

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**“Comparación de la Hepatoflora  
en dos condiciones de paisaje,  
en tres localidades de la Reserva de Biósfera  
Sierra de Las Minas (RBSM).”**

Felipe Jose Ramírez Mazariegos

Biólogo

Guatemala, abril de 2,007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**“Comparación de la Hepatoflora  
en dos condiciones de paisaje,  
en tres localidades de la Reserva de Biósfera  
Sierra de Las Minas (RBSM).”**

Informe de Tesis

Presentado por

Felipe Jose Ramírez Mazariegos

Para optar al título de

Biólogo

Guatemala, abril de 2,007

## JUNTA DIRECTIVA

Oscar C3bar Pinto, Ph.D.	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto	Secretario
Licda. Lillian Raquel Irving Antill3n, M.A.	Vocal I
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal II
Licda. Beatriz Eugenia B3tres de Jim3nez	Vocal III
Br. 3ngel Dami3n Reyes Valenzuela	Vocal IV
Br. 3ngel Jacobo Conde Pereira	Vocal V

## DEDICATORIA

*A mi papá y a mi mamá,  
a mi hermana Ximena y a Ana José  
a todos muchas gracias por su apoyo  
y cariño incondicional!!*

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a todas las personas y organizaciones que de una u otra manera colaboraron con esta investigación. En especial a mi familia y Ana José por su apoyo incondicional.

A todas las instituciones involucradas: Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Organización Nacional Para la Conservación y el Ambiente –ONCA-, Fundación Defensores de la Naturaleza –FDN-, Herbario USCG; Herbario BIGU.

A todos mis amigos y compañeros botánicos: Ana Jose Cóbar, Vanesa Dávila, Rafael Carlos Ávila Santa Cruz, Roselvira Barillas de Klee; Mario Véliz, Manolo García, Julio Morales Can y Margaret Dix a todos ustedes muchas gracias por compartir desinteresadamente su conocimiento conmigo.

A mis todos mis amigos y compañeros que me han apoyado siempre. A las personas que colaboraron en las comunidades donde realicé el trabajo de campo: Sr. Enrique Agustín (Comunidad Morán), Sr. Juan Carlos Gómez (Comunidad El Paraíso, Los Amates), Sr. Julio Lemus (Comunidad Albores el Carmen).

De nuevo a todos, muchas Gracias!!

## Índice de Contenido

	Contenido	Página
<b>1</b>	<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>5</b>
3.1	MARCO CONCEPTUAL .....	5
3.1.1	Generalidades de briofitas .....	5
3.1.2	Hepáticas.....	6
3.1.3	Importancia de las briofitas.....	8
3.1.4	Conservación y estudio de briofitas .....	9
3.1.5	Aspectos legales Reserva de Biósfera Sierra de las Minas (RBSM).....	9
3.1.6	Descripción del área de estudio.....	10
<b>4</b>	<b>HIPOTESIS</b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>JUSTIFICACION</b> .....	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
6.1	GENERAL.....	16
6.2	ESPECÍFICOS .....	16
<b>7</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>17</b>
7.1	UNIVERSO DE TRABAJO .....	17
7.2	MATERIALES .....	17
7.2.1	Equipo de Cómputo .....	17
7.2.2	Software .....	17
7.2.3	Equipo de campo .....	17
7.2.4	Material para identificación taxonómica .....	18
7.2.5	Material de oficina .....	18
7.3	RECURSOS HUMANOS .....	18
7.4	RECURSOS INSTITUCIONALES .....	19
7.5	MÉTODOS.....	19
7.5.1	Delimitación del área de estudio.....	20
7.5.2	Colecta y secado de especímenes. ....	20
7.5.3	Determinación taxonómica de las muestras.....	21

7.5.4	Preparación de las muestras para su ingreso al herbario. ....	21
7.5.5	Análisis de datos. ....	22
<b>8</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>24</b>
8.1	DIVERSIDAD DE ESPECIES.....	24
8.2	ESPECIFICIDAD ESPECIE-SUSTRATO .....	30
8.3	ASOCIACIONES ECOLÓGICAS.....	37
8.3.1	Especies de áreas con sombra.....	37
8.3.2	Especies de áreas con alta incidencia de luz solar.....	37
8.3.3	Especies generalistas .....	38
<b>9</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>39</b>
9.1	DIVERSIDAD DE ESPECIES .....	39
9.2	ESPECIFICIDAD ESPECIE-SUSTRATO .....	42
9.3	DISTRIBUCIÓN DE BRIOFITAS EN LA RBSM.....	43
9.4	BRIOFITAS COMO INDICADORAS DE CONDICIÓN DE HÁBITAT .....	45
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>48</b>
<b>11</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>50</b>
<b>12</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>51</b>
<b>13</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>56</b>
13.1	CICLO DE VIDA DE LAS BRIOFITAS .....	56
13.2	MAPA DE LA RBSM .....	57

### Índice de Cuadros

	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
	Cuadro 7-1: Criterios de especificidad especie-sustrato.....	22
	Cuadro 8-1: Ejemplares colectados por familia. ....	25
	Cuadro 8-2: Número de especies colectadas.....	26
	Cuadro 8-3: Familias y especies de hepáticas colectadas en la RBSM. ....	27
	Cuadro 8-4: Número de especies colectadas por sustrato en cada localidad.....	31
	Cuadro 8-5: Especificidad especie-sustrato. ....	33

---

### Índice de Figuras

Contenido	Página
Figura 8-1: Análisis de agrupamiento entre tratamientos muestreados. ....	26
Figura 8-2: Análisis de agrupamiento para el tratamiento zona núcleo. ....	27
Figura 8-3: Especies colectadas por sustrato en cada localidad.....	32
Figura 8-4: Relación localidad-sustrato .....	33

---



## 1 **RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue comparar la distribución de las hepáticas en dos condiciones de paisaje, la zona de influencia y zona núcleo de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas (RBSM), en las comunidades de Albores el Carmen, Morán y El Paraíso. El muestreo de las hepáticas se llevó a cabo mediante colectas en diez parcelas de 2 x 10 m cada una. Según el sustrato donde crecían, las hepáticas se clasificaron en: epífitas, epifíticas, epilíticas, hepáticas creciendo sobre corteza, hepáticas creciendo sobre suelo y hepáticas creciendo sobre troncos caídos.

Los resultados fueron analizados mediante pruebas de agrupamiento jerárquico, calculados con coeficientes de similitud de *Sorensen*. El análisis de especificidad especie-sustrato, se realizó con base a la clasificación propuesta por Gradstein et al, 2001.

En total se colectaron 338 ejemplares de hepáticas pertenecientes a 117 especies, siendo las más abundantes *Arachniopsis diacantha* (Mont.) Howe, *Cephalozia crassifolia* (Lindenb. & Gottsche) Fulford y *Lophocolea muricata* (Lehm.) Nees. La familia con mayor número de ejemplares colectados fue Lejeunaceae, con 132 ejemplares, pertenecientes a 49 especies, seguida por Plagiochilaceae con 35 ejemplares, pertenecientes a 21 especies. Del total de los ejemplares colectados, la mayoría correspondió a epífitas (102 colectas), seguidas por las especies colectadas sobre troncos caídos (91 colectas). El menor número de colectas por sustrato corresponde a las especies epilíticas (creciendo sobre rocas) con 10 colectas.

Con base a las especies encontradas y los análisis realizados, se presenta el primer listado sistemático de hepáticas para la RBSM, además se definieron especies que debido a sus características particulares y con base a la clasificación propuesta por Gradstein, *et al* (2001) son consideradas indicadoras de condición de hábitat (zona núcleo y zona de influencia).

La comparación de la hepatoflora en las dos condiciones de paisaje estudiadas sugiere que existen diferencias en la composición de especies, siendo la zona núcleo la que presenta la mayor diversidad de especies.

---

## **2 INTRODUCCION**

Las briofitas de los trópicos han sido en general poco estudiadas, a pesar de la gran diversidad florística existente en esas latitudes. La mayoría de estudios se han realizado en América del Sur, (Brasil, Guyanas y archipiélago de los Galápagos).

Los bosques Neotropicales, debido a su complejidad, poseen considerable variedad de microhábitats que hospedan una gran diversidad de briofitas. En la actualidad se calcula que el endemismo a nivel de género es diez veces mayor en el Neotrópico que en Europa y Norte América (Gradstein *et al* 2001). América tropical posee, debido a su heterogeneidad de paisaje y variaciones climáticas, una riqueza florística enorme, lo cual sugiere una similar riqueza de hepatoflora, aunque muchas especies de este grupo, debido a la falta de estudios sistemáticos, aún se desconocen.

Según el plan global de acciones de conservación de briofitas de UICN (Hallingback, T. y N Hodgetts, 2000) se calcula que un tercio de las especies de briofitas del mundo están presentes en América tropical (aproximadamente 4,000 especies), siendo además uno de los principales centros de endemismo. Centro América es la región de América tropical con mayor riqueza de briofitas (414 géneros), (Gradstein *et al*, 2001) muchas de las cuales probablemente estén presentes en Guatemala, sin embargo los estudios sistemáticos de briofitas para Guatemala son escasos. Este estudio constituye el primer esfuerzo sistemático realizado con briofitas en la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas (RBSM).

Se realizó una comparación de la hepatoflora encontrada en las dos condiciones de paisaje seleccionadas, zona de influencia (ZI) y zona núcleo (ZN), ambas presentes en las tres localidades muestreadas: Albores, Morán y El Paraíso. La hepatoflora en cada condición de paisaje fue muestreada

mediante parcelas, colectándose ejemplares de hepáticas que posteriormente fueron determinados taxonómicamente.

Como resultado de este estudio se presenta el primer listado sistemático de hepáticas para la RBSM, el cual está conformado de 117 especies, pertenecientes a 44 géneros y 15 familias. Además se señalan especies indicadoras de condición de hábitat (zona núcleo y zona de influencia). La comparación de la hepatoflora en las dos condiciones de paisaje estudiadas sugiere que existen diferencias en la composición de especies, siendo la zona núcleo la que presenta la mayor diversidad de especies.

La diversidad de especies encontrada, y la distribución de la misma en las diferentes condiciones de paisaje estudiadas, permitirá establecer las bases para desarrollar un plan de monitoreo dentro del marco de la ecología del paisaje, involucrando a la hepatoflora local como indicadora de las condiciones de hábitat.

---

### **3 ANTECEDENTES**

#### **3.1 MARCO CONCEPTUAL**

##### **3.1.1 GENERALIDADES DE BRIOFITAS**

Las briofitas comprenden alrededor de 15,000 especies y más de 1,200 géneros a nivel mundial (Gradstein et al 2001). Según algunos autores las briofitas constituyen el grupo más diverso de plantas a excepción de las plantas con flores (Mishler 2001). Las briofitas pueden agruparse en tres grandes grupos: los Musgos (Phylum Briophyta), Hepáticas (Phylum Marchantiophyta) y Antóceros (Phylum Anthocerotophyta). Son consideradas un grupo de plantas primitivas que se dispersan por esporas y no por semillas como la mayoría de plantas vasculares y, según algunos autores, éstas han habitado el planeta durante casi 300 millones de años, teniendo su origen durante el período Devónico. En la escala evolutiva las briofitas se sitúan entre las algas verdes y las plantas vasculares. (Mischler, 2001)

Las características que mejor definen a las briofitas son la carencia de tejidos vasculares, además de poseer un ciclo de vida en el que el gametofito es la fase fotosintética y dominante, mientras que el esporofito es dependiente del gametofito y de corta duración (Conard & Redfearn, 1979). Este ciclo de vida es único en el reino vegetal; todas las plantas exceptuando las briofitas tienen un esporofito dominante y un gametofito no trófico y altamente reducido. (Ver anexo 1) La adopción de dicho ciclo de vida y los cambios significativos que dieron origen a su diferenciación como grupo deben haber ocurrido antes del Silúrico, hace más de 400 millones de años (Delgadillo C., Cárdenas, 1990). Debido a la falta de tejidos vasculares lignificados, los cuerpos de las briofitas son suaves y carecen de soporte, por lo que son individuos de muy corta estatura.

---

En el Neotrópico podemos encontrar cerca de 4,000 especies de briofitas. De éstas, 76 familias, 389 géneros y cerca de 2,600 especies corresponden a los musgos; 41 familias, 187 géneros y aproximadamente 1,350 especies para hepáticas, y 3 familias, 7 géneros y alrededor de 30 especies para los Antóceros (Gradstein et al, 2001).

### 3.1.2 HEPÁTICAS

El nombre "hepática" fue aplicado por primera vez al género *Conocephalum* por el parecido de sus lóbulos con los del hígado (Mischler, 2001). Las hepáticas se caracterizan por la presencia de cuerpos de aceite volátiles en sus células. Estos cuerpos están rodeados por una membrana y son únicos en el reino vegetal. El número, composición química y tamaño de estos cuerpos de aceite es variable, por lo que se considera un carácter de valor taxonómico, en especial para los órdenes Metzgeriales y Jungermanniales (Gradstein, Pinheiro, 2003).

A pesar de ser xerotolerantes<sup>1</sup>, la gran mayoría de hepáticas está presente en lugares húmedos y sombreados. Están presentes en una gran variedad de ambientes, excepto marinos. Estructuralmente, las hepáticas constituyen un grupo muy diverso que incluye dos formas de vida: hepáticas foliosas y hepáticas talosas.

Las hepáticas talosas presentan un gametofito aplanado parecido a un listón, dicotómicamente ramificado, bilobulado en la punta, con una gran diversidad anatómica. En las formas más simples, el cuerpo de la planta está compuesto por una sola capa de células, mientras que en otras, la parte media del talo está constituida por varias capas de células y los extremos por una sola capa. Ventralmente, además de los rizoides<sup>2</sup> unicelulares lisos, se

---

<sup>1</sup> Xerotolerantes: especies capaces de resistir la desecación.

<sup>2</sup> Rizoides: estructura filamentosa, semejante a una raíz que tiene la función de anclaje de la planta al sustrato (Gradstein, Pinheiro; 2003)

---

pueden encontrar escamas unicelulares laminares. En algunas especies de hepáticas taloides, los órganos sexuales (anteridios<sup>3</sup> y arquegonios<sup>4</sup>) se encuentran en cámaras especiales que se localizan en la superficie dorsal del talo. El esporofito está formado por un pie expandido, que penetra al gametofito, una seta usualmente hialina y una cápsula esférica o cilíndrica, que está cubierta por la caliptra en la etapa juvenil, antes de que la seta se alargue (Delgadillo C., Cárdenas 1990).

Las hepáticas foliosas se caracterizan por tener un gametofito que consta de un eje principal o tallo en el cual se insertan diagonalmente dos hileras de hojas dorsales y una hilera de hojas ventrales más pequeñas denominadas anfigastrios. Las hojas de las hepáticas foliosas carecen de costa<sup>5</sup>, pero pueden presentar una hilera de células diferenciadas llamada vita. El tallo de las hepáticas foliosas escasamente presenta diferenciación de tejidos internos. Los órganos sexuales de las hepáticas foliosas se localizan en ramas laterales cortas o en los tallos principales. El esporofito es semejante al de las hepáticas taloides. Las hepáticas foliosas también se reproducen vegetativamente mediante yemas que se encuentran frecuentemente en las puntas o márgenes de las hojas o en el ápice de los tallos (Delgadillo C., Cárdenas 1990).

Las hepáticas se dividen en seis órdenes: Calobryales, Jungermanniales, Marchantiales, Metzgeriales, Monocleales y Sphaerocarpales. Los miembros de los órdenes Calobryales y Jungermanniales son hepáticas foliosas, mientras que las hepáticas de los otros órdenes, son hepáticas talosas. Los seis órdenes de hepáticas están presentes en la brioflora del neotrópico. El grupo más grande lo constituyen las Jungermanniales con alrededor de 1,100 especies seguido por

---

<sup>3</sup> Anteridio: gametangio masculino.

<sup>4</sup> Arquegonio: gametangio femenino.

<sup>5</sup> Costa: vena media de una hoja o talo. Siempre más de una célula de espesor (Gradstein, Pinheiro, 2003).

---

Metzgeriales con alrededor de 150 especies y Marchantiales con 100 especies. Los órdenes Monocleales, Calobryales y Sphaerocarpales son considerados monofiléticos, es decir que cada uno está representado por una única especie. (Gradstein et al. 2001).

### **3.1.3 IMPORTANCIA DE LAS BRIOFITAS**

Las briofitas juegan un papel sumamente importante en las comunidades vegetales ya que pueden aportar nutrientes para el suelo, retienen grandes cantidades de agua (Barahona, 1997), sirven como substrato para el establecimiento de plantas vasculares y evitan la erosión, además de brindar refugio y protección para microorganismos, invertebrados y pequeños vertebrados. (Millar, 1982)

Las briofitas no poseen raíces, en su lugar tienen rizoides que las sujetan a su substrato pero no funcionan en la absorción de agua. La absorción de agua y nutrientes se realiza en toda la superficie de la planta. Por esta razón las briofitas son altamente sensibles a la contaminación del aire y agua y han sido usadas como indicadores de la calidad ambiental (Gradstein, 1992).

Por otro lado también es conocida la acción antibiótica de muchas briofitas frente a hongos y bacterias. Se han identificado diversas sustancias que inhiben el crecimiento de microorganismos y otras que ejercen efectos similares sobre las plántulas de algunas fanerógamas, al menos bajo condiciones experimentales. Algunos compuestos producidos por las hepáticas pueden evitar o ayudar a reducir el ataque de insectos fitopatógenos y otros animales (Delgadillo C., Cárdenas 1990).

---



#### **3.1.4 CONSERVACIÓN Y ESTUDIO DE BRIOFITAS**

En el Neotrópico los bosques presentan, debido a su complejidad, gran variedad de microhábitats capaces de albergar una gran diversidad de briofitas. Se calcula que el endemismo a nivel de género es 10 veces mayor en el Neotrópico que en Europa y Norte América. (Gradstein, et al 2001), sin embargo el conocimiento de las hepáticas del Neotrópico es limitado. La mayoría de estudios se han realizado en América del Sur, (Brasil, Guyanas y archipiélago de las Galápagos entre otras). La literatura de estudios de hepáticas para Centro América y México es escasa. La mayoría de publicaciones son para Costa Rica (Herzog, 1951; Gradstein et al., 1991; Lücking, 1995; Dauphin et al., 1998; Dauphin, 1999; Gradstein et al., 2001; Mervin, Gradstein & Nadkarni, 2001). Panamá (Stotler et al., 1998), Belice (Whittmore & Allen, 1996), El Salvador (Winkler, 1967) Honduras (Herzog, 1951) y México (Gradstein & Vaña, 1994) poseen pocas publicaciones en el tema. En Guatemala se ha realizado únicamente dos estudios sistemáticos sobre hepáticas. El primero de ellos fue llevado a cabo por Freire et al. en 2004 en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal, Purulhá, Baja Verapaz (Freire et al, 2004). El segundo estudio sistemático con Briofitas en Guatemala se llevó a cabo durante el 2006 en la Reserva Privada Chelemhá, en éste se estudió la composición de hepáticas en diferentes tipos de sucesión vegetal (Pérez, 2006). Los resultados de este estudio concuerdan con el estudio de Pocs, 1996 donde se establece que la familia más abundante para el Neotrópico es Lejeunaceae. Otros géneros de hepáticas importantes para Guatemala, porque han sido reportados como más abundantes en la región neotropical son *Bazzania*, *Frullania*, *Metzgeria*, *Plagiochila*, y *Riccardia* (Gradstein et al 2001).

#### **3.1.5 ASPECTOS LEGALES RESERVA DE BIÓSFERA SIERRA DE LAS MINAS (RBSM)**

En octubre de 1990, el Congreso de la República de Guatemala declaró legalmente a la Sierra de las Minas como área protegida con la categoría de manejo de Reserva de la Biósfera. La Ley de Áreas Protegidas de Guatemala

---

y su reglamento reconocen 17 categorías de manejo que van desde las áreas de conservación estricta como son las reservas biológicas, parques nacionales y refugios de vida silvestre, hasta áreas de usos múltiples que permiten actividades extractivas y otros usos públicos extensivos. En 1993 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura incluyó esta área como parte de la Red Internacional de Reservas de la Biósfera. Dentro de la ley de creación de la reserva (Decreto Legislativo 49-90), la autoridad de manejo fue asignada a la Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN), una organización no gubernamental (ONG) guatemalteca fundada en 1983 por conservacionistas, empresarios privados y filántropos, con el fin de conservar la biodiversidad de Guatemala. (Secaira, E. *et al* 2000)

#### **3.1.6 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La Sierra de las Minas está bordeada tanto al norte como al sur, por dos grandes depresiones que corresponden a las fallas de los ríos Motagua y Polochic. Está ubicada al oriente de Guatemala, que se eleva desde 15 msnm hasta 3,015 msnm. La Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas (RBSM), que ocupa la mayor parte de la cordillera, cuenta con una longitud de 30 kilómetros y cubre más de 240,000 hectáreas (ha) (583,000 acres). Esta área, que representa aproximadamente 2.2% del territorio nacional de Guatemala, está formada por las más antiguas rocas paleozoicas de Centro América. El levantamiento de una gruesa secuencia de basamento con algunas rocas anfibolitas y mármoles formó esta cordillera (Secaira, E. *et al* 2000), con suelos sumamente susceptibles a la erosión; son tierras arcillo limosas de una profundidad entre 25 y 50 cm.

La Sierra de las Minas incluye seis de las principales zonas de vida de Holdridge. La reserva contiene la mayor extensión de bosque nublado remanente en Centroamérica. También alberga por lo menos 15 especies y seis géneros de coníferas y se le considera como una de las principales

---

fuentes del mundo de germoplasma de coníferas tropicales. Es el hogar de más de 2,000 especies de plantas, así como del 70% de las especies de reptiles, aves, y mamíferos registrados en Guatemala y Belice. (Secaira, E. et al 2000)

Muchos de los asentamientos humanos de la RBSM son pequeños y carecen de muchos servicios básicos, debido a su aislamiento geográfico. El presente estudio se ejecutó en la ladera sur de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, correspondiente al Valle del Motagua. Se trabajó en dos tratamientos, zona núcleo (ZN) y zona de influencia (ZI), de tres sitios de la RBSM: Albores el Carmen, Morán y El Paraíso. Según el Plan Maestro de la RBSM, los principales objetivos de la zona núcleo son los siguientes: "preservación del ambiente natural, conservación de la diversidad biológica y preservación de las fuentes de agua, así como la investigación científica y el turismo ecológico en las áreas habilitadas para ello, siempre y cuando estas últimas actividades no afecten negativamente los ecosistemas del área", mientras que la zona de influencia incluye la zona de amortiguamiento, zona de recuperación y zona de usos múltiples. Esta tiene como principal objetivo, "el amortiguamiento de la zona núcleo (ZN), la restauración y el uso sostenible de los recursos naturales, sin afectar negativa y permanentemente sus diversos ecosistemas" (Fundación Defensores de la Naturaleza, 2003). Las tres áreas muestreadas están ubicadas en bosques latifoliados, donde son abundantes algunas especies de árboles de gran tamaño, creando las condiciones necesarias para el establecimiento de la brioflora.

El caserío Morán se ubica en la Aldea municipal Río Hondo del departamento de Zacapa, al oeste del río Mojanal, al norte del río Morán, en las montañas del Gallinero de la sierra del Espíritu Santo, Sierra de las Minas. Se ubica en las coordenadas lat. 15°09'25", long. 89°29'08", aproximadamente a 1500 msnm. El caserío cuenta con 212 hab. (masculino 101, femenino 111) y 50 viviendas (IGN, 2000).

---

El caserío Albores el Carmen, de la aldea El Cimiento, jurisdicción municipal de San Agustín Acasaguastlán, del departamento de El Progreso, está ubicado en la sierra de Las Minas, al oeste del río Lato y al norte de la quebrada Albores. Se encuentra a 1,380 msnm., en las coordenadas lat. 15°03'30", long. 89°57'50" (IGN, 2000).

La aldea El Paraíso, está localizada en el municipio Los Amates, departamento de Izabal. El acceso a la aldea se localiza a 15 km del cruce de los Amates. La aldea presenta un bosque latifoliado y se encuentra a 330 msnm., en las coordenadas lat. 15°15'12", long. 89°05'43". Esta es una aldea pequeña, ya que cuenta únicamente con 13 familias (IGN, 2000).

---

#### **4 HIPOTESIS**

Existen diferencias en la composición de la hepatoflora presente en La zona de influencia (ZI) y la zona núcleo (ZN) en tres comunidades de la Reserva de Biósfera Sierra de Las Minas (RBSM).

---

## **5 JUSTIFICACION**

A pesar de la gran diversidad florística existente en los trópicos, las briofitas han sido, en general, poco estudiadas. La literatura de estudios de hepáticas para Centro América y México es escasa. La mayoría de publicaciones son para Costa Rica y Panamá. En Guatemala se han realizado únicamente dos estudios sistemáticos sobre hepáticas; uno por Freire et al, en 2004 en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal, Purulhá, Baja Verapaz (Freire et al, 2004), y el más reciente por Pérez, 2006 en la Reserva Privada Chelemhá (Pérez, 2006).

Las hepáticas constituyen un grupo de importancia biológica ya que son organismos pioneros en la sucesión vegetal, que contribuyen a la retención de humedad de los bosques así como a la fijación de carbono y nitrógeno, además de servir de hospederas para muchos invertebrados. Además las hepáticas poseen un gran potencial como indicadores ecológicos, tanto de ambientes terrestres como acuáticos (Delgadillo C, Cárdenas 1990).

Las comunidades muestreadas en este estudio (Albores el Carmen, Morán y el Paraíso), fueron seleccionadas debido a su accesibilidad, además de que las tres presentan los dos diferentes tipos de condiciones de paisaje (zona de influencia y zona núcleo) requeridas.

La importancia de estudiar las condiciones de paisaje seleccionadas radica en obtener elementos que permitan definir, con base a criterios técnicos, las medidas de manejo y la zonificación de la RBSM. La especificidad de la composición de hepáticas, para estas condiciones de paisaje, ha permitido señalar algunas de las especies de hepáticas como indicadores ecológicos, de calidad ambiental, de condición de hábitat y grado de perturbación del ecosistema.

---

Se espera que los estudios con briofitas, puedan en un futuro ser propuestos como herramientas de bajo costo para monitoreo ambiental. Actualmente, la deforestación, el uso desmesurado de los recursos forestales y el avance de la frontera agrícola han acelerado el proceso de extinción de especies. También ha modificado los microhábitats, muchos de ellos importantes para el establecimiento de briofitas. Esto tiene como consecuencia la probable desaparición de especies de este grupo de plantas, muchas de ellas probablemente desconocidas para la ciencia. Cualquier esfuerzo encaminado a conocer la diversidad de briofitas en el país es importante, por lo que este estudio es importante.

Con este estudio se espera proponer especies o grupos de especies de hepatoflora local, como indicadores de las dos condiciones de hábitat estudiadas, estableciendo las bases para desarrollar un plan de monitoreo dentro del marco de la ecología del paisaje.

---

## **6 OBJETIVOS**

### **6.1 GENERAL**

Comparar la distribución de las hepáticas en algunas regiones de la zona de influencia y la zona núcleo de la RBSM.

### **6.2 ESPECÍFICOS**

Elaborar un listado preliminar de las hepáticas colectadas en tres localidades de la RBSM.

Comparar los patrones de distribución de las hepáticas en tres comunidades de la RBSM.

Reconocer grupos de hepáticas con potencial como indicadores de condiciones de hábitat.

---



## **7 MATERIALES Y METODOS**

### **7.1 UNIVERSO DE TRABAJO**

Incluye la hepatoflora presente en la zona núcleo y zona de influencia de tres localidades de la reserva de la RBSM.

### **7.2 MATERIALES**

#### **7.2.1 EQUIPO DE CÓMPUTO**

- 1 Cámara digital
- 1 Computadora
- 1 Impresora HP
- Discos CD RW de 650 MB
- Tinta negra y color

#### **7.2.2 SOFTWARE**

- Paquete estadístico PC ORD para Windows versión 3.12, 1997

#### **7.2.3 EQUIPO DE CAMPO**

- GPS Garmin *eTrex* Vista
  - Tijeras de podar
  - Navaja de mano
  - 500 bolsas de papel kraft de ½ lb.
  - 50 bolsas plásticas zip-lock
  - 1 lupa de campo 14x Bausch & Lomb
-

- Cinta métrica
- Cinta de marcaje

#### **7.2.4 MATERIAL PARA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA**

- 1 Estereoscopio
- 1 Microscopio
- Claves para identificación taxonómica
- 1 Vidrio de reloj
- 2 Agujas de disección
- Pinzas para microscopía
- Agua destilada
- Cajas de Petri
- Porta-objetos
- Cubre-objetos
- Goteros

#### **7.2.5 MATERIAL DE OFICINA**

- Papel bond de 80 g tamaño carta
- Lapiceros
- Libreta de campo
- Lápices
- Marcador permanente
- 

### **7.3 RECURSOS HUMANOS**

- Tesista: Felipe Jose Ramírez Mazariegos
  - Asesor: Lic. Rafael Carlos Ávila Santa Cruz
  - Revisora: Licda. Roselvira Barillas de Klee
-

- Guías de campo en cada comunidad:
  - Sr. Enrique Agustín (Comunidad Morán)
  - Sr. Juan Carlos Gómez (Comunidad El Paraíso, Los Amates)
  - Sr. Julio Lemus (Comunidad Albores el Carmen)

#### **7.4 RECURSOS INSTITUCIONALES**

- Herbario BIGU
- Escuela de Biología, USAC

#### **7.5 MÉTODOS**

Para este estudio se seleccionaron las comunidades de Albores el Carmen, Morán y El Paraíso, en la RBSM, debido a su accesibilidad, además de que las tres presentan dos diferentes tipos de condiciones de paisaje (zona de influencia y zona núcleo). La zona de influencia presenta una cobertura vegetal menos densa, por lo que posee un clima menos húmedo y mayor incidencia de luz en el sotobosque. La zona núcleo, por el contrario, se caracteriza por un sotobosque denso con abundantes pteridofitas. En las comunidades de Morán y El Paraíso, se levantaron cuatro parcelas: dos parcelas en la zona de influencia y dos en la zona núcleo. En la comunidad de Albores el Carmen solamente se trabajó en la zona núcleo. En total se muestrearon 10 parcelas, ya que las dos parcelas en la ZI de la comunidad de Albores no pudieron ser muestreada (ver sección de Resultados). Se tomaron muestras de hepáticas presentes en rocas (epilíticas), suelo, troncos de árboles y arbustos (epífitas), corteza de árboles, y hojas de plantas vasculares del sotobosque (epifíticas). Las hepáticas colectadas fueron secadas y trasladadas al herbario USCG, para su posterior determinación. A continuación se describe la metodología detallada.

---

### 7.5.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La ubicación de las parcelas se hizo mediante una caminata de reconocimiento donde se ubicaron las zonas preferiblemente sombreadas y con alta humedad o presencia de cuerpos de agua, (microhábitats). Ambas parcelas de cada zona se realizaron en condiciones similares, tratando de abarcar el mayor número de microclimas presentes en el área. Una vez seleccionada un área idónea, se procedió a delimitar las parcelas. El tamaño de cada parcela fue de 2x10 metros, la distancia entre éstas varió dependiendo de las condiciones y la topografía de cada área. La ubicación y altitud de las parcelas se georeferenció mediante el uso de GPS Garmin e-Trex.

### 7.5.2 COLECTA Y SECADO DE ESPECÍMENES.

Las parcelas fueron minuciosamente revisadas para la presencia de hepáticas con una lupa manual de campo 14x, colectándose muestras de todas las hepáticas encontradas. La colecta de las muestras se hizo retirando las hepáticas de su sustrato con un cuchillo o navaja de mano. Se acostumbra coleccionar las hepáticas con una porción de su sustrato para tener un récord permanente del mismo. Cuando se trataba de hepáticas creciendo en rocas, las plantas se separaron de su sustrato. (Método en base a Gradstein *et al*, 2001).

Los especímenes se colocaron en bolsas de papel kraft de ½ libra, una colecta por bolsa. En cada bolsa se anotó con lápiz o marcador permanente: número de colecta, ubicación, tipo de sustrato y fecha. En el caso de hepáticas epífitas, se anotó además, la especie o morfoespecie (en caso fuera posible) del forofito en que crecían y la altura a la que se encontraban. Estos datos se anotaron con un número correlativo en la libreta de campo.

---

Las bolsas de papel con las muestras se colocaron abiertas en un lugar seco y se dejaron al aire por 2 a 3 días para que se secaran evitando la proliferación de hongos y bacterias que arruinarían las muestras. Una vez secas las muestras, se cerraron para poder ser transportadas al herbario USCG donde se realizó la fase de determinación taxonómica. Algunas muestras fueron colectadas *in situ* en bolsas plásticas zip-lock para preservarlas frescas y poder diferenciar los oleocuerpos que de otra manera serían destruidos en el proceso de secado, previo a su llegada al herbario.

#### **7.5.3 DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE LAS MUESTRAS.**

Para ser identificados, los especímenes secos fueron hidratados; esto se consiguió colocándolos en cajas de petri, o vidrios de reloj con agua para que las células se rehidrataran. Una vez hidratados se colocó una porción del talo de cada especie en un porta objetos con unas gotas de agua destilada y se cubrió con un cubre-objetos para ser observada al microscopio. En las muestras frescas se procedió a identificar los oleocuerpos, necesarios para la determinación taxonómica.

La determinación taxonómica de las especies se realizó utilizando las claves escritas por Gradstein (1989), Gradstein, Churchill, y Salazar (2001), y Gradstein, Pinheiro, (2003). El manejo de estos especímenes mediante la clave requirió de su manipulación con un estereoscopio, el detalle celular se estudió usando un microscopio óptico. También fue necesario el uso de agujas de disección finas y pinzas.

#### **7.5.4 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA SU INGRESO AL HERBARIO.**

Los nombres de los especímenes fueron anotados junto con todos los datos de campo en etiquetas que se colocaron en paquetes de herbario hechos con hojas de papel. Estos paquetes consisten en sobres de papel de aproximadamente 10 x 15 cm., debidamente identificados con los datos de

---

colecta. Estos paquetes fueron entregados al herbario BIGU y USCG de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### 7.5.5 ANÁLISIS DE DATOS.

Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico *PC Ord* versión para Windows -1997 MJM Software Design-. Se realizó una comparación de la hepatoflora entre condiciones de paisaje por localidad y entre localidades muestreadas, para definir si existía un patrón de distribución. Este análisis estadístico se hizo en base a pruebas de agrupamiento jerárquico, calculados con coeficientes de similitud de *Sorensen*. Además se realizó un Análisis Exploratorio de Datos (AED) con el objetivo de definir el grado de dependencia entre las variables sustrato, condición de paisaje (zona núcleo y zona influencia) y localidad.

Se definió entre las especies colectadas y según lo reportado en estudios previos, y la clasificación hecha por Gradstein, *et al* 2001, aquellas especies con potencial como indicadores de hábitat en la RBSM. Se realizaron tres tipos de análisis:

- Diversidad de especies,
- Especificidad especie-sustrato y
- Asociaciones ecológicas.

El análisis de especificidad especie-sustrato, se realizó con base a la siguiente clasificación de sustratos: epífita, epifílica, epilítica, corteza, suelo y tronco caído (Ver Cuadro 5-1). Esta clasificación ha sido utilizada extensamente en estudios previos (Gradstein *et al*, 2001; Gradstein y Pinherio, 2003, Freire *et. al*, 2004).

Cuadro 7-1: Criterios de especificidad especie-sustrato

Especificidad de sustrato*	Definición
----------------------------	------------

<b>Especificidad de sustrato*</b>	<b>Definición</b>
Epífita	Especie creciendo sobre partes vegetativas de una planta viva, excluyendo la hojas y corteza de árboles.
Epifítica	Especie creciendo estrictamente sobre las hojas de plantas vivas
Epilítica	Especie creciendo sobre rocas desnudas
Sobre corteza	Especie creciendo sobre la corteza de árboles vivos.
Sobre suelo	Especie creciendo sobre suelo desnudo
Sobre tronco caído	Especie creciendo sobre troncos o ramas caídas, generalmente muertas.

\*: Clasificación con base a Gradstein et al, 2001.

Las asociaciones ecológicas se analizaron con base a la clasificación propuesta por Gradstein, *et al* 2001 en especies típicas de sombra, especies de áreas con alta incidencia de luz solar y especies generalistas. Esta clasificación ha sido recientemente utilizada en Guatemala, en el estudio realizado en la Reserva Privada Chelemhá (Pérez, 2006).

---

## **8 RESULTADOS**

Se colectó un total de 338 ejemplares de hepáticas, correspondientes a los números de colecta FR1600a al FR2162a. Se colectó un total de 117 especies. Las especies más abundantes fueron: *Arachniopsis diacantha* (Mont.) Howe, *Cephalozia crassifolia* (Lindenb. & Gottsche) Fulford y *Lophocolea muricata* (Lehm.) Nees.

En el tiempo que duró el trabajo de campo, no fue posible muestrear la zona de influencia de la comunidad de Albores El Carmen, debido a que en el área han ocurrido eventos delictivos, razón por la cual las autoridades de la Reserva (Fundación Defensores de la Naturaleza), han restringido el acceso a esta zona.

Con base a los resultados encontrados, se determinó que sí existen diferencias en la composición de la hepatoflora presente en la zona de influencia (ZI) y la zona núcleo (ZN) de las comunidades estudiadas. Las diferencias encontradas probablemente son debido a una combinación de factores entre los que cabe mencionar: diferencias en la altitud de las parcelas muestreadas y diferentes condiciones microclimáticas y disponibilidad de nichos y sustratos disponibles. A continuación se presentan los resultados detallados.

### **8.1 DIVERSIDAD DE ESPECIES**

Las 117 especies de hepáticas identificadas pertenecen a 44 géneros y 15 familias, la mayoría de ellas hepáticas foliosas. El listado de las especies colectadas se presenta en el Cuadro 8-3. La familia con mayor número de ejemplares colectados es Lejeunaceae, con 132 ejemplares, pertenecientes a 49 especies, seguida por Plagiochilaceae con 35 ejemplares, pertenecientes a 21 especies. Ninguna de las especies colectadas está incluida en la lista roja

---



para briofitas de UICN. El resumen de familias colectadas por localidad se presenta en el Cuadro 8-1.

Cuadro 8-1: Ejemplares colectados por familia.

Familia	Ejemplares colectados*					Total por familia
	Por tratamiento		Por localidad			
	ZN	ZI	Albores	El Paraíso	Morán	
Aneuraceae	5	15	7	2	11	20
Calypogeiaceae	4	9	3	4	6	13
Cephaloziaceae	0	18	10	0	8	18
Geocalycaceae	2	22	7	1	16	24
Jubulaceae	2	8	6	1	3	10
Jungermanniaceae	0	1	1	0	0	1
Lejeuneaceae	40	92	20	51	61	132
Lepidoziaceae	5	33	15	8	15	38
Metzgeriaceae	9	13	6	7	9	22
Pallaviciniaceae	0	5	2	0	3	5
Plagiochilaceae	6	29	16	3	16	35
Porellaceae	2	0	0	0	2	2
Radulaceae	0	8	3	2	3	8
Trichocoleaceae	0	9	6		3	9
Indeterminada	0	1	0	1	0	1
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>263</b>	<b>102</b>	<b>80</b>	<b>156</b>	<b>338</b>

\*Como se menciona en la sección 7.5.2 de este documento, el esfuerzo de colecta fue igual en todas las parcelas de muestreo; **Fuente:** datos de campo

Como se observa en el Cuadro 8-1, el número de ejemplares colectadas en la comunidad de Morán fue 156; en Albores se colectaron 102 ejemplares mientras que en El Paraíso únicamente 80 ejemplares. En general, fue la zona de influencia (ZI), donde se colectó el mayor número de ejemplares botánicos (263 colectas). Referente al número de especies colectadas, el mayor número se obtuvo en la zona núcleo de la comunidad de Morán (55 especies), seguido por la zona núcleo de Albores (45 especies) y la zona núcleo de El Paraíso (31 especies). Estos resultados se presentan en el Cuadro 8-2.

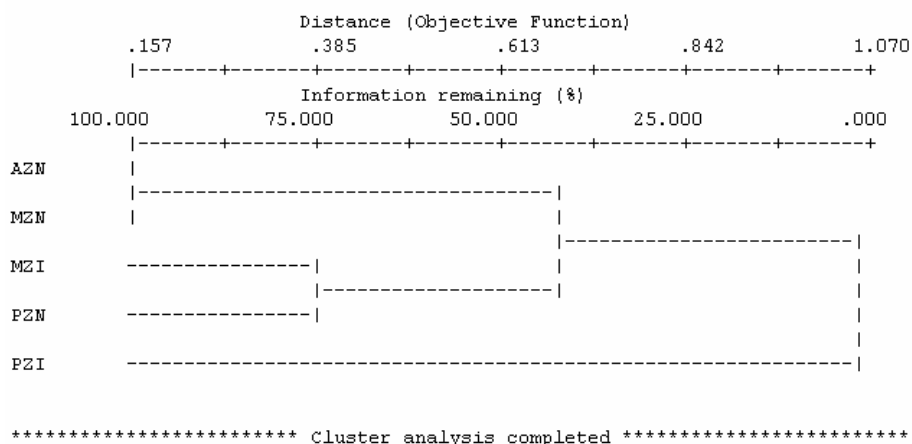
Cuadro 8-2: Número de especies colectadas.

Localidad	Tratamiento	Número de especies
Albores	ZN	45
	ZI*	-
Morán	ZN	55
	ZI	29
El Paraíso	ZN	31
	ZI	15

\*: Área no muestreada. Fuente: Datos de campo.

Al comparar la composición de especies entre las áreas muestreadas, mediante un análisis de agrupamiento ( Figura 8-1), se observa que la ZN de Albores y ZN de Morán presentan una similitud de casi 100%, al compartir casi la totalidad de especies. Las áreas ZI de Morán y ZN de El Paraíso, poseen una similitud de alrededor del 75 %. La ZI de la comunidad de El Paraíso es muy diferente en cuanto a composición de especies. Esta comunidad se encuentra a la menor altura sobre el nivel del mar, siendo el área muestreada con menor número de especies colectadas (15 especies).

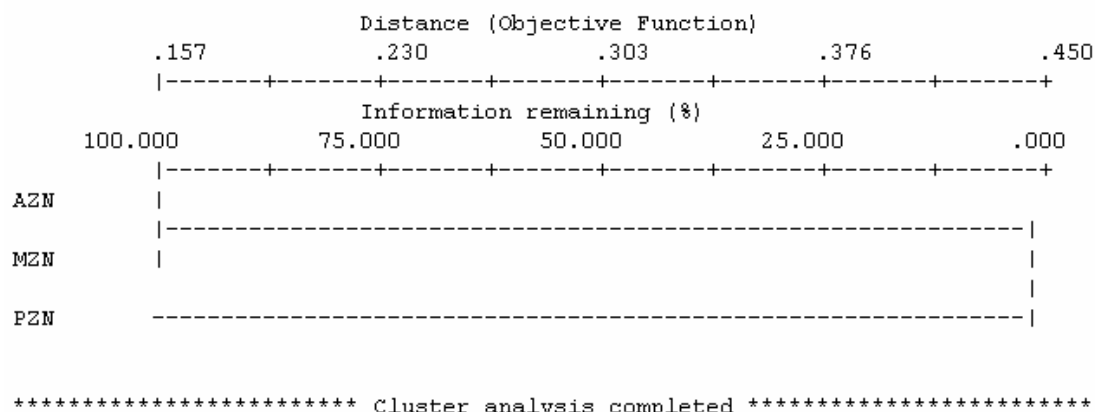
Figura 8-1: Análisis de agrupamiento entre tratamientos muestreados.



Fuente: Datos de campo.

El análisis de agrupamiento tomando en cuenta únicamente la zona núcleo se presenta en la Figura 8-2, éste demuestra que la ZN de El Paraíso es la más diferente a las otras (Morán y Albores el Carmen), las cuales son casi idénticas en composición de especies. Debido a que no se muestreó en la ZI de Albores el Carmen, no fue posible realizar este análisis para el tratamiento zona de influencia. Sin embargo, con base en la riqueza de especies observadas, es posible decir que la ZI de Morán, en la que se encontraron 29 especies, es más diversa que la ZI de El Paraíso, con 15 especies.

Figura 8-2: Análisis de agrupamiento para el tratamiento zona núcleo.



Fuente: Datos de campo.

Cuadro 8-3: Familias y especies de hepáticas colectadas en la RBSM.

Familia	Especie	Albores	Moran		El Paraíso	
		ZN	ZN	ZI	ZN	ZI
Aneuraceae	<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort			√		
	<i>Riccardia</i> aff. <i>sprucei</i> (Steph.) Meenks & De Jong	√	√		√	√
	<i>Riccardia metzgeriiformis</i> (Steph.) R.M. Schust	√				
Calypogeiaceae	<i>Calypogeia</i> aff. <i>elliottii</i> Steph					√
	<i>Calypogeia</i> aff. <i>tenax</i> (Spruce.) Steph					√
	<i>Calypogeia laxa</i> Gottsche & Lindenb.		√			
	<i>Calypogeia lechleri</i> (Steph) Steph		√			
	<i>Calypogeia peruviana</i> Nees & Mont	√	√	√	√	

Familia	Especie	Albores	Moran		El Paraíso	
		ZN	ZN	ZI	ZN	ZI
Cephaloziaceae	<i>Cephalozia crassifolia</i> (Lindenb. & Gottsche) Fulford	√	√			
	<i>Nowellia curvifolia</i> (Dickson) Mitt.	√	√			
Geocalycaceae	<i>Heteroscyphus combinatus</i> (Nees) Schiffn.		√			
	<i>Leptoscyphus amphibolius</i> (Nees) Grolle	√	√			
	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.		√			√
	<i>Lophocolea martiana</i> Nees			√		
	<i>Lophocolea muricata</i> (Lehm.) Nees	√	√			
Jubulaceae	<i>Frullania</i> aff. <i>brasiliensis</i> Raddi	√	√			
	<i>Frullania beyrichiana</i> (Lehm & Lindenb.) Lehm & Lindenb.			√		
	<i>Frullania brasiliensis</i> Raddi	√				
	<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees				√	
	<i>Frullania dusenii</i> Steph			√		
<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	√					
Jungermanniaceae	<i>Jamesoniella rubricaulis</i> (Nees) Grolle	√				
Lejeuneaceae	<i>Acanthocoleus aberrans</i> (Lindenb. & Gottsche) Krujit	√		√		
	<i>Anoplolejeunea conferta</i> (Meissn) A. Evans					√
	<i>Aphanolejeunea</i> sp.		√	√		
	<i>Archilejeunea parviflora</i> (Nees) Schiffn					√
	<i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees		√	√		
	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>valida</i> Evans	√				
	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>brevinervis</i> (Spruce) Evans			√		
	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn				√	
	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>cubensis</i> (Mont.) Schiffn		√			
	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>spinosa</i> (Gott.) Steph	√	√			
	<i>Ceratolejeunea confusa</i> R.M. Schust				√	
	<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn				√	
	<i>Ceratolejeunea cubensis</i> (Mont.) Schiffn.		√			
	<i>Ceratolejeunea desciscens</i> (Sande Lac.) Steph					√
	<i>Ceratolejeunea laetefusca</i> (Austin) R.M. Schust					√
	<i>Ceratolejeunea rubiginosa</i> Gottsche ex Steph.			√		
	<i>Ceratolejeunea valida</i> Evans	√				
	<i>Cheilolejeunea</i> aff. <i>comans</i> (Spruce) R.M. Schust				√	
	<i>Cheilolejeunea discoidea</i> (Lehm & Lindenb) Karchr & R.M. Schu It					√
	<i>Diplasiolejeunea cavifolia</i> Steph.				√	
	<i>Drepanolejeunea</i> aff. <i>crassiretis</i> A. Evans		√			
	<i>Drepanolejeunea araucariae</i> Steph		√		√	
	<i>Drepanolejeunea bidens</i> (Steph) A. Evans		√			
<i>Drepanolejeunea mosenii</i> (Steph) Bisch.			√			
<i>Drepanolejeunea biocellata</i> A. Evans	√					
<i>Drepanolejeunea</i> aff. <i>biocellata</i> A. Evans	√					

Familia	Especie	Albores	Moran		El Paraíso	
		ZN	ZN	ZI	ZN	ZI
	<i>Harpalejeunea</i> aff. <i>subacuta</i> A. Evans		√			
	<i>Harpalejeunea oxyphylla</i> (Nees & Mont.) Steph		√			
	<i>Harpalejeunea stricta</i> (Lindenb. & Gottsche) Steph		√	√	√	
	<i>Lejeunea</i> aff. <i>cladogyna</i> Evans			√		
	<i>Lejeunea</i> aff. <i>erostrata</i> E. Reiner & Goda					√
	<i>Lejeunea glaucescens</i> Gottsche			√	√	
	<i>Lejeunea laeta</i> (Lehm & Lindenb) Gottsche			√	√	√
	<i>Lejeunea</i> sp.	√	√	√	√	√
	<i>Lepidolejeunea ornata</i> (H. Rob.) R.M. Schust	√				
	<i>Metalejeunea cucullata</i> (Reinw. et. al) Grolle			√	√	
	<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.			√		
	<i>Odontolejeunea lunulata</i> (Weber) Schiffn.			√		
	<i>Prionolejeunea</i> aff. <i>denticulata</i>					√
	<i>Prionolejeunea aemula</i> (Gottsche) A. Evans			√		
	<i>Prionolejeunea mucronata</i> (Sande Lac.) Steph.	√				
	<i>Prionolejeunea</i> sp.			√		
	<i>Rectolejeunea berteriana</i> (Gottsche ex Steph) A. Evans					√
	<i>Schiffneriolejeunea</i> sp.					√
	<i>Symbiezidium barbiflorum</i> (Lindenb & Gottsche) A. Evans			√	√	
	<i>Taxilejeunea isocalycina</i> (Nees) Steph					√
	<i>Taxilejeunea</i> sp.			√		
	<i>Verdoonianthus marsupiiifolius</i> (Sruce) Gradst.			√		
	<i>Xylolejeunea crenata</i> (Nees & Mont.) X.L. He & Grolle			√		
Lepidoziaceae	<i>Arachniopsis diacantha</i> (Mont.) Howe	√	√	√		
	<i>Bazzania</i> aff. <i>heterostipa</i> (Steph.) Fulford	√	√			
	<i>Bazzania gracilis</i> (Hampe & Gottsche) Steph	√			√	
	<i>Bazzania heterostipa</i> (Steph) Fulford			√		
	<i>Bazzania pallide-virens</i> (Steph) Fulford	√	√			
	<i>Bazzania stolonifera</i> (Sw.) Trevis			√	√	
	<i>Lepidozia inaequalis</i> (Lehm & Lindenb.) Lehm. & Lindenb	√	√			
	<i>Protocephalozia ephemeroïdes</i> (Spruce) Schiffn.			√	√	√
	<i>Protocephalozia</i> sp.				√	
Metzgeriaceae	<i>Metzgeria albinea</i> Spruce		√	√		
	<i>Metzgeria decipiens</i> (C. Massal.) Schiffn. & Gottsche.	√			√	
	<i>Metzgeria leptonerua</i> Spruce	√				
	<i>Metzgeria</i> aff. <i>leptoneura</i> Spruce	√				
	<i>Metzgeria scyphigera</i> A. Evans	√			√	
	<i>Metzgeria</i> sp.	√		√	√	√
	<i>Metzgeria uncigera</i> A. Evans				√	
Pallaviciniaceae	<i>Pallavicinia lyellii</i> (Hook) S.F. Gray	√	√			
	<i>Symphyogyna aspera</i> Steph.	√				

Familia	Especie	Albores	Moran		El Paraíso	
		ZN	ZN	ZI	ZN	ZI
	<i>Symphyogyna brasiliensis</i> (Nees) Nees & Mont.		√			
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila adiantoides</i> (Sw.) Lindenb.	√				
	<i>Plagiochila aerea</i> Tayl.	√	√			
	<i>Plagiochila</i> aff. <i>bursata</i> (Desv.) Lindenb.		√			
	<i>Plagiochila</i> aff. <i>hypnoides</i> (Willd) Lindenb			√		
	<i>Plagiochila</i> aff. <i>ludoviciana</i> Sull.		√			
	<i>Plagiochila</i> aff. <i>simplex</i> (Sw.) Dum.		√			
	<i>Plagiochila bicornis</i> Hemepe & Gott.	√	√			
	<i>Plagiochila bifaria</i> (Sw.) Lindenb.	√	√		√	
	<i>Plagiochila chinantlana</i> Gott.	√	√	√		
	<i>Plagiochila corrugata</i> (Nees) Nees & Mont					√
	<i>Plagiochila divaricata</i> Lindenb.		√			
	<i>Plagiochila exigua</i> (Tayl.) Tayl.	√				
	<i>Plagiochila hypnoides</i> (Willd.) Lindenb.			√		
	<i>Plagiochila lingua</i> Steph	√				
	<i>Plagiochila martiana</i> (Nees) Lindenb.	√				
	<i>Plagiochila simplex</i> (Sw.) Dum.	√				
	<i>Plagiochila</i> sp.	√	√			
	<i>Plagiochila sylvicultrix</i> Spruce		√			
	<i>Plagiochila tenuis</i> Lindenb.		√	√	√	
	<i>Plagiochila vicentina</i> Lindenb.				√	
<i>Plagiochila superba</i> (Nees) Dum		√				
Porellaceae	<i>Porella swartziana</i> (Weber) Trevis			√		
Radulaceae	<i>Radula</i> aff. <i>elliottii</i> Castle		√			
	<i>Radula elliottii</i> Castle	√	√		√	
	<i>Radula mexicana</i> Lindenb. & Gottsche	√	√			
Trichocoleaceae	<i>Trichocolea tomentosa</i> (Sw.) Gottsche	√	√			
Indeterminada	Indet. 1				√	
	<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>55</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>15</b>

ZN: zona núcleo; ZI: zona de influencia; Fuente: Datos de campo.

## 8.2 ESPECIFICIDAD ESPECIE-SUSTRATO

Las especies colectadas fueron agrupadas según el tipo de sustrato en el cual estaban presentes. Como se menciona en la sección de métodos, los sustratos considerados en este análisis fueron: planta (epífitas), hoja (epifíticas), roca (epilítica), corteza, suelo y tronco caído. De los 338

ejemplares colectados, la mayoría fueron epífitas (102 colectas), luego están las especies colectadas sobre troncos caídos (91 colectas). El menor número de colectas por sustrato corresponde a las especies epilíticas (creciendo sobre rocas) con 10 colectas. Estos resultados se presentan en el Cuadro 8-4. Es importante mencionar que algunas especies presentan una alta especificidad para su sustrato, mientras que otras como *Riccardia aff. sprucei* y *Cephalozia crassifolia*, entre otras, se encontraron presentes en diferentes tipos de sustratos. El sustrato en que fue colectada cada especie se presenta en el Cuadro 8-5.

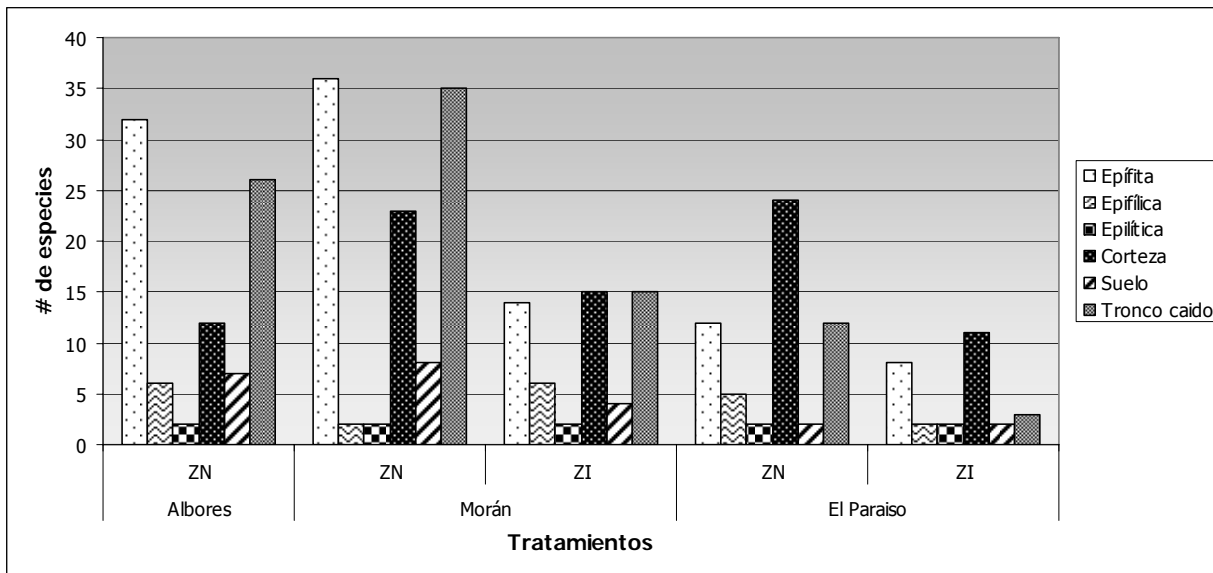
Cuadro 8-4: Número de especies colectadas por sustrato en cada localidad.

Localidad	Tratamiento	Epífita	Epifítica	Epilítica	Corteza	Suelo	Tronco caído
Albores	ZN	32	6	2	12	7	26
Morán	ZN	36	2	2	23	8	35
	ZI	14	6	2	15	4	15
El Paraíso	ZN	12	5	2	24	2	12
	ZI	8	2	2	11	2	3
<b>Total</b>		102	21	10	85	23	91

Fuente: Datos de campo.

Al comparar la especificidad de sustrato por tratamiento en cada localidad muestreada, se observa que en la ZN de las comunidades de Albores y Morán, la mayoría de especies son epífitas, mientras que en la ZN de El Paraíso la mayoría de especies fueron colectadas sobre cortezas de árboles vivos. En la ZI de Morán, la mayoría de especies fue colectada sobre corteza de árboles vivos o sobre troncos caídos, mientras que en la ZI de El Paraíso la mayoría de especies fueron colectadas sobre corteza de árboles vivos u otras partes vegetativas (consideradas epífitas). (Ver Figura 8-3)

Figura 8-3: Especies colectadas por sustrato en cada localidad.

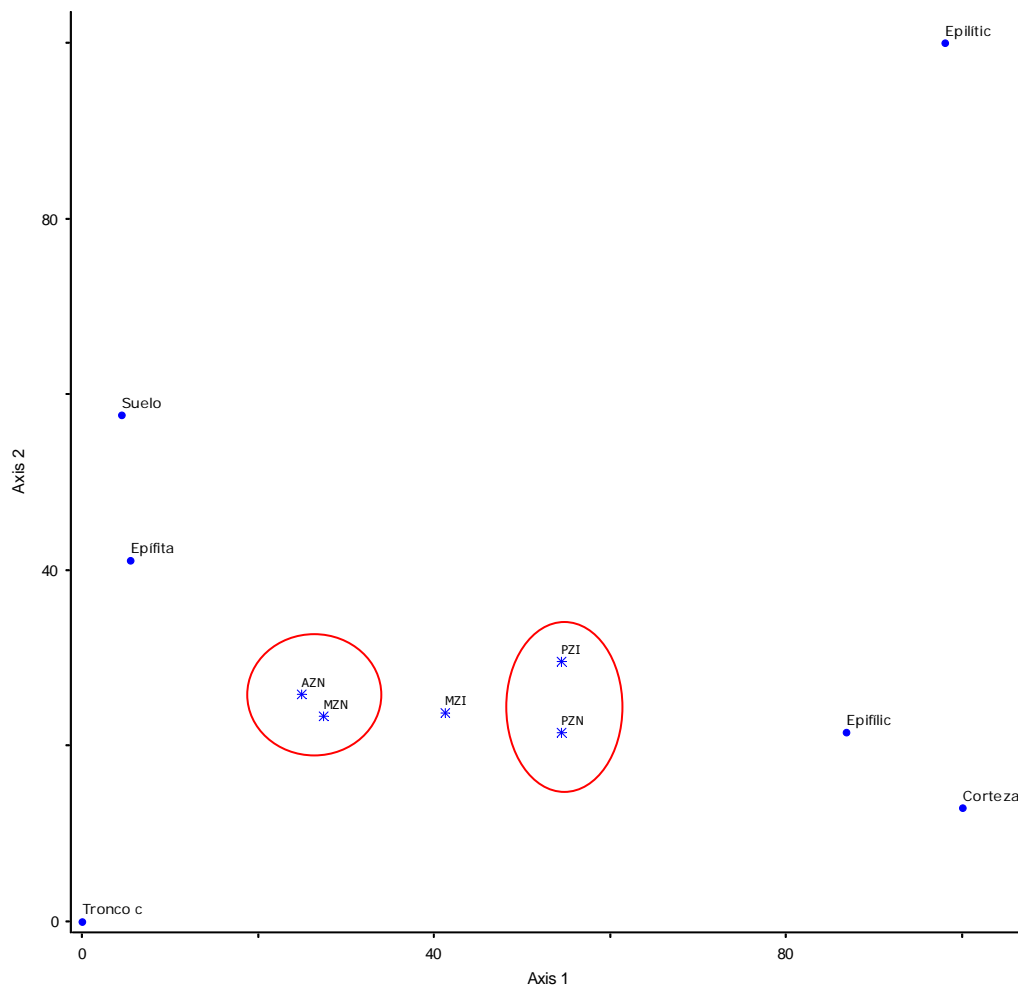


Fuente: Datos de campo.

En el análisis DCA realizado, se observa que no existe una relación entre los tratamientos por localidad, y la especificidad para cada tipo de sustrato. En este análisis se observa que la relación especie-sustrato es similar para las especies colectadas en el tratamiento ZN de las comunidades de Albores y Morán y que la comunidad de El Paraíso presenta una relación especie-sustrato particular, probablemente debido a la composición de especies en dicha zona. (Ver figura 8-4)



Figura 8-4: Relación localidad-sustrato



Cuadro 8-5: Especificidad especie-sustrato.

No.	Especie	Sustrato					
		Epífita	Epifílica	Epilítica	Corteza	Suelo	Tronco caído
1	<i>Acanthocoleus aberrans</i> (Lindenb. & Gottsche) Krujit	√					
2	<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort				√		√
3	<i>Anoplolejeunea conferta</i> (Meissn) A. Evans	√					
4	<i>Aphanolejeunea</i> sp.	√			√		√
5	<i>Arachniopsis diacantha</i> (Mont.) Howe	√			√	√	√
6	<i>Archilejeunea parviflora</i> (Nees) Schiffn				√		
7	<i>Bazzania</i> aff. <i>heterostipa</i> (Steph.) Fulford	√			√		
8	<i>Bazzania gracilis</i> (Hampe & Gottsche) Steph	√			√		
9	<i>Bazzania heterostipa</i> (Steph) Fulford	√					

No.	Especie	Sustrato					
		Epífita	Epifítica	Epilítica	Corteza	Suelo	Tronco caído
10	<i>Bazzania pallide-virens</i> (Steph) Fulford	✓					✓
11	<i>Bazzania stolonifera</i> (Sw.) Trevis	✓			✓		
12	<i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees	✓			✓		
13	<i>Calypogeia</i> aff. <i>elliottii</i> Steph				✓	✓	
14	<i>Calypogeia</i> aff. <i>tenax</i> (Spruce.) Steph	✓					
15	<i>Calypogeia laxa</i> Gottsche & Lindenb.	✓				✓	
16	<i>Calypogeia lechleri</i> (Steph) Steph				✓	✓	
17	<i>Calypogeia peruviana</i> Nees & Mont					✓	✓
18	<i>Cephalozia crassifolia</i> (Lindenb. & Gottsche) Fulford	✓			✓	✓	✓
19	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>valida</i> Evans					✓	
20	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>brevinervis</i> (Spruce) Evans				✓		
21	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn				✓		
22	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>cubensis</i> (Mont.) Schiffn						✓
23	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>spinosa</i> (Gott.) Steph			✓		✓	✓
24	<i>Ceratolejeunea confusa</i> R.M. Schust				✓		
25	<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn				✓		
26	<i>Ceratolejeunea cubensis</i> (Mont.) Schiffn.						✓
27	<i>Ceratolejeunea desciscens</i> (Sande Lac.) Steph				✓		
28	<i>Ceratolejeunea laetefusca</i> (Austin) R.M. Schust				✓		
29	<i>Ceratolejeunea rubiginosa</i> Gottsche ex Steph.				✓		
30	<i>Ceratolejeunea valida</i> Evans	✓					✓
31	<i>Cheilolejeunea</i> aff. <i>comans</i> (Spruce) R.M. Schust						
32	<i>Cheilolejeunea discoidea</i> (Lehm & Lindenb) Karchr & R.M.						
33	<i>Diplasiolejeunea cavifolia</i> Steph.						
34	<i>Drepanolejeunea</i> aff. <i>crassiretis</i> A. Evans		✓				✓
35	<i>Drepanolejeunea araucariae</i> Steph				✓		✓
36	<i>Drepanolejeunea bidens</i> (Steph) A. Evans				✓		
37	<i>Drepanolejeunea mosenii</i> (Steph) Bisch.		✓				
38	<i>Drepanolejeunea biocellata</i> A. Evans		✓				
39	<i>Drepanolejeunea</i> aff. <i>biocellata</i> A. Evans		✓				
40	<i>Frullania</i> aff. <i>brasiliensis</i> Raddi	✓				✓	✓
41	<i>Frullania beyrichiana</i> (Lehm & Lindenb.) Lehm & Lindenb.						✓
42	<i>Frullania brasiliensis</i> Raddi						✓
43	<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees				✓		
44	<i>Frullania dusenii</i> Steph						✓
45	<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.						✓
46	<i>Harpalejeunea</i> aff. <i>subacuta</i>						✓
47	<i>Harpalejeunea oxyphylla</i> (Nees & Mont.) Steph				✓		✓
48	<i>Harpalejeunea stricta</i> (Lindenb. & Gottsche) Steph				✓		✓
49	<i>Heteroscyphus combinatus</i> (Nees) Schiffn.						✓

No.	Especie	Sustrato					
		Epífita	Epifilica	Epilítica	Corteza	Suelo	Tronco caído
50	<i>Jamesoniella rubricaulis</i> (Nees) Grolle						√
51	<i>Lejeunea</i> aff. <i>cladogyna</i> Evans	√					
52	<i>Lejeunea</i> aff. <i>erostrata</i> E. Reiner & Goda				√		
53	<i>Lejeunea glaucescens</i> Gottsche		√		√		
54	<i>Lejeunea laeta</i> (Lehm & Lindenb) Gottsche	√		√	√		
55	<i>Lejeunea</i> sp.	√	√	√	√		√
56	<i>Lepidolejeunea ornata</i> (H. Rob.) R.M. Schust	√					
57	<i>Lepidozia inaequalis</i> (Lehm & Lindenb.) Lehm. & Lindenb	√					√
58	<i>Leptoscyphus amphibolius</i> (Nees) Grolle						√
59	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	√			√		
60	<i>Lophocolea martiana</i> Nees					√	
61	<i>Lophocolea muricata</i> (Lehm.) Nees	√			√		√
62	<i>Metalejeunea cucullata</i> (Reinw. et. al) Grolle				√		√
63	<i>Metzgeria albinea</i> Spruce	√			√		√
64	<i>Metzgeria decipiens</i> (C. Massal.) Schiffn. & Gottsche.		√				
65	<i>Metzgeria leptonerua</i> Spruce	√					
66	<i>Metzgeria</i> aff. <i>leptoneura</i> Spruce	√					
67	<i>Metzgeria scyphigera</i> A. Evans	√	√		√		
68	<i>Metzgeria</i> sp.	√	√		√		√
69	<i>Metzgeria uncigera</i> A. Evans				√		
70	<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.		√				
71	<i>Nowellia curvifolia</i> (Dickson) Mitt.	√					√
72	<i>Odontolejeunea lunulata</i> (Weber) Schiffn.	√	√				
73	<i>Pallavicinia lyellii</i> (Hook) S.F. Gray	√					√
74	<i>Plagiochila adiantoides</i> (Sw.) Lindenb.	√					
75	<i>Plagiochila aerea</i> Tayl.	√					
76	<i>Plagiochila</i> aff. <i>bursata</i> (Desv.) Lindenb.	√					
77	<i>Plagiochila</i> aff. <i>hypnoides</i> (Willd) Lindenb	√					
78	<i>Plagiochila</i> aff. <i>ludoviciana</i> Sull.						√
79	<i>Plagiochila</i> aff. <i>simplex</i> (Sw.) Dum.						√
80	<i>Plagiochila bicornis</i> Hempe & Gott.	√					
81	<i>Plagiochila bifaria</i> (Sw.) Lindenb.	√			√		√
82	<i>Plagiochila chinantlana</i> Gott.	√					√
83	<i>Plagiochila corrugata</i> (Nees) Nees & Mont	√					
84	<i>Plagiochila divaricata</i> Lindenb.	√					
85	<i>Plagiochila exigua</i> (Tayl.) Tayl.	√					
86	<i>Plagiochila hypnoides</i> (Willd.) Lindenb.					√	
87	<i>Plagiochila lingua</i> Steph						√
88	<i>Plagiochila martiana</i> (Nees) Lindenb.	√					
89	<i>Plagiochila simplex</i> (Sw.) Dum.	√					

No.	Especie	Sustrato					
		Epífita	Epifítica	Epilítica	Corteza	Suelo	Tronco caído
90	<i>Plagiochila</i> sp.	√					
91	<i>Plagiochila sylvicultrix</i> Spruce	√					
92	<i>Plagiochila tenuis</i> Lindenb.	√					√
93	<i>Plagiochila vicentina</i> Lindenb.	√					
94	<i>Plagiochila superba</i> (Nees) Dum	√					
95	<i>Porella swartziana</i> (Weber) Trevis				√		√
96	<i>Prionolejeunea</i> aff. <i>denticulata</i>				√		
97	<i>Prionolejeunea aemula</i> (Gottsche) A. Evans	√			√		
98	<i>Prionolejeunea mucronata</i> (Sande Lac.) Steph.	√					
99	<i>Prionolejeunea</i> sp.	√					
100	<i>Protocephalozia ephemeroidea</i> (Spruce) Schiffn.				√		
101	<i>Protocephalozia</i> sp.	√					√
102	<i>Radula</i> aff. <i>elliottii</i> Castle				√		
103	<i>Radula elliotii</i> Castle	√			√		√
104	<i>Radula mexicana</i> Lindenb. & Gottsche	√					√
105	<i>Rectolejeunea berteriana</i> (Gottsche ex Steph) A. Evans				√		
106	<i>Riccardia</i> aff. <i>sprucei</i> (Steph.) Meenks & De Jong	√			√	√	√
107	<i>Riccardia metzgeriiformis</i> (Steph.) R.M. Schust						√
108	<i>Schiffneriolejeunea</i> sp.				√		
109	<i>Symbiezidium barbiflorum</i> (Lindenb & Gottsche) A. Evans	√					√
110	<i>Symphyogyna aspera</i> Steph.						√
111	<i>Symphyogyna brasiliensis</i> (Nees) Nees & Mont.						√
112	<i>Taxilejeunea isocalycina</i> (Nees) Steph				√		√
113	<i>Taxilejeunea</i> sp.						√
114	<i>Trichocolea tomentosa</i> (Sw.) Gottsche	√			√		√
115	<i>Verdoonianthus marsupiiifolius</i> (Sruce) Gradst.	√					
116	<i>Xylolejeunea crenata</i> (Nees & Mont.) X.L. He & Grolle	√			√		
117	Indet. 1				√		
	<b>TOTAL</b>	58	11	3	48	12	49

**Indet:** indeterminada; **Fuente:** Datos de campo.

### 8.3 ASOCIACIONES ECOLÓGICAS

Con base a la identidad de las especies colectadas y las características particulares del hábitat y condición de paisaje donde se colectaron, las hepáticas fueron agrupadas según la clasificación de asociaciones ecológicas propuesta por Gradstein, et al 2001. Esta clasificación incluye especies y grupos de hepáticas típicas de bosques montano y montano bajo, además de bosques nubosos. Con base a esta clasificación, las especies colectadas se presentan agrupadas según especies típicas de sombra, áreas con alta incidencia de luz solar y especies generalistas.

#### 8.3.1 ESPECIES DE ÁREAS CON SOMBRA

Aquí se incluyen aquellas especies de hepáticas, que son típicas de lugares sombreados, como el sotobosque y partes bajas del dosel. Las especies incluidas en este grupo generalmente requieren de niveles altos de humedad, por lo que algunas especies son consideradas poco tolerantes a cambios o perturbaciones en el bosque como raleo, poda y deforestación. De este grupo se colectó la especie *Archilejeunea parviflora*, y varias especies de los géneros: *Lejeunea*, *Plagiochila*, *Trichocolea* y *Prionolejeunea*.

#### 8.3.2 ESPECIES DE ÁREAS CON ALTA INCIDENCIA DE LUZ SOLAR

Este grupo incluye especies colectadas que son típicas de lugares abiertos o con mayor incidencia de luz y viento como la parte alta del dosel, bordes de bosque así como orillas de caminos y brechas. Algunas de estas especies están bien adaptadas a la desecación e incidencia solar, por lo cual son consideradas tolerantes. De este grupo se colectó la especie *Leptoscyphus amphibolius*, además de varias especies del género *Frullania*.

---

### 8.3.3 ESPECIES GENERALISTAS

Este grupo incluye especies que están adaptadas a áreas con sombra (altos niveles de humedad) y áreas abiertas con alta incidencia de luz y viento (bajos niveles de humedad). De este grupo se colectaron varias especies de los géneros: *Ceratolejeunea*, *Cheilolejeunea*, *Lejeunea*, *Bazzania*, *Drepanolejeunea*, *Lepidozgia* y *Metzgeria*. En el caso del género *Bazzania*, cabe mencionar que una comparación con la revisión hecha por Freire & Sallazar Allen en el 2006, sugieren que se colectó el 35 % de las especies del género reportadas para Guatemala.

---

## **9 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **9.1 DIVERSIDAD DE ESPECIES**

La diversidad de especies encontrada en las áreas muestreadas de la RBSM es considerada alta en comparación con estudios previos (Gradstein y Vaña, 1994; Barahona, 1997; Freire *et al*, 2004 y Pérez, 2006), y probablemente es debida a la variedad de microhábitats evaluados en la zona. La diversidad de géneros encontrada corresponde al 24 % de los géneros de hepáticas reportadas para el Neotrópico (Freire y Salazar, 2006). En el caso de la zona núcleo de Albores y zona núcleo en Morán, la diversidad es similar a la reportada por estudios previos realizados en bosques nubosos en Guatemala (Freire *et. al*, 2004).

En la zona núcleo del El Paraíso, en cambio, la diversidad de hepatoflora encontrada es menor, probablemente por dos razones: 1) esta zona se encuentra a menor altitud (aproximadamente 350 msnm) y 2) esta zona está siendo intervenida para extracción ilegal de madera, por lo que posee mayor presencia de caminos y brechas. Estudios previos sugieren que la escasa biomasa de briofitas en las tierras bajas se debe a una combinación de calor y humedad, lo cual favorece una alta respiración celular, que no es balanceada por la cantidad de productos formados durante la fotosíntesis, sobre todo en lugares sombreados (Richards, 1984). Por estas razones en esta localidad, son más comunes las especies consideradas tolerantes y/o generalistas, capaces de adaptarse a los nuevos microclimas del área.

La zona de influencia en la RBSM presenta una diversidad de ambientes y una variada composición de las especies de árboles y arbustos que conforman el dosel y el sotobosque. Algunas de las especies de plantas vasculares en el área son típicas de ambientes perturbados (Morales *et. al*, 2005). Esta diversidad de ambientes podría sugerir una mayor disponibilidad

---

de nichos disponibles para la colonización por briofitas, sin embargo la alta incidencia de luz debida a la extracción selectiva de madera y la abundancia de brechas y caminos alteran las condiciones microclimáticas, siendo factores limitantes en la colonización de especies. Además, muchas de las áreas en la zona de influencia corresponden a vegetación secundaria, como guamiles y astilleros (Morales *et. al*, 2005). Según el estudio realizado por Pérez, 2006, en la Reserva Privada Chelemhá, la composición de las especies de briofitas en ambientes perturbados depende de los años de reposo, encontrándose una menor diversidad de briofitas en estos sitios, en comparación con áreas de cobertura boscosa inalterada. Según comentarios de colaboradores de campo<sup>6</sup>, el área muestreada correspondiente a la zona de influencia de la comunidad de El Paraíso había sido intervenida por actividades de extracción de leña hace aproximadamente un año.

Según un estudio realizado por Hylander et al., el desarrollo de algunas hepáticas esta directamente relacionado con el grado de intervención, siendo menor en las áreas con mayor intervención en comparación con áreas no intervenidas. Según Holz 2003, después de que un área es intervenida, pueden ser observados cinco patrones de comportamiento de briofitas: 1) que la especie desaparezca; 2) que la especie cambie de microhábitat (para compensar los cambios en las condiciones físicas y/o químicas); 3) que la especie quede restricta a un microhábitat o región en particular; 4) que la especie se distribuya más ampliamente a lo largo de diferentes microhábitats (en el caso de especies que se adaptan con facilidad) y 5) que nuevas especies colonicen el bosque (especies invasoras y /o oportunistas). En el presente estudio, la diversidad encontrada en la zona de influencia de las áreas muestreadas, comparada con la diversidad en la zona núcleo y con otros estudios de hepáticas en Guatemala podría sugerir lo siguiente: 1) que la diversidad de la hepatoflora en áreas intervenidas es menor,

---

<sup>6</sup> Com. Pers. Sr. Juan Carlos Gómez y Sr. Xenon Gómez –Guardarecursos Fundación Defensores de la Naturaleza, FDN- (Comunidad El Paraíso)

---



probablemente debido a una combinación de factores como disminución en la regeneración, desecación y pérdida de nichos para colonizar y 2) que algunas especies podrían estar desapareciendo y/o quedando restringidas a regiones con condiciones de microhábitat particulares, como microcuencas de ríos, riachuelos y laderas y cavidades entre rocas de gran tamaño. Algunos de estos microhábitats son preferidos por cierto grupo de hepáticas, como el caso de las hepáticas talosas, las cuales son más abundantes sobre rocas a orillas de cuerpos de agua.

Los resultados del presente estudio concuerdan con los resultados de un estudio realizado en 1996 por Pocs, donde se establece que la familia más abundante para el Neotrópico es Lejeunaceae. Otra familia abundante en las colectas realizadas fue Plagiochilaceae. Ambas familias pertenecen al grupo de hepáticas foliosas y presentan una gran variabilidad morfológica, lo cual ha permitido su especificidad y abundancia en ambientes tropicales. Para el presente estudio, de ambas familias fue colectado material estéril, por lo cual algunas colectas de estas familias no fueron identificadas a nivel de especie. Esto significa que una posterior revisión de este material y/o colectas posteriores podrían aportar información relevante a la diversidad de las especies de estas familias en el área.

El género *Lejeunea* es un género pantropical con aproximadamente 100 especies, la mayoría de las cuales son plantas muy pequeñas y difíciles de identificar, por lo que en la actualidad la identidad de algunas especies aún está siendo revisada (Gradstein, *et al* 2001). En el presente estudio este género constituye aproximadamente el 11 % del material colectado, con 39 ejemplares colectados en los cinco sitios de muestreo.

Es importante mencionar que fueron colectadas muy pocas hepáticas talosas, probablemente debido a la poca disponibilidad de sustrato apto para el establecimiento de éstas (ver sección siguiente). Las especies talosas colectadas pertenecen al grupo especies consideradas generalistas, en

---

relación a su sustrato. Entre las hepáticas talosas colectadas están *Riccardia aff. sprucei* y varias especies del género *Metzgeria*.

## 9.2 ESPECIFICIDAD ESPECIE-SUSTRATO

Con base a los resultados obtenidos y los análisis realizados (Figura 8-3 y Figura 8-4), la probable preferencia de las especies por un sustrato particular, en los tratamientos estudiados, sugiere que ésta podría estar relacionada con la disponibilidad de microhábitats disponibles en cada localidad. Como se observa en el Cuadro 8-4, en todas las comunidades muestreadas se colectaron hepáticas de todos los sustratos estudiados, sin embargo, en la zona núcleo de la comunidad de Morán se colectó la mayor cantidad de hepáticas para cada uno de los sustratos estudiados, excepto el grupo de hepáticas epifíticas y hepáticas colectadas sobre corteza.

En términos generales, fueron más comunes las hepáticas colectadas sobre corteza, aunque un análisis detallado por tratamiento (Figura 8-4), demuestra que los lugares con la mayor estratificación vertical (bosques mejor conservados), ambos en la zona núcleo de Albores y Morán, las especies epífitas y las colectadas sobre troncos caídos, también son abundantes. En estas comunidades, la cantidad de lluvia (incluyendo precipitación horizontal) y humedad relativa en el ambiente, son mayores y más constantes que en la comunidad de El Paraíso. Es importante mencionar que la dispersión de hepáticas epífitas y epifíticas está limitada por la cantidad de precipitación de un área determinada (Newmaster et. al, 2003), además cabe mencionar que en estos sitios se observaron abundantes ramas, hojas y troncos caídos del dosel, lo cual podría explicar la presencia de algunas especies tolerantes a sol (e.g. *Lejeunea amphibolius* y *Frullania* spp.). Las especies tolerantes al sol son, en muchos casos, especies típicas del dosel o estratos superiores del bosque, por lo que frecuentemente no son muestreadas a menos que se utilice algún método de muestreo de dosel.

---

Los sustratos en los cuales se colectó menor número de hepáticas fueron suelo y roca (sustrato epilítico). Esto puede deberse a la composición de las rocas, o la susceptibilidad a erosión del suelo tipo arcilloso limoso, que presenta la Reserva. Además, la densa capa de materia orgánica en constante descomposición debido a la humedad y temperatura, probablemente contribuye a limitar el establecimiento directo de hepáticas sobre el suelo. Otro factor que podría estar limitando el establecimiento de hepáticas en el suelo puede ser la potencial acumulación de sustancias químicas por depósitos de metabolitos secundarios, como alcaloides, terpenoides y taninos, entre otros, presentes en la materia orgánica sobre el suelo (Dewik, 2002). Algunas de las especies presentes en el área, entre las que están *Manilkara achras* y *Pouteria mammosa* (Morales J. et. al 2005), presentan abundantes metabolitos secundarios pudiendo llegar a depositar grandes cantidades de los mismos en la materia orgánica del suelo.

### 9.3 DISTRIBUCIÓN DE BRIOFITAS EN LA RBSM

El rango altitudinal abarcado en este estudio (aproximadamente 300-1800 msnm), representa un rango muy amplio, en el cual se observan cambios en la vegetación vascular, variando desde bosque montano bajo a bosque nuboso. Por esta razón las condiciones microclimáticas entre tratamientos y entre localidades son diferentes. Probablemente ésta sea la razón por la cual no fue posible observar un patrón definido en la distribución de especies, géneros o familias de hepáticas encontradas. Otro factor determinante que podría explicar los resultados obtenidos es el área muestreada y el arreglo espacial de los tratamientos y/o parcelas de muestreo. En el presente estudio se abarcó un área total de 200 m<sup>2</sup>, lo cual dado lo minucioso del muestreo de briofitas, puede ser considerado un

---

muestreo extensivo<sup>7</sup>, sin embargo, probablemente un arreglo espacial diferente de esta área (200 m<sup>2</sup>), a lo largo del área muestreada, o un mayor número de tratamientos y réplicas hubiera aportado indicios de un patrón de distribución de especies, géneros o familias de hepáticas en la RBSM; esto solamente podrá ser confirmado mediante estudios posteriores.

En una investigación realizada en el Biotopo del Quetzal (Freire *et al* 2006), no se observó un patrón de distribución de hepáticas entre pisos altitudinales, sin embargo la diversidad de especies registrada para el rango estudiado (1600 a 2000 msnm), es similar a la encontrada en el presente estudio en la ZN de Morán y Albores, que se encuentran a una altitud semejante. Ambos estudios coinciden con estudios previos en Costa Rica (Holz, 2003), donde se encontró que el 70 % de la brioflora (del Neotrópico) está presente en este rango altitudinal, por lo cual se considera que la diversidad de briofitas en este rango altitudinal es alta. Al comparar la composición de especies entre las áreas muestreadas, se observa que la ZN de Albores y ZN de Morán presentan una similitud de casi 100%, al compartir casi la totalidad de especies. Como ya se ha mencionado, el rango altitudinal formado por estas dos localidades corresponde a la zona de mayor diversidad encontrada, probablemente debido a las condiciones de humedad microclimáticas presentes en los mismos.

La similitud entre las ZI de Morán y ZN de El Paraíso probablemente se deba a las semejanzas en la composición de las plantas vasculares del bosque (Morales J. et. al 2005). Dado que la ZI de Morán ha sufrido extracción selectiva, la composición de especies constituye un ensamble remanente del bosque original, donde predominan los árboles de gran tamaño. Algunas de las especies de plantas vasculares abundantes en ambos sitios son: zapote (*Pouteria mammosa*), chico (*Manilkara achras*), *Miconia* sp. y *Parathesis*

---

<sup>7</sup> Com. pers. Dra. Virginia Freire Martínez, experta en Briofitas; departamento de Biología, Universidad de Wisconsin, Stevens Point, EEUU.

---

*calophyla*. (Morales *et al*, 2005). El hecho de que todos estos sean árboles de gran tamaño, sugiere que la estratificación del bosque fue en algún momento similar permitiendo microclimas capaces de albergar las mismas especies de hepáticas, lo cual indicaría que las especies encontradas en la ZI de Morán han sido capaces de soportar las alteraciones al hábitat.

Respecto a la zona de influencia en general, como ya se ha mencionado, el área más diferente en cuanto a composición de especies es la ZI de la aldea de El Paraíso. Las diferencias encontradas probablemente se deban a que se encuentra a una menor altura que la ZI de la comunidad de Morán, además de estar en un área bastante intervenida. No es posible realizar una comparación con la ZI de la comunidad de Albores el Carmen, ya que esta zona no fue muestreada.

#### **9.4 BRIOFITAS COMO INDICADORAS DE CONDICIÓN DE HÁBITAT**

Estudios realizados por Holz durante 2003 en Costa Rica, sugieren que la recuperación florística de la brioflora es aproximadamente del 46 % en un período de 40 años (tiempo suficiente para que las condiciones de microclima se restablezcan), aunque el tiempo para restablecer la flora vascular de un bosque tropical puede llegar a ser mayor, aproximadamente de 86 años (Kappelle, 1996).

De las 117 especies colectadas, las especies *Archilejeunea parviflora*, así como algunas especies de los géneros *Lejeunea*, *Plagiochila*, *Trichocolea* y *Prionolejeunea*, son consideradas indicadoras de áreas bien conservadas (ZN), ya que requieren de un ambiente con bastante humedad, siendo poco tolerantes a la desecación (Gradstein, et al 2001). Algunas especies que tienen el potencial de habitar la zona de influencia no se encontraron durante los muestreos, probablemente debido a que han desaparecido de la misma, y por lo tanto pueden ser consideradas indicadoras de regeneración, bajo el supuesto de que estos bosques no sean intervenidos en un período de tiempo

---

largo. Sin embargo para dar sustento a esta posibilidad es necesario realizar estudios, que además de aportar información sobre la diversidad florística, contemplen medición de factores ambientales. Por el contrario la especies *Leptoscyphus amphibolius* y algunas especies del género *Frullania* son consideradas típicas de ambientes intervenidos (ZI), ya que son tolerantes a la desecación y alta incidencia de luz (Gradstein, et al 2001).

Las especies epifíticas fueron poco abundantes<sup>8</sup> en la zona de influencia en comparación con su abundancia en la zona núcleo, probablemente debido a que los bosque en la ZI son más abiertos y con menor densidad de árboles (Morales *et. al*, 2005), lo cual reduce la cantidad de sustrato (hojas de plantas vasculares) disponible para la colonización de las mismas. Por esta razón estas especies pueden ser consideradas poco tolerantes. Estas especies son: *Odontolejeunea lunulata*, *Microlejeunea epiphylla*, *Lejeunea glaucescens* y *Drepanolejeunea mosenii*.

Algunas especies son consideradas poco frecuentes en el tratamiento ZN y no pertenecen a los grupos de hepáticas adaptadas a alta incidencia de luz o hepáticas generalistas, probablemente porque dependen de las condiciones microclimáticas (temperatura, humedad y baja incidencia de luz solar) presentes en la zona núcleo; por esta razón éstas pueden ser consideradas como especies indicadoras de esta condición de paisaje (ZN). Estas especies son: *Heteroscyphus combinatus*, *Lepidolejeunea ornata*, *Prionolejeunea mucronata* y *Radula aff. elliotii*.

El bajo número de especies talosas encontradas puede deberse a que por lo general, éstas están asociadas a cuerpos de agua (quebradas, riachuelos o sitios con escorrentía). Debido a la topografía en la RBSM, las parcelas muestreadas se ubicaron en áreas accesibles para los

---

<sup>8</sup> Abundancia relativa determinada con base al número de ejemplares colectados en cada parcela de muestreo.

---

investigadores, dejando fuera quebradas, riachuelos o sitios con escorrentía que podrían constituir potenciales hábitats para especies poco abundantes en el área.

Los resultados encontrados en este estudio sugieren que algunos grupos de briofitas pueden ser buenos indicadores, sin embargo tal como encontró Ormerod *et al* 1994, en un estudio sobre indicadores ecológicos, estos datos deberían ser confirmados mediante el monitoreo de otros grupos taxonómicos. Otros autores sugieren analizar los datos de briofitas como indicadores de condición de hábitat de forma conjunta con datos de calidad de suelo y uso de la tierra (Vanderpoorten, 2002), sin embargo, debido a la falta de esta información en los lugares de muestreo este análisis no fue realizado.

---

## **10 CONCLUSIONES**

1. La diversidad de especies de hepáticas presentes en la RBSM es considerada alta. En este estudio se encontraron 117 especies pertenecientes a 44 géneros y 15 familias, la mayoría de ellas hepáticas foliosas. Las familias con mayor número de especies colectadas son Lejeunaceae, con 49 especies, seguida por Plagiochilaceae con 21 especies, comportamiento típico para bosques montanos el neotrópico (Pocs, 1996).
  2. La abundancia relativa de hepáticas (determinada con base al número de ejemplares colectados), es mayor en la zona de influencia de las comunidades de Morán y El Paraíso, probablemente debido a una mayor disponibilidad de nichos adecuados para el establecimiento y desarrollo de hepáticas. Sin embargo, la diversidad de especies es mayor en la zona núcleo. En la comunidad de Albores el Carmen no fue posible definir si existía un patrón debido a que no fue muestreada la zona de influencia.
  3. La mayor riqueza de especies se encontró en la comunidad de Morán, alrededor de los 1600-1800 msnm, coincidentemente con lo reportado en un estudio realizado en el Biotopo del Quetzal (Freire et al. 2006). El área más diferente en cuanto a composición de especies es la ZI de la Comunidad de El Paraíso, la cual se encuentra a la menor altura sobre el nivel del mar, siendo el área muestreada con menor número de especies colectadas (15 especies). Estos resultados no permiten definir un patrón de distribución de briofitas en la RBSM, por lo que son necesarios posteriores estudios que contemplen una disposición diferente de las unidades de muestreo y/o áreas muestreadas, a lo largo del gradiente altitudinal.
-



4. No existe una relación entre los tratamientos por localidad, y la especificidad por sustrato. La aparente preferencia de las hepáticas por un sustrato particular (analizado por tratamiento), sugiere que esta puede estar relacionada con la disponibilidad de microhábitats disponibles. En general, fueron más comunes las hepáticas colectadas sobre corteza; aunque en los bosques mejor conservados (zona núcleo de Albores y Morán), se colectaron bastantes especies epífitas y sobre troncos caídos.
  5. Con base a la clasificación de especies según características particulares de hábitat, propuesta por Gradstein, et al 2001, se determinó que en la RBSM, son identificables especies o grupos de especies típicas de áreas con sombra, alta incidencia de luz solar y especies generalistas.
  6. Las especies *Archilejeunea parviflora*, *Heteroscyphus combinatus*, *Lepidolejeunea ornata*, *Prionolejeunea mucronata* y *Radula* aff. *elliottii* así como algunas especies de los géneros *Lejeunea*, *Plagiochila*, *Trichocolea* y *Prionolejeunea* presentes en la zona núcleo de la RBSM, pueden ser consideradas indicadoras de áreas bien conservadas.
  7. Las especies *Leptoscyphus amphibolius*, *Odontolejeunea lunulata*, *Microlejeunea epiphylla*, *Lejeunea glaucescens* y *Drepanolejeunea mosenii* y algunas especies del género *Frullania*, presentes en la zona de influencia de la RBSM, pueden ser consideradas indicadoras de ambientes intervenidos.
  8. Algunas muestras colectadas de material estéril podrían constituir nuevos registros, incluso tener potencial como indicadores, o ser incluidas en la lista roja de UICN. Sin embargo, la falta de estudios sistemáticos con hepáticas en el país, dificulta la identificación a nivel de especies de éstas.
-

## **11 RECOMENDACIONES**

1. Diseñar estudios con parcelas más pequeñas y mayor número de réplicas de éstas, a lo largo de un gradiente altitudinal, para poder definir patrones de distribución evidentes. Además se recomienda incluir de manera sistemática la colecta y evaluación de estratos superiores del bosque.
  2. Realizar estudios comparativos de briofitas en la RBSM, en la cuenca del Polochic, para determinar la influencia de las corrientes de viento y temperatura en la composición de los ensamblajes de briofitas.
  3. Realizar estudios de briofitas que incluyan registro de variables ambientales, como temperatura, humedad relativa, densidad del dosel (estimado como porcentaje de cobertura), y datos de calidad de suelo de forma que estos datos permitan relacionarlos de manera cuantitativa con la distribución de briofitas en un área.
  4. Realizar más estudios de briofitas en Guatemala, y de esta forma contribuir al incremento de colecciones de referencia en herbarios nacionales y al conocimiento de la hepatoflora guatemalteca. Estas acciones contribuirán a la estrategia de conservación de briofitas promovida por UICN y deberá ser apoyado por las acciones de conservación de CONAP.
-

## **12 REFERENCIAS**

**Barahona E., et al.** 1997. Estudio preliminar de la brioflora en dos localidades de la costa ecuatoriana. Funbotánica. Quito, Ecuador.

**Conard, H.S. & P. L. Redfearn.** 1979. How to know the mosses and liverworts. Wcb mcgraw-hill, EU. 302 p.

**Dauphin, G., S. R. Gradstein, et al.** 1998. Additions to the hepatic flora of Costa Rica ii. Lindbergia 23: 74-80.

**Dauphin, G.** 1999. Bryophytes of Cocos island, Costa Rica: diversity, biogeography and ecology. Revista de Biología Tropical 47: 309-328.

**Delgadillo C., y M. Cárdenas;** 1990. Manual de Briofitas. Cuadernos del Instituto de Biología 2ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM-, México DF. 135 pp.

**Dewik P.;** 2002. Medicinal Natural Products: A Biosybtetical Aproach. Escuela de Ciencias Farmaceuticas, Universidad de Nottingham, Inglaterra. John Willey & Son Ltd. 512 pp.

**Freire, V., et al.** 2006 "Distribución de las hepáticas presentes en el sendero interpretativo "Los Musgos" del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Lic. Mario Dary Rivera", Purulhá, Baja Verapaz." En: Libro de Resúmenes del IX Congreso Latinoamericano de Botánica. Santo Domingo, República Dominicana.

**Freire, V. y Salazar N.;** 2006. Introducción a la Diversidad de las Briofitas en Guatemala. En Cano E. (ed). Biodiversidad de Guatemala Vol. 1; 2006. p 49-53.

---

**Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN).** 2003 Tercer plan maestro 2003-2008: Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Guatemala.

**Gradstein, S. R.** 1989. A key to the hepaticae and anthocerotae of Puerto Rico and the Virgin Islands. *The Bryologist* 92(3).p. 329-348.

**Gradstein, S. R.** 1992. The vanishing tropical rain forest as an environment for bryophytes and lichens. *Bryophytes and lichens in a changing environment*. J. W. Bates y a. M. Farmer eds., p. 234-258. Oxford Science Publications.

**Gradstein, S. R., A. Lücking, M. I. Morales & G. Dauphin.** 1994. Additions to the hepatic flora of Costa Rica. *Lindbergia* 19: 73-86.

**Gradstein, S. R. & J. Vaña.** 1994. A boreal bryophyte community in a tropical montane forest of Mexico. *Tropical Bryology* 9: 31-34.

**Gradstein, S. R., D. Griffin, M. I. Morales, & N. Nadkarni.** 2001. Diversity and habitat differentiation of mosses and liverworts in the cloud forest of Monteverde, Costa Rica. *Caldasia* 23: 203-212.

**Gradstein, S. R., S.P. Churchill, & N.Salazar Allen,** ed. 2001. Guide to the bryophytes of tropical America. New York. USA, memoirs of the New York Botanical Garden, volumen 86; 577pp.

**Gradstein, S. R., & D. Pinheiro,** 2003 The hepaticae and anthoceros of Brazil New York. USA, memoirs of the New York Botanical Garden volumen 87; 318 pp.

**Hallingback, T, & Hodgetts N.** (editores) 2000 Mosses, liverworts and hornworts: a status survey and conservation action plan for bryophytes. UICN. Gland. Switzerland and Cambridge, UK. 106pp.

---

**Holz, I.;** 2003. informe de tesis: Diversity and Ecology of Briophytes and Macrolichens in Primary and Secondary Montane Quercus Forest, Cordillera de Talamanca Costa Rica. Universidad de Göttingen. 176 pp.

**Hylander K. et. al.;** 2002. Evaluating Buffer strips along boreal streams using Briophytes as indicators. Ecological Applications, 12(3), 2002. 797–806 pp Publicado por la Ecological Society of America.

**Instituto Geográfico Nacional (IGN).** 2000 Diccionario Geográfico de Guatemala (2ª. ed). Guatemala: Gall, F (Comp.)

**Kappelle, M., Geuze, T., Leal, M.E.;** 1996. Successional age and Forest structure in a Costa Rican upper montane Quercus forest. Journal of tropical Ecology, 12: 681-698.

**Mcune B., & M.J. Mefford.** 1997, Multivariate analysis for ecological data version 3.12 MJM software, Gleneden Beach, Oregon EUA ©1991

**Mervin, M. C., S. R. Gradstein & N. Nadkarni.** 2001. Epiphytic bryophytes of Monteverde, Costa Rica. Tropical bryology 20: 63-70.

**Mishler, B. D.** 2001. "The biology of bryophytes: bryophytes aren't just small tracheophytes (book review)." American journal of Botany 88 (11): 2129-2131.

**Miller, H. A.** 1982. Bryophyte evolution and geography. Biological Journal of de Linnaean Ssociety, 18, p.145-196.

**Morales, M. I.** 1991. Las hepáticas comunicadas para Costa Rica. Tropical bryology 4: 25-57.

---

**Morales J. et. al**, 2005. Informe final del Proyecto: Programa Piloto de Conservación y manejo de Especies Cinegéticas, en tres comunidades de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas (RBSM). Proyecto FODECYT No. 12-03. Con el co-financiamiento de CONCYT y FONACON.

**Newmaster S., R. Belland, A., Arsenault & D. Vitt.** 2003. Patterns of bryophyte diversity in humid coastal and inland cedar–hemlock forests of British Columbia. *Environ. Rev.* 11: S159–S185 (Suppl. 1). Canada

**Ormerod, S.J., Rundle S.M. y Wilkinson G.P;** 1994. Altitudinal trends in the diatoms, bryophytes, macroinvertebrates and fish of a Nepalese river system. *Feshwater Biology* 32 (2), 09–322.

**Pérez M.** 2006. Informe de tesis: Composición de la hepatoflora en tres estados de sucesion vegetal: bosque, guamil y cultivo en las comunidades Chelema I y II, Tukurú, Alta Verapaz, Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de biología, Universidad de San Carlos de Guatemala. 60pp.

**Pocs, T.** 1982. Tropical forest bryophytes. *Bryophyte Ecology*. A. J. E. Smith ed., p. 59-104. Chapman and Hall, Londres.

**Richards, P. W.;** 1984. The ecology of Tropical Forest Briophytes. En R.M. Shuster (ed.); *New Manual of Briology*. Vol 2. Hattori Botanical Laboratory, Nichinan Japón. 1233-1270 pp.

**Pocs T.** 1996 Epiphyllous liverwort diversity at worldwide level and its threat and conservation. *Annals Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. Mexico*, ser. Bot. 67 (1):109-127.

---

**Schofield, W. B.** 1992. Bryophyte distribution patterns. Bryophytes and lichens in a changing environment. J. W. Bates y a. M. Farmer eds., p. 103-130. Oxford Science Publications.

**Secaira, E., A. Lehnhoff, A. Dix, y O. Rojas.** 2000. Delegando el manejo de un área protegida a una ONG: el caso de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas en Guatemala. Monografía trasladando el poder: la descentralización y la conservación de la biodiversidad. Washington, D.C, EUA: Biodiversity Support Program.

**Stadtmuller, T.** 1987. Los bosques nublados en el trópico húmedo. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 85 p.

**Stotler, R., N. Salazar Allen, S. R. Gradstein, W. McGuinness, A. Whittemore & C. Chung.** 1998. A checklist of the hepatics and anthocerotes of Panamá. Tropical bryology 15: 167-195.

**UICN.** 2006. IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en <http://www.iucnredlist.org/> Visitada en octubre de 2006.

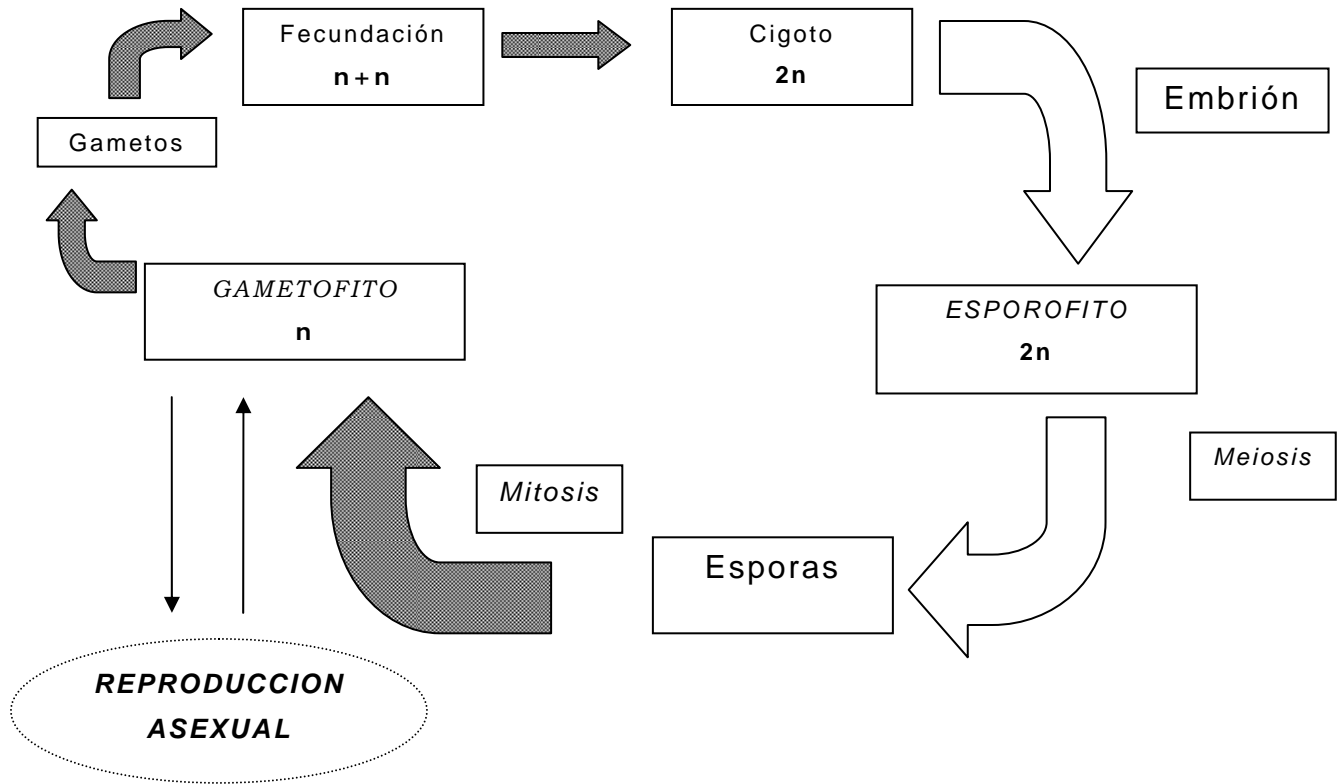
**Vanderpooten, A. y Engels, P.;** 2002. The effects of environmental variation on bryophytes at a regional scale. Ecography 25: 513–522.

**Whittemore, A. T. & B. Allen.** 1996. The liverworts and hornworts of Belize. Bryologist 99: 64-70.

---

### 13 ANEXOS

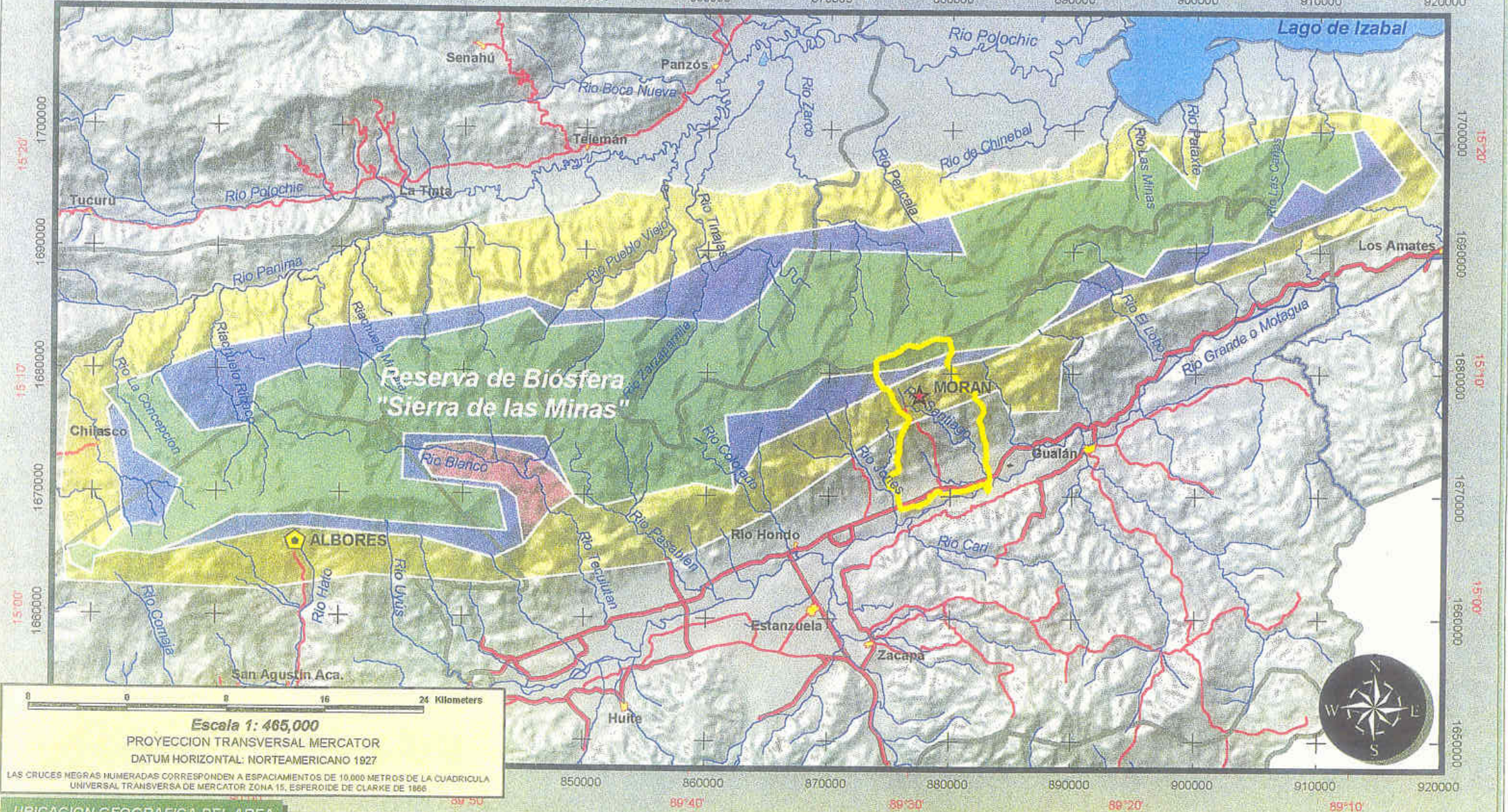
#### 13.1 CICLO DE VIDA DE LAS BRIOFITAS





## **13.2 MAPA DE LA RBSM**





**UBICACION GEOGRAFICA DEL AREA**



**SIGNOS CONVENCIONALES**

- Poblados
- Limite de Zonificación RBSM
- Ríos
- Carreteras:**
- Carretera No Pavimentada
- Carretera Pavimentada
- Limite Departamental
- Cuerpo de Agua

**LEYENDA**

- Limite de Sub-cuenca Río Santiago
  - Morán
  - Albores El Carmen
- Zonas de Manejo de la Reserva de Biósfera "Sierra de las Minas":**
- Zona Núcleo
  - Zona de Uso Sostenido
  - Zona de Recuperación
  - Zona de Amortiguamiento

**FUNDACION DEFENSORES DE LA NATURALEZA**

**UBICACION GEOGRAFICA SUBCUENCA RIO SANTIAGO Y ALBORES**  
 Reserva de Biósfera Sierra de las Minas



Centro de Información Geográfica  
 Fundación Defensores de la Naturaleza

Elaborado por:  
 Gerit Hartmann ff.

“Comparación de la Hepatoflora en dos condiciones de paisaje, en tres localidades de la Reserva de Biósfera Sierra de Las Minas (RBSM).”

Br. Felipe Jose Ramírez Mazariegos<sup>1</sup>

Lic. Rafael Ávila Santa Cruz<sup>2</sup>

Guatemala abril de 2007

---

<sup>1</sup> Escuela de Biología, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC. Dirección Personal: 11 ave 23-25 z. 11 colonia Mariscal, Condominio Blumenau; Tel. (502) 53050005.

<sup>2</sup> Herbario USCG, Centro de Estudios Conservacionistas de la universidad de San Carlos de Guatemala, USAC.

## 1 **RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue comparar la distribución de las hepáticas en dos condiciones de paisaje, la zona de influencia y zona núcleo de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, en las comunidades de Albores el Carmen, Morán y El Paraíso. El muestreo de las hepáticas se llevó a cabo mediante colectas en diez parcelas de 2 x 10 m c/u. Las hepáticas se clasificaron según el sustrato donde crecían. Los resultados fueron analizados mediante pruebas de agrupamiento jerárquico. El análisis de especificidad especie-sustrato, se realizó con base a la clasificación propuesta por Gradstein et al, 2001.

Se colectaron 338 ejemplares de hepáticas pertenecientes a 117 especies, siendo las más abundantes *Arachniopsis diacantha* (Mont.) Howe, *Cephalozia crassifolia* (Lindenb. & Gottsche) Fulford y *Lophocolea muricata* (Lehm.) Nees. La familia con mayor número de ejemplares colectados fue Lejeunaceae (132), seguida por Plagiochilaceae (35). Del total de los ejemplares colectados, la mayoría correspondió a epífitas (102 colectas), seguidas por las especies colectadas sobre troncos caídos (91 colectas). El menor número de colectas por sustrato corresponde a las especies epilíticas, con 10 colectas. Con base a las especies encontradas y los análisis realizados, se presenta el primer listado sistemático de hepáticas para la RBSM, además se definieron especies que son consideradas indicadores de condición de hábitat. La comparación de la hepatoflora en las dos condiciones de paisaje estudiadas sugiere que existen diferencias en la composición de especies, siendo la zona núcleo la que presenta la mayor diversidad de especies.

## **2 INTRODUCCION**

Las briofitas de los trópicos han sido en general poco estudiadas, a pesar de la gran diversidad florística existente en esas latitudes. La mayoría de estudios se han realizado en América del Sur, (Brasil, Guyanas y archipiélago de los Galápagos). Según el plan global de acciones de conservación de briofitas de UICN (Hallingback, T. y N Hodgetts, 2000) se calcula que un tercio de las especies de briofitas del mundo están presentes en América tropical (aproximadamente 4,000 especies), siendo además uno de los principales centros de endemismo. Centro América es la región de América tropical con mayor riqueza de briofitas (414 géneros), (Gradstein *et al*, 2001) muchas de las cuales probablemente estén presentes en Guatemala, sin embargo los estudios sistemáticos de briofitas para Guatemala son escasos. Este estudio constituye el primer esfuerzo sistemático realizado con briofitas en la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas (RBSM).

Se realizó una comparación de la hepatoflora encontrada en las dos condiciones de paisaje seleccionadas, zona de influencia (ZI) y zona núcleo (ZN), ambas presentes en las tres localidades muestreadas: Albores, Morán y El Paraíso. La hepatoflora en cada condición de paisaje fue muestreada mediante parcelas, colectándose ejemplares de hepáticas que posteriormente fueron determinados taxonómicamente.

Como resultado de este estudio se presenta el primer listado sistemático de hepáticas para la RBSM, además la comparación de la hepatoflora en las dos condiciones de paisaje estudiadas sugiere que existen diferencias en la composición de especies, siendo la zona núcleo la que presenta la mayor diversidad de especies. La diversidad de especies encontrada, y la distribución de la misma en las diferentes condiciones de paisaje estudiadas, permitirá establecer las bases para desarrollar un plan de monitoreo dentro del marco de la ecología del paisaje, involucrando a la hepatoflora local como indicadora de las condiciones de hábitat.

### 3 MATERIALES Y METODOS

A continuación se describen los materiales y métodos detallados utilizados para esta investigación:

<b>Universo de Trabajo</b>	
Incluye la hepatoflora presente en la zona núcleo y zona de influencia de tres localidades de la reserva de la RBSM.	
<b>Materiales</b>	
<b>Equipo de Computo</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 Cámara digital</li><li>• 1 Computadora</li><li>• 1 Impresora HP</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Discos CD RW de 650 MB</li><li>• Tinta negra y color</li></ul>
<b>Software</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Paquete estadístico PC ORD para Windows versión 3.12, 1997</li></ul>	
<b>Equipo de campo</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• GPS Garmin <i>eTrex</i> Vista</li><li>• Tijeras de podar</li><li>• Navaja de mano</li><li>• 500 bolsas de papel kraft de ½ lb.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 50 bolsas plásticas zip-lock</li><li>• 1 lupa de campo 14x Bausch &amp; Lomb</li><li>• Cinta métrica</li><li>• Cinta de marcaje</li></ul>
<b>Materiales para identificación taxonómica</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 Estereoscopio</li><li>• 1 Microscopio</li><li>• Claves para identificación taxonómica</li><li>• 1 Vidrio de reloj</li><li>• 2 Agujas de disección</li><li>• Goteros</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pinzas para microscopía</li><li>• Agua destilada</li><li>• Cajas de Petri</li><li>• Porta-objetos</li><li>• Cubre-objetos</li></ul>
<b>Material de Oficina</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Papel bond de 80 g tamaño carta</li><li>• Lapiceros</li><li>• Libreta de campo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lápices</li><li>• Marcador permanente</li></ul>
<b>Recursos Humanos</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tesista: Felipe Jose Ramírez Mazariegos</li><li>• Asesor: Lic. Rafael Carlos Ávila Santa Cruz</li><li>• Revisora: Licda. Roselvira Barillas de Klee</li><li>• Guías de campo en cada comunidad:<ul style="list-style-type: none"><li>• Sr. Enrique Agustín (Comunidad Morán)</li><li>• Sr. Juan Carlos Gómez (Comunidad El Paraíso, Los Amates)</li><li>• Sr. Julio Lemus (Comunidad Albores el Carmen)</li></ul></li></ul>	
<b>Recursos Institucionales</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Herbario BIGU</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Escuela de Biología, USAC</li></ul>

### 3.1 MÉTODOS

Para este estudio se seleccionaron las comunidades de Albores el Carmen, Morán y El Paraíso, en la RBSM, debido a su accesibilidad, además de que las tres presentan dos diferentes tipos de condiciones de paisaje (zona de influencia y zona núcleo). En total se muestrearon 10 parcelas, ya que las dos parcelas en la ZI de la comunidad de Albores no pudieron ser muestreada (ver sección de Resultados). Se tomaron muestras de hepáticas presentes en rocas (epilíticas), suelo, troncos de árboles y arbustos (epífitas), corteza de árboles, y hojas de plantas vasculares del sotobosque (epifíticas). Las hepáticas colectadas fueron secadas y trasladadas al herbario USCG, para su posterior determinación. Ambas parcelas de cada zona se realizaron en condiciones similares, tratando de abarcar el mayor número de microclimas presentes en el área. El tamaño de cada parcela fue de 2x10 metros.

#### 3.1.1 COLECTA Y SECADO Y DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES.

Las parcelas fueron minuciosamente revisadas para la presencia de hepáticas con una lupa manual de campo 14x, colectándose muestras de todas las hepáticas encontradas. La colecta de las muestras se hizo retirando las hepáticas de su sustrato con un cuchillo o navaja de mano. Los especímenes se colocaron en bolsas de papel kraft de ½ libra, una colecta por bolsa. En cada bolsa se anotó con lápiz o marcador permanente: número de colecta, ubicación, tipo de sustrato y fecha. En el caso de hepáticas epífitas, se anotó además, la especie o morfoespecie (en caso fuera posible) del forofito en que crecían y la altura a la que se encontraban. Estos datos se anotaron con un número correlativo en la libreta de campo. Las bolsas de papel con las muestras se colocaron abiertas en un lugar seco y se dejaron al aire por 2 a 3 días para que se secaran evitando la proliferación de hongos y bacterias que arruinarían las muestras. Para ser identificados, los especímenes secos fueron hidratados. La determinación taxonómica de las especies se realizó utilizando las claves escritas por Gradstein (1989), Gradstein, Churchill, y Salazar (2001), y Gradstein, Pinherio, (2003

#### 3.1.2 ANÁLISIS DE DATOS.

Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico *PC Ord* versión para Windows -1997 MJM Software Design-. Se realizó una comparación de la hepatoflora entre condiciones de paisaje por localidad y entre localidades muestreadas, para definir si existía un patrón de distribución. Este análisis estadístico se hizo en base a pruebas de agrupamiento jerárquico, calculados con coeficientes de similitud de *Sorensen*. Además se realizó un Análisis Exploratorio de Datos (AED) con el objetivo de definir el grado de dependencia entre las variables sustrato, condición de paisaje (zona núcleo y zona influencia) y localidad.

Se definió entre las especies colectadas y según lo reportado en estudios previos, y la clasificación hecha por Gradstein, *et al*/ 2001, aquellas especies con potencial como indicadores de hábitat en la RBSM. Se realizaron tres tipos de análisis: Diversidad de especies, Especificidad especie-sustrato y Asociaciones ecológicas.

El análisis de especificidad especie-sustrato, se realizó con base a la siguiente clasificación de sustratos: epífita, epifílica, epilítica, corteza, suelo y tronco caído. Esta clasificación ha sido utilizada extensamente en estudios previos (Gradstein et al, 2001; Gradstein y Pinherio, 2003, Freire et. al, 2004). Las asociaciones ecológicas se analizaron con base a la clasificación propuesta por Gradstein, *et al*/ 2001 en especies típicas de sombra, especies de áreas con alta incidencia de luz solar y especies generalistas. Esta clasificación ha sido recientemente utilizada en Guatemala, en el estudio realizado en la Reserva Privada Chelemhá (Pérez, 2006).



#### 4 RESULTADOS

Se colectó un total de 338 ejemplares de hepáticas, correspondientes a los números de colecta FR1600a al FR2162a. Se colectó un total de 117 especies. Las especies más abundantes fueron: *Arachniopsis diacantha* (Mont.) Howe, *Cephalozia crassifolia* (Lindenb. & Gottsche) Fulford y *Lophocolea muricata* (Lehm.) Nees. En el tiempo que duró el trabajo de campo, no fue posible muestrear la zona de influencia de la comunidad de Albores El Carmen, debido a que en el área han ocurrido eventos delictivos, razón por la cual las autoridades de la Reserva (Fundación Defensores de la Naturaleza), han restringido el acceso a esta zona.

Con base a los resultados encontrados, se determinó que sí existen diferencias en la composición de la hepatoflora presente en la zona de influencia (ZI) y la zona núcleo (ZN) de las comunidades estudiadas. Las diferencias encontradas probablemente son debido a una combinación de factores entre los que cabe mencionar: diferencias en la altitud de las parcelas muestreadas y diferentes condiciones microclimáticas y disponibilidad de nichos y sustratos disponibles. A continuación se presentan los resultados detallados.

##### 4.1 DIVERSIDAD DE ESPECIES

Las 117 especies de hepáticas identificadas pertenecen a 44 géneros y 15 familias, la mayoría de ellas hepáticas foliosas. El listado de las especies colectadas se presenta en el Cuadro 7-1. La familia con mayor número de ejemplares colectados es Lejeunaceae, con 132 ejemplares, pertenecientes a 49 especies, seguida por Plagiochilaceae con 35 ejemplares, pertenecientes a 21 especies. El resumen de familias colectadas por localidad se presenta en el Cuadro 4-1.

Cuadro 4-1: Ejemplares colectados por familia.

Familia	Ejemplares colectados*					Total por familia
	Por tratamiento		Por localidad			
	ZN	ZI	Albores	El Paraíso	Morán	
Aneuraceae	5	15	7	2	11	20
Calypogeiaceae	4	9	3	4	6	13
Cephaloziaceae	0	18	10	0	8	18
Geocalycaceae	2	22	7	1	16	24
Jubulaceae	2	8	6	1	3	10
Jungermanniaceae	0	1	1	0	0	1
Lejeuneaceae	40	92	20	51	61	132
Lepidoziaceae	5	33	15	8	15	38
Metzgeriaceae	9	13	6	7	9	22

Familia	Ejemplares colectados*					Total por familia
	Por tratamiento		Por localidad			
	ZN	ZI	Albores	El Paraíso	Morán	
Pallaviciniaceae	0	5	2	0	3	5
Plagiochilaceae	6	29	16	3	16	35
Porellaceae	2	0	0	0	2	2
Radulaceae	0	8	3	2	3	8
Trichocoleaceae	0	9	6		3	9
Indeterminada	0	1	0	1	0	1
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>263</b>	<b>102</b>	<b>80</b>	<b>156</b>	<b>338</b>

\*Como se menciona en la sección 7.5.2 de este documento, el esfuerzo de colecta fue igual en todas las parcelas de muestreo; **Fuente:** datos de campo

Como se observa en el Cuadro 4-1, el número de ejemplares colectadas en la comunidad de Morán fue 156; en Albores se colectaron 102 ejemplares mientras que en El Paraíso únicamente 80 ejemplares. En general, fue la zona de influencia (ZI), donde se colectó el mayor número de ejemplares botánicos (263 colectas). Referente al número de especies colectadas, el mayor número se obtuvo en la zona núcleo de la comunidad de Morán (55 especies), seguido por la zona núcleo de Albores (45 especies) y la zona núcleo de El Paraíso (31 especies). Estos resultados se presentan en el Cuadro 4-2.

Cuadro 4-2: Número de especies colectadas.

Localidad	Tratamiento	Número de especies
Albores	ZN	45
	ZI*	-
Morán	ZN	55
	ZI	29
El Paraíso	ZN	31
	ZI	15

\*: Área no muestreada. **Fuente:** Datos de campo.

Al comparar la composición de especies entre las áreas muestreadas, mediante un análisis de agrupamiento (Figura 7-1), se observa que la ZN de Albores y ZN de Morán presentan una similitud de casi 100%, al compartir casi la totalidad de especies. Las áreas ZI de Morán y ZN de El Paraíso, poseen una similitud de alrededor del 75 %. La ZI de la comunidad de El Paraíso es muy diferente en cuanto a composición de especies. Esta comunidad se encuentra a la menor altura sobre el nivel del mar, siendo el área muestreada con menor número de especies colectadas (15 especies). El análisis de

agrupamiento tomando en cuenta únicamente la zona núcleo se presenta en la Figura 8-2, éste demuestra que la ZN de El Paraíso es la más diferente a las otras (Morán y Albores el Carmen), las cuales son casi idénticas en composición de especies. Debido a que no se muestreó en la ZI de Albores el Carmen, no fue posible realizar este análisis para el tratamiento zona de influencia. Sin embargo, con base en la riqueza de especies observadas, es posible decir que la ZI de Morán, en la que se encontraron 29 especies, es más diversa que la ZI de El Paraíso, con 15 especies.

#### 4.2 ESPECIFICIDAD ESPECIE-SUSTRATO

Las especies colectadas fueron agrupadas según el tipo de sustrato en el cual estaban presentes. Como se menciona en la sección de métodos, los sustratos considerados en este análisis fueron: planta (epífitas), hoja (epifíticas), roca (epilítica), corteza, suelo y tronco caído. De los 338 ejemplares colectados, la mayoría fueron epífitas (102 colectas), luego están las especies colectadas sobre troncos caídos (91 colectas). El menor número de colectas por sustrato corresponde a las especies epilíticas (creciendo sobre rocas) con 10 colectas. Estos resultados se presentan en el Cuadro 4-3. Es importante mencionar que algunas especies presentan una alta especificidad para su sustrato, mientras que otras como *Riccardia* aff. *sprucei* y *Cephalozia crassifolia*, entre otras, se encontraron presentes en diferentes tipos de sustratos. El sustrato en que fue colectada cada especie se presenta en el Cuadro 7-2.

Cuadro 4-3: Número de especies colectadas por sustrato en cada localidad.

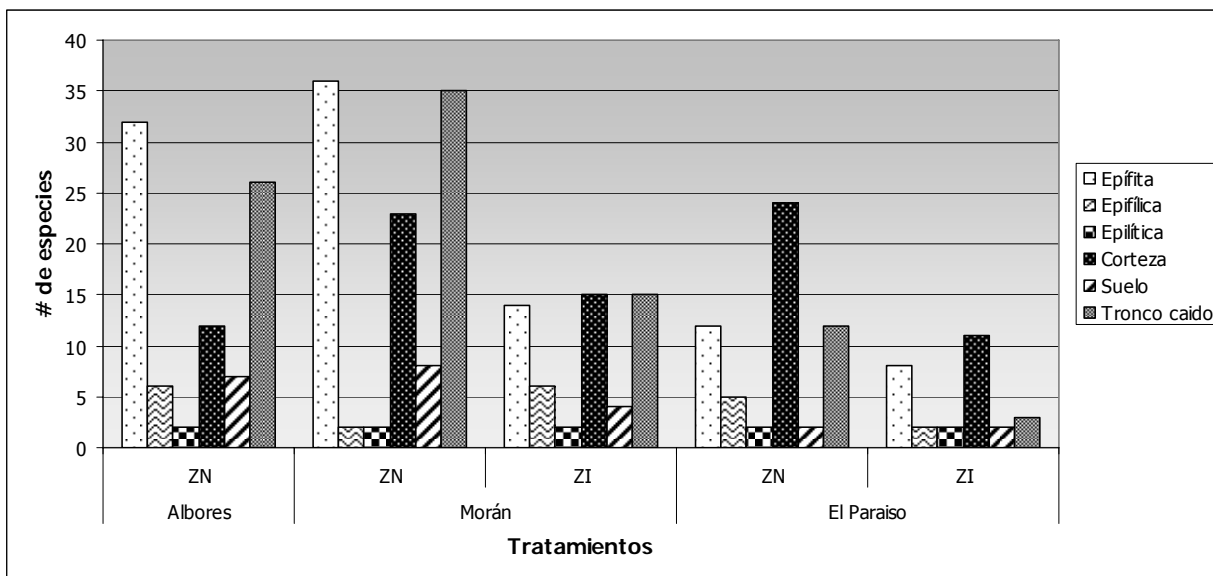
Localidad	Tratamiento	Epífita	Epifítica	Epilítica	Corteza	Suelo	Tronco caído
Albores	ZN	32	6	2	12	7	26
Morán	ZN	36	2	2	23	8	35
	ZI	14	6	2	15	4	15
El Paraíso	ZN	12	5	2	24	2	12
	ZI	8	2	2	11	2	3
<b>Total</b>		102	21	10	85	23	91

Fuente: Datos de campo.

Al comparar la especificidad de sustrato por tratamiento en cada localidad muestreada, se observa que en la ZN de las comunidades de Albores y Morán, la mayoría de especies son epífitas, mientras que en la ZN de El Paraíso la mayoría de especies fueron colectadas sobre cortezas de árboles vivos. En la ZI de Morán, la mayoría de especies fue colectada sobre corteza de árboles vivos o sobre troncos caídos, mientras que en la ZI de El Paraíso la mayoría de especies fueron colectadas sobre corteza de árboles vivos u otras partes vegetativas (consideradas epífitas). (Ver Figura 4-1). En el

análisis DCA realizado, se observa que no existe una relación entre los tratamientos por localidad, y la especificidad para cada tipo de sustrato. En este análisis se observa que la relación especie-sustrato es similar para las especies colectadas en el tratamiento ZN de las comunidades de Albores y Morán y que la comunidad de El Paraíso presenta una relación especie-sustrato particular, probablemente debido a la composición de especies en dicha zona. (Ver figura 8-4)

Figura 4-1: Especies colectadas por sustrato en cada localidad.



Fuente: Datos de campo.

### 4.3 ASOCIACIONES ECOLÓGICAS

Con base a la identidad de las especies colectadas y las características particulares del hábitat y condición de paisaje donde se colectaron, las hepáticas fueron agrupadas según la clasificación de asociaciones ecológicas propuesta por Gradstein, et al 2001. Esta clasificación incluye especies y grupos de hepáticas típicas de bosques montano y montano bajo, además de bosques nubosos. Con base a esta clasificación, las especies colectadas se presentan agrupadas según especies típicas de sombra, áreas con alta incidencia de luz solar y especies generalistas.

#### 4.3.1 ESPECIES DE ÁREAS CON SOMBRA

Aquí se incluyen aquellas especies de hepáticas, que son típicas de lugares sombreados, como el sotobosque y partes bajas del dosel. Las especies incluidas en este grupo generalmente requieren de niveles altos de humedad, por lo que algunas especies son consideradas poco tolerantes a cambios o perturbaciones en el bosque como raleo,

poda y deforestación. De este grupo se colectó la especie *Archilejeunea parviflora*, y varias especies de los géneros: *Lejeunea*, *Plagiochila*, *Trichocolea* y *Prionolejeunea*.

#### **4.3.2 ESPECIES DE ÁREAS CON ALTA INCIDENCIA DE LUZ SOLAR**

Este grupo incluye especies colectadas que son típicas de lugares abiertos o con mayor incidencia de luz y viento como la parte alta del dosel, bordes de bosque así como orillas de caminos y brechas. Algunas de estas especies están bien adaptadas a la desecación e incidencia solar, por lo cual son consideradas tolerantes. De este grupo se colectó la especie *Leptoscyphus amphibolius*, además de varias especies del género *Frullania*.

#### **4.3.3 ESPECIES GENERALISTAS**

Este grupo incluye especies que están adaptadas a áreas con sombra (altos niveles de humedad) y áreas abiertas con alta incidencia de luz y viento (bajos niveles de humedad). De este grupo se colectaron varias especies de los géneros: *Ceratolejeunea*, *Cheilolejeunea*, *Lejeunea*, *Bazzania*, *Drepanolejeunea*, *Lepidozia* y *Metzgeria*. En el caso del género *Bazzania*, cabe mencionar que una comparación con la revisión hecha por Freire & Sallazar Allen en el 2006, sugieren que se colectó el 35 % de las especies del género reportadas para Guatemala.

## **5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1 DIVERSIDAD DE ESPECIES**

La diversidad de especies encontrada en las áreas muestreadas de la RBSM es considerada alta en comparación con estudios previos (Gradstein y Vaña, 1994; Barahona, 1997; Freire *et al*, 2004 y Pérez, 2006), y probablemente es debida a la variedad de microhábitats evaluados en la zona. La diversidad de géneros encontrada corresponde al 24 % de los géneros de hepáticas reportadas para el Neotrópico (Freire y Salazar, 2006). En el caso de la zona núcleo de Albores y zona núcleo en Morán, la diversidad es similar a la reportada por estudios previos realizados en bosques nubosos en Guatemala (Freire *et. al*, 2004).

En la zona núcleo del El Paraíso, en cambio, la diversidad de hepatoflora encontrada es menor, probablemente por dos razones: 1) esta zona se encuentra a menor altitud (aproximadamente 350 msnm) y 2) esta zona está siendo intervenida para extracción ilegal de madera, por lo que posee mayor presencia de caminos y brechas. La zona de influencia en la RBSM presenta una diversidad de ambientes y una variada composición de las especies de árboles y arbustos que conforman el dosel y el sotobosque. Algunas de las especies de plantas vasculares en el área son típicas de ambientes perturbados (Morales *et. al*, 2005). Esta diversidad de ambientes podría sugerir una mayor disponibilidad de

nichos disponibles para la colonización por briofitas, sin embargo la alta incidencia de luz debida a la extracción selectiva de madera y la abundancia de brechas y caminos alteran las condiciones microclimáticas, siendo factores limitantes en la colonización de especies. Además, muchas de las áreas en la zona de influencia corresponden a vegetación secundaria, como guamiles y astilleros (Morales *et. al*, 2005).

Los resultados del presente estudio concuerdan con los resultados de un estudio realizado en 1996 por Pocs, donde se establece que la familia más abundante para el Neotrópico es Lejeunaceae. Otra familia abundante en las colectas realizadas fue Plagiochilaceae. Ambas familias pertenecen al grupo de hepáticas foliosas y presentan una gran variabilidad morfológica, lo cual ha permitido su especificidad y abundancia en ambientes tropicales. Para el presente estudio, de ambas familias fue colectado material estéril, por lo cual algunas colectas de estas familias no fueron identificadas a nivel de especie. Esto significa que una posterior revisión de este material y/o colectas posteriores podrían aportar información relevante a la diversidad de las especies de estas familias en el área. El género *Lejeunea* es un género pantropical con aproximadamente 100 especies, la mayoría de las cuales son plantas muy pequeñas y difíciles de identificar, por lo que en la actualidad la identidad de algunas especies aún está siendo revisada (Gradstein, *et al* 2001). En el presente estudio este género constituye aproximadamente el 11 % del material colectado, con 39 ejemplares colectados en los cinco sitios de muestreo. Es importante mencionar que fueron colectadas muy pocas hepáticas talosas, probablemente debido a la poca disponibilidad de sustrato apto para el establecimiento de éstas (ver sección siguiente). Las especies talosas colectadas pertenecen al grupo especies consideradas generalistas, en relación a su sustrato. Entre las hepáticas talosas colectadas están *Riccardia* aff. *sprucei* y varias especies del género *Metzgeria*.

## 5.2 ESPECIFICIDAD ESPECIE-SUSTRATO

Con base a los resultados obtenidos y los análisis realizados (Figura 8-3 y Figura 8-4), la probable preferencia de las especies por un sustrato particular, en los tratamientos estudiados, sugiere que ésta podría estar relacionada con la disponibilidad de microhábitats disponibles en cada localidad. Como se observa en el Cuadro 8-4, en todas las comunidades muestreadas se colectaron hepáticas de todos los sustratos estudiados, sin embargo, en la zona núcleo de la comunidad de Morán se colectó la mayor cantidad de hepáticas para cada uno de los sustratos estudiados, excepto el grupo de hepáticas epifíticas y hepáticas colectadas sobre corteza.

En términos generales, fueron más comunes las hepáticas colectadas sobre corteza, aunque un análisis detallado por tratamiento (Figura 8-4), demuestra que los lugares con la mayor estratificación vertical (bosques mejor conservados), ambos en la zona núcleo de

Albores y Morán, las especies epífitas y las colectadas sobre troncos caídos, también son abundantes. En estas comunidades, la cantidad de lluvia (incluyendo precipitación horizontal) y humedad relativa en el ambiente, son mayores y más constantes que en la comunidad de El Paraíso. Es importante mencionar que la dispersión de hepáticas epífitas y epifíticas está limitada por la cantidad de precipitación de un área determinada (Newmaster et. al, 2003), además cabe mencionar que en estos sitios se observaron abundantes ramas, hojas y troncos caídos del dosel, lo cual podría explicar la presencia de algunas especies tolerantes a sol (e.g. *Lejeunea amphibolius* y *Frullania* spp.). Las especies tolerantes al sol son, en muchos casos, especies típicas del dosel o estratos superiores del bosque, por lo que frecuentemente no son muestreadas a menos que se utilice algún método de muestreo de dosel.

Los sustratos en los cuales se colectó menor número de hepáticas fueron suelo y roca (sustrato epilítico). Esto puede deberse a la composición de las rocas, o la susceptibilidad a erosión del suelo tipo arcilloso limoso, que presenta la Reserva. Además, la densa capa de materia orgánica en constante descomposición debido a la humedad y temperatura, probablemente contribuye a limitar el establecimiento directo de hepáticas sobre el suelo. Otro factor que podría estar limitando el establecimiento de hepáticas en el suelo puede ser la potencial acumulación de sustancias químicas por depósitos de metabolitos secundarios, como alcaloides, terpenoides y taninos, entre otros, presentes en la materia orgánica sobre el suelo (Dewik, 2002). Algunas de las especies presentes en el área, entre las que están *Manilkara achras* y *Pouteria mammosa* (Morales J. et. al 2005), presentan abundantes metabolitos secundarios pudiendo llegar a depositar grandes cantidades de los mismos en la materia orgánica del suelo.

### 5.3 DISTRIBUCIÓN DE BRIOFITAS EN LA RBSM

El rango altitudinal abarcado en este estudio (aproximadamente 300- 1800 msnm), representa un rango muy amplio, en el cual se observan cambios en la vegetación vascular, variando desde bosque montano bajo a bosque nuboso. Por esta razón las condiciones microclimáticas entre tratamientos y entre localidades son diferentes. Probablemente ésta sea la razón por la cual no fue posible observar un patrón definido en la distribución de especies, géneros o familias de hepáticas encontradas. Otro factor determinante que podría explicar los resultados obtenidos es el área muestreada y el arreglo espacial de los tratamientos y/o parcelas de muestreo. En el presente estudio se abarcó un área total de 200 m<sup>2</sup>, lo cual dado lo minucioso del muestreo de briofitas, puede ser considerado un muestreo extensivo<sup>3</sup>, sin embargo, probablemente un arreglo espacial diferente de esta

---

<sup>3</sup> Com. pers. Dra. Virginia Freire Martínez, experta en Briofitas; departamento de Biología, Universidad de Wisconsin, Stevens Point, EEUU.

área (200 m<sup>2</sup>), a lo largo del área muestreada, o un mayor número de tratamientos y réplicas hubiera aportado indicios de un patrón de distribución de especies, géneros o familias de hepáticas en la RBSM; esto solamente podrá ser confirmado mediante estudios posteriores.

La similitud entre las ZI de Morán y ZN de El Paraíso probablemente se deba a las semejanzas en la composición de las plantas vasculares del bosque (Morales J. et. al 2005). Dado que la ZI de Morán ha sufrido extracción selectiva, la composición de especies constituye un ensamble remanente del bosque original, donde predominan los árboles de gran tamaño. Algunas de las especies de plantas vasculares abundantes en ambos sitios son: zapote (*Pouteria mammosa*), chico (*Manilkara achras*), *Miconia* sp. y *Parathesis calophyla*. (Morales et al, 2005).

Respecto a la zona de influencia en general, como ya se ha mencionado, el área más diferente en cuanto a composición de especies es la ZI de la aldea de El Paraíso. Las diferencias encontradas probablemente se deban a que se encuentra a una menor altura que la ZI de la comunidad de Morán, además de estar en un área bastante intervenida. No es posible realizar una comparación con la ZI de la comunidad de Albores el Carmen, ya que esta zona no fue muestreada.

#### **5.4 BRIOFITAS COMO INDICADORAS DE CONDICIÓN DE HÁBITAT**

Estudios realizados por Holz durante 2003 en Costa Rica, sugieren que la recuperación florística de la brioflora es aproximadamente del 46 % en un período de 40 años (tiempo suficiente para que las condiciones de microclima se restablezcan), aunque el tiempo para restablecer la flora vascular de un bosque tropical puede llegar a ser mayor, aproximadamente de 86 años (Kappelle, 1996).

De las 117 especies colectadas, las especies *Archilejeunea parviflora*, así como algunas especies de los géneros *Lejeunea*, *Plagiochila*, *Trichocolea* y *Prionolejeunea*, son consideradas indicadoras de áreas bien conservadas (ZN), ya que requieren de un ambiente con bastante humedad, siendo poco tolerantes a la desecación (Gradstein, et al 2001). Algunas especies que tienen el potencial de habitar la zona de influencia no se encontraron durante los muestreos, probablemente debido a que han desaparecido de la misma, y por lo tanto pueden ser consideradas indicadoras de regeneración, bajo el supuesto de que estos bosques no sean intervenidos en un período de tiempo largo. Sin embargo para dar sustento a esta posibilidad es necesario realizar estudios, que además de aportar información sobre la diversidad florística, contemplen medición de factores ambientales. Por el contrario la especie *Leptoscyphus amphibolius* y algunas especies del género



*Frullania* son consideradas típicas de ambientes intervenidos (ZI), ya que son tolerantes a la desecación y alta incidencia de luz (Gradstein, et al 2001).

Las especies epifíticas fueron poco abundantes<sup>4</sup> en la zona de influencia en comparación con su abundancia en la zona núcleo, probablemente debido a que los bosque en la ZI son más abiertos y con menor densidad de árboles (Morales *et. al*, 2005), lo cual reduce la cantidad de sustrato (hojas de plantas vasculares) disponible para la colonización de las mismas. Por esta razón estas especies pueden ser consideradas poco tolerantes. Estas especies son: *Odontolejeunea lunulata*, *Microlejeunea epiphylla*, *Lejeunea glaucescens* y *Drepanolejeunea mosenii*.

Algunas especies son consideradas poco frecuentes en el tratamiento ZN y no pertenecen a los grupos de hepáticas adaptadas a alta incidencia de luz o hepáticas generalistas, probablemente porque dependen de las condiciones microclimáticas (temperatura, humedad y baja incidencia de luz solar) presentes en la zona núcleo; por esta razón éstas pueden ser consideradas como especies indicadoras de esta condición de paisaje (ZN). Estas especies son: *Heteroscyphus combinatus*, *Lepidolejeunea ornata*, *Prionolejeunea mucronata* y *Radula aff. elliotii*.

El bajo número de especies talosas encontradas puede deberse a que por lo general, éstas están asociadas a cuerpos de agua (quebradas, riachuelos o sitios con escorrentía). Debido a la topografía en la RBSM, las parcelas muestreadas se ubicaron en áreas accesibles para los investigadores, dejando fuera quebradas, riachuelos o sitios con escorrentía que podrían constituir potenciales hábitats para especies poco abundantes en el área.

Los resultados encontrados en este estudio sugieren que algunos grupos de briofitas pueden ser buenos indicadores, sin embargo tal como encontró Ormerod *et al* 1994, en un estudio sobre indicadores ecológicos, estos datos deberían ser confirmados mediante el monitoreo de otros grupos taxonómicos. Otros autores sugieren analizar los datos de briofitas como indicadores de condición de hábitat de forma conjunta con datos de calidad de suelo y uso de la tierra (Vanderpoorten, 2002), sin embargo, debido a la falta de esta información en los lugares de muestreo este análisis no fue realizado.

---

<sup>4</sup> Abundancia relativa determinada con base al número de ejemplares colectados en cada parcela de muestreo.

## 6 **REFERENCIAS**

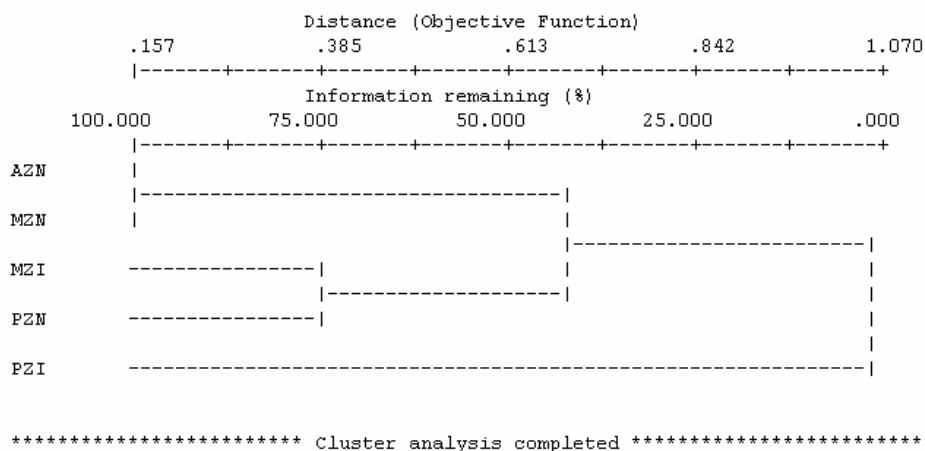
1. **Barahona E., et al.** 1997. Estudio preliminar de la brioflora en dos localidades de la costa ecuatoriana. *Funbotánica*. Quito, Ecuador.
2. **Conard, H.S. & P. L. Redfearn.** 1979. *How to know the mosses and liverworts*. Wcb mcgraw-hill, EU. 302 p.
3. **Dauphin, G., S. R. Gradstein, et al.** 1998. Additions to the hepatic flora of Costa Rica ii. *Lindbergia* 23: 74-80.
4. **Dauphin, G.** 1999. Bryophytes of Cocos island, Costa Rica: diversity, biogeography and ecology. *Revista de Biología Tropical* 47: 309-328.
5. **Delgadillo C., y M. Cárdenas;** 1990. *Manual de Briofitas*. Cuadernos del Instituto de Biología 2ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México -UNAM-, México DF. 135 pp.
6. **Dewik P.;** 2002. *Medicinal Natural Products: A Biosybtethical Aproach*. Escuela de Ciencias Farmaceuticas, Universidad de Nottingham, Inglaterra. John Willey & Son Ltd. 512 pp.
7. **Freire, V., et al.** 2006 "Distribución de las hepáticas presentes en el sendero interpretativo "Los Musgos" del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Lic. Mario Dary Rivera", Purulhá, Baja Verapaz." En: Libro de Resúmenes del IX Congreso Latinoamericano de Botánica. Santo Domingo, República Dominicana.
8. **Freire, V. y Salazar N.;** 2006. Introducción a la Diversidad de las Briofitas en Guatemala. En Cano E. (ed). *Biodiversidad de Guatemala Vol. 1;* 2006. p 49-53.
9. **Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN).** 2003 Tercer plan maestro 2003-2008: Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Guatemala.
10. **Gradstein, S. R.** 1989. A key to the hepaticae and anthocerotae of Puerto Rico and the Virgin Islands. *The Bryologist* 92(3).p. 329-348.
11. **Gradstein, S. R.** 1992. The vanishing tropical rain forest as an environment for bryophytes and lichens. *Bryophytes and lichens in a changing environment*. J. W. Bates y a. M. Farmer eds., p. 234-258. Oxford Science Publications.
12. **Gradstein, S. R., A. Lücking, M. I. Morales & G. Dauphin.** 1994. Additions to the hepatic flora of Costa Rica. *Lindbergia* 19: 73-86.
13. **Gradstein, S. R. & J. Vaña.** 1994. A boreal bryophyte community in a tropical montane forest of Mexico. *Tropical Bryology* 9: 31-34.
14. **Gradstein, S. R., D. Griffin, M. I. Morales, & N. Nadkarni.** 2001. Diversity and habitat differentiation of mosses and liverworts in the cloud forest of Monteverde, Costa Rica. *Caldasia* 23: 203-212.
15. **Gradstein, S. R., S.P. Churchill, & N.Salazar Allen,** ed. 2001. *Guide to the bryophytes of tropical America*. New York. USA, memoirs of the New York Botanical Garden, volumen 86; 577pp.

16. **Gradstein, S. R., & D. Pinheiro**, 2003 The hepaticae and anthoceros of Brazil New York. USA, memoirs of the New York Botanical Garden volumen 87; 318 pp.
17. **Hallingback, T, & Hodgetts N.** (editores) 2000 Mosses, liverworts and hornworts: a status survey and conservation action plan for bryophytes. UICN. Gland. Switzerland and Cambridge, UK. 106pp.
18. **Holz, I.**; 2003. informe de tesis: Diversity and Ecology of Briophytes and Macrolichens in Primary and Secondary Montane Quercus Forest, Cordillera de Talamanca Costa Rica. Universidad de Göttingen. 176 pp.
19. **Hylander K. et. al.**; 2002. Evaluating Buffer strips along boreal streams using Briophytes as indicators. Ecological Applications, 12(3), 2002. 797–806 pp Publicado por la Ecological Society of America.
20. **Instituto Geográfico Nacional (IGN)**. 2000 Diccionario Geográfico de Guatemala (2ª. ed). Guatemala: Gall, F (Comp.)
21. **Kappelle, M., Geuze, T., Leal, M.E.**; 1996. Sucesional age and Forest structure in a Costa Rican upper montane Quercus forest. Journal of tropical Ecology, 12: 681-698.
22. **Mcune B., & M.J. Mefford**. 1997, Multivariate analysis for ecological data version 3.12 MJM software, Gleneden Beach, Oregon EUA ©1991
23. **Mervin, M. C., S. R. Gradstein & N. Nadkarni**. 2001. Epiphytic bryophytes of Monteverde, Costa Rica. Tropical bryology 20: 63-70.
24. **Mishler, B. D.** 2001. "The biology of bryophytes: bryophytes aren't just small tracheophytes (book review)." American journal of Botany 88 (11): 2129-2131.
25. **Miller, H. A.** 1982. Bryophyte evolution and geography. Biological Journal of de Linnaean Ssociety, 18, p.145-196.
26. **Morales, M. I.** 1991. Las hepáticas comunicadas para Costa Rica. Tropical bryology 4: 25-57.
27. **Morales J. et. al**, 2005. Informe final del Proyecto: Programa Piloto de Conservación y manejo de Especies Cinegéticas, en tres comunidades de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas (RBSM). Proyecto FODECYT No. 12-03. Con el co-financiamiento de CONCYT y FONACON.
28. **Newmaster S., R. Belland, A., Arsenault & D. Vitt.** 2003. Patterns of bryophyte diversity in humid coastal and inland cedar–hemlock forests of British Columbia. Environ. Rev. 11: S159–S185 (Suppl. 1). Canada
29. **Ormerod, S.J., Rundle S.M. y Wilkinson G.P**; 1994. Altitudinal trends in the diatoms, bryophytes, macroinvertebrates and fish of a Nepalese river system. Feshwater Biology 32 (2), 09–322.
30. **Pérez M.** 2006. Informe de tesis: Composición de la hepatoflora en tres estados de sucesion vegetal: bosque, guamil y cultivo en las comunidades Chelema I y II,

- Tucurú, Alta Verapaz, Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de biología, Universidad de San Carlos de Guatemala. 60pp.
31. **Pocs, T.** 1982. Tropical forest bryophytes. *Bryophyte Ecology*. A. J. E. Smith ed., p. 59-104. Chapman and Hall, Londres.
  32. **Richards, P. W.;** 1984. The ecology of Tropical Forest Briophytes. En R.M. Shuster (ed.); *New Manual of Briology*. Vol 2. Hattori Botanical Laboratory, Nichinan Japón. 1233-1270 pp.
  33. **Pocs T.** 1996 Epiphyllous liverwort diversity at worldwide level and its threat and conservation. *Annals Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. Mexico, ser. Bot.* 67 (1):109-127.
  34. **Schofield, W. B.** 1992. Bryophyte distribution patterns. *Bryophytes and lichens in a changing environment*. J. W. Bates y a. M. Farmer eds., p. 103-130. Oxford Science Publications.
  35. **Secaira, E., A. Lehnhoff, A. Dix, y O. Rojas.** 2000. Delegando el manejo de un área protegida a una ONG: el caso de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas en Guatemala. Monografía trasladando el poder: la descentralización y la conservación de la biodiversidad. Washington, D.C, EUA: Biodiversity Support Program.
  36. **Stadtmuller, T.** 1987. Los bosques nublados en el trópico húmedo. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 85 p.
  37. **Stotler, R., N. Salazar Allen, S. R. Gradstein, W. McGuinness, A. Whittemore & C. Chung.** 1998. A checklist of the hepatics and anthocerotales of Panamá. *Tropical bryology* 15: 167-195.
  38. **IUCN.** 2006. IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en <http://www.iucnredlist.org/> Visitada en octubre de 2006.
  39. **Vanderpooten, A. y Engels, P.;** 2002. The effects of environmental variation on bryophytes at a regional scale. *Ecography* 25: 513–522.
  40. **Whittemore, A. T. & B. Allen.** 1996. The liverworts and hornworts of Belize. *Bryologist* 99: 64-70.

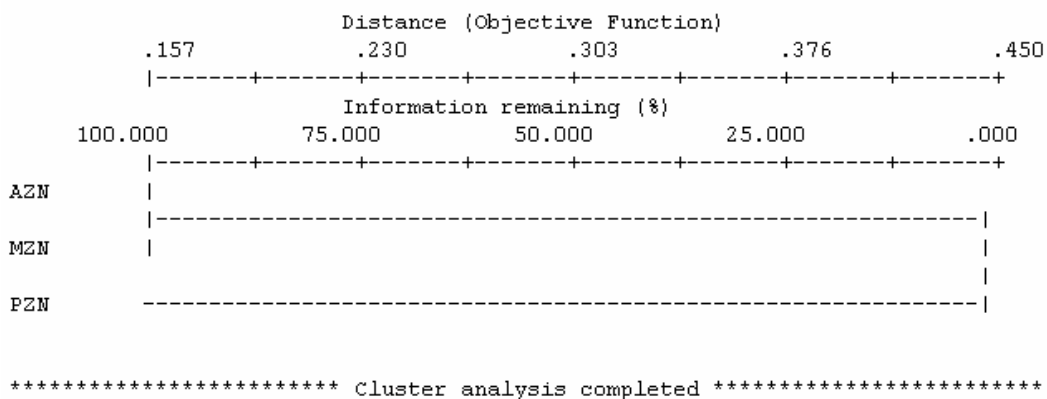
7 **FIGURAS Y TABLAS**

Figura 7-1: Análisis de agrupamiento entre tratamientos muestreados.



Fuente: Datos de campo.

Figura 7-2: Análisis de agrupamiento para el tratamiento zona núcleo.



Fuente: Datos de campo.

Cuadro 7-1: Familias y especies de hepáticas colectadas en la RBSM.

Familia	Especie	Albores		Moran		El Paraíso	
		ZN	ZI	ZN	ZI	ZN	ZI
Aneuraceae	<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort				√		
	<i>Riccardia</i> aff. <i>sprucei</i> (Steph.) Meenks & De Jong	√		√		√	√
	<i>Riccardia metzgeriiformis</i> (Steph.) R.M. Schust	√					
Calypogeiaceae	<i>Calypogeia</i> aff. <i>elliottii</i> Steph						√

Familia	Especie	Albores	Moran		El Paraíso	
		ZN	ZN	ZI	ZN	ZI
	<i>Calypogeia</i> aff. <i>tenax</i> (Spruce.) Steph					√
	<i>Calypogeia laxa</i> Gottsche & Lindenb.		√			
	<i>Calypogeia lechleri</i> (Steph) Steph		√			
	<i>Calypogeia peruviana</i> Nees & Mont	√	√	√	√	
Cephaloziaceae	<i>Cephalozia crassifolia</i> (Lindenb. & Gottsche) Fulford	√	√			
	<i>Nowellia curvifolia</i> (Dickson) Mitt.	√	√			
Geocalycaceae	<i>Heteroscyphus combinatus</i> (Nees) Schiffn.		√			
	<i>Leptoscyphus amphibolius</i> (Nees) Grolle	√	√			
	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.		√			√
	<i>Lophocolea martiana</i> Nees			√		
	<i>Lophocolea muricata</i> (Lehm.) Nees	√	√			
Jubulaceae	<i>Frullania</i> aff. <i>brasiliensis</i> Raddi	√	√			
	<i>Frullania beyrichiana</i> (Lehm & Lindenb.) Lehm & Lindenb.			√		
	<i>Frullania brasiliensis</i> Raddi	√				
	<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees				√	
	<i>Frullania dusenii</i> Steph			√		
	<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	√				
Jungermanniaceae	<i>Jamesoniella rubricaulis</i> (Nees) Grolle	√				
Lejeuneaceae	<i>Acanthocoleus aberrans</i> (Lindenb. & Gottsche) Krujit	√		√		
	<i>Anoplolejeunea conferta</i> (Meissn) A. Evans					√
	<i>Aphanolejeunea</i> sp.		√	√		
	<i>Archilejeunea parviflora</i> (Nees) Schiffn					√
	<i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees		√	√		
	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>valida</i> Evans	√				
	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>brevinervis</i> (Spruce) Evans			√		
	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn				√	
	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>cubensis</i> (Mont.) Schiffn		√			
	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>spinosa</i> (Gott.) Steph	√	√			
	<i>Ceratolejeunea confusa</i> R.M. Schust				√	
	<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn				√	
	<i>Ceratolejeunea cubensis</i> (Mont.) Schiffn.		√			
	<i>Ceratolejeunea desciscens</i> (Sande Lac.) Steph					√
	<i>Ceratolejeunea laetefusca</i> (Austin) R.M. Schust					√
	<i>Ceratolejeunea rubiginosa</i> Gottsche ex Steph.			√		
	<i>Ceratolejeunea valida</i> Evans	√				
	<i>Cheilolejeunea</i> aff. <i>comans</i> (Spruce) R.M. Schust				√	
	<i>Cheilolejeunea discoidea</i> (Lehm & Lindenb) Karchr & R.M. Schu It					√
	<i>Diplasiolejeunea cavifolia</i> Steph.				√	
<i>Drepanolejeunea</i> aff. <i>crassiretis</i> A. Evans		√				
<i>Drepanolejeunea araucariae</i> Steph		√		√		

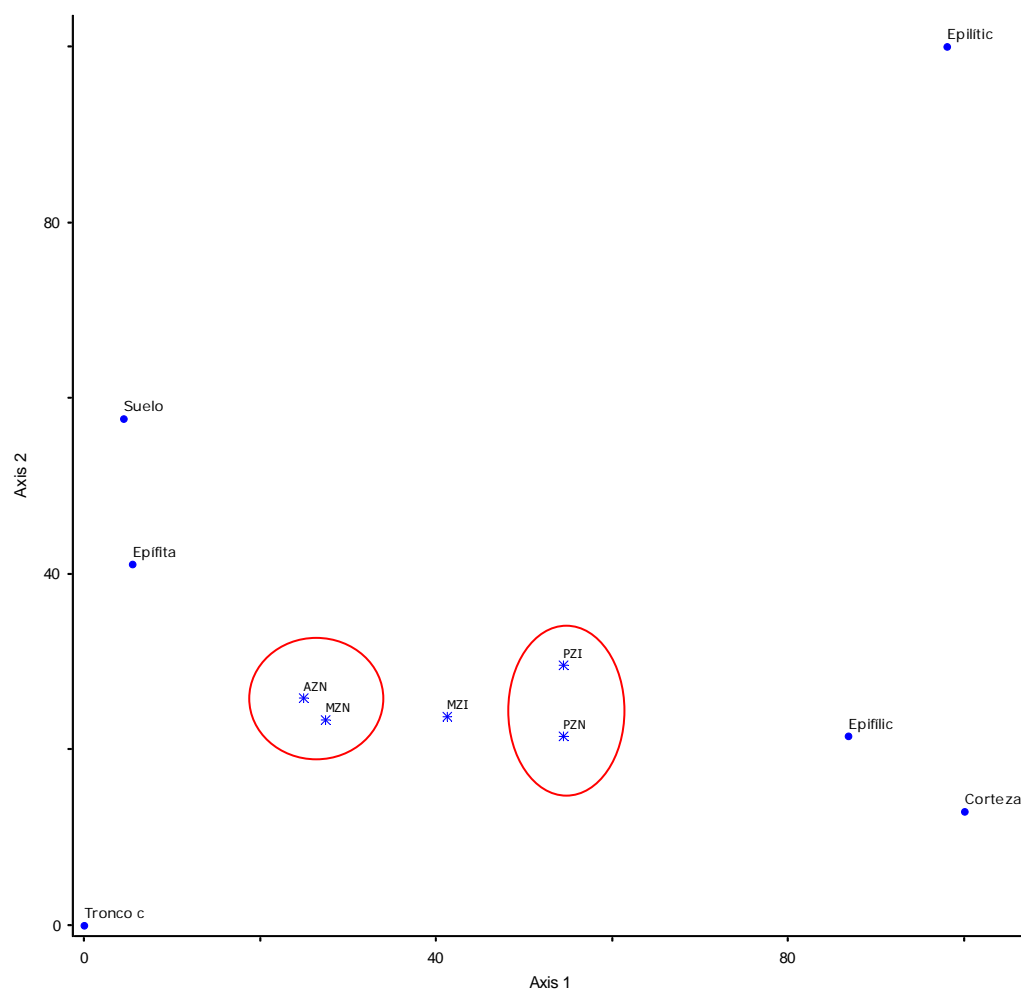
Familia	Especie	Albores	Moran		El Paraíso	
		ZN	ZN	ZI	ZN	ZI
	<i>Drepanolejeunea bidens</i> (Steph) A. Evans		√			
	<i>Drepanolejeunea mosenii</i> (Steph) Bisch.			√		
	<i>Drepanolejeunea biocellata</i> A. Evans	√				
	<i>Drepanolejeunea</i> aff. <i>biocellata</i> A. Evans	√				
	<i>Harpalejeunea</i> aff. <i>subacuta</i> A. Evans		√			
	<i>Harpalejeunea oxyphylla</i> (Nees & Mont.) Steph		√			
	<i>Harpalejeunea stricta</i> (Lindenb. & Gottsche) Steph		√	√	√	
	<i>Lejeunea</i> aff. <i>cladogyna</i> Evans			√		
	<i>Lejeunea</i> aff. <i>erostrata</i> E. Reiner & Goda					√
	<i>Lejeunea glaucescens</i> Gottsche			√	√	
	<i>Lejeunea laeta</i> (Lehm & Lindenb) Gottsche			√	√	√
	<i>Lejeunea</i> sp.	√	√	√	√	√
	<i>Lepidolejeunea ornata</i> (H. Rob.) R.M. Schust	√				
	<i>Metalejeunea cucullata</i> (Reinw. et. al) Grolle		√	√	√	
	<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.			√		
	<i>Odontolejeunea lunulata</i> (Weber) Schiffn.			√		
	<i>Prionolejeunea</i> aff. <i>denticulata</i>				√	
	<i>Prionolejeunea aemula</i> (Gottsche) A. Evans		√			
	<i>Prionolejeunea mucronata</i> (Sande Lac.) Steph.	√				
	<i>Prionolejeunea</i> sp.		√			
	<i>Rectolejeunea berteriana</i> (Gottsche ex Steph) A. Evans				√	
	<i>Schiffneriolejeunea</i> sp.				√	
	<i>Symbiezidium barbiflorum</i> (Lindenb & Gottsche) A. Evans		√	√		
	<i>Taxilejeunea isocalycina</i> (Nees) Steph				√	
	<i>Taxilejeunea</i> sp.		√			
	<i>Verdoonianthus marsupiiifolius</i> (Sruce) Gradst.		√			
	<i>Xylolejeunea crenata</i> (Nees & Mont.) X.L. He & Grolle		√			
	Lepidoziaceae	<i>Arachniopsis diacantha</i> (Mont.) Howe	√	√	√	
<i>Bazzania</i> aff. <i>heterostipa</i> (Steph.) Fulford		√	√			
<i>Bazzania gracilis</i> (Hampe & Gottsche) Steph		√			√	
<i>Bazzania heterostipa</i> (Steph) Fulford			√			
<i>Bazzania pallide-virens</i> (Steph) Fulford		√	√			
<i>Bazzania stolonifera</i> (Sw.) Trevis			√		√	
<i>Lepidozia inaequalis</i> (Lehm & Lindenb.) Lehm. & Lindenb		√	√			
<i>Protocephalozia ephemeroide</i> (Spruce) Schiffn.				√	√	√
<i>Protocephalozia</i> sp.				√		
Metzgeriaceae	<i>Metzgeria albinea</i> Spruce		√	√		
	<i>Metzgeria decipiens</i> (C. Massal.) Schiffn. & Gottsche.	√			√	
	<i>Metzgeria leptoneura</i> Spruce	√				
	<i>Metzgeria</i> aff. <i>leptoneura</i> Spruce	√				
	<i>Metzgeria scyphigera</i> A. Evans	√			√	

Familia	Especie	Albores	Moran		El Paraíso	
		ZN	ZN	ZI	ZN	ZI
	<i>Metzgeria</i> sp.	√		√	√	√
	<i>Metzgeria uncigera</i> A. Evans				√	
Pallaviciniaceae	<i>Pallavicinia lyellii</i> (Hook) S.F. Gray	√	√			
	<i>Symphogyna aspera</i> Steph.	√				
	<i>Symphogyna brasiliensis</i> (Nees) Nees & Mont.		√			
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila adiantoides</i> (Sw.) Lindenb.	√				
	<i>Plagiochila aerea</i> Tayl.	√	√			
	<i>Plagiochila</i> aff. <i>bursata</i> (Desv.) Lindenb.		√			
	<i>Plagiochila</i> aff. <i>hypnoides</i> (Willd) Lindenb			√		
	<i>Plagiochila</i> aff. <i>ludoviciana</i> Sull.		√			
	<i>Plagiochila</i> aff. <i>simplex</i> (Sw.) Dum.		√			
	<i>Plagiochila bicornis</i> Hempe & Gott.	√	√			
	<i>Plagiochila bifaria</i> (Sw.) Lindenb.	√	√		√	
	<i>Plagiochila chinantlana</i> Gott.	√	√	√		
	<i>Plagiochila corrugata</i> (Nees) Nees & Mont					√
	<i>Plagiochila divaricata</i> Lindenb.		√			
	<i>Plagiochila exigua</i> (Tayl.) Tayl.	√				
	<i>Plagiochila hypnoides</i> (Willd.) Lindenb.			√		
	<i>Plagiochila lingua</i> Steph	√				
	<i>Plagiochila martiana</i> (Nees) Lindenb.	√				
	<i>Plagiochila simplex</i> (Sw.) Dum.	√				
	<i>Plagiochila</i> sp.	√	√			
	<i>Plagiochila sylvicultrix</i> Spruce		√			
	<i>Plagiochila tenuis</i> Lindenb.		√	√	√	
	<i>Plagiochila vicentina</i> Lindenb.				√	
<i>Plagiochila superba</i> (Nees) Dum		√				
Porellaceae	<i>Porella swartziana</i> (Weber) Trevis			√		
Radulaceae	<i>Radula</i> aff. <i>elliottii</i> Castle		√			
	<i>Radula elliottii</i> Castle	√	√		√	
	<i>Radula mexicana</i> Lindenb. & Gottsche	√	√			
Trichocoleaceae	<i>Trichocolea tomentosa</i> (Sw.) Gottsche	√	√			
Indeterminada	Indet. 1				√	
	<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>55</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>15</b>

ZN: zona núcleo; ZI: zona de influencia; Fuente: Datos de campo.

Figura 7-3: Relación localidad-sustrato





Cuadro 7-2: Especificidad especie-sustrato.

No.	Especie	Sustrato					
		Epífita	Epifilica	Epilítica	Corteza	Suelo	Tronco caído
1	<i>Acanthocoleus aberrans</i> (Lindenb. & Gottsche) Krujit	✓					
2	<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort				✓		✓
3	<i>Anoplolejeunea conferta</i> (Meissn) A. Evans	✓					
4	<i>Aphanolejeunea</i> sp.	✓			✓		✓
5	<i>Arachniopsis diacantha</i> (Mont.) Howe	✓			✓	✓	✓
6	<i>Archilejeunea parviflora</i> (Nees) Schiffn				✓		
7	<i>Bazzania</i> aff. <i>heterostipa</i> (Steph.) Fulford	✓			✓		
8	<i>Bazzania gracilis</i> (Hampe & Gottsche) Steph	✓			✓		
9	<i>Bazzania heterostipa</i> (Steph) Fulford	✓					
10	<i>Bazzania pallide-virens</i> (Steph) Fulford	✓					✓

No.	Especie	Sustrato					
		Epífita	Epifilica	Epilítica	Corteza	Suelo	Tronco caído
11	<i>Bazzania stolonifera</i> (Sw.) Trevis	√			√		
12	<i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees	√			√		
13	<i>Calypogeia</i> aff. <i>elliottii</i> Steph				√	√	
14	<i>Calypogeia</i> aff. <i>tenax</i> (Spruce.) Steph	√					
15	<i>Calypogeia laxa</i> Gottsche & Lindenb.	√				√	
16	<i>Calypogeia lechleri</i> (Steph) Steph				√	√	
17	<i>Calypogeia peruviana</i> Nees & Mont					√	√
18	<i>Cephalozia crassifolia</i> (Lindenb. & Gottsche) Fulford	√			√	√	√
19	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>valida</i> Evans					√	
20	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>brevinervis</i> (Spruce) Evans				√		
21	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn				√		
22	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>cubensis</i> (Mont.) Schiffn						√
23	<i>Ceratolejeunea</i> aff. <i>spinosa</i> (Gott.) Steph			√		√	√
24	<i>Ceratolejeunea confusa</i> R.M. Schust				√		
25	<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn				√		
26	<i>Ceratolejeunea cubensis</i> (Mont.) Schiffn.						√
27	<i>Ceratolejeunea desciscens</i> (Sande Lac.) Steph				√		
28	<i>Ceratolejeunea laetefusca</i> (Austin) R.M. Schust				√		
29	<i>Ceratolejeunea rubiginosa</i> Gottsche ex Steph.				√		
30	<i>Ceratolejeunea valida</i> Evans	√					√
31	<i>Cheilolejeunea</i> aff. <i>comans</i> (Spruce) R.M. Schust						
32	<i>Cheilolejeunea discoidea</i> (Lehm & Lindenb) Karchr & R.M.						
33	<i>Diplasiolejeunea cavifolia</i> Steph.						
34	<i>Drepanolejeunea</i> aff. <i>crassiretis</i> A. Evans		√				√
35	<i>Drepanolejeunea araucariae</i> Steph				√		√
36	<i>Drepanolejeunea bidens</i> (Steph) A. Evans				√		
37	<i>Drepanolejeunea mosenii</i> (Steph) Bisch.		√				
38	<i>Drepanolejeunea biocellata</i> A. Evans		√				
39	<i>Drepanolejeunea</i> aff. <i>biocellata</i> A. Evans		√				
40	<i>Frullania</i> aff. <i>brasiliensis</i> Raddi	√				√	√
41	<i>Frullania beyrichiana</i> (Lehm & Lindenb.) Lehm & Lindenb.						√
42	<i>Frullania brasiliensis</i> Raddi						√
43	<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees				√		
44	<i>Frullania dusenii</i> Steph						√
45	<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.						√
46	<i>Harpalejeunea</i> aff. <i>subacuta</i>						√
47	<i>Harpalejeunea oxyphylla</i> (Nees & Mont.) Steph				√		√
48	<i>Harpalejeunea stricta</i> (Lindenb. & Gottsche) Steph				√		√
49	<i>Heteroscyphus combinatus</i> (Nees) Schiffn.						√
50	<i>Jamesoniella rubricaulis</i> (Nees) Grolle						√

No.	Especie	Sustrato					
		Epífita	Epifilica	Epilítica	Corteza	Suelo	Tronco caído
51	<i>Lejeunea</i> aff. <i>cladogyna</i> Evans	√					
52	<i>Lejeunea</i> aff. <i>erostrata</i> E. Reiner & Goda				√		
53	<i>Lejeunea glaucescens</i> Gottsche		√		√		
54	<i>Lejeunea laeta</i> (Lehm & Lindenb) Gottsche	√		√	√		
55	<i>Lejeunea</i> sp.	√	√	√	√		√
56	<i>Lepidolejeunea ornata</i> (H. Rob.) R.M. Schust	√					
57	<i>Lepidozia inaequalis</i> (Lehm & Lindenb.) Lehm. & Lindenb	√					√
58	<i>Leptoscyphus amphibolius</i> (Nees) Grolle						√
59	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	√			√		
60	<i>Lophocolea martiana</i> Nees					√	
61	<i>Lophocolea muricata</i> (Lehm.) Nees	√			√		√
62	<i>Metalejeunea cucullata</i> (Reinw. et. al) Grolle				√		√
63	<i>Metzgeria albinea</i> Spruce	√			√		√
64	<i>Metzgeria decipiens</i> (C. Massal.) Schiffn. & Gottsche.		√				
65	<i>Metzgeria leptonerua</i> Spruce	√					
66	<i>Metzgeria</i> aff. <i>leptoneura</i> Spruce	√					
67	<i>Metzgeria scyphigera</i> A. Evans	√	√		√		
68	<i>Metzgeria</i> sp.	√	√		√		√
69	<i>Metzgeria uncigera</i> A. Evans				√		
70	<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.		√				
71	<i>Nowellia curvifolia</i> (Dickson) Mitt.	√					√
72	<i>Odontolejeunea lunulata</i> (Weber) Schiffn.	√	√				
73	<i>Pallavicinia lyellii</i> (Hook) S.F. Gray	√					√
74	<i>Plagiochila adiantoides</i> (Sw.) Lindenb.	√					
75	<i>Plagiochila aerea</i> Tayl.	√					
76	<i>Plagiochila</i> aff. <i>bursata</i> (Desv.) Lindenb.	√					
77	<i>Plagiochila</i> aff. <i>hypnoides</i> (Willd) Lindenb	√					
78	<i>Plagiochila</i> aff. <i>ludoviciana</i> Sull.						√
79	<i>Plagiochila</i> aff. <i>simplex</i> (Sw.) Dum.						√
80	<i>Plagiochila bicornis</i> Hempe & Gott.	√					
81	<i>Plagiochila bifaria</i> (Sw.) Lindenb.	√			√		√
82	<i>Plagiochila chinantlana</i> Gott.	√					√
83	<i>Plagiochila corrugata</i> (Nees) Nees & Mont	√					
84	<i>Plagiochila divaricata</i> Lindenb.	√					
85	<i>Plagiochila exigua</i> (Tayl.) Tayl.	√					
86	<i>Plagiochila hypnoides</i> (Willd.) Lindenb.					√	
87	<i>Plagiochila lingua</i> Steph						√
88	<i>Plagiochila martiana</i> (Nees) Lindenb.	√					
89	<i>Plagiochila simplex</i> (Sw.) Dum.	√					
90	<i>Plagiochila</i> sp.	√					

No.	Especie	Sustrato					
		Epífita	Epifilica	Epilítica	Corteza	Suelo	Tronco caído
91	<i>Plagiochila sylvicultrix</i> Spruce	✓					
92	<i>Plagiochila tenuis</i> Lindenb.	✓					✓
93	<i>Plagiochila vicentina</i> Lindenb.	✓					
94	<i>Plagiochila superba</i> (Nees) Dum	✓					
95	<i>Porella swartziana</i> (Weber) Trevis				✓		✓
96	<i>Prionolejeunea</i> aff. <i>denticulata</i>				✓		
97	<i>Prionolejeunea aemula</i> (Gottsche) A. Evans	✓			✓		
98	<i>Prionolejeunea mucronata</i> (Sande Lac.) Steph.	✓					
99	<i>Prionolejeunea</i> sp.	✓					
100	<i>Protocephalozia ephemeroides</i> (Spruce) Schiffn.				✓		
101	<i>Protocephalozia</i> sp.	✓					✓
102	<i>Radula</i> aff. <i>elliottii</i> Castle				✓		
103	<i>Radula elliotii</i> Castle	✓			✓		✓
104	<i>Radula mexicana</i> Lindenb. & Gottsche	✓					✓
105	<i>Rectolejeunea berteriana</i> (Gottsche ex Steph) A. Evans				✓		
106	<i>Riccardia</i> aff. <i>sprucei</i> (Steph.) Meenks & De Jong	✓			✓	✓	✓
107	<i>Riccardia metzgeriiformis</i> (Steph.) R.M. Schust						✓
108	<i>Schiffneriolejeunea</i> sp.				✓		
109	<i>Symbiezidium barbiflorum</i> (Lindenb & Gottsche) A. Evans	✓					✓
110	<i>Symphyogyna aspera</i> Steph.						✓
111	<i>Symphyogyna brasiliensis</i> (Nees) Nees & Mont.						✓
112	<i>Taxilejeunea isocalycina</i> (Nees) Steph				✓		✓
113	<i>Taxilejeunea</i> sp.						✓
114	<i>Trichocolea tomentosa</i> (Sw.) Gottsche	✓			✓		✓
115	<i>Verdoonianthus marsupiiifolius</i> (Sruce) Gradst.	✓					
116	<i>Xylolejeunea crenata</i> (Nees & Mont.) X.L. He & Grolle	✓			✓		
117	Indet. 1				✓		
	<b>TOTAL</b>	58	11	3	48	12	49

**Indet:** indeterminada; **Fuente:** Datos de campo.

## **8 AGRADECIMIENTOS**

Agradecimientos a todas las personas y organizaciones que de una u otra manera colaboraron con esta investigación: A mi Familia; A todas las instituciones involucradas: Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Organización Nacional Para la Conservación y el Ambiente –ONCA-, Fundación Defensores de la Naturaleza –FDN-, Herbario USCG; Botánicos: Lic. Ana Jose Cobar, Br. Vanesa Dávila, Lic Rafael Carlos Ávila Santa Cruz, Lic. Roselvira Barillas de Klee; Amigos: Lic. Jorge García Polo, Br. Guillermo López, Lic. Julio Morales Álvarez; Colaboradores: Sr. Enrique Agustín (Comunidad Morán), Sr. Juan Carlos Gómez (Comunidad El Paraíso, Los Amates), Sr. Julio Lemus (Comunidad Albores el Carmen).