

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**“Composición de la hepatoflora en tres estados de sucesión vegetal: bosque, guamil  
y cultivo, en las comunidades de Chelemá I y II, Tukurú, Alta Verapaz,  
Guatemala”**

**INFORME FINAL DE TESIS**

**Presentado por:**

**Mervin Emanuel Pèrez Pèrez**

**Para optar al título de  
BIÓLOGO**

**Guatemala, Noviembre del 2006**

## INDICE

	<b>Página</b>
Listado de gráficos	<b>i</b>
Listado de fotografías	<b>ii</b>
I. Resumen.....	<b>1</b>
II. Introducción.....	<b>2</b>
III. Antecedentes	
A. Biología de las briofitas	
1. Ciclo de vida.....	<b>3</b>
2. Ecología de las briofitas.....	<b>3</b>
a) Relaciones hídricas.....	<b>4</b>
b) Microclima.....	<b>4</b>
c) Rol de las briofitas en la sucesión vegetal.....	<b>5</b>
B. Caracteres distintivos de las hepáticas.....	<b>5</b>
1. Clasificación de las hepáticas.....	<b>6</b>
C. Estudio previos.....	<b>7</b>
D. Antecedentes del lugar de estudio	
1. Características del área de estudio.....	<b>8</b>
2. Geología, relieve y suelos.....	<b>9</b>
3. Bioma.....	<b>10</b>
4. Vegetación.....	<b>10</b>
IV. Justificación.....	<b>12</b>
V. Objetivos.....	<b>13</b>
VI. Hipótesis.....	<b>13</b>

VII. Materiales y métodos	
A. Universo de trabajo	
1. Población.....	<b>14</b>
2. Muestra.....	<b>14</b>
B. Método	
1. Diseño	
a) Fase de campo.....	<b>14</b>
b) Fase de gabinete.....	<b>15</b>
2. Análisis estadísticos. ....	<b>16</b>
3. Materiales y equipo .....	<b>16</b>
VIII. Resultados y Discusión.....	<b>17</b>
IX. Conclusiones.....	<b>31</b>
X. Recomendaciones.....	<b>33</b>
XI. Bibliografía .....	<b>34</b>
XII. Anexos .....	<b>37</b>
Anexo 1: Trigonos presentes en las hepáticas foliosas.....	<b>37</b>
Anexo 2: Esporofito.....	<b>37</b>
Anexo 3: Cuerpo de aceites esenciales.....	<b>38</b>
Anexo 4: Fotografía hepática foliosa.....	<b>38</b>
Anexo 5: Fotografía hepática talosa compleja.....	<b>39</b>
Anexo 6: Fotografía hepática talosa simple.....	<b>39</b>
Anexo 7: Mapa área de estudio.....	<b>40</b>
Anexo 8: Listado de especies identificadas para la reserva Privada Chelemhá y su zona de influencia.....	<b>41</b>
Anexo 9: Especies reportadas únicamente para la comunidad De Chelemá I (Cuenca I).....	<b>49</b>
Anexo 10: Especies reportadas únicamente para la comunidad De Chelemá II (Cuenca II).....	<b>50</b>
Anexo 11: Fotografía de algunas especies identificadas para la Reserva Privada Chelemhá y su zona de influencia...	<b>51</b>

## **LISTADO DE GRÁFICOS**

Gráfica 1. Riqueza de especies por clase para la Reserva Privada Chelemhá y su área de influencia.

Gráfica 2. Riqueza de especies por familia para la Reserva Privada Chelemhá y su zona de influencia.

Gráfica 3. Análisis de Agrupamiento Jerárquico para las Unidades de Muestreo.

Gráfica 4. Riqueza de hepáticas por sucesión vegetal

Gráfica 5. Análisis de Ordenamiento (DCA) para las Unidades de Muestreo

Gráfica 6. Análisis de Agrupamiento Jerárquico para Guamiles.

Gráfica 7. Análisis de Ordenación (PCA) para Guamiles



**LISTADO DE FOTOGRAFÍAS**

- Bryopteris filicina* (Sw) Nees (Aumento 100X)  
*Herbertus serratus* Spruce (Aumento 100X)  
*Jungermannia amoena* Lindenb & Gottsche (Aumento 100X)  
*Leucolejeunea xanthocarpa* (Lehm & Lindenb) A. Evans (Aumento 100X)  
*Plagiochila cf bryopteroides* Gottsche ex Steph (Aumento 100X)  
*Frullania arecae* (Spreng) Gottsche (Aumento 100X)  
*Metzgeria albinea* Spruce (Aumento 100X)  
*Odontoschisma denudatum* (Nees) Dumort (Aumento 100X)  
*Porella swartziana* (Weber) Trevis (Aumento 100X)  
*Odontolejeunea lunulata* (Weber) Schiffn (Aumento 100X)  
*Telaranea nematodes* (Gottsche ex Austin) M.A. Howe (Aumento 100X)  
*Trichocolea tomentosa* (Sw.) Gottsche (Aumento 100X)  
*Lepicolea ochroleuca* (Spreng) Spruce (Aumento 100X)  
*Lophocolea muricata* (Lehm) Nees (Aumento 100X)  
*Colura tenuicornis* (A. Evans) Steph  
*Frullanoides densifolia* Raddii (Aumento 100X)  
*Diplophyllum obtusatum* (Schust)Schust (Aumento 100X)  
*Mnioloma cyclostipa* (Spruce) R.M. Schust (Aumento 100X)

## **JUNTA DIRECTIVA**

<b>Oscar Cóbar Pinto, Ph.D.</b>	<b>Decano</b>
<b>Licda. Jannette Sandoval Madrid de Cardona, M. A.</b>	<b>Secretaria</b>
<b>Licda. Lillian Raquel Irving Antillón</b>	<b>Vocal I</b>
<b>Licda. Liliana Vides de Urizar</b>	<b>Vocal II</b>
<b>Licda. Beatriz Eugenia Batres de Jiménez</b>	<b>Vocal III</b>
<b>Br. Ángel Damián Reyes Valenzuela</b>	<b>Vocal IV</b>
<b>Br. Ángel Jacobo Conde Pereira</b>	<b>Vocal V</b>

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Dra. Virginia Freire por haberme iniciado en el estudio de las hepáticas. Dra. Noris Salazar por su apoyo en la resolución de dudas sobre briofitos. Al Lic. Rafael Ávila, Dra. Virginia Freire y Lic. Mario Cifuentes por la revisión de la tesis. A los Herbarios USCG y BIGU de la Universidad de San Carlos de Guatemala por su ayuda en el préstamo de equipo y materiales. Al programa de Educación Superior para la Conservación del Paisaje –COMPAI- por la logística en la colecta de los especímenes. A los propietarios de la Reserva Privada Chelemhá. A Mateo Xe y Rogelio Rax guías y amigos de la comunidad de Chelemá I. A Mario Véliz por brindarme su amistad y compartir sus conocimientos de botánica. A Julio Morales un gran científico y un gran amigo, que han generado en las mentes de los nuevos botánicos la creación de proyectos y el trabajo en equipo.

Agradecimientos especiales a la familia Juárez Sánchez por su cariño y calor familiar que me brindaron. A mis primos David, Josué y Checha; los que nunca fueron egoístas con sus juguetes y que siempre estuvieron dispuestos a compartir su mundo de fantasía en las tardes de nuestra niñez. A Juan Josué, Juan Fernando y Edwin que a pesar de que estuvimos distantes, el amor de familia florecía en los días de visita.

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme dado la oportunidad de nacer en este país y descubrirla a través de la ciencia.

A Mis abuelos que nos enseñaron el valor de trabajo con dignidad y orgullo.

A mis padres que con su amor han encendido una luz que me guiará en los senderos de la vida.

A mis hermanos que a pesar de las dificultades nos han enseñado un mundo de oportunidades, con su ejemplo han sembrado en nuestras mentes y corazones el deseo de ser cada vez mejores.

A Selvin, quien me ha permitido compartir su vida, sus sueños, sus luchas. El que me ha enseñado el valor de los amigos. Gracias hermano por todo.

A mis amigos. Mis otros hermanos que con sus notas terminaron de escribir la melodía que ahora me llena de vida.

A mis sobrinos que con sólo su presencia me inyectan alegría y me invitan a luchar por la vida.

A mis primos, con mucho cariño.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**“Composición de la hepatoflora en tres estados de sucesión vegetal: bosque, guamil  
y cultivo, en las comunidades de Chelemá I y II, Tukurú, Alta Verapaz,  
Guatemala”**

**Mervin Emanuel Pèrez Pèrez**

**BIÓLOGO**

**Guatemala, Noviembre del 2006**

## I. RESUMEN

El estudio abarcó las áreas de la Reserva Privada Chelemhá que presenta cobertura de bosque nuboso arriba de los 2300 msnm, y su zona de influencia abarcando las comunidades de Chelemá I y Chelemá II. Ambos conforman uno de los últimos remanentes de la Sierra Yalijux. Las dos comunidades corresponden a dos cuencas hidrográficas que presentan extensas áreas de guamil y cultivo, con parches muy pequeños de bosque primario dispersos debajo de los 2300 msnm. El objetivo fue analizar los patrones de composición en hepáticas, de acuerdo con el tipo de sucesión vegetal y gradiente altitudinal en dos cuencas (Chelemá I y Chelemá II). Para esto se delimitaron 13 unidades de muestreo de 40 m<sup>2</sup> (6 en Chelemá I y 7 en Chelemá II). Se colectaron las hepáticas en todos los sustratos disponibles (hojas, troncos en descomposición, sobre troncos y ramas de árboles, suelo y rocas). Se identificaron 129 especies pertenecientes a 57 géneros y 21 familias. Con base en los análisis de agrupamiento jerárquico y ordenación, la composición de las hepáticas no responde a las variables de gradiente altitudinal y cuenca hidrográfica. Sin embargo, si existe un patrón en la composición de hepáticas entre tipos de sucesión vegetal, y entre estructura vegetal dentro de áreas del mismo tipo (principalmente guamiles y cultivos). Entre tipos de sucesión vegetal la diferencia se marca principalmente por la complejidad del perfil de bosque, la diversidad de hepáticas y disponibilidad de sustratos (sumado los factores microclimáticos) presentes en los mismos. El otro patrón encontrado fue muy notorio entre guamiles y entre cultivo. En guamiles, la diferencia entre los dos grupos formados estuvo determinada por los años de reposo; mientras que en cultivos fue la presencia de árboles y arbustos dispersos en un grupo y la ausencia de éstos en el otro. Se reportan cuatro especies como nuevos registros para Guatemala.

## II. INTRODUCCION

Las hepáticas son plantas diminutas que junto con los antocerotes y musgos forman el grupo de las Briophyta (*Gradstein et al.* 2001). Tienen una gran capacidad de adaptación ya que las podemos encontrar desde el nivel del mar hasta los 4700 msnm, y pueden encontrarse en hábitat secos, pero prefiriendo los más húmedos (Linares y Uribe-Melendres, 2002). Estas plantas juegan un rol importante en la ecología de los bosques. Ayudan a la germinación de plantas vasculares y otras briofitas; evitan la erosión y fijan Nitrógeno en suelos jóvenes (Sveinbjörnsson y Oechel, 1992); capturan agua de lluvia, especialmente en bosques montanos, ayudando a mantener un nivel de humedad alto (Linares y Uribe-Melendres, 2002); constituyen el hábitat de una gran variedad de invertebrados y microorganismos como algas verde-azules (*Gradstein*, 1992; *Gradstein et al* 2001), además de que son catalogadas como indicadores de calidad ambiental (Brown, 1984; *Gradstein*, 1992; Winner, 1988).

El conocimiento de las hepáticas en Guatemala es muy escaso, lo que no permite una evaluación de su diversidad y ecología. Hasta el momento se tienen cinco publicaciones para el país (Bartram, 1949. Freire *et al.* 2006. Freire y Salazar 2006. Freire, 2006. Salazar *et al.*, 2006). No existen colecciones serias en los Herbarios de las Universidades y no hay profesionales con interés en el grupo. Es urgente que exista más interés científico para las briofitas, ya que las áreas boscosas año con año se han ido reduciendo, debido a las presiones demográficas y al mal manejo de las mismas. Estas presiones se observan en el área de estudio, en donde los bosques nubosos presentes en la Reserva Privada Chelemhá, son parte de los últimos remanentes en el sistema montañoso de Yalijux. El estado actual de éstas áreas es crítica, ya que se encuentra rodeado por extensas áreas de cultivo y guamil, limitando la distribución de algunas especies, y haciéndolas vulnerables al aumentar la destrucción de su hábitat.

Este es el primer estudio en el país que relaciona la composición de hepáticas en diferentes tipos de sucesión vegetal. Crea el primer listado de hepáticas para la Sierra de Yalijux, además de aumentar el número de registros para el país. Promueve la idea de investigación a través de los resultados obtenidos y enriquece la colección en los Herbarios de la Universidad de San Carlos.

### III. ANTECEDENTES

#### A. BIOLOGIA DE LAS BRIOFITAS

##### 1. Ciclo de Vida

Las briofitas incluyen a los musgos (Bryophyta), hepáticas (Marchantiophyta) y los Antocerotes (Anthocerotophyta). Las briofitas son un grupo heterogéneo de plantas unificadas por la carencia de tejidos vasculares desarrollados y por un ciclo de vida en el que el gametofito es la fase dominante y fotosintética, mientras que el esporofito es dependiente del gametofito y de corta duración (Gradstein *et al.* 2003; Gradstein *et al.* 2001). 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. Las estructuras reproductivas (anteridios y arquegonios) se encuentran ubicadas en el gametofito, los gametos se unen en fertilización y se desarrolla un esporofito (fase diploide) unido al gametofito. En el esporofito ocurre la meiosis y se producen las esporas. Además de la reproducción sexual, existe también una reproducción asexual (During, 1992), por ejemplo en hepáticas foliosas se producen yemas sobre la superficie o borde de la hoja, como en caso de los géneros *Cyclolejeunea* y *Radula*. En *Metzgeria*, podemos encontrar yemas tanto en el borde como en la superficie del talo, o en estructuras especializadas como es el caso del género *Marchantia sp.* (Pérez, 2004).

##### 2. Ecología de las Briofitas

Las briofitas tienen una gran capacidad de adaptación ya que las podemos encontrar desde el nivel del mar hasta los 4700 msnm, y pueden encontrarse en hábitat secos, pero prefiriendo los más húmedos. Crecen sobre varios sustratos como: rocas, suelo, arena, en agua, materia orgánica en descomposición (ramas y troncos caídos, hojarasca) y sobre otras plantas (epifitas y epifílicas). Sobre los árboles crecen abundantemente y llegan a formar grandes masas, en algunos casos en forma de cojines, que retienen grandes volúmenes de agua después de cada lluvia (Linares y Uribe-Melendres, 2002). En los ríos, lagunas y otros cuerpos de



agua (a excepción de cuerpos de agua salada) se encuentran en los márgenes y otras sumergidas (Gradstein *et al* 2001).

Las briofitas juegan un papel importante en el ecosistema, ya que capturan agua de lluvia, especialmente en bosques montanos, ayudando a mantener un nivel de humedad alto. Sirven como sustrato para el establecimiento de plantas epifitas vasculares como orquídeas y ofrecen abrigo a una gran variedad de invertebrados y microorganismos como algas verde-azules (Gradstein, 1992; Gradstein *et al* 2001). Ayudan a la germinación tanto de briofitas como plantas vasculares y participan activamente en los ciclos de compuestos esenciales (Sveinbjörnsson y Oechel, 1992).

#### **a) Relaciones hídricas**

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. No tienen raíces, en su lugar tienen rizoides que las sujetan a su sustrato pero no un rol mayor en la absorción de agua (Brown, 1984; Gradstein, 1992). La absorción de agua y nutrientes se realiza en toda la superficie de la planta. Compuestos químicos disueltos en el agua de lluvia pueden disminuir o atrofiar procesos metabólicos. Es por esto, que ellas han sido utilizadas como monitores de la calidad ambiental (Brown, 1984; Gradstein, 1992; Winner, 1988).

Las briofitas carecen de cutícula. La pérdida de agua por evaporación es muy alta, por lo que han evolucionado caracteres morfológicos y formas de crecimiento que les permite economizar y capturar agua (During, 1992).

#### **b) Microclima**

La estructura de las comunidades de plantas vasculares crea las condiciones para que briofitas terrestres o epifitas se desarrollen. La penetración e intensidad de luz en bosques de copa cerrada es muy distinta a la de un bosque semiabierto o abierto. La precipitación varía entre hábitats heterogéneos y totalmente abiertos. El factor temperatura en briofitas es función del balance entre la energía o radiación recibida y el nivel de evaporación. Para evitar porcentajes de evaporación altos, las briofitas han evolucionado a tener una temperatura mayor a

la temperatura del aire durante el día (Sveinbjörnsson y Oechel, 1992; Winner, 1988), comportamiento que se interpreta en términos de economía del agua (During, 1992).

Las fluctuaciones en las concentraciones de algunos materiales puede intervenir en el desarrollo de las comunidades de algunas briofitas, por ejemplo: la contaminación en el aire puede incrementar la acidez en las cortezas de los árboles, condición que impide el establecimiento de algunas briofitas (Winner, 1988).

### **c) Rol de las briofitas en la sucesión vegetal**

Es sabido que el componente biótico modifica las condiciones edáficas y micro climáticas favoreciendo a próximas comunidades, sin que represente competencia. El establecimiento de las briofitas en un nuevo sustrato y/o hospedero depende de varios factores: cantidad de materia orgánica, penetración de la luz, entre otros (Sveinbjörnsson y Oechel, 1992 ). La sucesión refleja la interacción que existe entre los factores abióticos y la influencia de las especies involucradas en el ciclo. Este proceso puede culminar con el establecimiento de un clímax vegetativo. Las briofitas y líquenes juegan un papel importante, ya que promueven la formación de suelo, atrapando material inorgánico y orgánico dispersos en el viento, y contribuyen directamente con la descomposición de la materia orgánica. Ellas concentran una gran cantidad de elementos esenciales como potasio, fósforo y azufre. Incrementando la disponibilidad de nitrógeno, el cual se encuentra en bajas cantidades en suelos jóvenes. (Longton, 1992).

### **B. Caracteres distintivos de las hepáticas**

Las hepáticas son un grupo morfológicamente heterogéneo pertenecientes a la División Marchantiophyta. Las características que las unifican en dicha categoría son: el desarrollo pendular a partir de una célula apical; la simetría dorsoventral o aplanada del gametofito; desarrollo de las hojas a partir de dos células iniciales; hojas carentes de vena central; presencia de trigones (Anexo 1); la producción de ácido lunulárico; el desarrollo del esporofito que se completa cuando aún inmerso en tejidos gametofíticos; el alargamiento de la seta después de concluirse el

proceso de esporogénesis; la presencia de esporofitos simples, con cápsulas sin columela, peristomas u opérculos; dehiscencia de la cápsula por medio de (1-)4 valvas (Anexo 2); la presencia de eláteres unicelulares que ayudan en la dispersión de esporas (Gradstein, *et al.* 2001). Se caracterizan por la presencia de cuerpos de aceites en sus células (Anexo 3). Estos cuerpos están rodeados por una membrana y son únicos en el Reino Vegetal. Los cuerpos de aceites esenciales poseen compuestos aromáticos lipofílicos y terpenos biológicamente activos (con excepción de algunos grupos). (Gradstein *et al.* 2001. Longton, 1992). La producción de éstos ayuda indudablemente a la defensa contra predadores. Son plantas diminutas a grandes, desde unos cuantos milímetros hasta 10 cm de longitud en los géneros *Bryopteris* y *Porella*. (Linares y Uribe-Melendres, 2002).

### **1. Clasificación de las hepáticas**

Las hepáticas se dividen en tres clases: Jungermaniópsida, Marchantiópsida y Metzgeriόpsida.

La clase Jungermaniόpsida comprende a las hepáticas foliosas (Anexo 4), con hojas laterales y a menudo con una línea de hojillas reducidas en la parte ventral (Conard & Redfearn, 1979); la inserción de las hojas puede ser transversal, incubo (con el margen apical dirigido hacia el ápice de la planta) o sόcubo (con el margen apical hacia la base de la planta) (Gradstein *et al.* 2001). Las hojas carecen de costa o nervadura, generalmente de una célula de grosor, con hojas de redondeadas hasta varias veces dividida (Linares y Uribe-Melendres, 2002), enteras o dentadas, o con margen papiloso o mamiloso. En algunas familias, como en el caso de Lejeuneaceae las hojas poseen un doblez en la parte basal ventral (Anexo 4) o en la Scapaniaceae en donde el pliegue se encuentra en la parte dorsal. Ambas estructuras en forma de saco funcionan como almacenaje de agua. Este grupo es el más abundante en las regiones tropicales, especialmente en los bosques nubosos. La mayoría de las especies de este grupo son epifitas y muchas son epífilas y otras crecen en suelo. Son éstos individuos los más ampliamente estudiados como indicadores de calidad ambiental (Brown, 1984; Gradstein, 1992).

La clase Marchantiopsida comprende las hepáticas talosas complejas (Anexo 5), con poros y cámaras de aire. Carecen de hojas, en cambio poseen un gametofito taloide que puede o no estar aferrado a un sustrato. Casi todos los miembros de éste grupo producen ramas modificadas en el dorso del talo que elevan los arquegonios después de su fertilización para mejorar la dispersión de esporas. También pueden observarse ramas anteridiales. Los esporofitos poseen cápsulas de una célula de espesor y setas generalmente cortas. Este grupo es abundante en suelo y roca de regiones húmedas y posee distribución amplia (Conard & Redfearn, 1979). Este grupo es abundante en suelo y roca de regiones húmedas y poseen distribución amplia (Freire et al., 2004).

La clase Metzgeriopsida comprende las hepáticas talosas simples (Anexo 6). Los talos pueden ser multiestratificados o con alas uniestratificadas y una costa central multiestratificada. Algunas hepáticas talosas simples poseen tejidos para conducción de agua. Los gametangios se originan directamente en la superficie del talo y pueden ser protegidos por tejidos gametofíticos. Pueden ser encontrados en cualquier sustrato, pero son más abundantes en suelo. Se encuentran muy bien representados en climas tropicales húmedos (Conard & Redfearn, 1979). La reproducción asexual es muy común en este grupo principalmente en el género *Metzgeria*, que produce yemas en la superficie, borde y ápice del talo (Pérez, 2004. Observaciones personales).

### **C. Estudio previos**

Bartram (1949) publica el libro de Mosses of Guatemala de las muestras colectadas por Standley y Steyermark en 1938, durante la compilación de plantas para Flora de Guatemala. Las muestras colectadas dividen al país en tres zonas altitudinales: la primera que viene desde las partes bajas hasta 1500msnm; la segunda de 1500 o 2000 hasta 2500 msnsm; y la tercera arriba de los 3600 msnm (ambientes alpinos). Las hepáticas colectadas en la expedición de Flora de Guatemala no fueron identificadas, pero están siendo actualmente estudiadas por Dra. Virginia Freire (Freire, 2006. Comunicación personal).

Después de Bartram (1949) el interés por este grupo decreció retomándose de nuevo en el 2004 en un proyecto para las hepáticas del Biotopo del Quetzal (Freire *et al.* 2006). En este estudio se reportaron 187 especies de 61 géneros. Detalla en base a análisis de agrupamiento la afinidad existente entre especie y sustrato, además, se analiza la fenología en los meses de muestreo. Recientemente se acaban de publicar tres artículos para Guatemala: Freire y Salazar (2006) explican la morfología de briofitos y detalla los roles ecológicos que juegan en bosques tropicales y montanos. Además de brindar una pequeña clave para diferenciar a un Antocerote de un Musgo y una Hepática. Freire (2006) reporta en su artículo los especímenes de hepáticas y antocerotes que han sido colectados en Guatemala a partir de una revisión bibliográfica. Y Noris *et al* (2006) publica un aporte al catálogo de musgos de Guatemala, en donde hace una revisión exhaustiva sobre el estado nomenclatural, endemismos y compara la riqueza reportada para Guatemala con los países de Mesoamérica.

El conocimiento de las briofitas en general para nuestro país es aún muy pobre.

## **D. ANTECEDENTES DEL LUGAR DE ESTUDIO**

### **1. Características del área de estudio**

Los miembros de la Union para Proteger el Bosque Nuboso (UPROBON) establecieron por medio del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) la reserva natural privada “Chelemha” que cubre 321.6 ha que van de 1,900 a 2,532 metros sobre el nivel del mar, incluyendo aproximadamente 200 hectáreas de bosque nuboso primario. El Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) del Instituto Nacional de Bosques (INAB), reforestó parte de un terreno anteriormente descombrado, bordeando la reserva con 23,000 pinos en un total de 15 hectáreas. Las cuatro comunidades interactuantes son Chelemá, San Antonio Las Puertas, Secruzchut y Santo Domingo Cruzchut. El área protegida Chelemha (Anexo 7) se ubica en la cuenca del río Polochic, Cahabón, Alta Verapaz en el sistema montañoso de Yalihux en la Sierra de Chamá. El bosque nuboso de Yalihux es una importante cuenca de recolección de humedad, proveyendo de agua potable a docenas de pequeñas comunidades y pueblos, como Tukurú, San Pedro Carchá y Cobán (Ávila *et. al*, 2005)

Este tipo de bosque presenta una estructura florística compleja, lo que representa también una complejidad en hábitat y especies. El bioma de bosque nuboso se localiza sobre las montañas de las Verapaces (Sierra de Chamá, Chuacus y el extremo occidental de la Sierra de las Minas y en la Sierra del Merendón), pero lastimosamente se encuentra representado solo en un 0.24% de la cobertura nacional del Sistema Nacional de Áreas Protegidas –SIGAP– (Castro y Secaira 1999, citados por Ávila *et al* 2005). Los bosques nubosos se consideran de gran importancia, por su alta diversidad biológica (en el grupo de las hepáticas) y por el endemismo de especies presente en ellos (Schuster *et al* 2000, citado por Ávila *et al* 2005). Criterio por el que su conservación debe ser priorizada en planes de manejo.

## **2. Geología, Relieve y suelos**

Las montañas de Yalijux se encuentran dentro del bloque central de las montañas más antiguas de América Central Nuclear que se extiende desde el istmo de Tehuantepeque hasta la depresión de Nicaragua. Su origen, luego del plegamiento (emergió del mar) de los sedimentos del Paleozoico y Triásico, continuó en un sumergimiento parcial durante el jurásico inferior y medio, con una duración de 85 millones de años (Dengo 1980). Luego de este evento, se inicia la formación del geosinclinal antillano, que se extiende desde Chiapas hasta el este de las Grandes antillas, empezando durante este período la formación del banco de Nicaragua. Este sinclinal permite que quede emergida la Sierra de los Cuchumatanes y sierra de Chamá (Dengo 1980). Finalmente, la Orogénesis Laramídica permite un levantamiento de América central septentrional, dando origen a la estructura actual y que permaneció emergida durante el Eoceno superior y Oligoceno (Dengo 1980).

Los picos más altos se encuentran en los nacimientos del río Yalijux a aproximadamente 2,532msnm, contrastando con sus partes mas bajas de 1,500msnm. Los suelos se clasifican como franco-arcillosos de 50 a 70 cm de profundidad, clasificados un 50% de vocación forestal en toda la Sierra de Chamá y en un 100% en las tierras que comprenden las regiones de Chelemá I y II (Pérez, 1999).

### 3. Bioma

Según Villar (1994), pertenece al bioma Selva de Montaña, ubicado dentro de la provincia biogeográfica de la cordillera Madre, y abarca aproximadamente un 4.32% de la superficie del país. Las comunidades por su origen tienen similitud con las encontradas en el Biotopo del Quetzal y Sierra de las Minas, con endemismos de insectos, anfibios y reptiles (Campbell 1989; Pérez, 1999).

La precipitación en la Selva de Montaña, Bosque nuboso o Bosque Montano bajo subtropical (De la Cruz 1982) varía de 2000 hasta mayor de 5000mm anuales. Entre las especies de plantas vasculares se puede mencionar: aguacatillo (Lauraceae), helechos arborescentes (Cyatheaceae), palmas (Arecaceae), encinos (Fabaceae) y se reconoce una singular riqueza de epífitas entre las que sobresalen las orquídeas (Orchidaceae) y tillandsias (Bromeliaceae) (Villar 1994).

Méndez (1996), en su sistema de clasificación a nivel de semidetalle, sobre comunidades bióticas y biodiversidad, ubica a los bosques nubosos dentro del rango N2 (Rangos de The Nature Conservancy –TNC-), es decir, con peligro de desaparecer.

### 4. Vegetación

La vegetación de los bosques nubosos es muy variada, la razón principal es que se pueden encontrar desde los 500 hasta los 3500 metros sobre el nivel del mar, aunque son más comunes entre los 1200 y 2500m (Ávila *et al* 2005; Ordóñez 1999).

La vegetación típica del bosque nuboso de la Reserva Chelemhá, tiene alta similitud con el tipo “Asociación bosque nuboso maderable”, éstos bosques se caracterizan por tener bosques méxicos que presentan encinos en sus partes más altas (Caso Chelemá I y II). Es común la asociación encinos-lauráceas (aguacatillos) además con representantes de las familias: Melastomataceae, Piperaceae, Hymenophyllaceae y Pteridophyta. También encontramos en la zona

oeste asociaciones de Pteridophyta y paredones con arbustos de peña expuestos al viento, principalmente individuos de las familias Ericaceae, Myricaceae y Myrsinaceae (Pérez, 1999).

El dosel exhibe árboles con ramas gruesas capaces de soportar el agua que queda entre las bromelias y presenta densas copas. Algo muy típico es la presencia de epífitas (briofitas, líquenes y especies de la familia Hymenophyllaceae) y la casi nula presencia de trepadoras (Hamilton *et al* 1995; en: Ordóñez 1999). Tanto en suelo como en otros sustrados del bosque se encuentran selaginellas, helechos, pequeñas palmas (*Chamaedorea spp*); líquenes, hepáticas, musgos, bromelias, orquídeas y representantes de la familia Liliaceae y Araceae. Un rasgo sobresaliente son los helechos arborescentes de la familia Cyatheaceae que son especies indicadoras de este tipo de hábitat (Pérez, 1999). Los bosques nubosos son ecosistemas frágiles sensibles a pequeños cambios de temperatura, humedad y otras condiciones ambientales (Ordóñez 1999)



#### IV. JUSTIFICACIÓN

El estudio de las hepáticas en Guatemala se encuentra en su fase inicial. Aún no se cuenta con suficientes registros que permitan tener un entendimiento sobre su diversidad y su ecología. La única investigación específica en el tema se efectuó en el Biotopo del Quetzal, (Freire et al, 2006). Dicho estudio brinda por primera vez una lista de especies de hepáticas de nuestro país y detalla la preferencia de algunas especies hacia sustratos específicos, además de dar a conocer su distribución en función del estrato altitudinal y su ciclo fenológico.

La presente investigación es el primer estudio que compara la composición de la hepatoflora en tres hábitats distintos. Se conoce la riqueza de hepáticas presentes en bosques, guamiles, cultivos; y generó el primer listado de hepáticas del lugar. Además de enriquecer los registros de hepáticas para Guatemala y contribuir al conocimiento de su ecología. El área de estudio es la Reserva Privada Chelemhá y su zona de influencia abarcando las comunidades de Chelemá I y Chelemá II, que conforman uno de los últimos remanentes de la Sierra Yalijux. Este es un bosque nuboso seriamente deforestado, en donde la cobertura vegetal se restringe a picos de montaña rodeados por áreas con agricultura extensiva y guamiles.

La información científica generada del estudio puede ser utilizada como herramientas en el establecimiento de estrategias para la conservación de las áreas boscosas del lugar. La importancia ecológica de las hepáticas es fundamental en el establecimiento de epifitas vasculares, como indicadores de calidad ambiental y en la retención de agua principalmente en bosques montanos (Gradstein, 1992; Gradstein *et al* 2001; Sveinbjörnsson y Oechel, 1992).

## **V. OBJETIVOS**

### **A. General**

Caracterizar la hepatoflora de la Reserva Privada Chelemhá y su zona de influencia.

### **B. Específicos**

1. Identificar la composición de las hepáticas de acuerdo al tipo de sucesión vegetal (bosque, guamil y cultivo) presentes en el área de estudio.
2. Identificar patrones de distribución en base a gradiente altitudinal y cuenca.
3. Identificar las preferencias de hábitat de la hepatoflora colectadas en los distintos tipos de sucesión vegetal.
4. Incrementar el número de registros de hepáticas para Guatemala.

## **VI. HIPOTESIS**

Las etapas de sucesión vegetal (bosque, guamil y cultivo) identificadas en la región, presentan diferencias entre las comunidades de hepáticas en relación a su composición y distribución.

## **VII. MATERIALES Y METODOS**

### **A. Universo de trabajo**

#### **1. Población**

El área de estudio fue la Reserva Privada Chelemhá que presenta una buena cobertura de bosque arriba de los 2300 msnm y su zona de influencia abarcando las comunidades de Chelemá I y Chelemá II. Ambos conforman uno de los últimos remanentes de la Sierra Yalijux. Las dos comunidades corresponden a dos cuencas hidrográficas que presentan extensas áreas de guamil y cultivo, con parches muy pequeños de bosque primario dispersos debajo de los 2300 msnm.

#### **2. Muestra**

Para la obtención de los datos, las muestras corresponden a tres tipos de hábitat presentes en el área de estudio. Los tres hábitats: bosque, guamil y cultivo fueron seleccionados con base en la presencia del mismo y su fácil acceso.

### **B. Métodos**

#### **1. Diseño**

##### **a) Fase de campo**

Para cada cuenca se evaluaron tres estratos altitudinales: el primero de 1900-2000msnm, el segundo de 2100-2200msnm y el tercero de 2300msnm en adelante. En cada estrato altitudinal se estudiaron los estados de sucesión vegetal: bosque, guamil y cultivo.

Por estrato se elaboró una parcela de 2m \* 20 m (40m<sup>2</sup>) por hábitat abarcando el mayor número de micro hábitat posible. En algunos estratos altitudinales no hubo representación de hábitat, por lo que se procedió a muestrear únicamente los presentes; logrando al final de la fase de campo el mismo esfuerzo de muestreo para cada hábitat.

Para un rápido reconocimiento en el campo, las hepáticas fueron estudiadas con una lente de aumento de 10x ó 14x. La colecta de hepáticas se llevó a cabo usando cuchillo o navaja para separarlas de los sustratos en donde estuvieran ancladas. Con el fin de mantener un registro ecológico, algunos especímenes fueron colectados con una porción de su sustrato para tener un récord permanente del mismo (a excepción de las que crecen sobre roca).

Los especímenes colectados fueron depositados en bolsas de papel kraft de ½ libra. En cada bolsa se colocó la información de campo: localidad, altitud, fecha, colector, número de campo, tipo de sustrato, observaciones, etc. Todos los datos se anotaron en la libreta de campo del colector.

#### **b) Fase de gabinete**

Las bolsas de papel con las muestras se colocaron abiertas en un lugar seco y seguro durante 2 ó 3 días, para evitar la proliferación de hongos y bacterias. Posteriormente fueron cerradas y transportadas al herbario para su identificación.

Para la identificación de hepáticas se utilizó la Guía para las Briofitas de América Tropical (Gradstein, Churchill y Salazar-Allen. 2001) y el libro de Hepáticas y Antocerotes de Brazil (Gradstein y Pinheiro da Costa. 2003).

Para la manipulación de las muestras fue necesario hidratarlas. Para esto se tomó una ramita o muestra significativa, se colocó sobre un portaobjetos y se hidrató con una o dos gotas de agua y luego fue cubierta con un cubreobjetos. Teniendo el montaje listo se colocó en un microscopio para poder ser vista con más detalle. Para algunas muestras (especialmente de gran tamaño), se identificaron con un estereoscopio utilizando agujas de disección y pinzas para su manipulación. Después de ser identificadas, las ramitas se secaron totalmente (utilizando papel mayordomo) y se colocaron en un sobrecito de papel mantequilla, esto con el fin de que las mismas puedan ser utilizadas posteriormente, sin dañar la muestra original (Freire *et al.* 2006).

## 2. Análisis Estadísticos

Para la interpretación de los resultados se realizaron los siguientes análisis:

- a) De agrupamiento jerárjico propuesto por McCune, B. & M.J. Mefford (1997): el cual permite conocer y visualizar la similitud de las áreas con base en la composición de la hepatoflora que contenga.
- b) De ordenación propuesto por McCune, B. & M.J. Mefford (1997): cuyo análisis permite visualizar en dos ejes el comportamiento de las especies en un hábitat particular, además de mostrarnos espacialmente las especies que se comparten en los diferentes hábitats.

## 3. Materiales y equipo

### a) De campo

Cinta métrica.  
 Cinta forestal.  
 Cuchillo o navaja.  
 GPS  
 1000 bolsas de papel kraft.  
 Libreta de campo.  
 Lápices o marcadores indelebles.  
 Lente de 10x ó 14x  
 Bolsas plásticas para transportar las muestras.  
 Cámara fotográfica.

### b) De gabinete

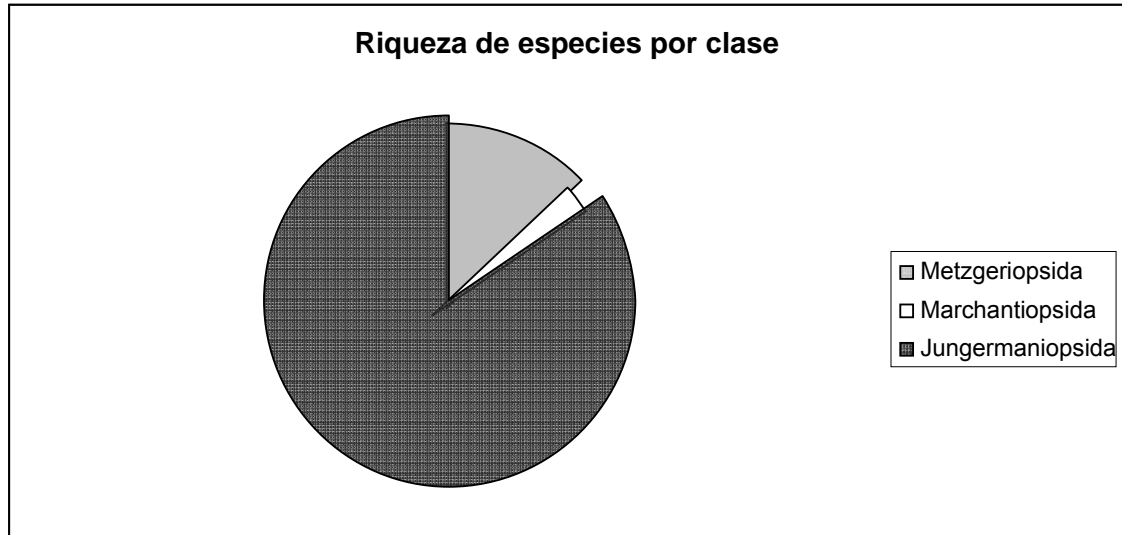
1 Computadora.  
 1 Microscopio.  
 1 Estereoscopio.  
 2 agujas de disección.  
 2 pinzas.  
 1 frasco de agua destilada.  
 4 mayordomos  
 2 paquetes de papel mantequilla.  
 1 caja de porta objetos.  
 1 caja de cubre objetos.  
 Cámara fotográfica.  
 Guía para la identificación de especies de hepáticas.

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSION

Las unidades de muestreo estuvieron ubicadas en la Reserva Privada Chelemhá que presenta una buena cobertura de bosque nuboso arriba de los 2300 msnm, y su zona de influencia abarcando las comunidades de Chelemá I y Chelemá II. Las dos comunidades corresponden a dos cuencas hidrográficas que presentan extensas áreas de guamil y cultivo, con parches muy pequeños de bosque primario dispersos debajo de los 2300 msnm. La comunidad de Chelemá I será referida como Cuenca I, y la Comunidad de Chelemá II como Cuenca II.

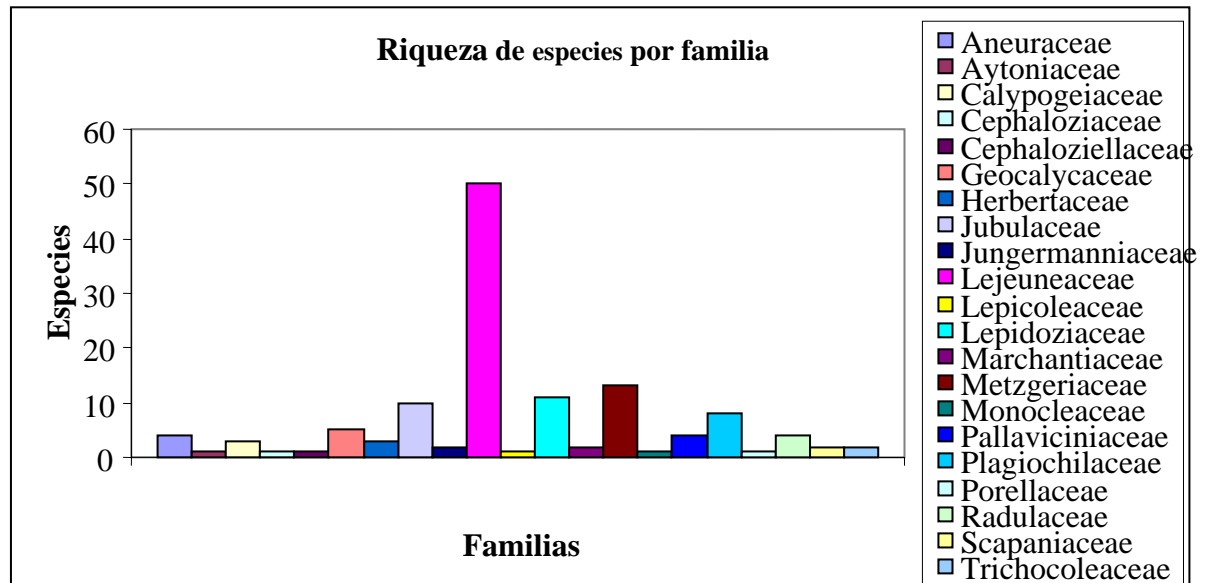
Utilizando los criterios descritos en la metodología, se trabajó con 13 unidades de muestreo. Seis unidades de muestreo en la Cuenca I y siete en la Cuenca II. Se colectó un total de 328 muestras, identificando 129 especies pertenecientes a 57 géneros y 21 familias (Anexo 8). Entre éstas se encuentran 17 especies de hepáticas talosas simples (clase metzgeriósida); 3 especies de hepáticas talosas complejas (clase marchantiósida) y 109 de hepáticas foliosas (clase jungermaniósida) (Gráfica 1). Esta proporción es general para América Tropical (Gradstein *et al.* 2001), en donde las foliosas tienen alrededor de 1,100 especies (80% del total reportado para América Tropical). El segundo grupo son las talosas simples con 150 especies, seguido por las talosas complejas con 100 especies. La poca diversidad de hepáticas talosas encontradas en el estudio se debe al tipo de bosque, la baja diversidad de este grupo en bosques montanos se debe principalmente a que el sustrato suelo no se encuentra disponible debido a la presencia de hojarasca depositada sobre él (Gradstein, 1992). Y que según Freire *et al.* (2006) en el estudio realizado para el Biotopo del Quetzal las hepáticas talosas crecen principalmente en suelo y/o rocas, sustratos poco representados en las áreas de bosque.

Gráfica 1. Riqueza de especies por clase para la Reserva Privada Chelemhá y su área de influencia.



Dentro de las familias más ricas en especies están: Lejeuneaceae con 50 especies seguido por Metzgeriaceae (13 especies), Lepidoziaceae (11 especies), Jubulaceae (10 especies) y Plagiochilaceae (8 especies) (Gráfica 2). La alta diversidad de Lejeuneaceas además de la presencia de los géneros *Bazzania*, *Plagiochila*, *Lepidozia*, *Herbertus*, *Leptoscyphus*, *Lophocolea*, *Trichocolea*, *Dumortiera*, *Metzgeria*, *Monoclea*, *Symphyogyna* y *Riccardia* (Cuadro 1), caracteriza al área de estudio como un bosque lluvioso montano bajo, según la clasificación altitudinal de briofitos propuesto por Frahm y Gradstein en 1991 (Gradstein *et al.* 2001).

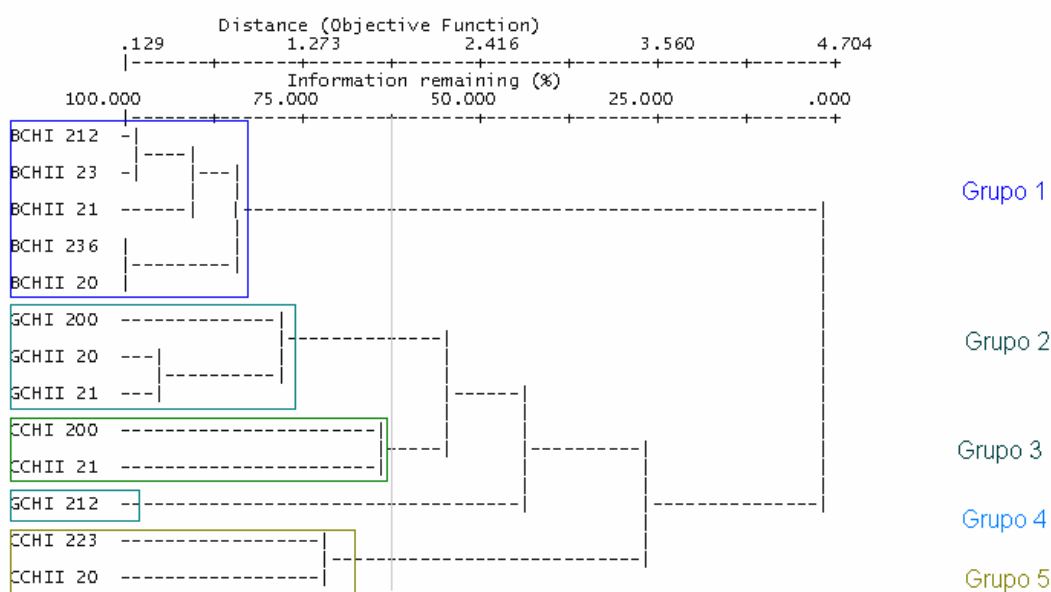
Gráfica 2. Riqueza de especies por familia para la Reserva Privada Chelemhá y su zona de influencia



Utilizando el análisis de agrupación jerárquica, puede inferirse que la composición de las hepáticas es distinta para los bosques, guamiles y cultivos. Por lo que la hipótesis se aprueba. Si se realiza un corte vertical en el cladograma de agrupamiento a un 63% de similitud en la gráfica 3, se forman cinco grupos: **1)** Bosques con una similitud del 85%; **2)** guamiles de la Cuenca II y el guamil de la Cuenca I con una similitud del 77%; **3)** cultivo de la Cuenca I (2000 msnm) y el cultivo de la Cuenca II (2100 msnm) con una similitud del 64% ; **4)** guamil de la Cuenca I (2120 msnm) que forma un solo grupo; y **5)** cultivo de la Cuenca I (2230 msnm) y el cultivo de la Cuenca II (2050 msnm) con una similitud del 70%.



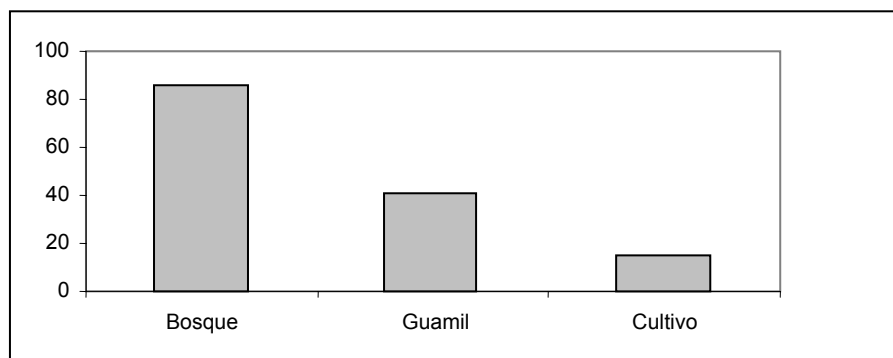
Gráfica 3. Análisis de Agrupamiento Jerárquico para las Unidades de Muestreo.



El grupo 1, formado por los bosques tienen condiciones ambientales más complejas que las presentes en lugares de áreas abiertas, debido a que la estructura del mismo permite tener micro-ambientes que pueden presentarse tanto en un gradiente vertical como horizontal. Estos gradientes regulan la presencia y/o ausencia de ciertas especies según la capacidad de colonización.

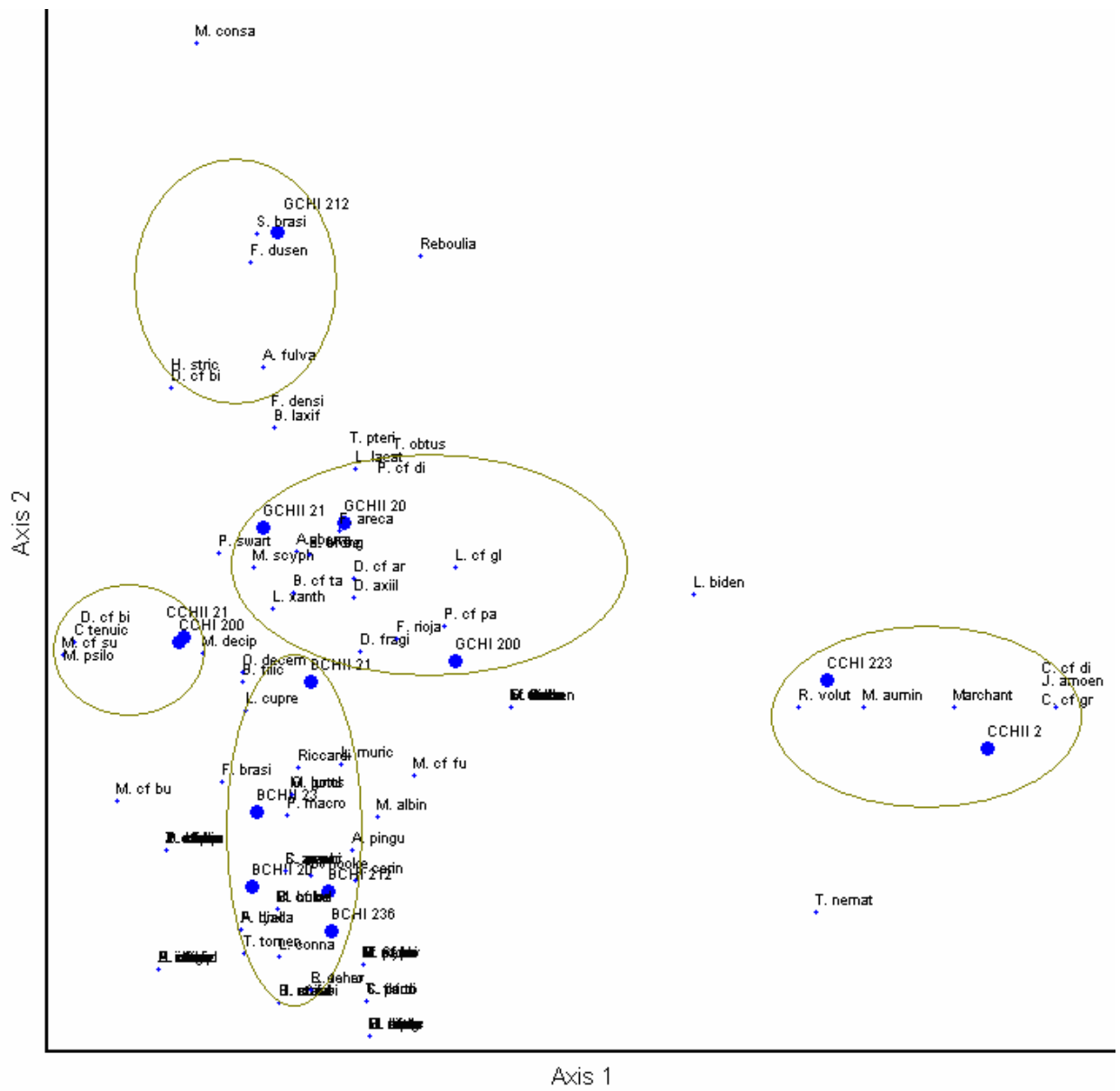
Estas condiciones se ven reflejadas en los patrones encontrados tanto para las hepáticas epífitas (Gradstein *et al.* 2001) como para las plantas epífitas vasculares en una distribución vertical y horizontal sobre un hospedero (Brown, 1990. Nieder *et al.*, 2000.). Los patrones encontrados en el perfil de bosque y en su sustrato ha sido generalmente relacionado con la dependencia del agua, tolerancia a la luz y demandas de sustrato (Brown, 1990. Gradstein *et al.* 2001). Éstos patrones pueden cambiar si existe una alteración en la estructura original del bosque (Robertson and Platt, 2001), que en hepáticas se observa por la presencia de epífitos de dosel creciendo en las partes bajas del bosque (Gradstein *et al.*, 2001). Además, el bosque provee diversidad de sustratos para la colonización y desarrollo de hepáticas. La alta diversidad de especies en bosques marca entonces la diferencia en la composición de hepáticas encontradas en guamiles y cultivos (Gráfica 4).

Gráfica 4. Riqueza de hepáticas por sucesión vegetal



Los guamiles son áreas que se dejan descansar para posteriormente utilizarlas en la siembra de maíz. La estructura del guamil dependerá entonces del tiempo de descanso de la tierra. Aunque el tiempo de reposo en los guamiles no se tomó en cuenta para este estudio, se ha evidenciado que la composición de las hepáticas es diferente entre guamiles de distinta edad. En la gráfica 3 se observa la formación de dos grupos de guamiles (el 2 y 4). El primero agrupa a los guamiles de 4 a 5 años y el segundo al guamil de 2 años aproximadamente. Este último no presentaba arbustos de porte alto, y toda su estructura vascular estaba predominada por plantas herbáceas y arbustos de 1.75 m aproximadamente. La composición de hepáticas de este guamil guarda poca relación con la encontrada en el grupo dos de guamiles. Complementariamente en la gráfica 5, se aprecia que éste guamil (grupo 4) sale aislado de los otros, debido a la presencia de especies exclusivas no presentes en el grupo dos.

Gráfica 5. Análisis de Ordenamiento (DCA) para las Unidades de Muestreo



En cuanto a los grupos de cultivos, la diferencia que se marca en la gráfica 3 está dada por la presencia de árboles de ciruela y arbustos (*Solanum nudum*) presentes en las áreas de cultivo del grupo tres y la ausencia de éstos en el grupo cinco. En la gráfica 5 este patrón se vuelve a reflejar, notando que el grupo tres de cultivos comparte más especies con el grupo de los guamiles. La presencia de hospederos en el grupo 3 aumenta el número de hepáticas principalmente epifitas y provoca una mayor similitud con el grupo de guamiles (ver gráfica 3). El grupo 5 de cultivos (ver gráfica 3) sale aislado en la gráfica 5, esto se debe a que el único sustrato disponible era suelo y el número de especies exclusivas son mayores. Por lo que la presencia de varios sustratos en un área (además de otras variables micro-climáticas) promueve una mayor diversidad y establecimiento de hepáticas.

Los datos analizados en las gráficas no muestran una diferencia en cuanto a la composición de hepáticas presentes en las dos cuenca (a excepción de los guamiles) y al gradiente altitudinal (Ver gráfica 3). En sentido del gradiente altitudinal, es muy probable que el rango no haya sido significativo entre unidades de muestreo. Si los resultados se comparan con los obtenidos para el Biotopo del Quetzal (Freire *et al.* 2006), la variable altitud no creó un patrón respecto de la composición entre pisos. Para el Biotopo del Quetzal el rango altitudinal estudiado fue de 1600 a 2000 msnm, y para este estudio fue de 1900 a 2360. En ambos casos se evaluaron cuatro pisos altitudinales, y por lo tanto se sugiere que el rango entre unidades de muestreo sea más amplio o que se integren otras variables como humedad, intensidad lumínica, temperatura, entre otros.

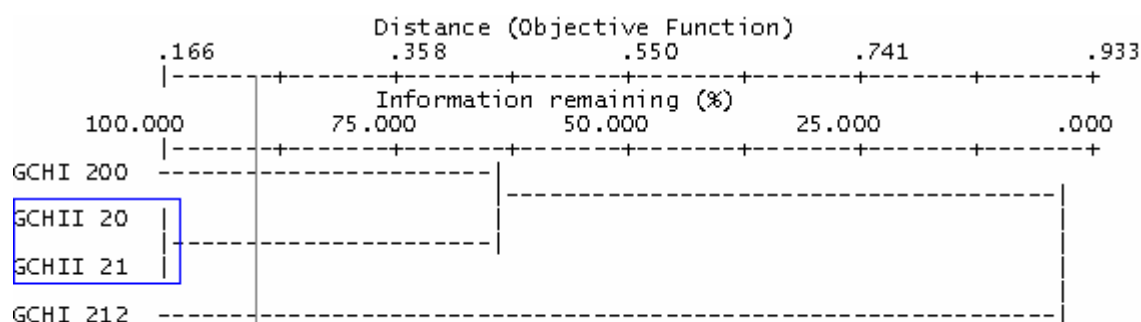
El único grupo que presentó diferencia en la composición de hepáticas entre cuencas fue el de guamil. Se realiza un corte vertical al cladograma a un 90% de similitud de la gráfica 6, se observa que los guamiles de la Cuenca II se parecen en un 100%, mientras que los guamiles de la Cuenca I forman grupos distintos. En la gráfica 7, el grupo que se aísla es el guamil de la Cuenca I a 2120 msnm. En este se reportan únicamente cinco especies de las cuales dos son exclusivas. En general los guamiles tuvieron un promedio de 18 especies. El guamil que más especies registró fue el de la Cuenca I en el piso de 2000 msnm con un total de 20 especies,

de las cuales doce no se reportan para los otros guamiles. Este guamil presenta una estructura vegetal similar a la de los de la Cuenca II. La riqueza de especies y la disimilitud entre estructuras vegetales de guamiles de la Cuenca I hace que el guamil del piso 2120 msnm sea diferente al del piso 2000.

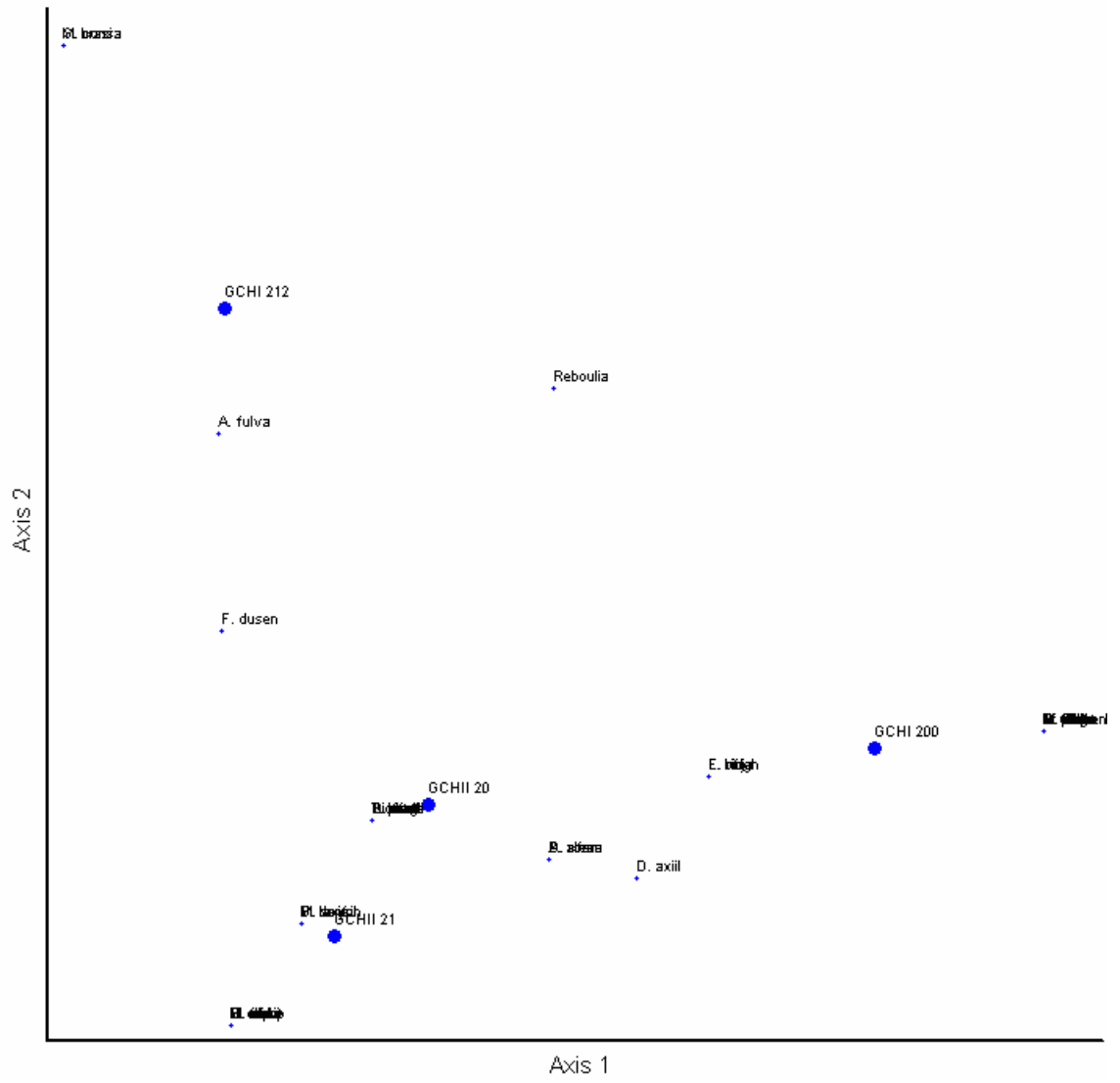
Aunque los datos no muestran una diferencia entre cuencas (a excepción de los guamiles), la presencia de ciertas especies nos sugiere que la Cuenca II tiende a ser más seca por la presencia de *Frullanoides densifolia Raddi* y *Acanthocoleus aberrans (Lindenb & Gottsche) Kruijt*; especies que crecen principalmente en regiones que excede de los 3 a 4 meses de estación seca. La presencia de estas especies en bosques de partes altas se debe principalmente al cambio de cobertura vegetal, interferencia humana o incendios (Gradstein *et al.* 2001). Diversos estudios sugieren que las hepáticas son plantas que responden fácilmente a cambios micro-climáticos (Marino y Salazar, 1993), que no puedan ser registrados por las plantas vasculares de gran tamaño (arbustos) (Williams-Linera. 2003).

Las especies reportadas únicamente para la Cuenca I y Cuenca II se listan en el Anexo 9 y 10.

Gráfica 6. Análisis de Agrupamiento Jerárquico para Guamiles.



Gráfica 7. Análisis de Ordenación (PCA) para Guamiles



## **A. ECOLOGIA DE LAS HEPATICAS ENCONTRADAS EN LA RESERVA PRIVADA CHELEMHÁ Y SU ZONA DE INFLUENCIA.**

En algunos casos describir la ecología y las asociaciones que logran formar las hepáticas en diversos hábitats es en muchos casos difícil, ya que el inconveniente es restringir la asociación cuando en las masas no existe un límite. Esta tendencia no es aplicable para los cultivos (según colectas hechas en este estudio), ya que las especies que se encuentran son pocas y las asociaciones son delimitables. A continuación se describen las asociaciones ecológicas de dos cultivos de la Cuenca II:

1. El Cultivo de la Cuenca II esta situado en la ladera norte a una altura de 2100 msnm., presenta pocos árboles de ciruela muy dispersos uno de otro. A 40 centímetros de altura del tallo principal se encontraron pequeñas asociaciones de hepáticas, situadas en la parte más sombreada. Las especies identificadas fueron: *Colura tenuicornis* (Lejeuneaceae), planta de color verde oscuro, con yemas en los ápices de las hojas. Estrategia reproductiva notada principalmente por especies adaptadas a sitios en donde los niveles de humedad son bajos si se compara con bosques de copa cerrada (Gradstein *et al.* 2001). *Drepanolejeunea cf biocellata* (Lejeuneaceae), reptante sobre el sustrato, las hojas con ápice acuminado y presencia de ocelos en la parte basal. Son especies reportadas únicamente para el cultivo de la Cuenca II (altura de 2100m), pero que en el hospedero crecen en conjunto con *Frullania arecae* (Jubulaceae), *Microlejeunea cf bullata* (Lejeuneaceae) y *Metzgeria decipiens*. (Metzgeriaceae), especies también reportadas como epifitas para las áreas de guamil y bosque.

2. El Cultivo de la Cuenca I se encuentra situado en el parte aguas que divide a las dos cuencas en estudio, a una altura de 2050 msnm. El estrato herbáceo en este cultivo era muy denso, representado mayoritariamente por helechos (chispa), y las familias Asteraceae y Apiaceae. Las pequeñas asociaciones de hepáticas se localizaron principalmente sobre suelo en lugares de mucha sombra. Las especies identificadas fueron: *Cephaloziella cf divaricata* (Cephaloziellaceae), una especie muy pequeña, papilosa tanto en el tallo como en las hojas, de color verde intenso, creciendo sobre suelo. *Jungermannia amoena* (Jungermanniaceae), una especie muy pequeña de color rojo intenso, reptante con numerosos rizoides (también rojos) en toda la parte ventral del tallo que la sujeta al suelo. *Calypogeia cf grandistipula* (Calypogeiaceae). Planta un poco mas robusta reptante de color café opaco; los ápices de las hojas variables en forma unos enteros y otros levemente bífidos. Creciendo con *Telaranea nematodes* una especie también reportada para áreas boscosas.

## **B. ENSAMBLES ECOLÓGICOS DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS EN LA RESERVA PRIVADA CHELEMHÁ Y SU ÁREA DE INFLUENCIA**

El listado de los grupos ecológicos que a continuación se describen es con base en las muestras colectadas en el estudio, están fundamentadas principalmente en los grupos descritos por Richards (1984) para Bosques Lluviosos de Tierras Bajas, Bosques Lluviosos Submontanos y Bosques Lluviosos Montano Bajo en 1984 (Gradstein, *et al* 2001).

### **1. Hepáticas de sombra**

Aquí se agrupan las especies que ocurren exclusivamente en lugares sombreados y en las partes bajas del dosel de bosques poco perturbados. Este grupo es el menos adaptado para a la desecación y el más afectado por deforestaciones. Un grupo especial de epifitas de sombra son las especies que crecen sobre troncos caídos y en las bases de los troncos más viejos, además de las epifíticas, también muy sensibles a la deforestación (Gradstein *et al.* 2001). De las especies colectadas que encajan dentro de este grupo están: *Cyclolejeunea*, *Prionolejeunea*,



*Plagiochila, Lejeunea sp, Bryopteris filicina, Echinocolea dilatata, Lophocolea connota, Trichocolea sp, Mnioloma cyclostipa, Arachniopsis sp, Monoclea gottschi, Symphyogyna brogniartii.*

## **2. Hepáticas de sol**

Grupo de especies que crecen en lugares secos y en la parte mas distal del dosel en bosques primarios en donde la luz solar es más fuerte (Grdstein *et al.* 2001). Las especies de este grupo son las siguientes: *Diplasiolejeunea sp, Dicranolejeunea axillaris, Frullania riojaneirensis, Herbertus sp, Cheilolejeunea inflexa, Leptoscyphus sp.*

## **3. Hepáticas generalistas**

Grupo de especies que crecen tanto en lugares de sombra con niveles de humedad bastante altos como en lugares abiertos en donde la luz es mayor (Gradstein *et al.* 2001). Las especies de este grupo: *Ceratolejeunea sp, Cheilolejeunea sp, Symbiezidium sp??, Bazzania sp, Drepanolejeunea sp, Lepidozia sp, Metzgeria sp, Porella swartziana, Plagiochila sp, Lejeunea sp.,*

## **C. ASPECTOS TAXONOMICOS RELEVANTES PARA LA REGIÓN CUATRO NUEVOS REPORTES PARA GUATEMALA**

**1. *Frullanoides densifolia Raddi.*** (Lejeuneaceae): Planta epifita robusta de color negro, periantos terminales multiquillado. Dos especímenes colectados en guamiles de la Cuenca II, uno a 2000 msnm y el segundo a 2100 msnm. Es una especie que crece en regiones que excede de los 3 a 4 meses de estación seca. La presencia de ésta en bosques de partes altas se debe principalmente al cambio de cobertura vegetal, interferencia humana o incendios (Gradstein *et al.* 2001).

2. *Diplophyllum obtusatum* (Schust) Schust. (Scapaniaceae): Planta muy pequeña reptante de color verde pálido, el lóbulo ligulado con ápice redondeado más grande que el lobo (hoja), esporofito terminal. Creciendo sobre paredón de tierra cerca de la casa de investigadores en Chelemá I. Un género no común en América Tropical, las colecciones actuales son de fechas recientes. En Centro América, reportada sólo para Costa Rica (Gradstein *et al.* 2001).

3. *Colura tenuicornis* (A. Evans) Steph. (Lejeuneaceae): Plantas epifitas muy pequeñas tornándose café oscuro cuando secas, hojas erectas pareciendo estar infladas pero es por el lóbulo cilíndrico que se extiende más allá de la hoja, un anfigastro por hoja (Gradstein *et al.* 2001). Crece en base de árbol de ciruela en cultivo de la Cuenca II a 2100 m.

4. *Mnioloma cyclostipa* (Spruce) R.M. Schust (Calypogeiaceae): Planta de color verde intenso, hojas con ápice redondea y cutícula rugosa. Anfigastros uno por cada par de hojas levemente bífidas (1/5 de su longitud), con células marginales alongadas e hialinas. Se reporta únicamente para el bosque de la Cuenca I prefiriendo los lugares muy sombreados (Gradstein *et al.* 2001).

*C. cf grandistipula* (Calypogeiaceae) se trata como especímenes interesante, ya que en las muestras colectados la plasticidad que presenta en la morfología de los ápices de las hojas es variable. Además de que junto con *Diplasiolejeunea cf buckii* (Lejeuneaceae), son endémicas de Sudamérica, por lo que si resultaran ser las especies arriba indicadas serían nuevos registros para la Región Centroamericana.

En las colectas de Chelemá, existen especímenes que resultan ser interesantes; sin embargo, no existen claves específicas ni la experiencia necesaria, que nos ayuden a concretar si son o no nuevas especies para la ciencia o nuevos registros para Guatemala. Cada colecta que se realice de briofitos será de interés científico, pues es una rama no estudiada en nuestro país. Las especies citadas como nuevos registros para Guatemala, están basados en los reportes de literatura de

especímenes colectados en Guatemala por: Freire, 2002, 2004; Fulford, 1963, 1966, 1968, 1976; Gradstein, 1994; Hässel de Menéndez, 1989; Inoue, 1989; Stotler, 1969; Swails, 1970. P. C. Standley, J. A. Steyermark, A. J. Sharp y H. Türkheim. (Freire 2006).

#### **D. CONSERVACION DE LAS ÁREAS BOSCOSAS**

El sitio de estudio es un área muy fragmentada en donde prevalecen las áreas de cultivo y guamil. El único remanente boscoso más grande es el área que abarca las reservas privadas de CHELEMHÁ y FUNDASELVA arriba de los 2300 msnm. (Altura máxima de 2532 msnm) Los escasos parches boscosos que se sitúan debajo del nivel antes descrito, son muy pequeños y con un gran efecto de borde. Los efectos de borde y las condiciones que se presentan en áreas boscosas fragmentadas, no son iguales a las encontradas en bosques de áreas extensas. El viento, intensidad de luz, flujos de agua, etc., son variables que determinan la composición de un parche boscoso y la presencia y/o ausencia de ciertas especies (Saunders *et al.* 1990). Los datos del estudio no reflejan una diferencia entre comunidades de hepáticas y parches boscosos, tomando en cuenta que la disimilitud en tamaño entre fragmentos es significativa. La mayoría de especies de bosque se reportan como "generalistas" (esto sin tomar en cuenta ningún tipo de clasificación formal), ya que las colectas se hicieron a no más de 50 metros de distancia al borde del parche, en donde la incidencia de luz es mayor. Aún los parches de bosques (pequeños) pueden jugar un rol importante en la preservación de ciertas especies especialmente epífilas, en donde su estructura y composición se basa principalmente de las variables luz y micrositio, independiente de las especies que ocurran en el sotobosque (Marino y Salazar, 1993).

Hablar de las briofitas como base en la conservación de las áreas boscosas en Guatemala es difícil, ya que no se conoce nada sobre su ecología y potencial farmacológico. Sin embargo, es necesario incrementar los estudios y crear herramientas válidas que permitan la conservación de las precarias áreas boscosas del país.

## IX. CONCLUSIONES

- 1) La diversidad de hepáticas que presenta el área de Chelemhá y su área de influencia es alta. Se reportan 129 especies pertenecientes a 57 géneros y 21 familias. De las cuales 17 especies son hepáticas talosas simples; 3 especies hepáticas talosas complejas y 109 hepáticas foliosas. La región refleja una composición de hepáticas típico de regiones neotropicales.
- 2) La alta diversidad de especies para la familia Lejeuneaceae (50 especies) y la presencia de los géneros *Bazzania*, *Plagiochila*, *Lepidozia*, *Herbertus*, *Leptoscyphus*, *Lophocolea*, *Trichocolea*, *Dumortiera*, *Metzgeria*, *Monoclea*, *Symphyogyna* y *Riccardia* , caracteriza al área de estudio como un bosque lluvioso montano bajo, según la clasificación altitudinal de briófitos propuesto por Frahm y Gradstein en 1991.
- 3) Con base en los análisis de ordenación y agrupación jerárquica, la composición de las hepáticas en general es diferente entre tipos de sucesión vegetal. Existe mayor diversidad en bosque (86 especies) seguido por guamil (41 especies). El tipo de sucesión que menor número de especies tuvo fue el cultivo con 15. La mayor diversidad observada en bosque se debe a que presenta una estructura de bosque más compleja y ofrece una gran variedad de sustratos. Por lo tanto a mayor tipo de sustrato (sumado los factores micro-climáticos) la estructura de hepáticas es más compleja.
- 4) No se identificaron patrones de distribución entre cuenca ni piso altitudinal. Sin embargo, si se observó una diferencia entre la composición de hepáticas en sucesiones vegetales de un mismo tipo. Esta diferencia se debió principalmente a la estructura vegetal que presentaban las unidades de muestreo. En guamiles, la diferencia entre los dos grupos formados estuvo determinada por los años de reposo; mientras que en cultivos fue la presencia de árboles y arbustos dispersos en un grupo y la ausencia de éstos en el otro.

- 5) Se comunican 4 nuevos reportes para el país: *Frullanoides densifolia* Raddi (Lejeuneaceae), *Mnioloma cyclostipa* (Spruce) R.M. Schust (Calypogeiaceae), *Colura tenuicornis* (A. Evans) Steph (Lejeuneaceae), *Diplophyllum obtusatum* (Schust) Schust (Scapaniaceae). Las especies *Calypogeia cf grandistipula* (Steph) Steph (Calypogeiaceae) y *Diplasiolejeunea cf buckii* Grolle (Lejeuneaceae) son especímenes de interés, ya que si resultan ser las especies serían nuevos registros para la Región Centroamericana, pues están reportadas únicamente para Sudamérica.
  
- 6) La situación actual sobre la pérdida de áreas boscosas en el país es preocupante, la colecta de hepáticas para las distintas regiones vegetales en el país no es significativa. Si no se apoyan las investigaciones para briofitas en general, nunca se sabrá con que especies cuenta Guatemala. La falta de información impedirá que el país forme parte de proyectos regionales y/o internacionales.
  
- 7) Los especímenes colectados se encuentran depositados en los Herbarios BIGU y USCG de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## **X. RECOMENDACIONES**

- 1) Incrementar el esfuerzo en la colecta de hepáticas en la Reserva Privada Chelemhá. Ya que por no contar con el permiso de los dueños en el año 2005, la colecta no abarcó todo el gradiente altitudinal que presenta la reserva.
- 2) Incluir en próximos estudios variables micro-climáticas, las cuales resultan ser importantes en la diversidad y estructura de hepáticas.
- 3) Evaluar los efectos de borde que puedan existir en parches de bosque de diferentes tamaños, así como la composición de hepáticas entre guamiles de distinta edad.
- 4) Incrementar las colectas y estudios de hepáticas para Guatemala.

## XI. BIBLIOGRAFIA

- Ávila, Rafael *et al.* 2005. Análisis de la lluvia de polen con la vegetación actual: un estudio preliminar para la reconstrucción del paisaje local en la reserva de bosque nuboso Chelemhá, Alta Verapaz, Guatemala. Proyecto en ejecución con fondos del Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología (CONCYT).
- Bartram, Edwin B. 1949. Mosses of Guatemala. Pp. 442. Chicago Natural History Museum.
- Brown, Alejandro Diego. 1990. El epifitismo en las selvas montanas del Parque Nacional "El Rey", Argentina: Composición florística y patrón de distribución. *Revista Biología Tropical*, 38(2A): Pp. 155-166.
- Brown, D.H. 1984. Uptake of mineral elements and their use in pollution monitoring. In: *The Experimental biology of bryophytes*. A.F. Dyer y J. G. Duckett eds., pp. 229-255. Academic Press, London.
- Conard, H.S. & P.L. Redfearn. 1979. How to know the mosses and liverworts. WCB McGraw-Hill, USA. Pp 302.
- De la Cruz, J. R. 1982. Clasificación de zonas de Vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación MAGA. 42pp.
- Dengo, G. 1980. Estructura geológica, historia tectónica y morfología de América Central. Segunda edición. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI). AID. 56pp.
- During, Heinjo J. 1992. Ecological classifications of bryophytes and lichens. En: *Bryophyte and Lichens in a changing environment*. J. W. Bates y A.M. Farmer eds., pp 1 -31. Oxford Science Publications.
- Freire, Alma Virginia. 2006. Biodiversidad de Hepáticas y Antocerotes de Guatemala. En: *Biodiversidad de Guatemala*. Enio B. Cano (Ed.) Volumen I. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. Centro América. Pp. 55-68
- Freire, Alma Virginia y Noris Salazar. 2006. Introducción a la Diversidad de las Briofitas en Guatemala. En: *Biodiversidad de Guatemala*. Enio B. Cano (Ed.) Volumen I. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. Centro América. Pp. 49-53

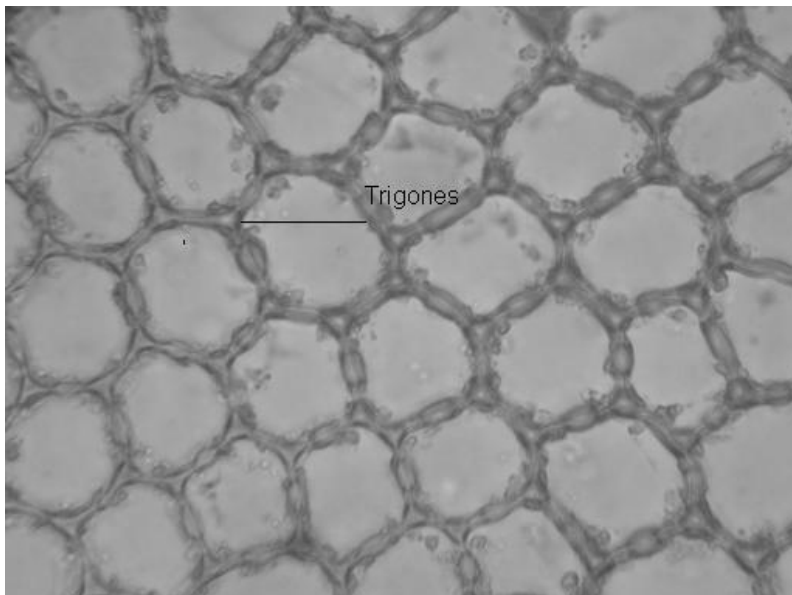
- Freire, Virginia. Mervin Pèrez y Felipe Ramirez. 2006 “Distribución de las hepáticas presentes en el sendero interpretativo “Los Musgos” del Biotopo Universitario para la conservación del Quetzal Lic. Mario Dary Rivera, Purulhá, Baja Verapaz.” En: Libro de Resúmenes del IX Congreso Latinoamericano de Botánica. Santo Domingo, República Dominicana.
- Gradstein, S.R & D. Pinhjeiro da Costa. 2003. The hepaticae and Anthocerotae of Brazil. Memoirs of the New York Botanical Garden. Vol.87. NYBG press, Bronx, New York. 318 pp.
- Gradstein, S.R. 1992. The vanishing tropical rain forest as an environment for bryophytes and lichens. En: Bryophyte and Lichens in a changing environment. J. W. Bates y A.M. Farmer eds., pp 234-258. Oxford Science Publications.
- Gradstein, S.R., S.P. Churchill & N. Salazar-Allen. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. Memoirs of The New York Botanical Garden. Vol. 86. NYBG press, Bronx, New York. 577 p.
- Linares, E.L. y J. Uribe-Meléndez. 2002. Libro rojo de briofitas de Colombia. Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Longton, Royce, E. 1992. the role of bryophytes and lichens in terrestrial ecosystems. En: Bryophyte and Lichens in a changing environment. J. W. Bates y A.M. Farmer eds., pp 32-66 . Oxford Science Publications.
- Marino, Paul C. and Noris Salazar Allen. 1993. Tropical epyphyllous hepatic communities growing in two species of shrub in Barro Colorado Island, Panamá: the influence of light and micrositie. LINBERGIA 17: 91 -95. Copenhagen.
- McCune, B. and M.J. Mefford. 1997. Multivariate Analysis of Ecological Data. Versión 3.12 MjM Software, Glenden Beach. Oregon. U.S.A.
- Méndez, C. 1996. Comunidad y Diversidad. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios conservacionistas –CECON-, Centro de Datos para la Conservación –CDC-, Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente -PUIRNA-, The Nature Conservancy –TNC-.
- Nieder, Jürgen, Stefan Engwald, Martin Klawun and Wilhelm Barthlott. 2000. Spatial Distribution of Vascular Epiphytes (including Hemiepiphytes) in a Lowland Amazonian Rain Forest (Surumoni Crane Plot) of Southern Venezuela. BIOTROPICA 32(3): Pp. 385-396.



- Ordóñez, N. 1999. Diversidad de mamíferos menores en cuatro bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica. Tesis ad gradum. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. 71pp.
- Pérez. S. 1999. Evaluación Ecológica Rápida de la Reserva "Pájaro Serpiente" (K'anti Xull). Montañas de Yalijux, Cobán A. V. Asociación FUNDASELVA DE GAUTEMALA.
- Robertson, Kevin M. and William J. Platt. 2001. Effects of Multiple Disturbance (Fire and Hurricane) on Epiphyte Community Dynamics in a Subtropical Forest, Florida, U.S.A. BIOTROPICA 33(4): Pp. 573-582.
- Salazar Allen, Noris. Jose E. De García y Clementina Chung. 2006. Aporte al catálogo de musgos de Guatemala. En: Biodiversidad de Guatemala. Enio B. Cano (Ed.) Volumen I. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. Centro América. Pp. 69-146
- Saunders, Denis A. *et al.* 1990. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review.
- Sveinbjörnsson, Bjartmar and Walter C, Oechel. 1992. Controls on growth and productivity of bryophytes: environmental limitations under current and anticipated conditions. En: Bryophyte and Lichens in a changing environment. J. W. Bates y A.M. Farmer eds., pp 77-102 . Oxford Science Publicationes.
- Villar, L. 1994. Informe de país; Guatemala: perfil general en: Corredores conservacionistas en la Región centroamericana. A. Vargas (Ed). Tropical Research and Development, Florida, USA. Pp 193-221
- Williams-Linera, Guadalupe. 2003. Temporal and Spatial Phenological Variation of Understory Shrubs in a Tropical Montane Cloud Forest. BIOTROPICA 35(1): 28-36.
- Winner, William E. 1988. Responses of bryophytes to air pollution. En Lichens, Bryophytes and Air Quality. Bibl. Lichenol, 30: 141-173. J. Cramer in der Gerb. Borntraeger Verlagsbuchhandlg., Berlin-Stuttgart.

## XII. ANEXOS

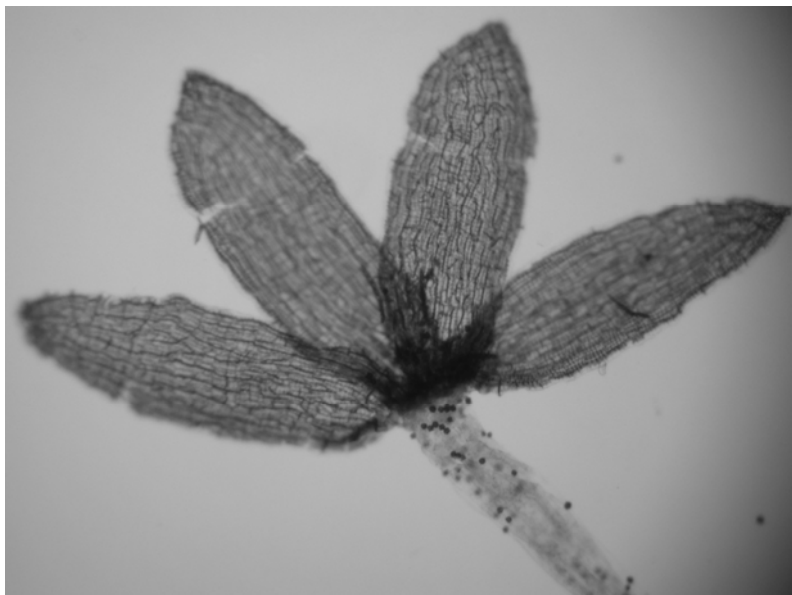
### Anexo 1: Trigones presentes en las hepáticas foliosas



Fotografía de las Hepáticas del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal, Baja Verapaz, Guatemala, por V. Freire, M.

Pérez y F. Ramírez. Estudio financiado por DIGI, IIQB.

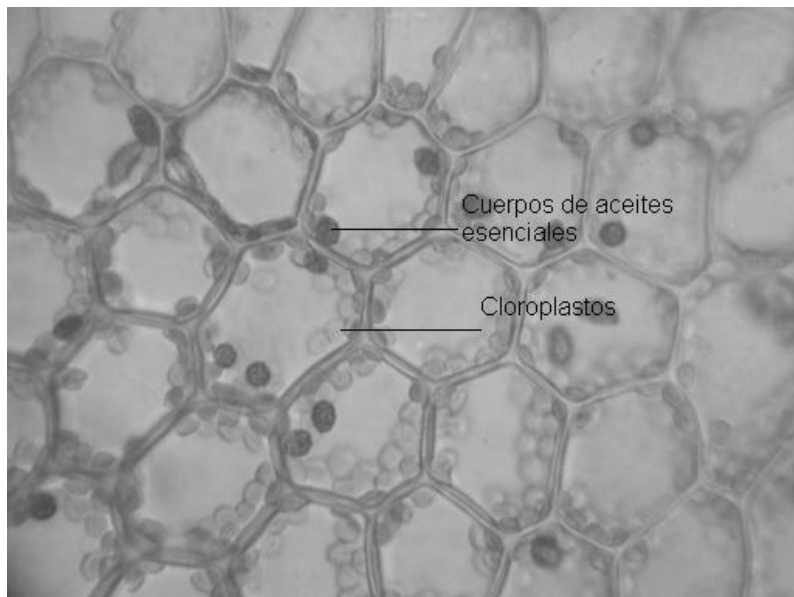
### Anexo 2: Esporofito, dehiscencia por 4 valvas general para hepáticas



Fotografía de las Hepáticas del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal, Baja Verapaz, Guatemala, por V. Freire, M.

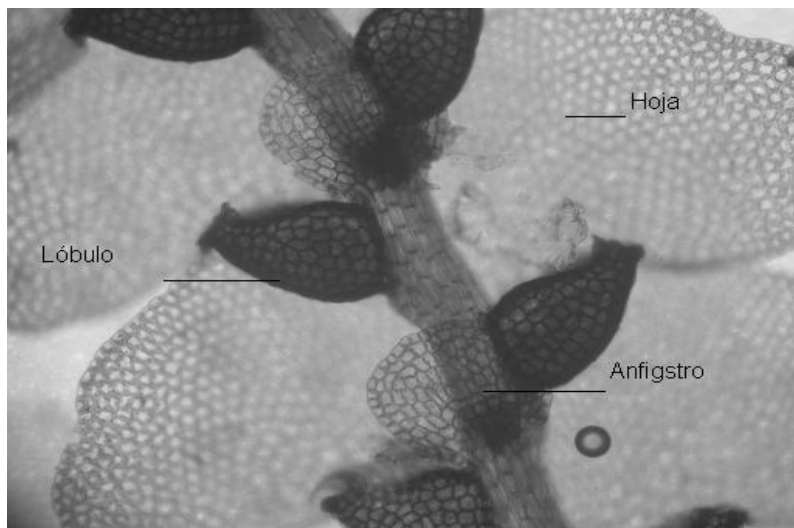
Pérez y F. Ramírez. Estudio financiado por DIGI, IIQB.

### Anexo 3: Cuerpos de aceites esenciales presentes en Hepáticas



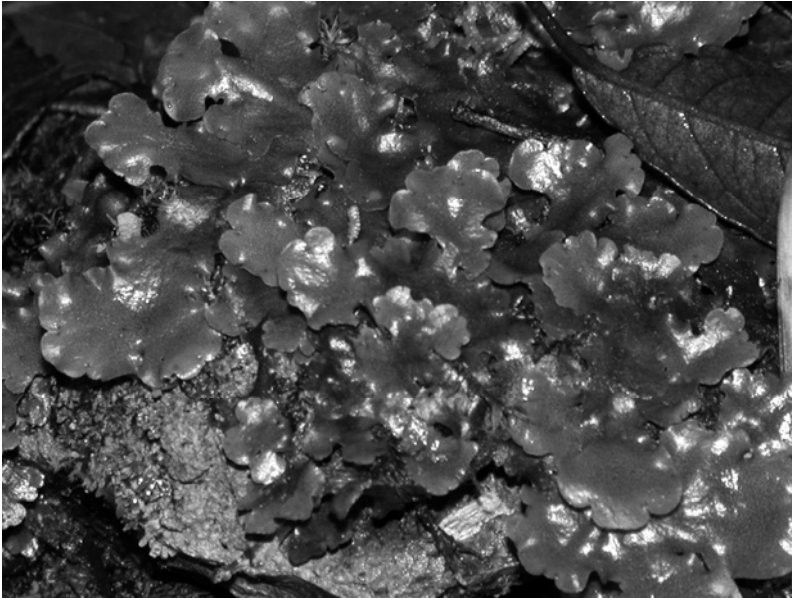
Fotografía de las Hepáticas del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal, Baja Verapaz, Guatemala, por V. Freire, M. Pérez y F. Ramírez. Estudio financiado por DIGI, IIQB.

### Anexo 4: Jungermaniopsida (hepáticas foliosas)



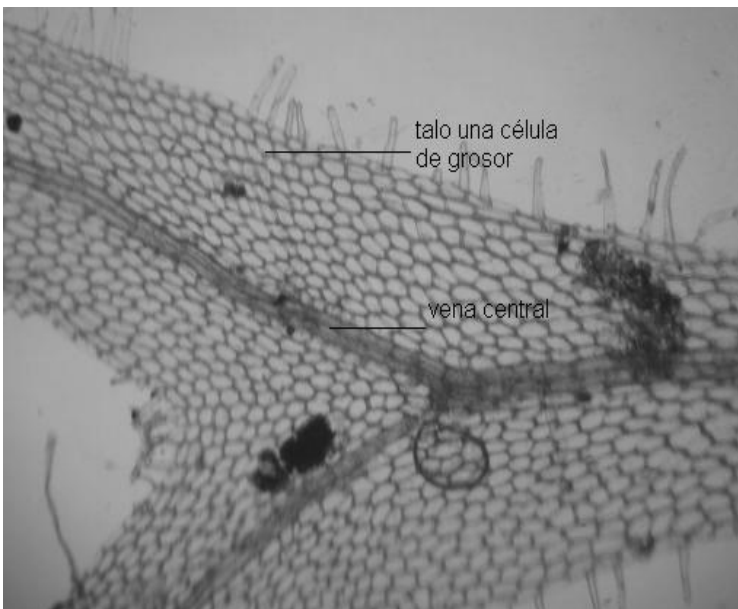
Fotografía de las Hepáticas del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal, Baja Verapaz, Guatemala, por V. Freire, M. Pérez y F. Ramírez. Estudio financiado por DIGI, IIQB.

**Anexo 5:** Marchantiopsida (hepáticas talosas complejas). Talo con diferenciación de tejido, compuesto por varias células de grosor.



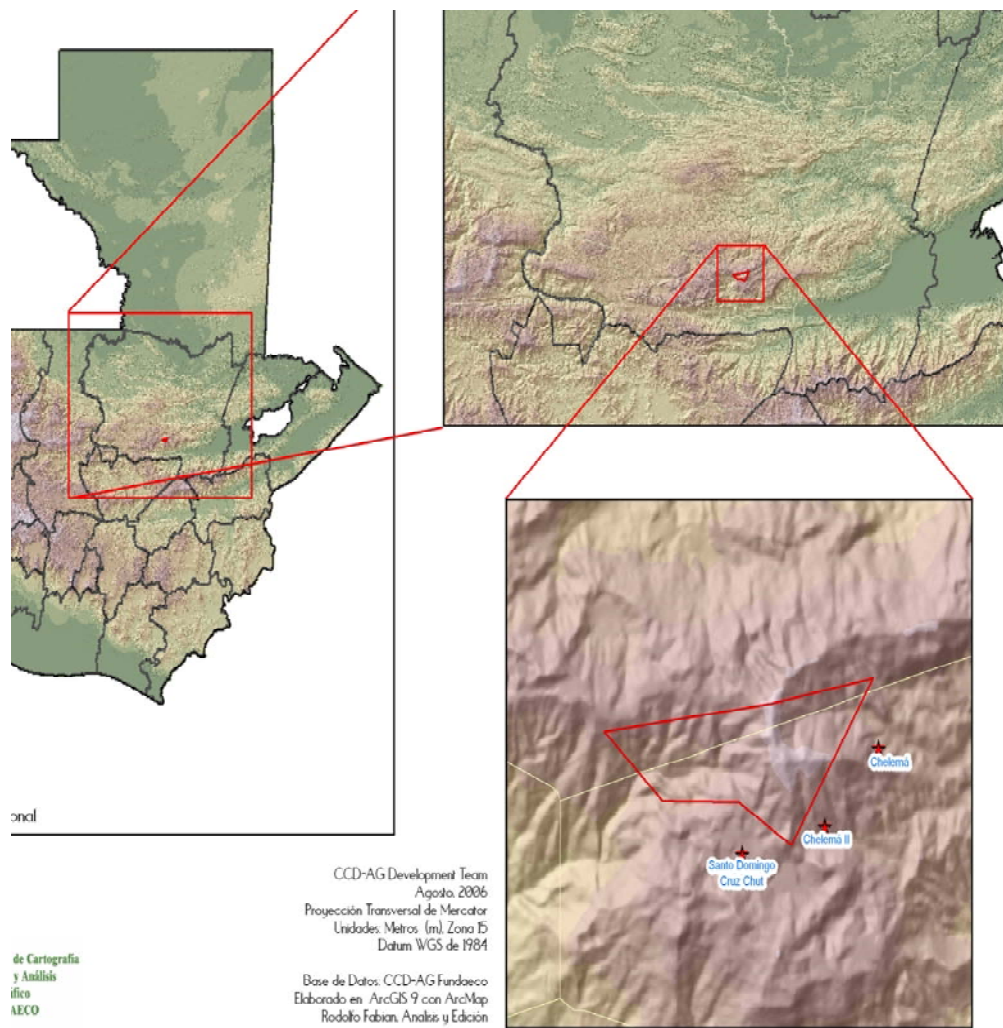
Fotografía de las Hepáticas del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal, Baja Verapaz, Guatemala, por V. Freire, M. Pérez y F. Ramírez. Estudio financiado por DIGI, IIQB.

**Anexo 6:** Metzgeriopsida (hepáticas talosas simples). Se observa un talo muy frágil compuesto únicamente por una célula de grosor, a excepción de la vena central.



Fotografía de las Hepáticas del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal, Baja Verapaz, Guatemala, por V. Freire, M. Pérez y F. Ramírez. Estudio financiado por DIGI, IIQB.

**Anexo 7. Mapa del área de estudio** fuente Ruiz 2006



**Anexo 8:** Listado de especies identificadas para la Reserva Privada Chelemhá y su área de influencia. Tucurú, Alta Verapaz.

ESPECIE	FAMILIA	LOCALIDAD
<i>Acanthocoleus aberrans</i> (Lindenb & Gottsche) Kruijt	Lejeuneaceae	BCHII 2100 CCHI 2000 CCHII 2100 GCHI 2000 GCHII 2000 GCHII 2100
<i>Aneura pinguis</i> (L) Dumor	Aneuraceae	BCHII 2300 BCHII 2060 GCHI 2000
<i>Anopolejeunea conferta</i> (Meissn) A. Evans	Lejeuneaceae	BCHII 2060
<i>Aphanolejeunea azorica</i> (V. Allorge & Jovet-Ast) Bernecker & Pócs	Lejeuneaceae	BCHI 2120
<i>Aphanolejeunea</i> sp (2 morfoespecies)	Lejeuneaceae	BCHI 2360 CCHII 2100
<i>Arachniopsis diacantha</i> (Mont) Howe	Lepidoziaceae	BCHII 2300 BCHII 2060 BCHI 2120
<i>Aureolejeunea fulva</i> R.M. Schust	Lejeuneaceae	BCHII 2100 BCHII 2060 GCHI 2120 GCHII 2000
<i>Bazzania aurescens</i> Spruce	Lepidoziaceae	BCHI 2360
<i>Bazzania cf falcata</i> (Lindenb) Trevis	Lepidoziaceae	BCHI 2360 BCHII 2300 BCHII 2060
<i>Bazzania cf heterostipa</i> (Steph) Fulford	Lepidoziaceae	BCHII 2300 BCHI 2120
<i>Bazzania cf pallide-virens</i> (Steph) fulford	Lepidoziaceae	BCHI 2120
<i>Bazzania cf taleana</i> (Gottsche) Fulford	Lepidoziaceae	BCHI 2360 GCHII 2100 BCHII 2100
<i>Bazzania hookeri</i> (Lindenb) Trevis	Lepidoziaceae	BCHI 2120 BCHI 2360 BCHII 2100 BCHII 2060

<i>Bazzania stolonifera</i> (Sw) Trevis	Lepidoziaceae	BCHI 2360 BCHII 2060
<i>Brachiolejeunea laxifolia</i> (Tayl) Schiffn	Lejeuneaceae	GCHII 2000 GCHII 2100
<i>Bryopteris filicina</i> (Sw) Nees	Lejeuneaceae	BCHI 2120 BCHII 2100 BCHII 2300 BCHII 2060 GCHII 2100
<i>Calypogeia cf grandistipula</i> (Steph) Steph	Calypogeiaceae	CCHII 2050
<i>Calypogeia peruviana</i> Nees & Mont	Calypogeiaceae	BCHI 2120 BCHI 2360 BCHII 2100 BCHII 2300 BCHII 2060
<i>Cephalozia crassifolia</i> (Lindenb & Gottsche) Fulford	Cephaloziaceae	BCHI 2360 BCHII 2060
<i>Cephaloziella cf divaricata</i> (Sm) Schiffn	Cephaloziellaceae	CCHII 2050
<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb) Schiffn	Lejeuneaceae	BCHII 2300
<i>Ceratolejeunea</i> sp (4 morfoespecies)	Lejeuneaceae	BCHI 2360 BCHII 2100 BCHI 2120 BCHII 2060
<i>cf Brachiolejeunea lasifolia</i> (Tayl) Schiffn	Lejeuneaceae	GCHI 2000
<i>cf Symbiezidium aff barbiflorum</i> (Lindenb & Gottsche) A. Evans	Lejeuneaceae	BCHI 2120
<i>Cheilolejeunea cf discoidea</i> (Lehm & Lindenb) Kachr	Lejeuneaceae	BCHI 2120 BCHI 2360
<i>Cheilolejeunea holostipa</i> (Spruce) Grolle & R. L.	Lejeuneaceae	BCHI 2120 BCHI 2120 BCHII 2300
<i>Cheilolejeunea inflexa</i> (Hampe ex Lehm) Grolle	Lejeuneaceae	BCHII2060
<i>Colura tenuicornis</i> (A. Evans) Steph	Lejeuneaceae	CCHII 2100
<i>Cyclolejeunea peruviana</i> (Lehm & Lindenb) A. Evans	Lejeuneaceae	BCHI 2120
<i>Dicranolejeunea axiillaris</i> (Nees & Mont) Schiffn	Lejeuneaceae	BCHII 2300 GCHI 2000 GCHII 2100
<i>Diplasiolejeunea brunnea</i> Grolle	Lejeuneaceae	BCHII 2300
<i>Diplasiolejeunea cf buckii</i> Grolle	Lejeuneaceae	BCHII 2300
<i>Diplasiolejeunea cf cavifolia</i> Steph	Lejeuneaceae	BCHI 2120

<i>Diplasiolejeunea cf pauckertii</i> (Nees) Steph	Lejeuneaceae	BCHII 2300
<i>Diplophyllum obtusatum</i> (Schust)Schust	Scapaniaceae	Fuera transecto
<i>Drepanolejeunea cf araucariae</i> Steph	Lejeuneaceae	BCHII 2060 GCHI 2000 GCHII 2000 GCHII 2100
<i>Drepanolejeunea cf aculeata</i> Bischl	Lejeuneaceae	BCHI 2360
<i>Drepanolejeunea cf bidens</i> (Steph) A. Evans	Lejeuneaceae	GCHII 2100
<i>Drepanolejeunea cf biocellata</i> A. Evans	Lejeuneaceae	CCHII 2100
<i>Drepanolejeunea fragilis</i> Bischl	Lejeuneaceae	BCHI 2120 GCHII 2000
<i>Drepanolejeunea mosenii</i> (Steph) Bischl	Lejeuneaceae	GCHI 2000
<i>Drepanolejeunea sp</i> (3 morfoespecies)	Lejeuneaceae	BCHI 2360 BCHII 2300 GCHII 2000
<i>Dumortiera hirsuta</i> (Sw) Nees	Marchantiaceae	Fuera transecto
<i>Echinocolea dilatata</i> (A. Evans) R. M. Schust	Lejeuneaceae	BCHI 2360
<i>Frullania arecae</i> (Spreng) Gottsche	Jubulaceae	CCHII 2100 Fuera trans. GCHI 2000 GCHII 2000 GCHII 2100
<i>Frullania brasiliensis</i> Raddi	Jubulaceae	BCHI 2120 BCHII 2100 BCHII 2300 BCHII 2060 CCHI 2000 Fuera trans.
<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees	Jubulaceae	BCHII 2300
<i>Frullania cf apiculata</i> (Reinw et al) Nees	Jubulaceae	BCHII 2300
<i>Frullania cf gaudichaudii</i> (Nees & Mont) Nees & Mont	Jubulaceae	BCHII2060
<i>Frullania dusenii</i> Steph	Jubulaceae	Fuera trans. GCHI 2100 GCHII 2000 GCHII 2100
<i>Frullania ecklonii</i> (Spreng) Gottsche	Jubulaceae	GCHI 2000
<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Ångstr	Jubulaceae	BCHII 2300 GCHI 2000 GCHII 2000
<i>Frullania setigera</i> Steph	Jubulaceae	BCHI 2360



<i>Frullania sp (3 morfoespecies)</i>	Jubulaceae	BCHII 2060 BCHI 2120 CCHI 2000
<i>Frullanoides densifolia Raddi</i>	Lejeuneaceae	GCHII 2000 GCHII 2100
<i>Harpalejeunea sp1</i>	Lejeuneaceae	BCHII 2300
<i>Harpalejeunea stricta (Lindenb &amp; Gottsche) Steph</i>	Lejeuneaceae	GCHII 2100
<i>Herbertus cf divergens (Steph) Herzog</i>	Herbertaceae	BCHII2060
<i>Herbertus pensilis (Tayl) Spruce</i>	Herbertaceae	BCHI 2120
<i>Herbertus serratus Spruce</i>	Herbertaceae	BCHI 2360
<i>Heteroscyphus combinatus (Nees) Schiffn</i>	Geocalyceae	BCHII 2300 BCHII 2060
<i>Jamesoniella rubricaulis (Nees) Grolle</i>	Jungermanniaceae	BCHII 2300
<i>Jungermannia amoena Lindenb &amp; Gottsche</i>	Jungermanniaceae	CCHII 2050
<i>Lejeunea cerina (Lehm &amp; Lindenb) Gotsche</i>	Lejeuneaceae	BCHI 2120 BCHII 2300 BCHII 2060 GCHI 2000
<i>Lejeunea cf bermudiana (A. Evans) R.M Schust</i>	Lejeuneaceae	BCHII 2100
<i>Lejeunea cf capensis Gottsche</i>	Lejeuneaceae	GCHI 2000
<i>Lejeunea cf cristulaeflora (Gottsche ex Steph) E. Reiner</i>	Lejeuneaceae	BCHII 2060
<i>Lejeunea cf glauscens Gottsche</i>	Lejeuneaceae	GCHI 2000 GCHII 2000
<i>Lejeunea flava (Sw) Nees</i>	Lejeuneaceae	GCHI 2000
<i>Lejeunea laeatevirens Nees &amp; Mont</i>	Lejeuneaceae	GCHII 2000
<i>Lejeunea sp (aprox. 32 morfoespecies)</i>	Lejeuneaceae	BCHI 2120 BCHI 2360 BCHII 2100 BCHII 2300 BCHII 2060 CCHI 2230 CCHII 2100 GCHI 2000 GCHI 2100 GCHII 2000 GCHII 2100 Fuera trans.
<i>Lepicolea ochroleuca (Spreng) Spruce</i>	Lepicoleaceae	BCHI 2120 BCHI 2360 BCHII 2060

<i>Lepidozia cupressina</i> (Sw) Lindenb	Lepidoziaceae	BCHI 2360 BCHII 2060 GCHII 2100
<i>Lepidozia inaequalis</i> (Lehm & Lindenb) Lehm & Lindenb	Lepidoziaceae	BCHII2060
<i>Leptoscyphus amphibolius</i> (Nees) Grolle	Geocalyceae	BCHI 2120 BCHI 2360 BCHII 2100 BCHII 2300 BCHII 2060
<i>Leucolejeunea xanthocarpa</i> (Lehm & Lindenb) A. Evans	Lejeuneaceae	BCHII 2300 GCHII 2000
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort	Geocalyceae	BCHII 2100 CCHI 2230 GCHI 2000
<i>Lophocolea connata</i> (Sw) Nees	Geocalyceae	BCHI 2120 BCHI 2360 BCHII 2300 BCHII 2060 GCHI 2000
<i>Lophocolea muricata</i> (Lehm) Nees	Geocalyceae	BCHI 2360 BCHII 2100
<i>Marchantia</i> sp (4 morfoespecies)	Marchantiaceae	CCHI 2230 CCHII 2050 Fuera trans.
<i>Metalojeunea cucullata</i> (Reinw et al) Grolle	Lejeuneaceae	BCHI 2120 BCHII 2300
<i>Metzgeria albinea</i> Spruce	Metzgeriaceae	BCHI 2120 BCHI 2360 BCHII 2100 BCHII 2300 GCHI 2000
<i>Metzgeria acuminata</i> Steph	Metzgeriaceae	CCHI 2230
<i>Metzgeria cf bahiensis</i> Schiffn	Metzgeriaceae	BCHI 2120
<i>Metzgeria cf furcata</i> (L) Dumort	Metzgeriaceae	BCHII 2300 GCHI 2000
<i>Metzgeria cf hegewaldii</i> Kuwah	Metzgeriaceae	Fuera trans.
<i>Metzgeria cf subaneura</i> Schiffn	Metzgeriaceae	CCHI 2000
<i>Metzgeria consanguinea</i> Schiffn	Metzgeriaceae	GCHI 2120

<i>Metzgeria decipines (C. Massal) Schiffn &amp; Gottsche</i>	Metzgeriaceae	BCHI 2120 BCHII 2300 CCHII 2100 GCHII 2100
<i>Metzgeria dichotoma (Sw) Nees</i>	Metzgeriaceae	GCHI 2000
<i>Metzgeria leptoneura Spruce</i>	Metzgeriaceae	BCHI 2360
<i>Metzgeria psilocraspeda Schiffn</i>	Metzgeriaceae	CCHI 2000
<i>Metzgeria scyphigera A. Evans</i>	Metzgeriaceae	BCHII 2100 CCHI 2000 GCHII 2000 GCHII 2100
<i>Metzgeria sp ( 8 morfoespecies)</i>	Metzgeriaceae	BCHI 2120 BCHII 2060 GCHI 2000 GCHII 2000 GCHII 2100
<i>Microlejeunea cf bullata (Tayl) Steph</i>	Lejeuneaceae	BCHII 2060 CCHII 2100
<i>Mnioloma cyclostipa (Spruce) R.M. Schust</i>	Calypogeiaceae	BCHI 2120
<i>Monoclea gottschi Lindb</i>	Monocleaceae	BCHI 2360 BCHII 2100 BCHII 2300
<i>Odontolejeunea decemdentata (Spruce) Steph</i>	Lejeuneaceae	BCHII 2100 BCHII 2300
<i>Odontolejeunea lunulata (Weber) Schiffn</i>	Lejeuneaceae	BCHI 2360 BCHII 2100 BCHII 2300
<i>Odontoschisma denudatum (Nees) Dumort</i>	Lejeuneaceae	BCHII2060
<i>Pallavicinia lyelli (Hook) S.F. Gray</i>	Pallaviciniaceae	BCHI 2120 BCHII 2300 BCHII 2060
<i>Plagiochila cf adiantoides (Sw) Lindenb</i>	Plagiochilaceae	BCHI 2360 BCHII 2060

<i>Plagiochila cf bryopteroides</i> Gottsche ex Steph	Plagiochilaceae	BCHII 2300
<i>Plagiochila cf diversifolia</i> Lindenb & Gottsche	Plagiochilaceae	GCHII 2000
<i>Plagiochila cf patentissima</i> Lindenb	Plagiochilaceae	BCHII 2100 GCHI 2000
<i>Plagiochila cf subplana</i> Lindenb	Plagiochilaceae	BCHI 2120
<i>Plagiochila macrostachya</i> Lindenb	Plagiochilaceae	BCHI 2120 BCHII 2100 BCHII 2060
<i>Plagiochila rutilans</i> Lindenb	Plagiochilaceae	BCHI 2360 BCHIII 2060
<i>Plagiochila sp (aprox. 11 morfoespecies)</i>	Plagiochilaceae	BCHI 2360 BCHII 2100 BCHII 2300 CCHI 2230 GCHII 2000 GCHII 2100
<i>Porella swartziana</i> (Weber) Trevis	Porellaceae	BCHII 2100 BCHII 2300 GCHII 2100
<i>Prionolejeunea cf denticulata</i> (Weber) Schiffn	Lejeuneaceae	BCHI 2360
<i>Radula cf schaefer-verwimpia</i> K. Yamada	Radulaceae	BCHI 2120
<i>Radula sp (2 morfoespecies)</i>	Radulaceae	BCHI 2360 GCHII 2100
<i>Radula tenera</i> Mitt ex Steph	Radulaceae	BCHI 2120 BCHI 2360 BCHII 2060
<i>Radula voluta</i> Tayl	Radulaceae	CCHI 2230 GCHI 2000
<i>Reboulia sp</i>	Aytoniaceae	Fuera trans. GCHI 2000 GCHI 2120
<i>Riccardia cf regnellii</i> (Angstr) Hell	Aneuraceae	BCHII 2300
<i>Riccardia digitoloba</i> (Spruce ex Steph) Pagan	Aneuraceae	GCHI 2000
<i>Riccardia sp (aprox. 7 morfoespecies)</i>	Aneuraceae	BCHI 2120 BCHI 2360 BCHII 2100 BCHII 2300 BCHII 2060 GCHII 2000

<i>Scapania portoricensis</i> Hampe & Gottsche	Scapaniaceae	BCHI 2120 BCHI 2360
<i>Symphyogyna aspera</i> Steph	Pallaviciniaceae	BCHI 2120 BCHI 2360 BCHII 2100 BCHII 2300 BCHII 2060
<i>Symphyogyna brasiliensis</i> (Nees) Nees & Mont	Pallaviciniaceae	BCHII 2100 GCHI 2120
<i>Symphyogyna brongniartii</i> Mart	Pallaviciniaceae	BCHII 2100
<i>Taxilejeunea cf asthenica</i> (Spruce) Steph	Lejeuneaceae	BCHII 2300
<i>Taxilejeunea obtusangula</i> (Spruce) A. Evans	Lejeuneaceae	GCHII 2000
<i>Taxilejeunea pterigonia</i> (Lehm & Lindenb) Schiffn	Lejeuneaceae	GCHII 2000
<i>Telaranea nematodes</i> (Gottsche ex Austin) M.A. Howe	Lepidoziaceae	BCHI 2120 BCHI 2360 CCHII 2050
<i>Trichocolea flaccida</i> (Spruce) J.B. Jack & Steph	Trichocoleaceae	BCHI 2120 BCHI 2360
<i>Trichocolea tomentosa</i> (Sw.) Gottsche	Trichocoleaceae	BCHI 2360 BCHII 2300 BCHII 2060

BCHI 2120 = Bosque de Chelemá I a 2120 msnm

BCHI 2360 = Bosque de Chelemá I a 2360 msnm.

GCHI 2000 = Guamil de Chelemá I a 2000 msnm.

GCHI 2120 = Guamil de Chelemá I a 2120 msnm.

CCHI 2000 = Cultivo de Chelemá I a 2000 msnm.

CCHI 2230 = Cultivo de Chelemá I a 2230 msnm

BCHII 2060 = Bosque Chelemá II a 2060 msnm.

BCHII 2100 = Bosque Chelemá II a 2100 msnm.

GCHII 2000 = Guamil Chelemá II a 2000 msnm.

GCHII 2100 = Guamil Chelemá II a 2100 msnm.

CCHII 2050 = Cultivo Chelemá II a 2050 msnm

CCHII 2100 = Cultivo Chelemá II a 2100 msnm.

**Anexo 9:** Especies reportadas únicamente para la Cuenca I, Tukurú, Alta Verapaz.

<b>CUENCA I (CHELEMÁ I)</b>	<b>Tipo de suseción vegetal</b>
<i>Aphanolejeunea azorica</i> (V. Allorge & Jovet-Ast) Bernecker & Pócs	Bosque
<i>Bazzania aurescens</i> Spruce	Bosque
<i>Bazzania cf pallide-virens</i> (Steph) fulford	Bosque
<i>cf Brachiolejeunea lasifolia</i> (Tayl) Schiffn	Guamil
<i>cf Symbiezidium aff barbiflorum</i> (Lindenb & Gottsche) A. Evans	Bosque
<i>Cheilolejeunea cf discoidea</i> (Lehm & Lindenb) Kachr	Bosque
<i>Diplasiolejeunea cf cavifolia</i> Steph	Bosque
<i>Drepanolejeunea cf aculeata</i> Bischl	Bosque
<i>Drepanolejeunea mosenii</i> (Steph) Bischl	Guamil
<i>Echinocolea dilatata</i> (A. Evans) R. M. Schust	Bosque
<i>Frullania ecklonii</i> (Spreng) Gottsche	Guamil
<i>Frullania setigera</i> Steph	Bosque
<i>Herbertus pensilis</i> (Tayl) Spruce	Bosque
<i>Herbertus serratus</i> Spruce	Bosque
<i>Lejeunea cf capensis</i> Gottsche	Guamil
<i>Lejeunea flava</i> (Sw) Nees	Guamil
<i>Metzgeria auminata</i> Steph	Cultivo
<i>Metzgeria cf bahiensis</i> Schiffn	Bosque
<i>Metzgeria cf subaneura</i> Schiffn	Cultivo
<i>Metzgeria consanguinea</i> Schiffn	Guamil
<i>Metzgeria dichotoma</i> (Sw) Nees	Guamil
<i>Metzgeria leptoneura</i> Spruce	Bosque
<i>Metzgeria psilocraspeda</i> Schiffn	Cultivo
<i>Mnioloma cyclostipa</i> (Spruce) R.M. Schust	Bosque
<i>Plagiochila cf subplana</i> Lindenb	Bosque
<i>Prionolejeunea cf denticulata</i> (Weber) Schiffn	Bosque
<i>Radula cf schaefer-verwimpii</i> K. Yamada	Bosque
<i>Radula voluta</i> Tayl	Cultivo y guamil
<i>Reboulia sp.</i>	Guamil
<i>Scapania portoricensis</i> Hampe & Gottsche	Bosque
<i>Trichocolea flaccida</i> (Spruce) J.B. Jack & Steph	Bosque

**Anexo 10:** Especies reportadas únicamente para la Cuenca II. Tukurú, Alta Verapaz.

<b>CUENCA II (CHELEMA II)</b>	<b>Tipo de sucesión vegetal</b>
<i>Anoplolejeunea conferta</i> ( Meissn) A. Evans	Bosque
<i>Brachiolejeunea laxifolia</i> (Tayl) Schiffn	Guamil
<i>Calypogeia cf grandistipula</i> (Steph) Steph	Cultivo
<i>Cephaloziella cf divaricata</i> (Sm) Schiffn	Cultivo
<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb) Schiffn	Bosque
<i>Cheilelejeunea inflexa</i> (Hampe ex Lehm) Grolle	Bosque
<i>Colura tenuicornis</i> (A. Evans) Steph	Cultivo
<i>Diplasiolejeunea brunnea</i> Grolle	Bosque
<i>Diplasiolejeunea cf buckii</i> Grolle	Bosque
<i>Diplasiolejeunea cf pauckertii</i> (Nees) Steph	Bosque
<i>Drepanolejeunea cf bidens</i> (Steph) A. Evans	Guamil
<i>Drepanolejeunea cf biocellata</i> A. Evans	Cultivo
<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees	Bosque
<i>Frullania cf apiculata</i> (Reinw et al) Nees	Bosque
<i>Frullania cf gaudichaudii</i> (Nees & Mont) Nees & Mont	Bosque
<i>Frullanoides densifolia</i> Raddi	Guamil
<i>Harpalejeunea stricta</i> (Lindenb & Gottsche) Steph	Guamil
<i>Herbertus cf divergens</i> (Steph) Herzog	Bosque
<i>Jamesoniella rubricaulis</i> (Nees) Grolle	Bosque
<i>Jungermannia amoena</i> Lindenb & Gottsche	Cultivo
<i>Lejeunea cf bermudiana</i> (A. Evans) R.M Schust	Bosque
<i>Lejeunea cf cristulaeflora</i> (Gottsche ex Steph) E. Reiner	Bosque
<i>Lejeunea laeatevirens</i> Nees & Mont	Guamil
<i>Lepidozia inaequalis</i> (Lehm & Lindenb) Lehm & Lindenb	Bosque
<i>Leucolejeunea xanthocarpa</i> (Lehm & Lindenb) A. Evans	Bosque y guamil
<i>Microlejeunea cf bullata</i> (Tayl) Steph	Bosque y cultivo
<i>Odontolejeunea decemdentata</i> (Spruce) Steph	Bosque
<i>Odontoschisma denudatum</i> (Nees) Dumort	Bosque
<i>Plagiochila cf bryopteroides</i> Gottsche ex Steph	Bosque
<i>Plagiochila cf diversifolia</i> Lindenb & Gottsche	Guamil
<i>Porella swartziana</i> (Weber) Trevis	Bosque y guamil
<i>Symphyogyna brongniartii</i> Mart	Bosque
<i>Taxilejeunea cf asthenica</i> (Spruce) Steph	Bosque
<i>Taxilejeunea obtusangula</i> (Spruce) A. Evans	Guamil
<i>Taxilejeunea pterigonia</i> (Lehm & Lindenb) Schiffn	Guamil

**Anexo 11:** Fotografías de algunos géneros identificados para la Reserva Privada Chelemhá y su zona de Influencia.



*Cephaloziella cf. divaricata* (Sm) Schiffn (Aumento 100X)



*Acanthocoleus aberrans* (Lindenb & Gottsche) Kruijt (Aumento 100X)

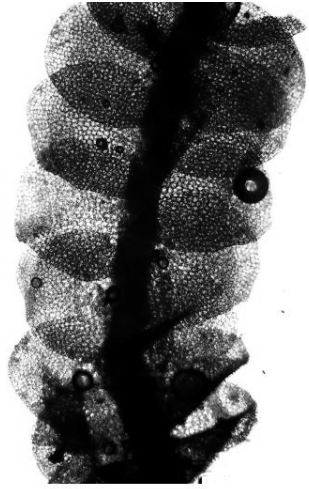




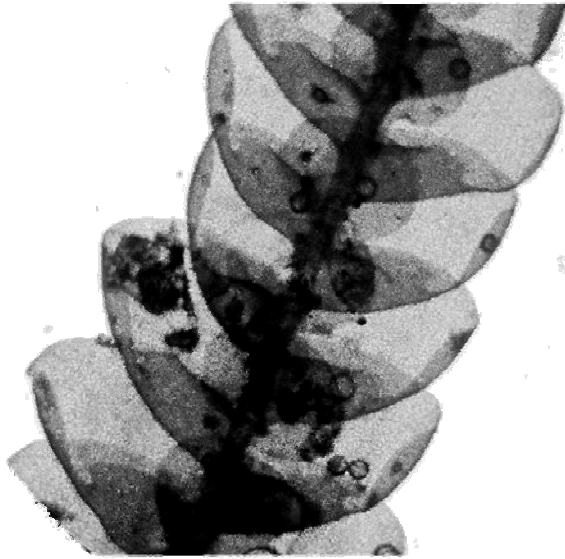
*Bryopteris filicina* (Sw) Nees (Aumento 100X)



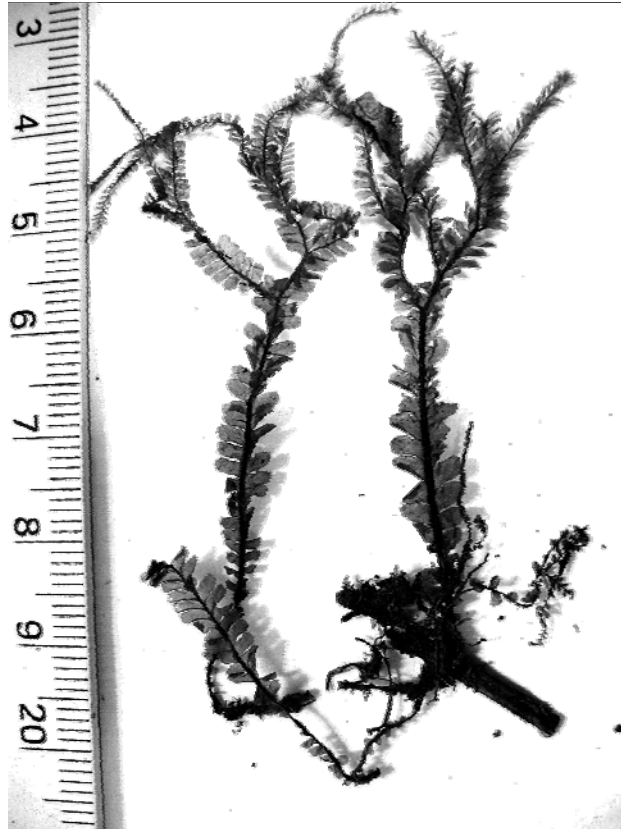
*Herbertus serratus* Spruce (Aumento 100X)



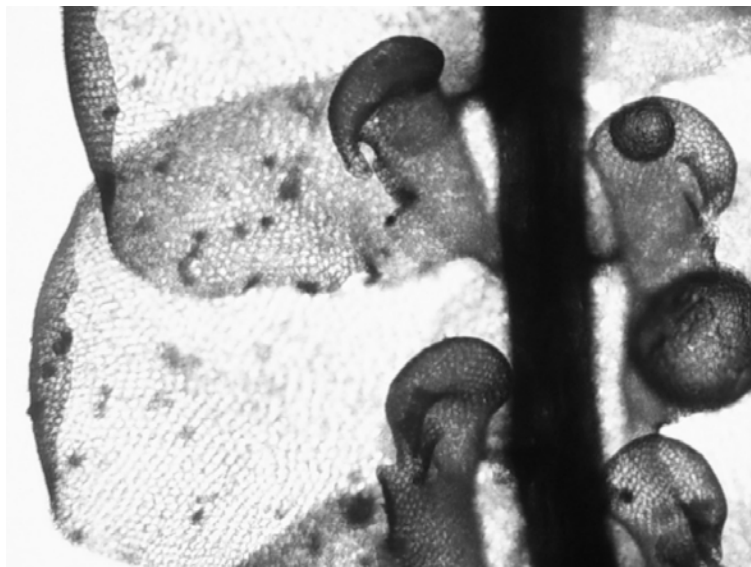
*Jungermannia amoena* Lindenb & Gottsche (Aumento 100X)



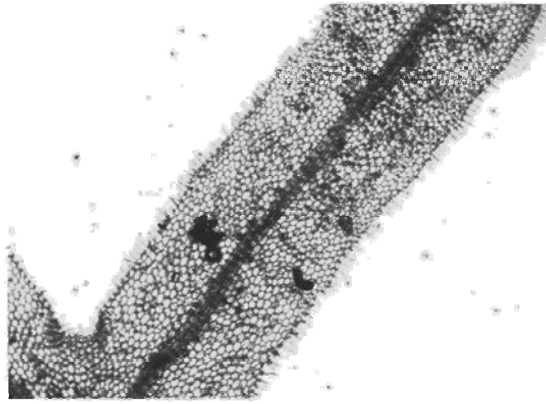
*Leucolejeunea xanthocarpa* (Lehm & Lindenb) A. Evans (Aumento 100X)



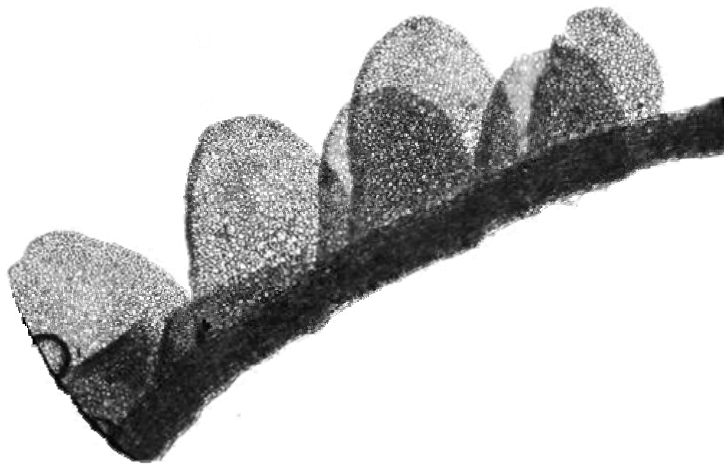
*Plagiochila cf. bryopteroides* Gottsche ex Steph (Aumento 100X)



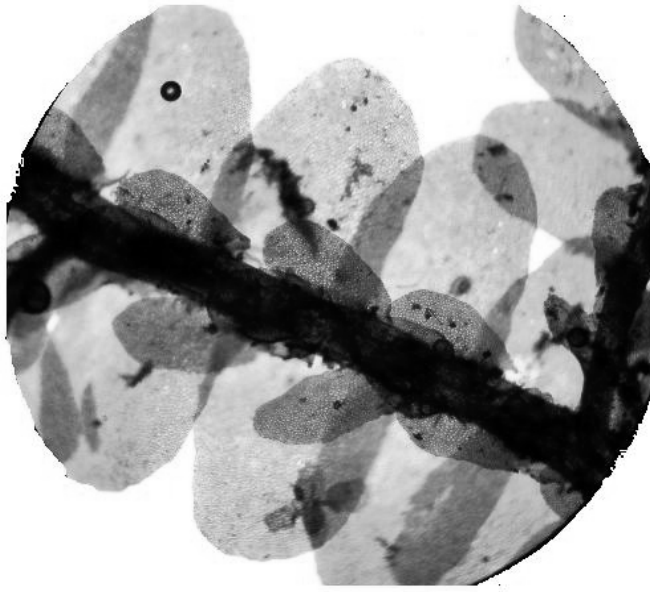
*Frullania arecae* (Spreng) Gottsche (Aumento 100X)



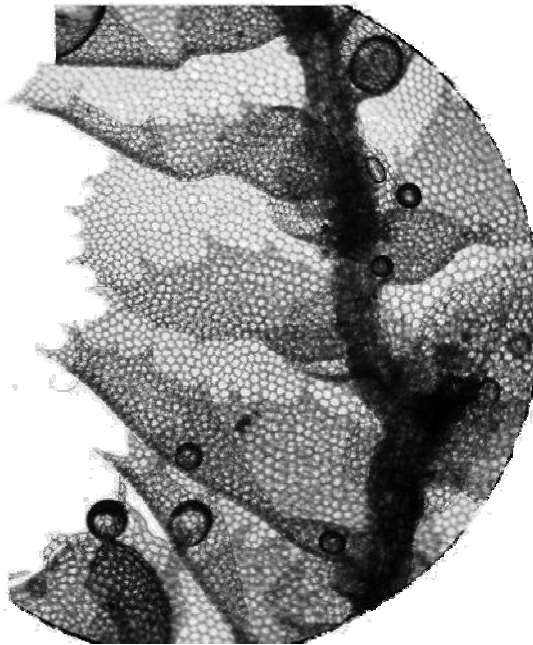
*Metzgeria albinea* Spruce (Aumento 100X)



*Odontoschisma denudatum* (Nees) Dumort (Aumento 100X)



*Porella swartziana* (Weber) Trevis (Aumento 100X)



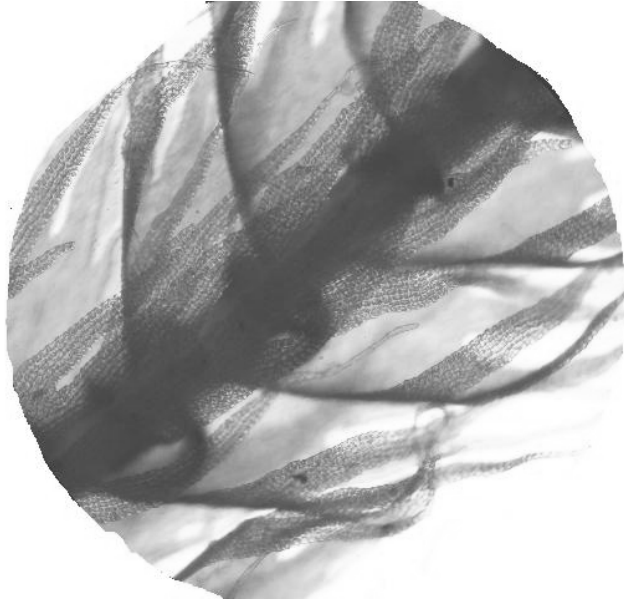
*Odontolejeunea lunulata* (Weber) Schiffn (Aumento 100X)



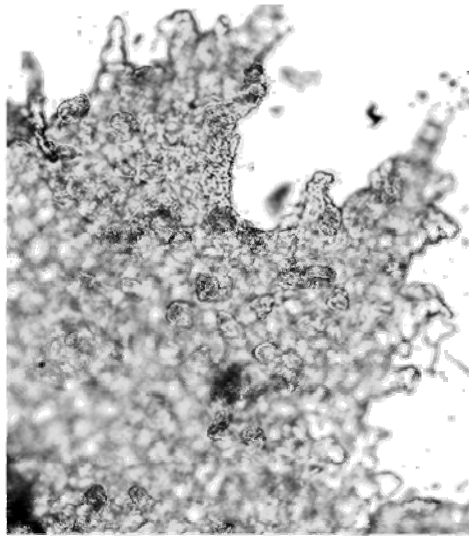
*Telaranea nematodes* (Gottsche ex Austin) M.A. Howe (Aumento 100X)



*Trichocolea tomentosa* (Sw.) Gottsche (Aumento 100X)



*Lepicolea ochroleuca* (Spreng) Spruce (Aumento 100X)



*Lophocolea muricata* (Lehm) Nees (Aumento 100X)

Fotografía de los cuatro nuevos reportes para Guatemala.

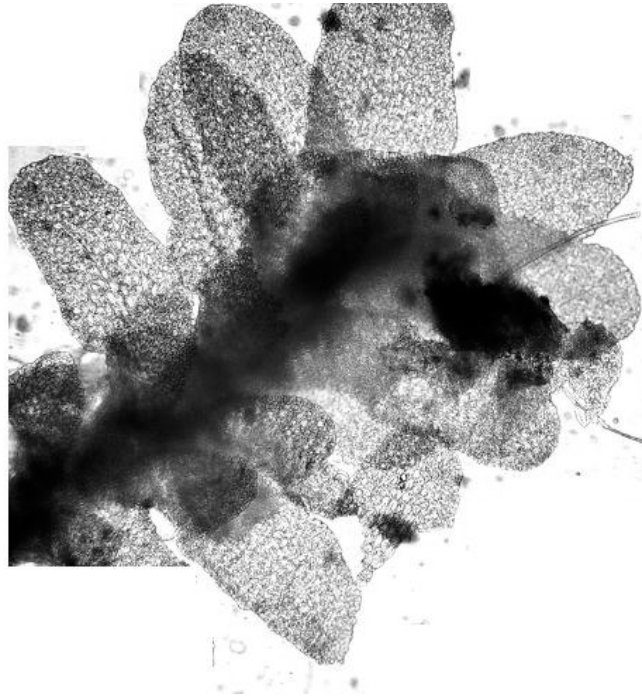


*Colura tenuicornis* (A. Evans) Steph (Aumento 100X)

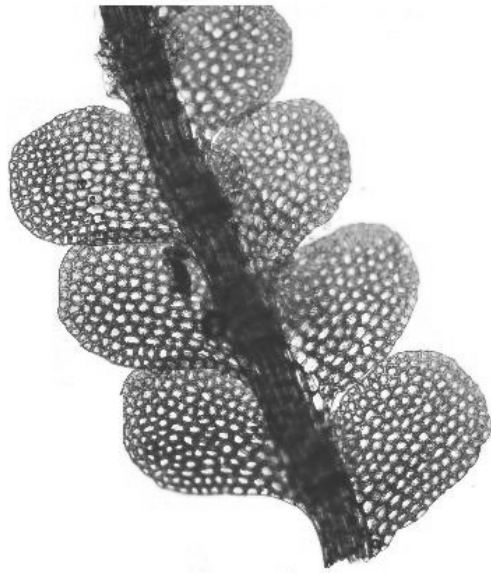


*Frullanoides densifolia* Raddii (Aumento 100X)





*Diplophyllum obtusatum* (Schust)Schust (Aumento 100X)



*Mnioloma cyclostipa* (Spruce) R.M. Schust (Aumento 100X)