplicata</i>	2
			<i>Pertusaria sp</i>	1
<b>PHYSICIACEAE</b>	12	Heterodermia	<i>Heterodermia flabellata</i>	5
			<i>Heterodermia lamelligera</i>	1
			<i>Heterodermia leucomela</i>	5
			<i>Heterodermia magellanica</i>	1
<b>PYRENULACEAE</b>	6	Pyrenula	<i>Pyrenula chlorospila</i>	1
			<i>Pyrenula laevigata</i>	5
<b>RAMALINACEAE</b>	74	Phyllopsora	<i>Phyllopsora confusa</i>	57
			<i>Phyllopsora cubayensis</i>	6
		<b>Total Phyllopsora</b>		63
		Ramalina	<i>Ramalina calicaris</i>	2
			<i>Ramalina cochlearis</i>	8
			<i>Ramalina reducta</i>	1
		<b>Total Ramalina</b>		11
<b>ROCELLACEAE</b>	3	Dichosporidium	<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	3
<b>STEREOCAULACEAE</b>	2	Stereocaulon	<i>Stereocaulon ramulosum</i>	1
			<i>Stereocaulon strictum</i>	1
<b>TELOSCHISTACEAE</b>	7	Teloschistes	<i>Teloschistes chrysophthalmus</i>	6
			<i>Teloschistes flavicans</i>	1
<b>THELOTREMATACEAE</b>	14	Myriotrema	<i>Myriotrema concretum</i>	5
			<i>Myriotrema occultum</i>	5
		<b>Total Myriotrema</b>		10
		Ocellularia	<i>Ocellularia sp</i>	1
		<b>Total Ocellularia</b>		1
		Thelotrema	<i>Thelotrema lepadinum</i>	3
		<b>Total Thelotrema</b>		3
<b>Total general</b>				714

**TABLA N°8.** Lista de las familias, géneros y especies de bosques de la Reserva Biológica Encenillo.

### 5.1.5. Curva de acumulación de especies.

Se aplicó el modelo de acumulación porque permite evaluar que tan completo ha sido el muestreo realizado y estimar el número de especies potenciales capturables con el método aplicado.

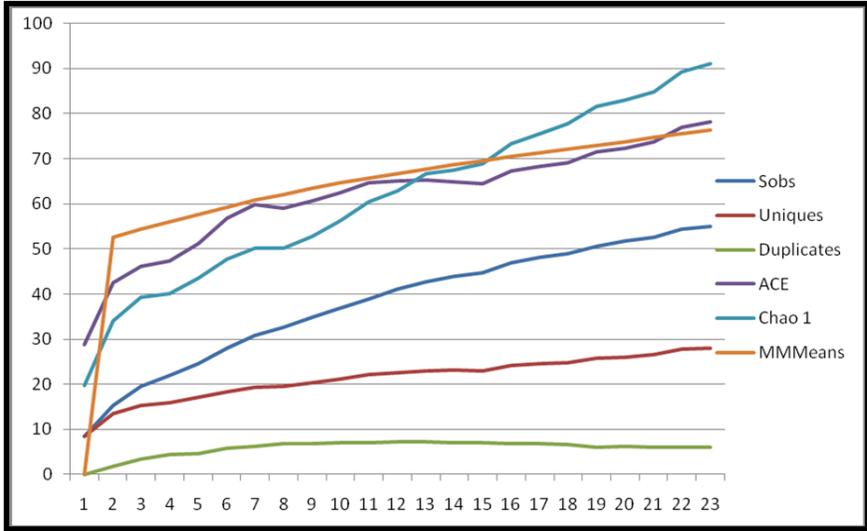


**Figura N°14.** Curva acumulación de las especies a partir de los diferentes índices estipulados cuando se obtiene abundancia, para el estudio en general.

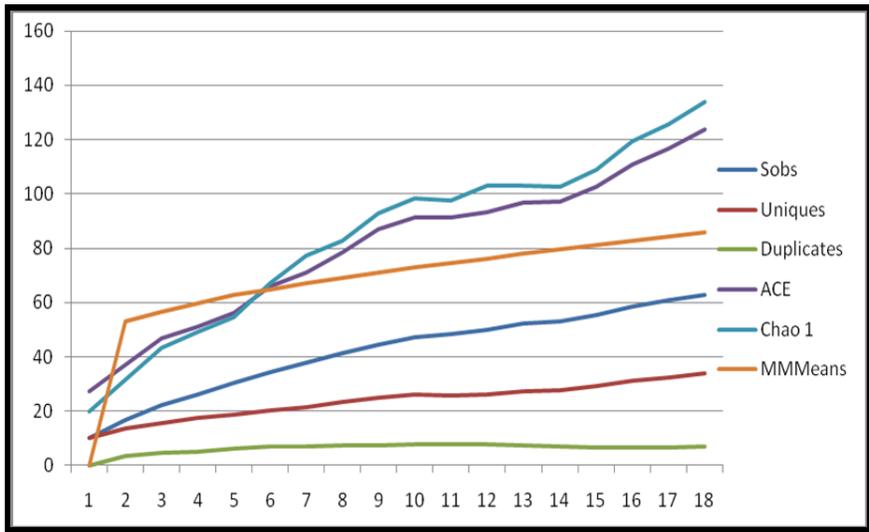
Según Villareal *et al.* (2006) recomiendan utilizar estimadores como MMMean, CHAO 1, ACE, Cole, “porque se basan principalmente en el número de especies de un muestreo que sólo están representadas por uno o dos individuos, cuando se obtiene abundancia, basándose en el supuesto que en la naturaleza no existen individuos solos sino poblaciones y si en el estudio hay muchos únicos o dobles significa que no se ha censado el número suficiente de individuos”. Los estimadores utilizados fueron MMMean cuya curva asintótica (color naranja) se presentó de manera similar a los datos observados (curva de color azul oscuro), (Ver figuras N°14,15 y 16), el CHAO1 que es el estimador más riguroso, fue la curva más alejada (color azul claro) a los registros observados.

Por medio del gráfico se pudo observar que la curva de las especies observadas intenta estabilizarse sobre los 100 y como en este estudio se obtuvieron 96 especies a partir de los registros obtenidos se establecieron recomendaciones en cuanto al tiempo de muestreo y los métodos utilizados dentro del presente estudio (Ver discusión y recomendaciones).

Además se encontró para el estudio en general una efectividad entre el 48,36% para el Índice Chao 1 y el 78,83% para el MMMean, para el B1 se obtuvo entre el 60,34% y el 72,23%, para el B2 se obtuvo un rango entre 47,06% y 74,4%, estos datos obtenidos a partir del **Anexo N°2**.



**Figura N°15.** Curva acumulación de las especies a partir de los diferentes índices estipulados cuando se obtiene abundancia para el bosque Perturbado B1..



**Figura N°16.** Curva acumulación de las especies a partir de los diferentes índices estipulados cuando se obtiene abundancia para el bosque Conservado B2.

## 5.2. Estructura de las comunidades líquénicas.

Se debe tener en cuenta que para este estudio solo se analizó en cuanto a estructura la abundancia (Ver recomendaciones).

### 5.2.1 Índice de Shannon-Wiener (H').Equidad.

Este índice se utilizó para medir la equitatividad de las muestras en cada uno de los bosques e indicó por medio del registro que estuvo mas cercano a uno, que el bosque perturbado fue el más uniforme (Tabla N°9), basándose en Villareal *et al.* (2006).

Index	Bosque 1	Bosque 2
Shannon H' Log Base 2.718	3.336	3,07
Shannon Hmax Log Base 2.718	4.007	4.143
Shannon J'	0,832	0,741

TABLA N°9. Tabla con registros del Índice de Shannon para cada bosque.

### 5.2.2. Índice de Simpson ( $\lambda$ ).Dominancia.

Este índice se utilizó para indicar el bosque que tuvo más especies dominantes y por lo tanto fue dominante con respecto al otro. Los registros más representativos fueron los registros más cercanos a cero ó de cifras menores, el cual lo obtuvo el bosque uno (perturbado).

Index	Bosque 1	Bosque 2
Simpsons Diversity (D)	0,055	0,091
Simpsons Diversity (1/D)	18.106	10.945

TABLA N°10. Tabla con registros del Índice de Simpsons para cada bosque.

## 5.3 Relación de la diversidad de las comunidades líquénicas respecto a las variables.

En cuanto a los análisis:

ANOVA no se utilizó para este estudio porque es una comparación de valores entre grupos asumiendo distribución normal de los datos (paramétrico), en donde se necesita al menos tres grupos para comparar y en este estudio se compararon dos bosques( McCune & Grace 2002).

Para hacer comparaciones de diversidad por muestra en los bosques: se podría hacer ANOVA o Kruskal-Wallis pero a pesar que las muestras de este trabajo tiene tres variables: bosque, distribución vertical, orientación, sin embargo, se necesitan al menos cinco repeticiones, y en este estudio no se realizaron (McCune & Grace 2002; Rivas *et al.*2008).

Entonces se realizó:

### 5.3.1 Morfotipos.

Se utilizó la prueba estadística Monte-Carlo que es otra versión de prueba estadística reciente adicional al paramétrico y no paramétrico, la diferencia radica en que Monte Carlo es una distribución real de datos basados en simulaciones de reordenar los datos reales al azar un alto número de veces, y no asume una distribución teórica como los demás, por lo tanto funciona con cualquier tipo de datos (McCune & Grace 2002; Rivas *et al.*2008).

Se utilizó esta prueba para estimar si los morfotipos (características diagnósticas) están relacionadas con la “historia de uso de la tierra”.

Ho: Los morfotipos de las especies son iguales para los dos bosques.

Ha: Al menos uno de los morfotipos de las especies es diferente para los dos bosques.

Se escogió el nivel límite de significancia de 0.05 o 5%, también se consideró el 0.1 o 10% como marginalmente significativo, por lo tanto los registros mayores (>) de .05 y de 0.1 fueron tomados como significativos (McCune & Grace 2002; Rivas *et al.*2008).

Especie-morfotipo	Bosque	p
HETE APO	1	0.0492
HYPO ISI	1	0.0002
LECA CAE	1	0.0982
PARM ISI	1	0.0184
STIC APO	1	0.0948
USNE PEN	1	0.0003
USNE PIG	1	0.0018
XANTOPAR	1	0.0456
HETE FRU	2	0.0984
STER_SOR	2	0.0012
HYPO SOR	2	0.0464

LOBA_CYA	2	0.0384
LOBA_GRE	2	0.0002
PARM_SOR	2	0.0086
USNE_APO	2	0.0002

**TABLA N°11.** Cuadro con la prueba estadística de Monte Carlo con los biotipos significativos para los bosques.

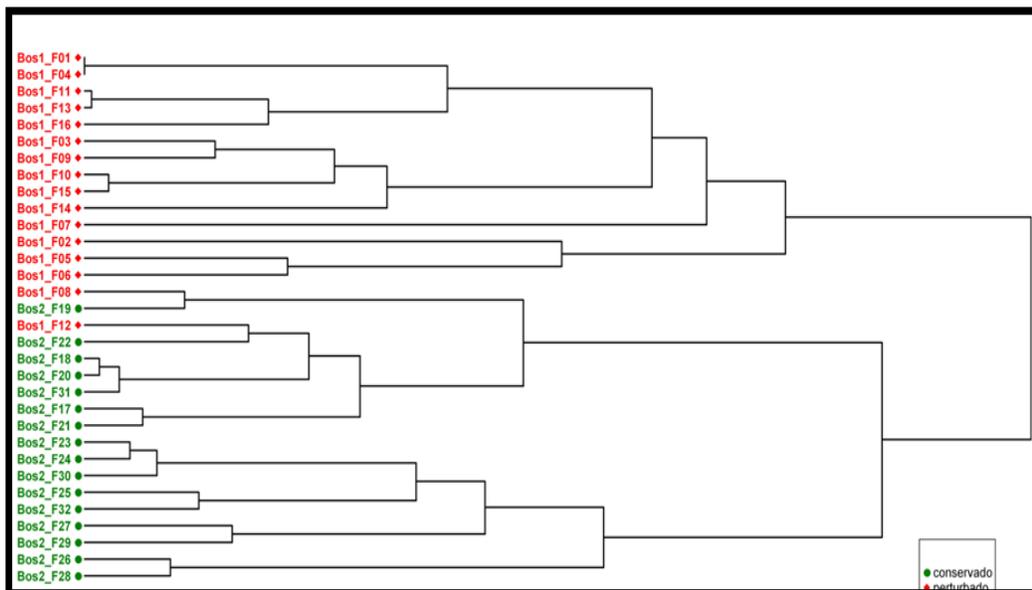
La anterior tabla fue un producto de la selección de registros *a priori* que dentro de una lista de 38 morfotipos cumplieran que fueran significativos.

### 5.3.2. Estados de conservación.

#### 5.3.2.1 Cluster jerárquico (ACJ).

Se obtuvo un dendograma de conglomerados naturales que se analizó en términos de las distancias entre las raíces, los cercanos fueron similares, los distanciados viceversa.

En la Figura N° 17 el gráfico de Cluster mostró una gran división en dos grupos reflejando el grado de semejanza en composición y estructura de las especies en los forofitos (F) muestreados de cada uno los bosques. Las distancias de las muestras del estado perturbado para cada uno de los forofitos estuvieron cercanos unos de otros, pero muy alejados del Bosque Conservado, lo mismo sucedió con las muestras del Bosque dos que se agruparon entre sí.



**Figura N°17.** Dendograma Cluster entre los 16 forofitos para cada bosque teniendo en cuenta la variable “estados de conservación”. Conservado de color verde y perturbado de color rojo.

La relación o similitud entre bosques solo se observó en dos forofitos (F08B1-F19B2), sin embargo la distancia de relación no sobrepaso más de la mitad de la raíz principal del dendograma, por lo tanto no fue altamente significativa esta diferencia.

Los forofitos presentaron más similaridad de diversidad entre ellos en el B2, con respecto a los forofitos del B1.

### 5.3.2.2 Método de Ordenación.

En esta sección se obtuvieron cuatro gráficos. La figura N°18, que aparece a continuación se hizo en base a los 32 forofitos, la flecha azul se indicó la correlación de la variable “estado de conservación”, esa misma flecha estuvo representada en cada uno de los gráficos generados para el análisis de componentes principales.

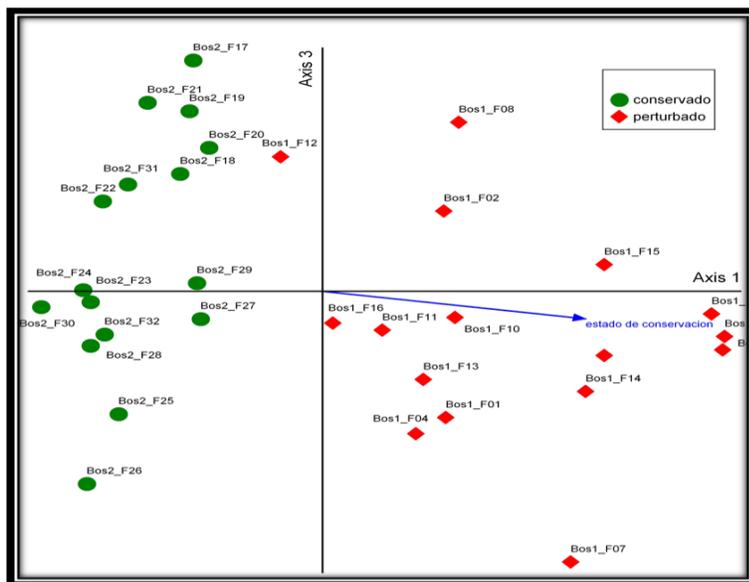
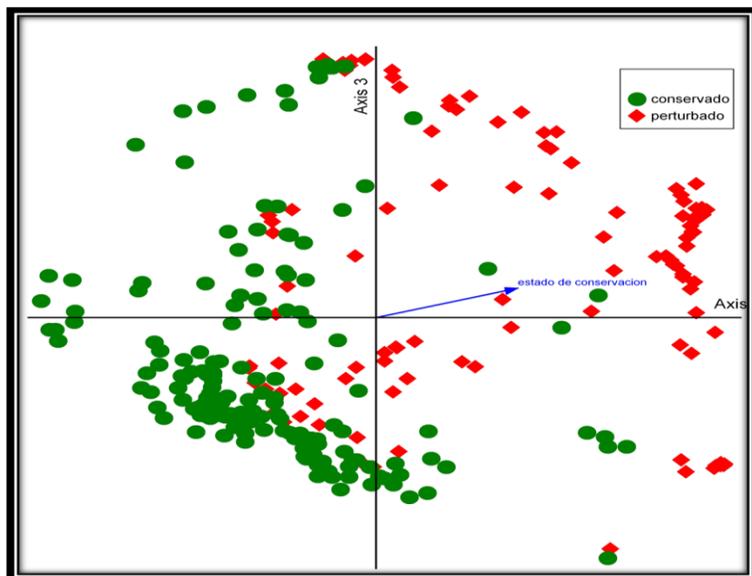


Figura N°18. Gráficos con ordenación (escala multidimensional), en base de los 32 forofitos para los estados del bosques.



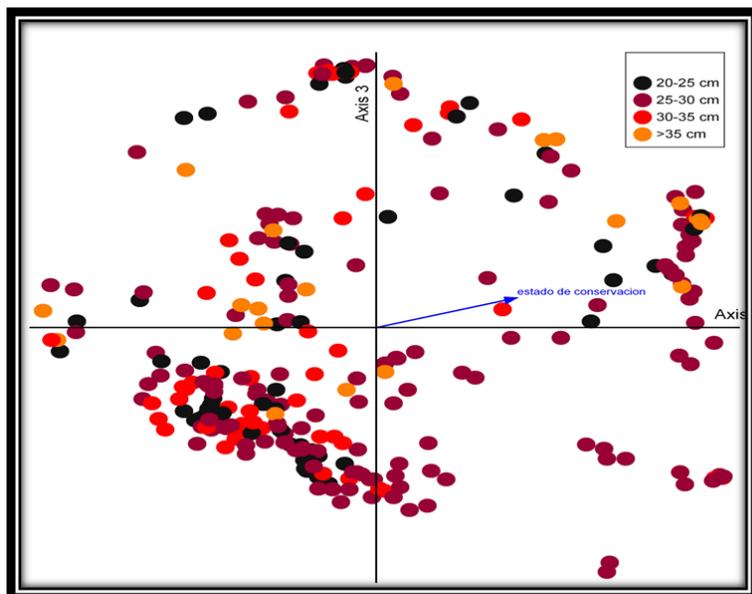
**Figura N°19.** Gráfico con ordenación (escala multidimensional), en base de las muestras individuales para la variable Estados de conservación.

Las figuras de Ordenación se interpreta teniendo en cuenta las distancias de dispersión y la agrupación de los puntos, cada uno de los puntos represento cada forofito y su posición dependió de la composición de líquenes en cada uno de estos, los colores reflejaron las categorías en que se divide cada variable, por lo tanto cuando los puntos de una mismo categoría (o color) se agrupan significa homogeneidad y a su vez la presencia de una correlación; mientras que cuando los colores y los puntos se entremezclan, representa lo contrario.

Por lo tanto la tendencia observada en la Figura 19, fue agrupar las muestras que pertenecían al mismo nivel homogéneamente, las muestras del bosque perturbado se agruparon hacia el costado superior derecho y las muestras del bosque conservado presentaron la tendencia a reunirse sobre el eje posterior izquierdo.

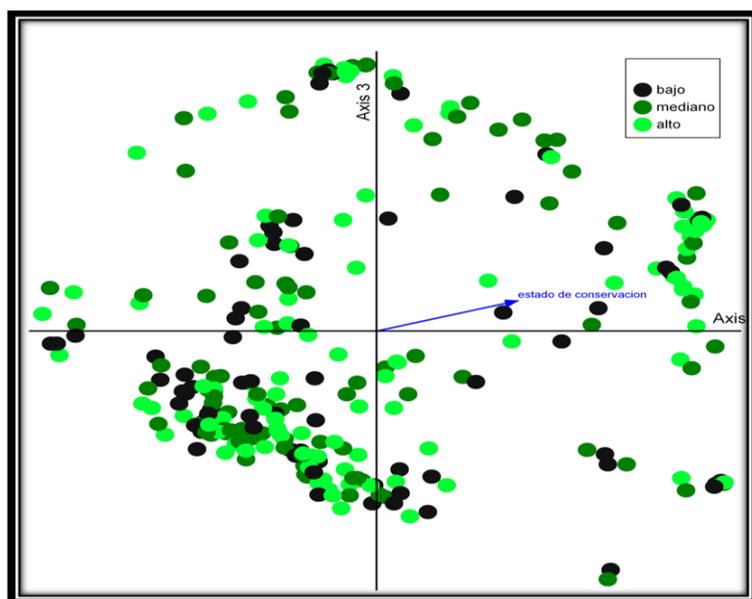
#### **5.3.2.2.1 DAP ( diámetro a la altura del pecho).**

Las figuras 20, 21 y 22 se analizaron de la misma forma a la Figura N° 19, pero teniendo en cuenta las variables DAP, distribución vertical, orientación geográfica, en muestras individuales, las cuales presentaron la misma tendencia, los puntos de las diferentes categorías se entremezclaron lo que significó que no hubo correlación de esas variables con la diversidad de líquenes en las áreas muestreadas.



**Figura N°20.** Gráfico con ordinación (escala multidimensional), en base de las muestras individuales para la variable DAP del forfíto en relación con la diversidad.

### 5.3.2.2.2. DISTRIBUCIÓN VERTICAL.



**Figura N°21.** Gráficos con ordinación (escala multidimensional) a base de las muestras individuales para la variable distribución vertical en relación con la diversidad.

### 5.3.2.2.3. ORIENTACIÓN GEOGRAFICA.

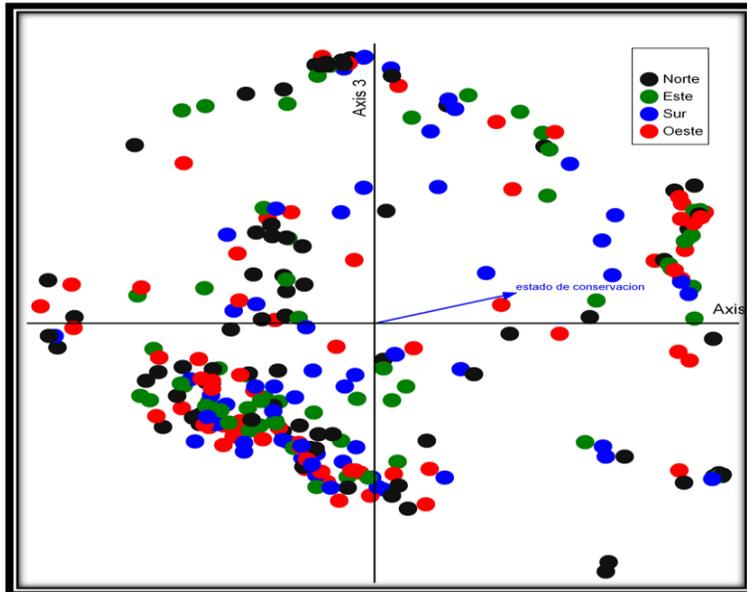


Figura N°22. Gráficos con ordianación (escala multidimensional) a base de las muestras individuales para la variable la variable Orientacion geografica en relación con la diversidad.

## 6. DISCUSION.

### 6.1. Composición de líquenes.

Para la evaluación de las comunidades liquénicas en bosques con diferentes historia de uso de la Reserva Biológica Encenillo en Guasca (Cundinamarca), se caracterizó la composición florística de las comunidades y se encontró que los registros obtenidos para las familias de líquenes coincide con Aguirre & Chaparro (2002) y con Aguirre citado por Rangel (2008), “para la Región Natural Andina en Colombia, la familia PARMELIACEAE (con 27 géneros y 237 especies), es una de las familias que más presenta riqueza”, la explicación se debe a que esta es una de las familias de líquenes que está representada con más géneros y especies, además presenta una alta distribución en todos los hábitats, ya que la mayoría son cosmopolitas las cuales se adaptan a gran cantidad de ambientes debido a la alta producción de estructuras reproductivas, tanto vegetativas como sexuales. Así mismo la familia LOBARIACEAE la cual suele ser representativa posee cuatro géneros con respecto a PARMELIACEAE que posee 18, el número de especies se reduce y por lo tanto no es la más diversa. En cuanto a la familia RAMALINACEAE que en la literatura como Rangel (2008) entre otros, no aparece como representativa, en este estudio si lo fue (Ver Figura N°2).

Las familias CLADONIACEAE e ICMADOPHILACEAE estuvieron ausentes en el Bosque perturbado (B1), posiblemente por la diferencia en los rangos en el gradiente altitudinal, ya que el B1 presentó un rango entre 3134 a 3167m de altura, mientras que el bosque conservado (B2) estuvo entre 3163 a 3216m de altura, como en este último la mayoría de las especies de estas familias fueron biotipos fructicosos y de doble carácter (Figura N°2), los autores argumentan que “formas como estas aumentan en cantidad con alturas cercanas a los 3400m” (Aguirre & Chaparro 2002; Wolf 2003).

La presencia en el B1 de las familias GOMPHILLACEAE, GRAPHIDACEAE ausentes en el B2, están asociadas también al biotipo forma, pues son del tipo crustáceo (Figura N°3), Wolf (2003), señaló: “los líquenes crustáceos tienden a disminuir en lugares con alturas mayores”.

Los registros del nivel taxonómico “género” concordaron con los expuestos para el nivel de Familia, ya que los géneros con mas números de registros para este estudio pertenecieron a la familia PARMELIACEAE, según Aguirre & Chaparro (2002) “los géneros mejor representados para Colombia, entre otros son *Hypotrachyna*, *Parmotrema* y probablemente *Usnea*, también son los más diversificado para la Región Natural Andina” Aguirre citado por Rangel (2008), pudo ser por ser Cosmopolitas, y porque poseen un mayor número de especies descritas con claves taxonómicas completas y fáciles de manejar (excepto para *Usnea*).

Otros géneros como *Phyllopsora* de la familia RAMALINACEAE que no ha sido aun reportado en la bibliografía para la Región y *Sticta* perteneciente a la familia LOBARIACEAE también representaron una buena cantidad de registros, “la mayoría de las formas foliosas pueden ser por lo general dominantes y elevan su frecuencia por encima de los 2000m a los 3000m de altura” (Aguirre & Chaparro 2002). Géneros como *Usnea*, *Ramalina* y *Oropogon* (ausente en el B1), permitieron argumentar de nuevo la presencia de biotipos fructicosos en alturas elevadas como ocurre en B2.

En cuanto a géneros ausentes o que no se compartieron, el B1 no presentó 12 géneros que si estaban presentes en el B2, y por el contrario el B2 no tuvo 9 géneros del B1 de los cuales la mayoría tipo crustáceos, esto se relaciona con su historia de uso “ya que los crustáceos son los primeros presentes en una sucesión vegetal” (Aguirre & Chaparro 2002).

Se obtuvieron 96 especies (Ver Tabla N°8), tres especies quedaron como confertus (Cf.) ó afín (Aff.), pues en algunas ocasiones las claves taxonómicas no incluían las especies reportadas para el trópico o los pocos estudios para el país no arrojaban información completa para permitir

identificarlas, aun así se logró identificar más del 90 % de las especies recolectadas, de estas especies 56 estuvieron presentes en el B1 y en el B2 hubo 63 para este caso el nivel de determinación para este bosque fue bastante completo debido a que las muestras presentaban características diagnósticas que facilitaban esta labor, los resultados reflejaron la influencia en la composición de las especies y su estado cuando un bosque no presenta impactos por fragmentación.

Para este estudio, en general se encontró una efectividad entre el 48,36% para el Índice Chao 1 y el 78,83% para el MMMean, con un promedio muy cercano y sobre el 50 %, lo cual significa que a pesar de haber sido un esfuerzo de muestreo de corto tiempo, se pudo lograr una efectividad buena gracias al rigor en el cumplimiento del diseño y de las técnicas planteadas para el estudio con anterioridad (ver recomendaciones). La eficiencia para el B1 estuvo entre el 60,34% y el 72,23% la cual fue alta, inclusive para el Chao 1 como índice riguroso, el B2 tuvo una buena efectividad entre el 47,06% y 74,4% a pesar del redondeando un poco por debajo del 50%, esto se debe a que a pesar que los dos bosques tuvieron el mismo tiempo de muestreo, en el B2 se presentó más dificultades por la inclinación en donde se ubicaba el área de bosque y la variación del clima (lluvia) cuando se hizo el procedimiento.

## **6.2. Estructura de las comunidades líquénicas.**

El Bosque Perturbado según los índices de Shannon y Simpson fue el bosque más uniforme (Ver tabla N°9) y el más dominante (Ver tabla N°10), resultado que estuvo en contra de la suposición inicial de este trabajo, la cual exponía que el bosque conservado tendría más abundancia, la explicación se apoya en el fenómeno definido como “resiliencia” referida a la rapidez con la que la comunidad vuelve a un estado anterior después de una perturbación (Begon *et al.*1995; Jentsch *et al.* 2002). Según estos autores “buenas condiciones ambientales permiten la adaptación de los organismos y con el tiempo ciertas especies serán dominantes las cuales no permitirán la colonización de especies nuevas, propiciando así la disminución de la diversidad (Begon *et al.*1995; Jentsch *et al.* 2002), lo que sucedió con el bosque conservado.

Por otra parte, frente a una perturbación “intermedia” las especies que dominaban en principio un lugar son principalmente las afectadas, ya que se debilitaron por falta de recursos y serán desplazadas por la competencia de otras especies no dependientes de las antiguas condiciones y que desarrollan capacidades de respuesta a las perturbaciones y a la heterogeneidad

espacial a varias escalas, aumentando así la diversidad (Walker *et al.* 1999 en Jentsch 2002), esto fue lo que sucedió en el B1 de nuestro estudio.

Por lo tanto la diversidad biológica si depende de la estabilidad del modelo dinámico y los patrones de perturbación frente a los impactos que puede tener las diferentes historias de uso, asegurando la persistencia y algunas de las funciones de los organismos (Platt 1975, Loucks *et al.* 1985, Collins & Glenn 1988 en Jentsch 2002).

### **6.3. Factores abióticos y sustratos.**

El fin de señalar los distintos lugares en donde habitan los líquenes dentro de las áreas de bosque, incluyendo los sustratos, fue porque “la naturaleza del lugar donde crecen estos organismos tiene una considerable influencia en la diversidad de los bosques” (Rose 1974; James *et al.* 1977; Coppins 1984; Kricke 2002 en Brodekova *et al.* 2006), por lo tanto era importante dejar un registro y una descripción de los factores abióticos y otros sustratos para hacer recomendaciones, además se encontraron para este estudio especies que están señaladas en la lista de especies amenazadas para Colombia, esta bajo la categoría de peligro crítico (CR), aunque los autores mencionan que la falta de información detallada sobre líquenes, y de su actual distribución en Colombia, puede estar influyendo sobre la categorización de tales especies (Aguirre & Rangel 2008).

En términos de composición la descripción de esos hábitat también brindaron un gran aporte especialmente para el B2 en el cual se obtuvieron muchas especies terrestres y muscícolas, porque la ausencia de hojarasca, ramas y arbustos caídos en este bosque permitió un espacio al sotobosque facilitando la dispersión de los líquenes de manera efectiva, por ejemplo, las especies de la familia CLADONIACEAE fueron en su mayoría terrestres restringidas para el B2 (Figura 2). Cabe nombrar que de las pocas especies terrestres del B1 pertenecían a la familia PELTIGERACEAE.

Además este resumen (como lo muestra el anexo N°1), permitió identificar el grado descriptivo de los líquenes en Colombia y en la zona, demostrando que varias de los registros obtenidos complementan y actualizan la información sobre los líquenes de Colombia, cumpliendo con uno de los objetivos del trabajo respecto a “brindar adiciones a la flora liquenológica del país”, otro de los aportes que brindó este trabajo fue la identificación y descripción de especies de biotipo

crustáceos, que generalmente suelen generar problemas taxonómicos debido a su complejidad morfo-anatómica y al poco conocimiento existente de estas especies.

#### **6.4. Relación de la diversidad de las comunidades líquénicas respecto a las variables.**

Los líquenes epífitos presentes en los forofitos de *W. tomentosa* fueron los registros analizados con el objetivo de relacionar las distintas variables frente a la diversidad (además el esfuerzo de muestreo fue mucho mayor para estos), los demás sustratos no fueron lo suficientemente reveladores para ser comparados.

Comparar las diferentes variables frente a la diversidad, por medio de los gráfico ACJ y los de Ordenación (Ver figuras 11,12 y 13) permitió identificar que el estado de conservación de los bosques evidentemente tuvo correlación con la diversidad, las demás variables no presentaron correlación esto se consiguió porque los forofitos muestreados se seleccionaron bajo condiciones más o menos homogéneas con el fin de restringir el número de covariables al objetivo general del trabajo.

Por otra parte esas diferencias también se evidenciaron con el análisis de los “biotipos” que por medio de la prueba estadística de Monte Carlo, permitieron la observación de dos tendencias según las características morfotípicas; la primera es que las especies sorediadas, de varios géneros y las especies del género *Usnea* con apotecios, estuvieron presentes en el bosque conservado (B2) y la segunda fue que las especies isidiadas, y las *Usnea* pendulosas, estuvieron presentes en el bosque perturbado (B1), esto se debe a procesos de dispersión, porque para dispersar isidios se debe aplicar fuerza mecánica para "romper" la parte que se va a dispersar, mientras que en el caso de los soredios el proceso es mucho más fácil porque se utilizan medios externos como el agua de lluvia y viento para este proceso (Nash 1996); esta inferencia es innovadora y única hasta el momento para este tipo de estudios, pues las argumentaciones sobre temas relacionados con dispersión son mínimas y por medio de esta se puede atribuir a la influencia dada por la historia de uso de la tierra.

Por lo tanto con los resultados obtenidos en el presente estudio se responde la pregunta propuesta para este trabajo, ya que la estructura y composición de las comunidades líquénicas si reflejan variaciones influenciadas por la historia de uso de los bosques en la Reserva Biológica Encenillo, y se apoya con lo propuesto por Kotwal *et al.* (2008), Quien señala que “la diversidad biológica es un componente importante que regula la resistencia de los ecosistemas, su equilibrio dinámico y la productividad, la cual puede verse afectada por alguna desviación de

las condiciones normales del hábitat, en este caso por las historias de uso de la tierra y que se refleja especialmente en los líquenes epífitos los cuales son sensibles a las perturbaciones ambientales”. Además señala que “el desarrollo de los líquenes depende de la gama de nutrientes, de las condiciones ambientales del ecosistema, así como del tamaño de los forofitos, sin embargo el carácter de un bosque cuando no es no perturbado a menudo ejerce una correlación positiva mayor con las especies de líquenes”, no obstante en este estudio se evidencia que no necesariamente la diversidad de líquenes siempre deba estar relacionada con el tamaños de los forofitos, como también lo expone el autor.

## **7. CONCLUSIONES.**

En conclusión se puede afirmar que cuando la historia del uso de la tierra obedece a procesos de perturbación, esta condición puede modificar las condiciones y repercutir en los organismos, pero igualmente un bosque que esta conservado puede neutralizar procesos como el desarrollo de estrategias, así como de diversidad; cabe mencionar que los dos bosques aportaron el mismo valor para el estudio, el bosque perturbado en términos de respuestas ecológicas y estructura de la diversidad, el bosque conservado en términos de riqueza de especies y de sustratos, y que las diferencias encontradas también permitieron aportar conocimientos relacionados con el desarrollo de estrategias biológicas (como la dispersión) frente a las diferentes historias de uso de la tierra, como también en nuevos registros para la diversidad de la zona trabajada.

Adicionalmente se deja evidencia de la relación entre las formas de vida (biotipos) de los líquenes con el gradiente de altitud y con la historia de uso de los bosques.

## **8. RECOMENDACIONES.**

Se recomienda un tiempo de muestreo más extenso en donde se dedique por los menos una a dos semanas para cada bosque, y que sea específico para el tipo de sustrato es decir para líquenes terrestres, cortícolas, epífitas.

Se recomienda tener en cuenta las especies que se encuentran señaladas bajo categoría crítica (CR), y que se encuentran presentes en el B1 pues son especímenes con mayor potencial de para planes de conservación en una zona que es vulnerable, la cual de no ser contemplada con rigurosidad pueden conducir a sus especies dentro de categorías de extinción más complejas.

Se recomienda hacer un estudio del género *Lobaria* por su capacidad dispersión, esto podría aportar conocimientos en torno a temas ecológicos.

Se recomienda complementar con estudios específicos de líquenes rupícolas, este trabajo deja registros fotográficos de algunas especies que crecen sobre roca (Fig N° 23) y que no se tomaron en cuenta para el análisis de los registros porque estaban fuera de las áreas de bosque muestreadas, y que se registraron para justificar la recomendación.

Se recomienda hacer trabajos complementarios específicos de líquenes epífitos que incluyan el estudio la distribución vertical en el microhábitat del dosel de los árboles.

Se recomienda completar el estudio florístico de la reserva en otras zonas de influencia de la misma que sean útiles para los administradores y para complementar los catálogos de diversidad para Colombia.

Finalmente, se recomienda que los aportes arrojados por este trabajo sean utilizados para complementar la información ya existente respecto a la diversidad de líquenes, así como a la información de campo, útil para hacer estudios con estos organismos.

## **9. BIBLIOGRAFIA.**

Aguirre, J. Chaparro, M. (eds.).2002. Hongos liquenizados. Universidad Nacional de Colombia, Editorial El Malpensante. Bogotá, Colombia.

Aguirre, J.& Rangel-CH., J.O. 2007. Amenazas a la conservación de las especies de musgos y líquenes en Colombia una aproximación inicial. *Caldasia* 29(2):235-262.

Alexopoulos, C. & Mims, C. (eds.). 1985. Introducción a la Micología, 2da Edición. Ediciones Omega.

Alcaraz,J. F. Geobotánica, Ordenación y clasificación. Tema 14. Universidad de Murcia. España.

Anguita, R. 2003. Líquenes, omnipresentes en la naturaleza, "Paisajes en miniatura". Reportaje ambiental.

Aptroot A, Seaward MRW.1999. Tropical Bryology Annotated checklist of Hong Kong lichens.17: 57-101.

Banfield, J. D. Raftery, A. E. 1993. Model based in Gaussian and non Gaussian clustering. *Biometrics*, 49:803-821.

Barrera-Cataño, J.I., M. Aguilar-Garavito., D.C. Rondon-Camacho. (eds.). 2008. Experiencias en restauración Ecológica en Colombia. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C. 274p.

Begon, M. Harper & C.R. Townsend. (eds.). 1995. *Ecología, Individuos, poblaciones y comunidades*. Ediciones Omega. España. Pp 886.

Binder, K. Heermann, D.W. 1997. *Monte Carlo Simulation in Statistical Physics*. Springer.

Brodekova, L. Gilmer, A. Dowding, P. Fox, H. Guttova, A. 2006. An assessment of epiphytic lichens diversity and environmental quality in knocksink wood nature reserve, Ireland. *Biology and environment: proceedings of the royal irish academy*, vol. 106b, no. 3.

Chavez, J. 2005. Líquenes de la región ecológica Talamanca. Programa Conjunto INBio-SINAC. *Informes del Inventario Nacional de Biodiversidad*. Editorial INBio.

Gallego Fernández, J.B. & Díaz Barradas, M.C. 1997. Lichens as indicators of a perturbation/stability gradient. *Journal of Coastal Conservation* 3: 113-118. España.

Hawksworth, D. Iturriaga, T. Crespo, A. 2005. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. *Revista Iberoamericana Micología*. 22: pp 71-82.

Holz, I. Gradstein, S. R. 2005. Cryptogamic epiphytes in primary and recovering upper montane oak forests of Costa Rica species richness, community composition and ecology. Springer. Pp 178:89–109 .

Humphrey, J.W. Davey, S. Peace, A.J. Ferris, R. Harding, K. 2002. Lichens and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood. *Biological Conservation* 107 ;165–180.

Iwatzuki, A. 1960. The epiphytic bryophyte communities in Japan. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory*, 22: 159-339.

Jentsch, A. Beierkuhnlein, C. White P, S. 2002. Scale, the Dynamic Stability of Forest Ecosystems, and the Persistence of Biodiversity. *Silva Fennica* 36(1).

Kantvilas G, Jarman SJ. 2002. Using lichens and bryophytes to evaluate the effects of silvicultural practices in Tasmanian wet Eucalyptus forest. In: Nimis PL, Scheidegger C, Wolseley P (Eds.) Monitoring with lichens—monitoring lichens. NATO Science Series IV, Earth and Environmental Sciences vol. 7. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.367-371.

Kelly, D.L . O'Donovan, G. Feehan,J. Murphy,S. Drangeid, S. O. Marcano,L.2004.The epiphyte communities of a montane rain forest in the Andes of Venezuela: patterns in the distribution of the flora. *Journal of Tropical Ecology* (2004) 20:643–666 .Cambridge University Press.

Kotwal P. C., Kandari L. S. Dugaya D.2008. Bioindicators in sustainable management of tropical forests in India. *African Journal of Plant Science* Vol. 2 (9), pp. 099-104,

Lücking R. 1997. The use of foliicolous lichens as bioindicators in the tropics with special reference to the microclimate. *Abstracta Botanica* 21: 99-116.

Martínez, X. Rincón, D. Galvis, P. Monje, C.2005. Valoración biofísica y planificación predial para la conformación de la Reserva Encenillo Fundación Natura.

McCune, B., and J. B. Grace. 2002. Analysis of ecological communities. MjM Software Design, Glenden Beach, Oregon.

Misty, J. Corticolous lichens as potential bioindicators of fire history: a study in the Cerrado of the Distrito Federal, Central Brazil. *Journal of Biogeography* 1998; 25: 409-441.

Mohan MS, Hariharan GN. 1999. Lichen distribution pattern in Pichavaram. A preliminary study to indicate forest disturbance in the mangroves of South India. In: Mukerji KG, Chamola BP, Upreti DK, Upadhyay RK (Eds.) *Biology of Lichens*. New Dehli, Aravali Books International. 283-296.

Moreno C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M.& T. Manuales y Tesis SEA Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Moreno, E. Sánchez, A. Hernández, J. 2007. Guía Ilustrada de hongos liquenizados de Venezuela. Dep de Publicaciones Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas.

Nash III.T.H. (eds.).1996.Lichen Biology.Cambridge University Press.USA.

Nordén, B . Appelqvist, T. Conceptual problems of Ecological Continuity and its bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 10: 779–791.

Pérez, S.2008. Líquenes: la belleza de lo pequeño. *Paginas de informe adicional*. # 30.

Pinzón, M. & E. Linares.2006. Diversidad de líquenes y briófitos de la región subxerofítica de la Herrera (Mosquera, Cundinamarca). *Caldasia*, 28(2):243-257., II, Instituto de Ciencias Naturales,Universidad Nacional de Colombia & Ideam: 383-403 pp., Santafé de Bogotá.

Purvis,W. (eds.). 2000. *Lichens*. The Natural History Museum. London.

Rangel-CH., J.O. (eds.). 2008. *Diversidad Biótica VI. Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia*. En Aguirre,J. *Catalogo de los líquenes de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Colombia. Pp401-547.

Rangel-CH., J.O.2005. La biodiversidad de Colombia. *Palimpsestos* 5:295-304.

Rivas, E. Lucking,R. Thorsten, EH. 2008. *When family matters: an analysis of Thelotremaataceae (Lichenized Ascomycota: Ostropales) as bioindicators of ecological continuity in tropical forests*. Springer Science.

Rose, F.1974: *The epiphytes of oak*. In: Morris MG and Perring FH (eds) *The British Oak. Its History and Natural History*, pp 250–273. EW Classey, Faringdon.

Sarrión, F.J. 2001. *Flora y vegetación de líquenes epífitos de Sierra Madrona, Valle de Alcudia (ciudad real): relaciones con el estado de conservación de sus bosques*. Memoria para optar al grado de doctor. Universidad complutense de Madrid. Facultad de ciencias biológicas. Departamento de Biología Vegetal I.

Selva, SB .1996. *Using lichens to assess ecological continuity in northeastern forests*. - In: Davis, MB (ed.): *Eastern Old-Growth Forests: Prospects for Rediscovery and Recovery*. Island Press, Washington, DC; Covelo, California. Pp 35-48.

Sipman, H. 2006. *Botanischer Garten-Berlin [en línea]*. <<http://www.bgbm.org/sipman/keys/default.htm>> [Consulta: Septiembre 2009].

Spielmann, A. 2006. Fungos liquenizados (liquens). [en línea]. <[www.biodiversidad.pgibt.ibot.sp.gov.br/estagio\\_docencia/estagio.docencia.htm.IBT](http://www.biodiversidad.pgibt.ibot.sp.gov.br/estagio_docencia/estagio.docencia.htm.IBT)> [Consulta: 02 Octubre 2009].

Villarreal H., M. Alvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A.M. Umaña. Segunda edición. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Wolf.J.H.D. 2003. Diversidad y Ecología de las comunidades epifíticas de la Cordillera Central en Colombia. Estudios de ecosistemas tropandinos Vol 5.Resultado de proyectos EcoAndes y ecodinamico. Instituto geográfico Agustín Codazzi Bogotá, Instituto de Ciencias Naturales , Museo Natural de Historia Bogotá, Hugo de Vries Laboratorium Universiteit van Amsterdam.

Wolseley PA, Aguirre-Hudson B. 1991. Lichens as indicators of environmental change in the tropical forests of Thailand. *Global Ecology and Biogeography Letters*; 1: 170-175.

Wolseley PA, Moncreiff C, Aguirre-Hudson B. 1994. Lichens as indicators of environmental stability and change in the tropical forests of Thailand. *Global Ecol. Biogeographical Letters*; 4: 116-123.

Wolseley PA. 2002. Using corticolous lichens of tropical forests to assess environmental changes. In: Nimis PL, Scheidegger C, Wolseley P (Eds.) *Monitoring with lichens-Monitoring lichens*. NATO Science Series IV, Earth and Environmental Sciences vol. 7. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. Pp 367-371.

## **10. ANEXOS.**

Tabla de las especies registradas para la Reserva Biológica Encenillo, en donde se resumió la información requerida para su identificación taxonómica, se describió los principales caracteres diagnósticos de cada una de las especies, también se registro si estaban presentaban (P) o ausentes (A) las estructuras reproductivas apotecios (Apot.), soledios (Sore.) e Isidios (Isi.) que son las estructuras que comúnmente son nombradas en las claves taxonómicas. El biotipo o tipo de forma de la especie. Los factores abióticos o sustrato en donde crecen los líquenes dentro de las áreas estudiadas, y el Registro en Guasca en donde se localiza la zona de influencia de la Reserva señalado por Rangel (2008). Con azul están señaladas las especies

que aparecen en estado crítico (CR), en la lista de Especies de líquenes amenazadas en Colombia en Aguirre & Rangel (2007).

Nombre de la especie	Carácter diagnóstico	Apot.	Sore.	Isi.	Biotipo	Factores abióticos	Registro en Guasca
<i>Anzia masonii</i>	Similar a la <i>Hypotrachyna</i> pero con tomento.	A	P	A	Folioso	Sobre corteza y rocas; en micro-sitios sin perturbación humana	No hay registro en Rangel (2008)
<i>Cladina arbuscula</i>	Podocios verdes grisáceos. Puntas apicales deflexadas de color oscuro.	A	A	A	Doble carácter	Sobre tronco, cerca a unas ramas caídas.	En Cundinamarca amplios registros en P.N.N Chingaza
<i>Cladina confusa f. confusa</i>	Podocios amarillentos, con forma globosa	A	A	A	Fruticosos	Coberturas entre 70-90%, solo en suelo, asociados fuertemente a tapetes de musgos.	Carretera de Guasca – Charalá; camino de Guasca a Sopó; E de Guasca; Páramo de Guasca
<i>Cladina rangiferina</i>	Podocios con puntas gruesas y compactas, superficie lisa, ejes principales a menudo deflexionada	A	A	A	Fruticosos	Asociados fuertemente a tapetes de musgos.	Rangos altitudinales arriba de los 3000m
<i>Cladina rangiferina. abbayesii</i>	Podocios de color gris oscuro; con un fuerte color café en el ápice	A	A	A	Fruticosos	Asociados fuertemente a tapetes de musgos.	Rangos altitudinales arriba de los 3000m
<i>Cladonia aleuropoda</i>	Podocio generalmente con más de 10 mm de largo, talo primario con escamas	A	P	A	Doble carácter	Adherido fuertemente a troncos, también muscicola. Fuertemente asociado a briofitos.	En Bogotá a 2600m.
<i>Cladonia coccifera</i>	Discos himeniales rojos en el borde de las cífas; podocios robustos con microescumulas	A	P	P	Doble carácter	Asociados fuertemente a tapetes de musgos.	En Cundinamarca se registra hacia la Vía La Calera a la mina de Cal
<i>Cladonia granulosa</i>	Asifosa	A	P	A	Fruticosos	En tepes de musgos y también se observo en piedra caliza en Sendero Colibrí	Distribución baja en Cundinamarca
<i>Cladonia microscypha</i>	Podocios verdes cortos, delgados, microescumosos. Himenios de color rojo	P	P	A	Doble carácter	En suelo, poco frecuente.	Ampliamente distribuido en Cundinamarca arriba de los

	escarlata. Sifa pequeña						3000 m
<i>Cladonia rappi</i>	Podocios delgados y platos largos	A	A	A	Doble carácter	En suelo.	En el páramo de Guasca, a lo largo de la carretera Guasca-Gachetá
<i>Dibaeis soreliata</i>	Talo primario soreliado. Apotecio sésil, no globoso	P	A	A	Fruticosos	Sobre piedra caliza.	No hay registro en Rangel (2008)
<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	Sin márgenes distintivas. C-, no se observa médula, el talo no escumuloso	P	A	P	Crustáceo	Corticola .Raro.	Solo en Nariño, pero esta especie suele ser frecuente.
<i>Dyctionema glabratum</i>	Lóbulos más grandes corticiforme, formada por líneas paralelas a irregulares	A	A	A	Folioso	Adherido fuertemente a troncos, también muscicola. Fuertemente asociado a briofitos.	Se registra ampliamente en el Páramo de Chingaza
<i>Dyctionema minus</i>	Lóbulos muy pequeño, por lo general sin patrones concéntricos	A	A	A	Folioso	Raro, en piedra caliza.	Hay registros en Cundinamarca entre 2,700–3,000 m
<i>Everniastrum columbiense</i>	Talo con soredios, estos ampliamente distribuidos por toda la cara dorsal del talo. Médula K+ amarillo	A	P	A	Folioso	Epifitas, en troncos que ramifican a arbustos.	Descripción para Cundinamarca y para el Páramo de Chingaza
<i>Everniastrum sorocheilum</i>	Talo con soredios, estos siempre delimitados y con soralia subterminal	A	P	A	Folioso	Epifitas, fuertemente asociada a otros líquenes.	El Páramo de Chingaza y en la carretera de la Calera
<i>Everniastrum vexans</i>	Médula K- P-; ciliado. De color blanco. Parte ventral de color negro con cilios.	A	A	P	Folioso	Frecuente en sustratos ramas y troncos	H. Sipman, L. Reyes & H. Valencia 10677
<i>Graphis dendrogramma</i>	Apotecios lireliformes curvados, muy ramificados. Labios enteros, negro grisáceo, lateralmente carbonizado.	P	A	A	Crustáceo	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	No hay registro en Rangel (2008)
<i>Graphis subserpentina</i>	Lirela con margen talino lateral, espeso y abultado, de tamaño alargado e irregularmente ramificado. Labio completo no pruinoso. Disco oculto.	P	A	A	Crustáceo	Adherido fuertemente a tronco.	No hay registro en Rangel (2008)
<i>Gyalectidium sp</i>	Talo crustáceo, con corteza, gris.	A	P	A	Crustáceo	Epifita en <i>W. tomentosa</i> . Sobre musgo o corteza	Registros para una sola especie, y no en Cundinamarca.
<i>Heterodermia flabellata</i>	Lóbulos levemente adyacentes, con los lóbulos laterales cortos, adheridos fuertemente al sustrato.	P	A	A	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Registro en Cundinamarca
<i>Heterodermia lamelligera</i>	Talo folioso, gris, K+ lóbulos muy pequeños, superficie superior	A	P	P	Folioso	En rama de arbustos. Poco frecuente,	El único registro es justamente para Guasca por

	corticada.					escaso y extraño.	Aguirre & Sipman 5179
<i>Heterodermia leucomela</i>	Superficie inferior ecorticado; médula K + .	A	P	P	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Registros en Cundinamarca.
<i>Heterodermia magellanica</i>	De talo blanco, plano, ramificación dictómica, grueso. Parte ventral de color blanco en los márgenes.	A	A	P	Folioso	Abundante en troncos.	Único registro justamente para Guasca, a lo largo de la carretera Guasca-Gacheta 10658
<i>Hypotrachyna andensis</i>	Médula K + rojo vuelven amarillas	A	A	P	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas	Un registro para Cundinamarca entre Bogotá y Fusagasuga
<i>Hypotrachyna densirhizinata</i>	Médula de color blanco, K-, C-, P-.	P	P	A	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	J. Aguirre & H. Sipman 5128. H. Sipman, L. Reyes & H. Valencia 10663. H. Sipman, L. Reyes & H. Valencia 10617
<i>Hypotrachyna ensifolia</i>	Médula blanca, K-, C-, P-, KC+ rosa. Altamente isidiado.	A	A	P	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	H. Sipman, L. Reyes & H. Valencia 10676
<i>Hypotrachyna longiloba</i>	A forma de cintas medianas blancas, con ramificaciones dicotómicas. Lóbulos largos y poco ramificados débilmente unidos. Médula rosa o C +, KC + rojo, UV +.	A	A	A	Folioso	Ocupa amplias coberturas y de habito colgante	Altamente distribuida en Guasca (10675), (5114), (5114), (1104).
<i>Hypotrachyna lopezii</i>	Médula K + rojo que luego vuelve a amarillo	A	A	A	Folioso	Frecuente en tallos o ramas, o terrestre	Páramo de Guasca a lo largo de la carretera Gacheta.
<i>Hypotrachyna meridensis</i>	Médula blanca, K-, C-, P-, KC+ rosa. Talo isidiado, principalmente laminar en la superficie del lóbulo	A	A	P	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Registro para Cundinamarca
<i>Hypotrachyna monilifera</i>	Médula blanco a gris ceniza blanquecina, C + o al menos KC + amarillo.	P	P	P	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	J. Aguirre & H. Sipman 5175
<i>Hypotrachyna physcioides</i>	Médula blanco en todas partes, K- o amarillento pálido; C + amarillo-anaranjado. Lóbulos más cortos y moderadamente ramificados.	A	A	A	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Ampliamente distribuido en Guasca: (5154), (5192), (5123), (5156)
<i>Hypotrachyna prolongata</i>	Talo blanquecino a gris ceniza, isidiado. Médula C + rojo .	P	A	P	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Páramo de Guasca, Cordillera Peña Negra, Valle El Chuscal (5177) (5113).
<i>Leptogium azureum</i>	Coloración normalmente es azul. Apotecios	P	A	A	Gelatinoso	Epifitas, en troncos que ramifican a	En alturas que van desde los 1200 hasta los

	principalmente submarginales, algunos laminales de márgenes lisos, delgado, de color amarillo pálido					arbustos.	3500m
<i>Leptogium burgessii</i>	Con el disco del apotecio pardo de naranja a pardo rojizo y el margen del mismo color del talo	P	A	A	Gelatinoso	Epifitas, en troncos que ramifican a arbustos.	En el páramo de Guasca y en P.N.N Chingaza
<i>Leptogium cyanescens</i>	Con superficie superior lisa a ligeramente rugulosa, isidios abundantes cilindro laminal, gris plomo, estos desde los bordes del talo hasta la lámina	A	A	P	Gelatinoso	Epifitas, en troncos que ramifican a arbustos.	El Páramo de Guasca vertiente W, 3220 m, A.M. Cleef 3426,3350 m, A. M. Cleef 3396
<i>Leptogium phyllocarpum</i>	Corticicola, con borde ondulado. Apotecios grandes y conspicuos, con margen talino grueso.	P	A	A	Gelatinoso	Epifitas, en troncos que ramifican a arbustos.	Carretera Guasca-Gachetá, 2700m
<i>Lobaria corrosa</i>	Talo fuertemente escrobiculado-foveolado; médula K + naranja a amarillo, C-. Isidios lobulares distribuido por toda la lamina del talo.	A	A	P	Folioso	En arbustos, en suelo, muscicola.	En Guasca a los 3100m L.E Mora 761.
<i>Lobaria subdissecta</i>	Parte inferior de los lóbulos de color blanco amarillento, con tomento formando patrón de líneas finas multiseriadas de color marrón oscuro y las venas pálidas.	P	A	A	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas. Terrestre.	A lo largo de carretera Guasca-Gacheta & Páramo de Guasca.
<i>Lobariella crenulata</i>	Lóbulos accesorios frecuentes, médula C + rosa, K-. Superficie con pseudocifelas blancas.	A	A	A	Folioso	Epifitas, en troncos que ramifican a arbustos.	En Cundinamarca a los 1800-3670 m.
<i>Lobariella pallida</i>	Talo foveolado, médula C + rosa, K. Superficie con máculas.	P	A	A	Folioso	Frecuente en todos los arbustos del borde	En Cundinamarca a los 1800-3900 m, no brindan más registros con exactitud
<i>Lobariella subexornata</i>	Superficie con pseudocifelas blancas	P	A	P	Folioso	Frecuente en todos los arbustos del borde	Registros para Colombia, pero no para Cundinamarca
<i>Coenogonium sp.</i>	Talo crustáceo, verde amarillento brillante; filamentos compuestos por filamentos algales rodeados por hifas fúngicas.	P	A	A	Crustáceo	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	15 especies registradas para Colombia.
<i>Myriotrema flavolucens</i>	Crustáceo blanco con matices rosa, apariencia de hongo o árbol viejo por arrugas, pero apotecios blanco imperceptibles	P	A	A	Crustáceo	Epifito, escaso en <i>W. tomentosa</i> del Bosque Conservado	No hay registro en Rangel (2008)
<i>Myriotrema occultum</i>	Crustáceo blanco con apotecios grises o blancos casi invisibles	P	A	A	Crustáceo	Epifito, escaso en <i>W. tomentosa</i> del Bosque	No hay registro en Rangel (2008)

						Conservado	
<i>Ocellularia sp</i>	Talo crustáceo gris.	A	A	A	Crustáceo	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	19 especies registradas para Colombia
<i>Phaeographis dendritica</i>	Talo blanquecino, opaco. Disco de color marrón oscuro, negro o gris.	P	A	A	Crustáceo	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	En Bogotá a 2600 m, Sipman <i>et al.</i> & 1200m Linding
<i>Oropogon bicolor</i>	Talo erecto, de color café oscuro, K-; PD-. Médula blanca distintivamente cerrada. Pseudocifelas primaria perforada	A	A	P	Fruticosos	Sobre corteza, rocas o suelo; en vegetación muy húmeda de elevaciones medianas a altas, en micro-sitios abiertos	Guasca , Páramo de Guasca , 2600 m
<i>Pannaria andina</i>	Talo azul a gris, escumuloso, los lóbulos con radiaciones marginales y estrechos de 1 mm o menos. PD+ naranja	P	A	A	Crustáceo	Epifitas, en troncos que ramifican a arbustos.	Registros para Colombia, pero no para Cundinamarca
<i>Pannaria conoplea</i>	Superficie inferior blanquecina. Fotobionte Nostoc, en racimos. P + naranja.	A	A	A	Folioso	Epifitas, en troncos que ramifican a arbustos.	El páramo de Guasca, 3000 m, J. Aguirre <i>et al.</i> 4791
<i>Parmelia fraudans</i>	Talo folioso, de color verdoso a blanco mineral gris. Isidios de forma granulares gruesos, en su mayoría marginales	A	A	P	Folioso	Epifitas, en troncos que ramifican a arbustos.	No hay registro en Rangel (2008)
<i>Parmeliopsis sp</i>	Talos orbiculares. La superficie dorsal de color verde amarillento, plana y rugosa, cerca de la periferia, densamente solediosa; soralia orbicular, harinoso.	P	P	A	Folioso	Epifitas	No hay registro en Rangel (2008)
<i>Parmotrema commensuratum</i>	Talo o gris verdoso a blanco. Parte inferior con una amplia zona, marginal desnudo o con escasas. Médula blanca K + amarillo, KC + naranja o rosa, P-raquídeo	A	P	A	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Registros para Colombia, pero no para Cundinamarca
<i>Parmotrema conformatum</i>	Médula blanco K + rojo vuelve a amarilla. Parte inferior con una amplia zona marginal desnuda ; parte inferior de color oscuro , a veces pálidas en los márgenes	A	P	A	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas	Registro en Cundinamarca
<i>Parmotrema crinitum</i>	Cilios desarrollado en torno a los lóbulos, escasos y P sólo en las axilas de lóbulo. Médula de color blanca; K+, C-.	A	A	P	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	J. Aguirre & H. Sipman 5223
<i>Parmotrema praesorediosum</i>	Cilios Apor completo en la punta del lóbulo y en las axilas de los lóbulos. Médula blanca, P-raquídeo;	A	P	A	Folioso	Por lo general corticola.	Registros en Cundinamarca.

	corteza gris, K-, C-, KC-, UV -. Rizinas escasas, simples, cortas						
<i>Parmotrema robustum</i>	Ausencia de cilios en la punta del lóbulo y en las axilas del lóbulo. Médula blanca, K- amarillento o lentamente. P + roja	A	P	A	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	J.Aguirre & H. Sipman 5082
<i>Peltigera canina</i>	Superficie ventral con las márgenes blanquecinas a parte de las rizinas	P	A	A	Folioso	En suelo.	Registros en Cundinamarca.
<i>Peltigera polydactyla</i>	Venas aplanadas y oscuras. Lóbulos de hasta 1 cm amplios la mayoría, con márgenes comúnmente lobuladas.	P	A	A	Folioso	En suelo.	Páramo de Guasca, vertiente W, 3300 m
<i>Peltigera pulverulenta</i>	Talo denso, ausencia de soledios, escabroso, en la parte ventral con venas difusas	A	A	A	Folioso	En suelo.	K.P. Dumont, P. Buriticá & M.I Umaña 8107; A.M. Cleef 446 b, 3350 m, A.M Cleef 3401
<i>Pertusaria simplicata.</i>	Apotecios inmersos en verrugas del talo, zeorinos, con disco ancho a poriforme (a parecer peritecios).	P	A	A	Crustáceo	Epifito, escaso en <i>W. tomentosa</i> del Bosque Conservado	No hay registro en Rangel (2008)
<i>Pertusaria sp</i>	Talo crustáceo, frecuentemente UV+ (xantonas)	A	P	A	Crustáceo	Epifito, escaso en <i>W. tomentosa</i> del Bosque Conservado	21 especies diferentes en Rangel (2008)
<i>Phyllopsora confusa</i>	Talo PD. Prótalo pálido. Escuamulas pequeñas entre 0.1-0.5 mm de ancho, adnatas con proliferaciones marginales	P	A	A	Fol-Escuamuloso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	No hay registro en Rangel (2008)
<i>Phyllopsora cubayensis</i>	Talo escuamuloso, verde, con protalo tomentoso, café a blanco.	A	P	A	Fol-Escuamuloso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Registro solo para el Tolima.
<i>Lecanora caesiorubella</i>	Apotecio de 1.00mm de diámetro, estos con márgenes delgadas. Pseudocortex P	P	A	A	Crustáceo	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , muy frecuente en Bosque perturbado	Registro en Cundinamarca
<i>Pseudocyphellaria aurata</i>	En el corte se evidencia que el color de la médula es amarillo, K- y P-, con pseudocifelas amarillas	A	P	A	Folioso	Corticolas y asociados a musgos, hepáticas y otros líquenes	En Cundinamarca se encuentra el registro en P.N.N Chingaza a 2990 m
<i>Pseudocyphellaria crocata</i>	Médula blanca a crema, reacciones positivas para K y P.	P	P	A	Folioso	Corticolas y asociados a musgos, hepáticas y otros líquenes	En zonas elevadas de altitud superior a 2.800 m
<i>Pyrenula chlorospila</i>	Talo crustáceo, verde, apotecios redondos negro sin reborde	P	A	A	Crustáceo	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	No hay registro en Rangel (2008)

<i>Pyrenula laevigata</i>	Talo crustáceo, verde, apotecios grandes y redondos negro sin reborde	P	A	A	Crustáceo	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	No hay registro en Rangel (2008)
<i>Ramalina calicaris</i>	Talo plano de amarillo a blanco, con apotecios a los bordes, y largos cilios, ramas divididas que forman un canal profundo único, más o menos pendular	P	A	A	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Registros en Cundinamarca.
<i>Ramalina cochlearis</i>	Talo moderadamente ramificado, arbustivo, subpendula. Pseudocifelas irregulares.	P	A	A	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Registros en Cundinamarca.
<i>Ramalina reducta</i>	Médula K-. Talo multiciliado, estos cilios más largos que el talo	A	A	A	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Registros en Cundinamarca.
<i>Stereocaulon ramulosum</i>	Presenta pseudopodocio generalmente más de 2 cm de altura. Cefalodio con corteza diferenciada. Talo P + amarillento.	A	A	A	Fruticosos	Piedra caliza	Amplia distribución en Colombia
<i>Stereocaulon strictum</i>	Filocladia cilíndrica, más o menos ramificado, de color gris oscuro. Soredia con gránulos Ps.	P	P	A	Fruticosos	En suelo.	Amplia distribución en Colombia, a lo largo de la carretera Guasca-Gachetá, abajo del Páramo de Guasca, 3250 m (7462), Páramo de Guasca 3250 m .
<i>Sticta canariensis</i>	Lóbulos de color verde, de hasta 1 cm de ancho, alargado y posee una horquilla dicotómica	P	A	P	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Registros solo en Nariño.
<i>Sticta fuliginosa</i>	Isidios densamente agrupados, negruzcos. Médula blanca.	P	A	P	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Pasando el Páramo de Guasca, a lo largo de la carretera de Gacheta
<i>Sticta humboldtii</i>	Talo dorsal de color blanco, parte ventral con tomento café.	P	A	A	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Pasando el Páramo de Guasca, a lo largo de la carretera de Gacheta
<i>Sticta peltigerella</i>	De coloración gris plateado, con apotecios planos de color café o vinotinto (sin reborde).	P	A	A	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	A 2600m & en Chingaza.
<i>Sticta tomentosa</i>	Tiene un crecimiento del talo estrecho, sin apotecios. Posee tomento dorsal en pocas cantidades	A	A	A	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	A lo largo de carretera Guasca-Gacheta.
<i>Sticta beauvoisii</i>	Márgenes enteros que carecen de tomento. Isidia	A	A	P	Folioso	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Pasando el Páramo de Guasca, a lo

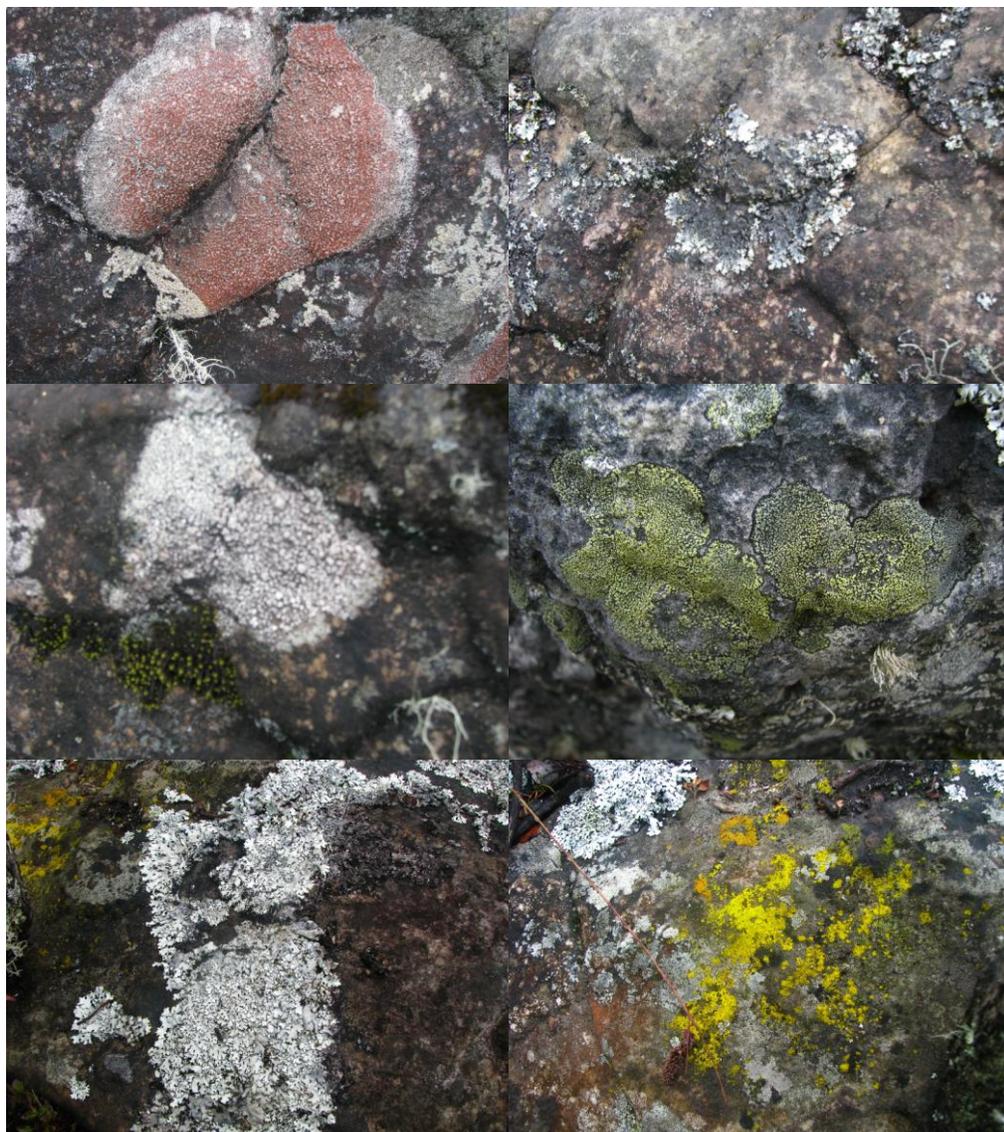
	marginal.						largo de la carretera de Gacheta
<i>Teloschistes chrysophthalmus</i>	El talo posee ventosas y posee ramificaciones acanaladas y de color verde-blanco por debajo y por encima de naranja	A	P	A	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas	Bogotá 2600m.
<i>Teloschistes flavicans</i>	Talos con lóbulos largos, planos y ramificados. Los márgenes portan soledios pruinosos amarillentos.	A	P	A	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas	Registros en Cundinamarca.
<i>Thelotrema lepadinum</i>	Posee apotecios con doble margen y esporas muriformes grandes	P	A	A	Crustáceo	Epifita en <i>W. tomentosa</i>	Registros en Cundinamarca.
<i>Usnea andina</i>	Color verde y finos hilos.	A	A	A	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas	Entre 2800-2900 m en Bogotá
<i>Usnea arbusculiformis</i>	Su forma similar a un bonsai, pero color verde militar demarcado y pequeño	A	A	A	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas	Registro en Bogotá, 2900 m.
<i>Usnea bogotensis</i>	En forma de enredadera, como barbas entre mezcla colores y tamaños de ejes. Consistencia dura y forma del talo tubular.	A	A	A	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas	Registros en Cundinamarca.
<i>Usnea longissima</i>	Ramificación filamentosas. Talo pendular, cortex completamente evanescente, pulverulenta, axis I+	A	A	A	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas	Registros en Cundinamarca.
<i>Usnea mexicana</i>	Axis central de color café y consistencia quebradiza	A	P	P	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas	No hay registro en Rangel (2008)
<i>Usnea robusta</i>	Con pseudocifelas, médula K+	A	A	A	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas	No hay registro en Rangel (2008)
<i>Usnea rubicunda</i>	Ramificaciones laterales densas, talo ramificado e isidiado, cortex pigmentado, axis I-	A	A	P	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas	Registros en Cundinamarca.
<i>Usnea setulosa</i>	Entre amarillo y verde, finos hilos delgados y largos, casi siempre péndulo.	A	A	A	Fruticosos	Epifita en <i>W. tomentosa</i> , también colgante en troncos u ramas	Guasca 2740 m, J. Cuatrecasas s.n.
<i>Xanthoparmelia</i>	Formando	P	A	P	Folioso	Epifitas, en	Registros para

<i>conspersa</i>	rosetas.Lóbulo muy cortó de 1- 1,5 mm, subregulares, sublineales, adnados, negro y con una simple sección de rizinas					troncos que ramifican a arbustos.	Colombia, pero no para Cundinamarca
------------------	--	--	--	--	--	-----------------------------------	-------------------------------------

**ANEXO 1.** Tabla de las especies registradas para la Reserva Biológica Encenillo, a manera de resumen de la información general de las características morfológicas y ecológicas.

Sobs	Uniques	Duplicates	ACE	Chao 1	MMMeans
10,1	10,1	0	27,37	19,76	0
16,94	13,48	3,46	37,21	31,7	53,02
22,14	15,64	4,62	46,83	43,13	56,48
26,28	17,46	5,16	51,06	49,02	59,61
30,28	18,7	6,36	56,13	54,72	62,83
34,3	20,32	6,84	65,92	67,05	64,95
37,7	21,62	7,04	70,87	77,35	67,04
41,34	23,34	7,32	78,35	82,57	69,04
44,44	24,86	7,58	87,11	92,91	70,97
47,12	26,06	7,8	91,2	98,28	72,81
48,4	25,76	7,94	91,22	97,56	74,59
50,14	26,32	7,76	93,38	103,15	76,3
52,14	27,3	7,5	96,84	102,91	77,97
53,08	27,54	6,98	97,11	102,61	79,6
55,6	29,24	6,68	102,56	108,81	81,19
58,46	31,1	6,68	110,8	119,44	82,76
60,76	32,48	6,76	116,9	125,87	84,3
<b>63</b>	<b>34</b>	<b>7</b>	<b>123,55</b>	<b>133,86</b>	<b>85,82</b>

**ANEXO 2.** Tabla con los datos obtenidos por el programa Biodiversity para realizar la curva de acumulación de especies para cada estimador.



**Figura N°23.** Registro fotográfico de algunas especies de líquenes Rupícolas presentes en la Reserva, fuera de las áreas de estudio. La primera superior izquierda es *Pyrrhospora*, la segunda intermedia izquierda *Pertusaria*, superior derecha es una *Parmeliaceae*, y la inferior derecha es *Candelariella*.