

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Biología



**Caracterización de la diversidad de bromelias epífitas en tres Zonas de Vida
de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán**

Trabajo de Graduación presentado
por Carlos Barrios Montenegro
para optar al grado académico de Licenciado en Biología

Guatemala

2017

**Caracterización de la diversidad de bromelias epífitas en tres Zonas de Vida
de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Biología



**Caracterización de la diversidad de bromelias epífitas en tres Zonas de Vida
de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán**

Trabajo de Graduación presentado
por Carlos Barrios Montenegro
para optar al grado académico de Licenciado en Biología

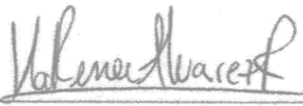
Guatemala

2017

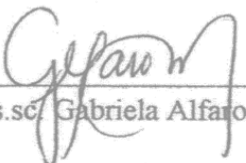
Vo. Bo. : (f) 
Lic. María Renée Alvarez

Vo. Bo. : (f) 
Lic. Samuel Secaira

Tribunal examinador:

(f) 
Lic. María Renée Alvarez

(f) 
Lic. Samuel Secaira

(f) 
Ms.sc. Gabriela Alfaro

Agradecimientos

Quisiera primero darle gracias a mi familia por haberme dado el apoyo incondicional tanto económico, como emocional de inicio a fin durante mi carrera como biólogo. A María Renée Álvarez por guiarme teóricamente como estudiante y más adelante por otorgar de su tiempo para apoyarme como asesora principal para la elaboración de mi tesis. Le agradezco a Samuel Secaira y su familia por apoyarme en la parte de campo, sugerir sitios de muestreo, contactos y con la identificación de hospederos durante las visitas. A Gabriela Palomo por asesorarme en el pensamiento estadístico. Le agradezco al departamento de Biología y a sus integrantes por ayudarme a avanzar en mi travesía como estudiante. Por último quisiera agradecer a todas aquellas personas que me apoyaron en campo o en procesos universitarios.

Índice

AGRADECIMIENTOS.....	II
ÍNDICE	VII
LISTA DE CUADROS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	12
IV. OBJETIVOS	13
V. METODOLOGÍA	14
VI. RESULTADOS	20
VII. DISCUSIÓN.....	25
VIII. CONCLUSIONES	30
IX. RECOMENDACIONES.....	31
X. LITERATURA CITADA.....	32
XI. ANEXOS.....	36

Lista de cuadros

	Página
Cuadro 1. Especies de plantas indicadoras para cada zona de vida	7
Cuadro 2. Puntos de muestro en las tres zonas de vida estudiadas	16
Cuadro 3. Listado de especies de plantas hospederas encontrados en las tres zonas de vida	20
Cuadro 4. Listado de especies de Bromeliaceae encontradas en las tres zonas de vida	21
Cuadro 5. Riqueza observada y esperada en las tres zonas de vida	22
Cuadro 6. Índices de diversidad de Simpson y Shannon para las tres zonas de vida	23
Cuadro 7. Índices de similitud de Jaccard y Sorensen para las tres zonas de vida	23
Cuadro 8. Correlaciones de DAP y Altura con número total de bromelias por zona de vida.	23
Cuadro 9. Especies bioindicadoras de zona de vida	24
Cuadro 10. Abundancia de bromelias por especie de hospedero en el bosque seco montano bajo.	37
Cuadro 11. Abundancia de bromelias por especie de hospedero en bosque húmedo montano bajo	38
Cuadro 12. Promedios de hospederos y bromelias en el bosque muy húmedo montano bajo	39
Cuadro 13. Promedios y totales de las variables obtenidas en las seis parcelas del bosque seco montano bajo.	40
Cuadro 14. Promedios y totales de las variables obtenidas en las seis parcelas del bosque húmedo montano bajo.	42
Cuadro 15. Promedios y totales de las variables obtenidas en las seis parcelas del bosque húmedo montano bajo.	44

Lista de figuras

	Página
Figura 1. Diagrama de clasificación de las zonas de vida	6
Figura 2. Comportamiento de la temperatura superficial de la Tierra y el Océano, a nivel global	10
Figura 3. Puntos de nuestros y Zonas de vida de la RUMCLA	15
Figura 4. Vista superior de parcela de 20x50m y los 10 árboles a muestrear	17
Figura 5. Análisis de agrupamiento de las tres zonas de vida	23
Figura 6. Correlación entre el número total de bromelias en hospederos y su DAP en el bosque seco montano bajo.	46
Figura 7. Correlación entre el número total de bromelias en hospederos y su DAP en el bosque húmedo montano bajo.	46
Figura 8. Correlación entre el número total de bromelias en hospederos y su DAP en el bosque muy húmedo montano bajo.	47
Figura 9. Correlación entre el número total de bromelias en hospederos y su altura en el bosque seco montano bajo.	47
Figura 10. Correlación entre el número total de bromelias en hospederos y su altura en el bosque húmedo montano bajo	48
Figura 11. Correlación entre el número total de bromelias en hospederos y su altura en el bosque muy húmedo montano bajo.	48
Figura 12. Ecosistemas de la RUMCLA y puntos de muestreo	49
Figura 13. Municipios, Zonas de Vida de la RUMCLA y puntos de muestreo	50

Resumen

En el presente estudio caracterizó la presencia de bromelias epífitas en tres zonas de vida de la RUMCLA. Para esto se visitaron diferentes parques regionales municipales y reservas naturales privadas en tres zonas de vida: Bosque Seco Montano Bajo (BSMB), Bosque Húmedo Montano Bajo (BHMB) y Bosque Muy Húmedos Montano bajo (BMHMB). Se tomaron datos de riqueza y abundancia de cada especie de bromelia por hospedero muestreado. De ser posible se tomó muestras botánicas de cada hospedero y bromelia encontrada por zona de vida. Se obtuvo un listado de 25 especies de Bromeliaceae para la RUMCLA y otro de 30 especies de hospederos. Tras un análisis de similitud y diversidad, se encontró una diferencia entre el Bosque Seco Montano Bajo y los Bosques Húmedos y Muy Húmedos Montanos bajos. La riqueza y abundancias de Bromeliaceae fueron diferentes en las tres zonas de vida. En la zona de vida seca se encontró especies con características xeromorfas como *Tillandsia usneoides*. Mientras que en las zonas de vida húmedas especies con tanques de agua como *Vriesea werckleana*. La abundancia (5049) y riqueza (15.17) fueron mayores en el Bosque Seco Montano Bajo, en comparación a los otros bosques (BHMB: 1178 y 9.67 y para BMHMB: 1395 y 8.67) posiblemente por la humedad que el lago aporta de forma pasiva a este ecosistema. En este mismo bosque se identificó una especie que concuerda con *Tillandsia plagiotropica* la cual no ha sido reportada para la RUMCLA y es endémica para Guatemala. No se encontró una relación directa entre el DAP y la riqueza ($R^2 = 0.02$) de Bromeliaceae. El género *Quercus* estuvo presente en las tres zonas de vida lo que indica ser una especie importante para reforestación área. Las siguientes especies son recomendadas como **especies indicadoras** por zona de vida: *Tillandsia recurvata*, *Tillandsia vicentina* y *T. usneoides* para el Bosque Seco; *Vriesea werckleana* para los Bosques Húmedos y Muy Húmedos Montanos Bajos.

Abstract

In the present study we characterized the presence of epiphytic bromeliads in three life zones of the RUMCLA. For this purpose, different municipal regional parks and private nature reserves were visited in three “zonas de vida”: Low Montano Dry Forest (BSMB), Low Montane Wet Forest (BHMB) and Low Montano Forest (BMHMB). Richness and abundance data were taken from each species of bromeliad per sampled host. If possible, botanical samples were taken from each host and bromeliad found by area of life. A list of 25 species of Bromeliaceae for the RUMCLA and another of 30 species of hosts was obtained. After an analysis of similarity and diversity, a difference was found between the Low Montane Dry Forest and the Humid and Very Humid Lowland Forests. The richness and abundance of Bromeliaceae were different in the three zones of life. In the dry life zone, species with xeromorphic characteristics such as *Tillandsia usneoides* were found. While in wet living areas species with water tanks like *Vriesea werckleana*. The abundance (5049) and richness (15.17) were higher in the Lower Montano Dry Forest, compared to other forests (BHMB: 1178 and 9.67 and for BMHMB: 1395 and 8.67) possibly due to the moisture that the lake provides passively to this ecosystem. In this same forest a species was identified that agrees with *Tillandsia plagiotropica* which has not been reported for RUMCLA and is endemic for Guatemala. A direct relationship between DAP and richness ($R^2 = 0.02$) of Bromeliaceae was not found. The genus *Quercus* was present in all three zones of life indicating that it is an important species for reforestation area. The following species are recommended as indicator species by area of life: *Tillandsia recurvata*, *Tillandsia vicentina* and *T. usneoides* for the Dry Forest; *Vriesea werckleana* for Humid Forests and Very Humid Lowlands.

I. Introducción

La diversidad botánica de los trópicos no solo se concentra en árboles, arbustos y hierbas, también en plantas epífitas. La complejidad del territorio guatemalteco permitió el desarrollo de gradientes climáticos en los volcanes y montañas. El tiempo y la selección natural logró que una familia con distribución tropical como Bromeliaceae se estableciera en diferentes climas. El avance de la sociedad humana sobre los remanentes boscosos está cambiando microclimas asociados a las comunidades epífitas, de forma que algunas especies podrán migrar. La unidad climática que se tomó en esta tesis para evaluar la diversidad de bromelias, es el de Zonas de Vida de Holdridge. El estudio se realizó en la Reserva de Usos Múltiples Cuenca Lago de Atitlán (RUMCLA).

II. Antecedentes

A. Plantas epífitas

1. Definición. El término epífita o holoepífita se refiere a la planta que crece sobre otro organismo vegetal usándolo solamente como soporte, el cual se denomina árbol hospedero o forófito. Por lo general sus raíces se desarrollan por adhesión y no existe ningún contacto metabólico con el hospedero (Ceja *et. al.* 2008). Las epífitas crecen en condiciones tan diversas como el mismo suelo del bosque (Zotz y Andrade 2003). Crecer por encima del suelo presenta ventajas, como por ejemplo, menor competencia por la luz, pero también presenta desventajas como, dificultad en la captación de agua y minerales. Adaptaciones anatómicas y fisiológicas de estas plantas permiten superar estas adversidades (Ceja *et. al.* 2008). La iluminación, humedad y variables microclimáticas son críticas para el establecimiento de las epífitas (Benzing 2000). De igual manera la diversidad y composición de epífitas cambia entre bosques secundarios y maduros debido a variaciones microclimáticas (Krömer y Gradstein 2003; Wolf 2005). Las epífitas son características de bosques nubosos y poseen un papel importante en los ciclos hidrológicos y de nutrientes del bosque. Debido a su condición son sensibles al cambio atmosférico, especialmente a la humedad, ya que suelen ocupar nichos ecológicos pequeños como lo son las ramas del dosel de un árbol. La muerte de estas plantas puede generar una cascada en las redes tróficas del bosque (IARNA 2011).

Existen diferentes tipos de epífitas debido a que el grupo es muy heterogéneo y ocupa múltiples hábitats, en los cuales las condiciones abióticas varían presentando numerosas combinaciones. La clasificación más común es la siguiente:

Epífitas obligadas: El 95% de sus individuos pertenecen a esta clasificación. Son aquellas que pasan su ciclo de vida completo sobre un forófito y sin contacto con el suelo. Los géneros representativos de este grupo son *Tillandsia*, *Polypodium* y *Peperomia* (Dutta, 2005; Ceja *et. al.* 2008).

Epífitas accidentales: Aquellas especies que más del 95% de sus individuos son terrestres pero algunos logran desarrollarse sobre un forófito. A este grupo pertenecen Monilophyta o Agavaceae (Dutta, 2005; Ceja *et. al.* 2008).

Epífitas facultativas: Aquellos individuos que pueden desarrollar su ciclo de vida en tierra o sobre un forófito como algunos helechos del género *Pleopeltis* o cactáceas del género *Mamillaria* (Dutta, 2005; Ceja *et. al.* 2008).

Hemiepífita: Son los individuos que hacen alguna conexión con el suelo en algún momento de su ciclo de vida. Las hemiepífitas primarias (proteroepífitas) son aquellas que inician su ciclo de vida sobre el hospedero y en un punto sus raíces llegan al suelo. Ejemplo de estos son los matapalos de los géneros *Philodendron* y *Ficus*. Las hemiepífitas secundarias o (pseudepífitas) empiezan su ciclo de vida en el suelo y a lo largo de su vida pierden conexión con el suelo y logran ser dependientes de las ramas del hospedero. Muchos de esta categoría suelen llamarse lianas o enredaderas y muchas pertenecen a los géneros *Bolbitis* y *Polybotrya*, helechos y aráceas de los géneros *Monstera* y *Anthurium* (Dutta, 2005; Ceja *et. al.* 2008).

2. Hospederos (forófitos) Debido a la diversa arquitectura de los forófitos no todos los árboles poseen la misma capacidad de captar agua, por lo que existen hospederos adecuados e inadecuados. La humedad relativa suele ser más elevada en las áreas próximas a lagos y quebradas de forma que puede influenciar en la supervivencia de las epífitas (Zotz y Andrade 2003). Los árboles grandes ofrecen, por lo general, mayor superficie de ramas disponibles para el establecimiento de las epífitas. La edad del árbol también aumenta la probabilidad de ser hospedero (Gradstein, 2003). La arquitectura del árbol, ramificación y características químicas y morfológicas de la corteza tienen un impacto en el microclima asociado a la especie hospedera (Oloyede *et. al.* 2014). Fontoura y Reinert (2009) encontraron que existe una relación entre la abundancia de bromelias y su diámetro a la altura del pecho (DAP), pero no existe una relación entre su DAP y la riqueza de bromelias. Además se menciona que la cobertura de dosel y los altos niveles de humedad en el fuste permiten una mayor tasa de germinación de las epífitas.

En el estrato superior del bosque, la presencia de sitios de anclaje en los grandes árboles, como las bifurcaciones y ramas poco inclinadas, promueven el establecimiento de epífitas vasculares (Hernández, 2000). Martínez y colegas (2008) establecieron que la distribución vertical de las epífitas en un árbol está relacionada con la humedad y la cantidad de luz. Además la presencia de musgos y líquenes facilitan el establecimiento de otras especies durante el proceso de sucesión. El follaje de un árbol perennifolio ofrece condiciones microclimáticas más constantes y provechosas que un árbol caducifolio (Zotz y Andrade 2003). El estudio comparativo de Castro y colegas (1999) mostró que las partes altas de *Quercus* absorben mayor cantidad de agua que *Pinus*, de forma que durante la época seca éste libera más agua y aumenta la probabilidad de supervivencia y anclaje de *Tillandsia guatemalensis*. Debido a la diversidad de factores que pueden afectar el establecimiento de las epífitas en los árboles, Johansson (1974) recomienda que las comparaciones entre comunidades epífitas sean entre hospederos de la misma especie y tamaño.

3. Familia Bromeliaceae La familia Bromeliaceae, comúnmente se conoce por el nombre de “gallitos”. Son herbáceas monocotiledóneas del Orden Poales. Suelen distinguirse por el ordenamiento de sus hojas en forma de roseta y algunas forman un tanque o *phytotelmata* donde acumula agua y funciona como reservorio. Ciertas especies poseen coloraciones específicas en sus hojas como rojo, café o diseños de manchas, como *Tillandsia butzii*, pero por lo general son verde o gris verdoso. Suelen poseer tallo corto o que el mismo esté ausente, y raíces adherentes que también pueden estar ausentes. La inflorescencia es una espiga simple o compuesta; que puede ser erecta o péndula. El fruto puede ser una baya o una cápsula

(Utlely, 1994). Las epífitas de la familia Bromeliaceae presentan diversas adaptaciones. Por ejemplo, para evitar la deshidratación, presentan la disposición de las hojas en forma de roseta, esto les ayuda a la retención de líquidos, además gran número de tricomas en forma de escamas para atrapar el agua liberada por los estomas y la humedad ambiental. Fisiológicamente, esta familia modificó el horario de apertura de los estomas a la noche, evitando la pérdida de agua en el día. Muchas epífitas usan un metabolismo CAM (metabolismo ácido de crasuláceas) o metabolismo ácido, el cual permite almacenar CO₂ en forma de ácido málico, que es liberado durante el día por las vacuolas y la luz permite iniciar el Ciclo de Calvin para la producción de energía (Ceja *et. al.* 2008). Aunque existen gallitos con metabolismos C3, como *Catopsis nutans* (Marín *et. al.* 2008), también existen mezclas de C3-CAM, como *Tillandsia guatemalensis* quien durante el primer periodo de crecimiento usa C3 y luego pasa a CAM para conservar agua durante la época seca (Castro *et. al.* 1999). En el caso de *Pitcairnia* es decidua en época seca, es decir que bota las hojas en durante este periodo. *Tillandsia fuchsii*, *T. recurvata* y *T. usneoides* poseen hojas reducidas y tricomas refractivos para evitar la pérdida de agua. En bosques nubosos hay bromelias que presentan hojas cerosas o tricomas repelentes de agua como especies de los géneros *Tillandsia* y *Catopsis* (Dix y Dix, 2006).

La familia se caracteriza por estar representada en su mayoría por epífitas (73%), terrestres o rupícolas. Tradicionalmente se divide en tres sub familias Pitcairnioideae, Tillandsioideae y Bromelioideae, organizadas en 56 géneros con 3010 especies en total (Smith y Till 1998; Dix y Dix 2006). La familia está restringida al Neotrópico, con la excepción de *Pitcairnia fliciana*, que se encuentra al Oeste de África. Se extienden desde el Sur de Estados Unidos hasta Chile y Argentina (Zizka 2009). Algunos géneros de la familia son *Tillandsia* (aproximadamente 400 especies), *Pitcairnia* (aproximadamente 250 especies), *Vriesia* (aproximadamente 200 especies), *Aechmea* (aproximadamente 150 especies), *Puya* (aproximadamente 140 especies), *Guzmania* (aproximadamente 120 especies), *Ananas*, *Bromelia* y *Catopsis*. El género con mayor número de especies para Guatemala es *Tillandsia* con 75 especies, seguido de *Catopsis* y *Pitcairnia* con 15 y 14 especies respectivamente (Dix y Dix 2006; Álvarez, 2007).

4. Importancias de la Familia Las bromelias tienen importancia alimenticia, económica (ornamental y medicinal) y cultural (Miranda *et. al.* 2007). Las especies más comercializadas de la familia son *Ananas comosus* o piña y *Aechmea magdalenae* la cual se utiliza para la obtención de fibras y elaborar hamacas o papel. La barba de viejo (*Tillandsia usneoides*) tiene uso ornamental y medicinal ya que también es usada como remedio tradicional para afecciones pulmonares, de hígado y riñones. Otros géneros utilizados son: *Aregelia*, *Billbergia*, *Cryptanthus*, *Dyckia*, *Guzmania*, *Neoregelia*, *Nidularium*, *Pitcairnia* y *Vriesia*. Guatemala es el principal exportador de *Tillandsia* en el continente (Álvarez 2007). Muchos de estos llamados gallitos son extraídos de la vida silvestre por grupos organizados que las revenden a otros intermediarios, quienes las reproducen para exportación o para eventos festivos. Por otro lado *T. xerographica* presenta una capacidad limitada para propagarse de forma vegetativa lo que

ha dificultado su comercialización; por otro lado *T. ionantha* y *T. juncea* no poseen dificultad y pueden propagarse sin el uso de fitohormonas (Dix y Dix 2006).

5. Ecología de la Familia Las plantas epífitas de la familia Bromeliaceae se encuentran en todas las elevaciones y ocupan diversos hábitats: bosques tropicales, bosque pino-encino, bosques nubosos de montaña y bosques estacionalmente secos. La plasticidad de las bromelias dio como resultado adaptaciones morfológicas y fisiológicas para sobrevivir en diferentes hábitats (Dix y Dix, 2006; Mondragón *et. al.*, 2004). La presencia o ausencia de estos organismos pueden servir como indicadores de la edad de un bosque (Dix y Dix 2006). Zotz y Andrade (2003) mencionan la existencia de una dinámica sucesional, en un bosque nuboso, donde la lenta colonización de epífitas es marcada por intervalos de tiempo, es decir que estas plantas aumentan su número y riqueza con el tiempo. Richardson (1999) describe que Bromeliaceae tiene un gran impacto en el reciclaje de nutrientes en el bosque por ser parte de la cadena alimenticia de muchos organismos del ecosistema. Wolf J y Flamenco (2003) reportaron un pico de riqueza de epífitas en Chiapas, México, entre 1000 y 1500 m (Krömer *et. al.* 2005) y un decrecimiento de las mismas en lugares más fríos, es decir a mayor altitud. Dix y Dix (2006) lograron determinar que la riqueza más alta de bromelias se encuentra entre los 600 y 1,100 msnm. Oloyede y colegas (2014) proponen un constante monitoreo de las comunidades epífitas para observar cambios que puedan deberse a cambios en el ecosistema del bosque.

Las epífitas conforman una parte importante en la diversidad estructural de un bosque tropical y son un grupo clave para los animales. Las bromelias proporcionan alimento, agua, refugio y sitios de reproducción, principalmente para artrópodos (insectos y crustáceos), moluscos, ranas y salamandras que pueden vivir entre sus hojas. Algunos de estos organismos pueden ser importantes polinizadores para el hospedero u otras especies, aunque *Tillandsia*, *Catopsis*, *Aechmea*, *Hohenbergiopsis* y algunas *Vriesia* son polinizadas por las abejas. En Guatemala algunos reptiles arbóreos como *Abronia*, *Norops* y *Sceloporus*; anfibios de los géneros *Agalychnis*, *Eleutherodactylus* y salamandras (Plethodontidae) se refugian y alimentan dentro de Bromeliaceae. En bosque seco, *Heloderma horridum charlesbogerti* Campbell & Vannini, se refugia en la bromelia terrestre *Hechtia guatemalensis*, Aves y mamíferos pequeños pueden obtener agua de estos organismos durante la época seca (Dix y Dix, 2006).

Richardson (1999) describe a las bromelias como “islas” dentro de los bosques. La riqueza y cantidad de especies que puede albergar un tanque con materia orgánica es dependiente al tamaño del gallito. El tanque de una bromelia puede contener hasta 4L de agua, lo que podría ser 50, 000 L de agua por hectárea, según Fish (1983). En Guatemala se estima que puede haber entre 25, 000 y 35, 000 bromelias por hectárea. Para Guatemala se han hecho mediciones con *Hohenbergiopsis guatemalensis* con densidades entre 5,000-10, 000 individuos por hectárea representando entre 2,500 hasta 6,000 L de agua por hectárea. La biomasa de Bromeliaceae es mayor que la de Orchidaceae. Además de aumentar las interacciones en un bosque, la acumulación de detrito en las raíces que provee sitios de germinación para otras epífitas como Orchidiaceae, Araceae, Moraceae, Clusiaceae, Gesneriaceae y helechos, aumentando así la diversidad (Dix y Dix, 2006). Su capacidad de aumentar y promover las interacciones entre los diferentes taxones dentro del bosque las hace “keystone species”, es decir que juegan un papel clave en el ecosistema proveyendo refugio o alimento. Su ausencia lleva a un desbalance en el ecosistema y una pérdida en la biodiversidad (Nuñez, 2012).

La determinación de una zona de vida para un área, necesita datos climáticos lo más completos y actualizados posibles, como la biotemperatura promedia anual, la elevación sobre el nivel del mar y la posición latitudinal. La obtención de la unidad climática en el diagrama (figura 1) empieza haciendo corresponder la temperatura con la precipitación. La temperatura se ubica colocando horizontalmente un objeto recto (regla) en la columna vertical en los extremos derechos e izquierdos; se hace lo mismo con la precipitación pero las medidas están en la base y a la derecha del bloque de hexágonos. Se necesita solo dos líneas para localizar un sitio en el diagrama. Luego de su localización en los hexágonos se define la región altitudinal con su altura sobre el nivel del mar. Esta se obtiene por las fajas basales de cada región latitudinal a la izquierda del diagrama o las fajas altitudinales a la derecha. Estas últimas teniendo los valores altitudinales: Tropical, Subtropical, Templada y Templada fría son 1000, Boreal 500m, Subpolar, 250m y Polar indefinido (Holdridge, 1978).

Es necesario aclarar que el concepto de zona de vida se refiere a un mosaico de comunidades o asociaciones vegetales que forman una comunidad específica o estructura (CONAP, 2008). Así mismo, Holdridge (1978) menciona que es factible encontrar combinaciones de asociaciones de plantas y animales que coincidan en dos o varias zonas de vida. Cuando se encuentra con varias combinaciones de asociaciones estas pueden agruparse en cuatro clases básicas que son climáticas, edáficas, atmosféricas e hídricas. En este caso nos interesa la asociación atmosférica que puede ejemplificarse como climas de áreas boscosas nubladas o crestas de montañas ubicadas entre picos o algunos litorales. La primera vez que se aplicó este modelo ecológico para Guatemala fue en 1950 y se encontraron 12 zonas de vida. El país se dividió en cuatro fajas altitudinales: sub tropical, tropical, montaña tropical media y montaña tropical alta. Actualmente solo se utilizan las fajas subtropical y no tropical (CONAP, 2008). Con base en el sistema propuesto por Holdridge, De la Cruz (1981) lo aplica para Guatemala donde propone 14 zonas de vida y especies arbóreas indicadoras para cada una de ellas, ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Especies de plantas indicadoras para cada zona de vida de Guatemala

Zona de vida	Especie indicadora
Monte espinoso subtropical	<i>Pereskia autumnalis</i> , <i>Jacquinia aurantiaca</i> , <i>Guaiacum sanctum</i> , <i>Bucida macrostachya</i> , <i>Acacia farnesiana</i> , <i>Cordia alba</i>
Bosque seco tropical	<i>Omphalea oleífera</i> , <i>Talisia olivaeformis</i> , <i>Pithecolobium mangense</i> , <i>Carica mexicana</i> , <i>Myrospermum frutescens</i>
Bosque seco subtropical	<i>Cochlospermum vitifolium</i> , <i>Swietenia humilis</i> , <i>Alvaradoa amorphoides</i> , <i>Sabal guatemalensis</i> , <i>Phylocarpus septentrionalis</i> , <i>Ceiba aesculifolia</i> , <i>Albizia caribaea</i> , <i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia nítida</i> , <i>Leucaena guatemalensis</i>
Bosque húmedo subtropical (templado)	<i>Pinus oocarpa</i> , <i>Curatella americana</i> , <i>Quercus spp.</i> , <i>Byrsonima crassifolia</i>
Bosque húmedo subtropical (cálido)	Zona sur: <i>Sterculia apetala</i> , <i>Platimiscium dimorphandron</i> , <i>Chlorophora tinctoria</i> , <i>Cordia alliodora</i>

continuación Cuadro 1

Zona de vida	Especie indicadora
	Zona norte: <i>Byrsonima crassifolia</i> , <i>Curatella americana</i> , <i>Xylopia frutescens</i> , <i>Metopium browneii</i> , <i>Quercus oleoides</i> , <i>Sabal morisiana</i> , <i>Manilkara zapota</i> , <i>Bombax ellipticum</i> , <i>Pimienta dioica</i> , <i>Aspidosperma megalocarpon</i> , <i>Alseis yucatanensis</i> .
Bosque muy húmedo subtropical (cálido)	Zona sur: <i>Scheelea preussii</i> , <i>Terminalia oblonga</i> , <i>Enterolobium cyclocarpum</i> , <i>Sickingia salvadorensis</i> , <i>Triplaris melaenodendrum</i> , <i>Cybistax donnell-smithii</i> , <i>Andira inermis</i> Zona norte: <i>Orbiginya cohune</i> , <i>Terminalia amazonia</i> , <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Lonchocarpus spp.</i> , <i>Virola spp.</i> , <i>Cecropia peltata</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Vochysia guatemalensis</i> , <i>Pinus caribaea</i>
Bosque muy húmedo subtropical (frio)	<i>Liquidambar styraciflua</i> , <i>Persea donnell smithii</i> , <i>Eurya seemanii</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>Persea schediana</i> , <i>Rapanea feruginea</i> , <i>Clethra spp.</i> , <i>Myrica spp.</i> , <i>Croton draco</i>
Bosque pluvial subtropical	<i>Magnolia guatemalensis</i> , <i>Talauma spp.</i> , <i>Alfaroa spp.</i>
Bosque muy húmedo tropical	<i>Acacia cookii</i> , <i>Cordia gerascanthus</i> , <i>Zanthoxylum belicense</i> , <i>Crudia spp.</i> , <i>Podocarpus spp.</i> , <i>Basiloxylon excelsa</i>
Bosque húmedo montano bajo subtropical	<i>Quercus spp.</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>Pinus montezumae</i> , <i>Juniperus comitana</i> , <i>Alnus jorullensis</i> , <i>Ostrya spp.</i> , <i>Carpinus spp.</i> , <i>Prunus capulli</i> , <i>Arbutus xalapensis</i>
Bosque muy húmedo montano bajo subtropical	<i>Cupressus lusitánica</i> , <i>Pinus ayacahuite</i> , <i>Chiranthodendron pentadactylon</i> , <i>Pinus hartwegii</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>Alnus jorullensis</i> , <i>Quercus spp.</i> , <i>Zinowiewia spp.</i> , <i>Buddleia spp.</i>
Bosque pluvial montano bajo subtropical	<i>Podocarpus oleifolius</i> , <i>Alfaroa costaricensis</i> , <i>Engenhardtia spp.</i> , <i>Billia hippocastanum</i> , <i>Magnolia guatemalensis</i> , <i>Brunellia spp.</i> , <i>Oreopanax xalapense</i> , <i>Hedyosmun mexicanum</i> , <i>Gunnera sp.</i>
Bosque húmedo montano subtropical	<i>Juniperus standleyii</i> , <i>Pinus hartwegii</i>
Bosque muy húmedo montano subtropical	<i>Abies guatemalensis</i> , <i>Pinus ayacahuite</i> , <i>Pinus hartwegii</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>Cupressus lusitanica</i> , <i>Quercus spp.</i> , <i>Bocona volcánica</i> , <i>Buddleia spp.</i> , <i>Cestrum spp.</i> , <i>Garya spp.</i> , <i>Bacharis sp.</i>

(De la Cruz, 1981)

C. Reserva de Usos Múltiples Cuenca Lago de Atitlán

La región de Atitlán es dominada por una serie de **conos volcánicos** como lo son Atitlán, San Pedro y Tolimán. Estos constituyen una sección importante para la ecología de la Sierra Madre del altiplano occidental de Guatemala. Además el lago es de origen volcánico que representa, junto a los volcanes, una belleza escénica que engloba diversidad biológica y social en el departamento. El origen volcánico determina el relieve y la hidrología del lugar. Se cree que hubo tres ciclos de crecimiento volcánico. La más conocida es la de los Chocoyos con una edad de 85 mil años. Hubo una liberación de 270Km³ de sedimento y produjo la caldera del presente Lago de Atitlán (CONAP, 2003).

El área protegida Atitlán fue declarada como parque nacional en 1995. Dos años después tras un estudio técnico de recategorización, su categoría cambio a Reserva de Uso Múltiples. El primer Plan Maestro fue elaborado en el año 2000 y aprobado en 2002. Entre 2003 y 2004 se elaboraron nueve planes de manejo para igual número de reservas naturales privadas. Con la ayuda de The Nature Conservancy, CONAP, Vivamos Mejor y SEGEPLAN se elaboró el Plan maestro 2007-2011 el cual se giró alrededor de tres ejes principales con visión integradora. Los ejes son los recursos naturales y biodiversidad, patrimonio cultural y actividades productivas (CONAP 2006).

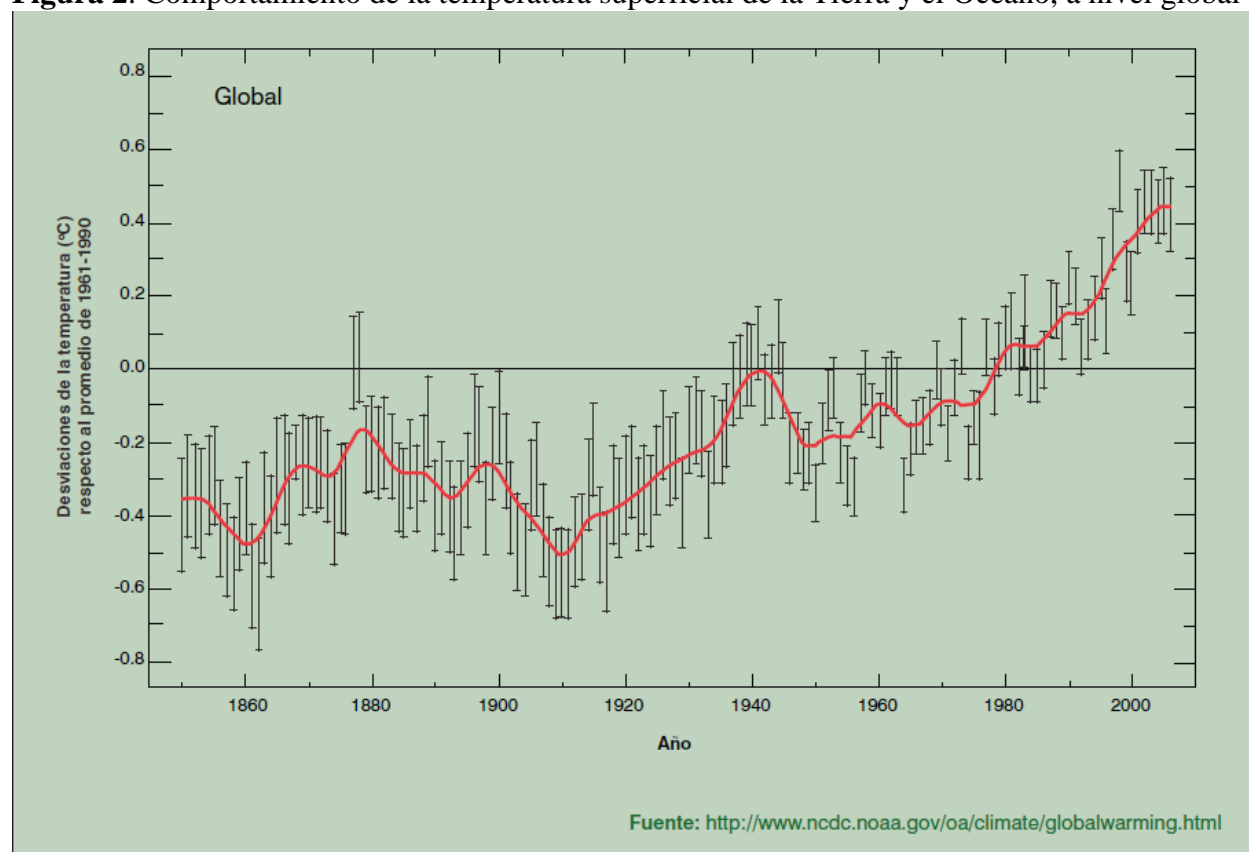
La RUMCLA fue escogida debido a que forma parte de la cadena volcánica del occidente del país y posee potencial biológico y actividades sostenibles. El departamento una belleza escénica, diversidad biológica y cultural debido a la presencia centenaria de tres pueblos indígenas Tz'utujil, los K'iche' y los Kaqchikeles. Además posee la asociación xérica a orillas del lago, bosque latifoliado y bosques mixtos cada vez más fragmentados. La zona es prioritaria para la recarga hídrica a nivel nacional de la cual se abastecen varias fincas y pueblos (CONAP 2006).

1. Cambio climático

a. Definición El cambio climático es la variación del valor medio del estado del clima por largos periodos de tiempo, generalmente décadas o más años, y que es identificable mediante pruebas estadísticas. La variación del clima en la Tierra es un proceso interno y natural que puede verse acelerado por factores externos o cambios debidos a la presión antropogénica constante en la composición de la atmósfera debido a los diferentes usos de la tierra. La convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas define “que el cambio climático es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición la atmósfera mundial y se suma a la variabilidad natural del clima observado durante periodos de tiempo comparables”. La evidencia científica afirma que el calentamiento global que se observa actualmente se debe principalmente a factores antropocéntricos. La causa principal proviene de la revolución industrial en el siglo XVIII. Desde entonces, a nivel mundial, no han cesado de aumentar las concentraciones atmosféricas de gases con efecto invernadero de dióxido de carbono (CO₂), metano y óxido nitroso. Los principales motores de estos gases son el crecimiento descontrolado de la economía mundial, sobre población y el cambio de uso de suelo, que rompe el ciclo del carbono (IARNA 2011).

Actualmente muchos sistemas biológicos y físicos en todos los continentes y algunos océanos están siendo afectados por el cambio climático. Las alteraciones evidentes, como la fusión de los sistemas polares debida al aumento en la temperatura (ver Figura 2), han aumentado el promedio mundial del nivel del mar. El indicador químico es el incremento del CO₂ por actividades humanas, que ha intensificado la acidez de los océanos llevando a inestabilidades ecológicas como el caso del coral. El nivel de temperatura ha aumentado de 0.74°C de 1906 a 2005, a latitudes altas ocurre con mayor evidencia; se ha evidenciado mayor calentamiento en la litósfera que en la hidrósfera. El mar ha crecido en un promedio de 1.8 mm/año desde 1963 hasta 2007; esto debido a la disminución de la cobertura de glaciares de montaña en los dos hemisferios con un promedio anual de 2.7%. Los promedios de precipitaciones han aumentado en regiones Suramericanas y del hemisferio norte y disminuido en algunas áreas de África, Asia y el Mediterráneo (Huntington, 2006). El cambio de variables atmosféricas y climáticas provoca migración de factores determinantes para el clima y la economía de los países más afectados: la zona de convergencia intertropical, y los fenómenos del Niño y la Niña. Estos fenómenos provocan cambios en las gestiones de recursos hídricos, como lo es un alargamiento en las sequías que puede afectar el sector agrícola o la biodiversidad (IARNA, 2011).

Figura 2. Comportamiento de la temperatura superficial de la Tierra y el Océano, a nivel global



(IARNA 2011)

b. Consecuencias El carbono almacenado en los bosques tropicales juega un rol indispensable en el ciclo de carbono. El 20% del carbono del planeta y el 30% de la producción primaria dependen de los trópicos. La biodiversidad y la productividad primaria neta de los ecosistemas se verán seriamente afectadas por el cambio climático, especialmente por el aumento de temperatura y fenómenos como El Niño. La desaparición de estos sumideros de carbono podría causar una retroalimentación positiva que aceleraría e intensificaría el cambio climático. Los monitoreos a largo plazo han demostrado que la variación del clima está afectando la fisiología, distribución y fenología en la vegetación (Hughes, 2000). El calentamiento global pone en riesgo especies endémicas con distribuciones restringidas y fortalecerá el avance de otras especies. La distribución o extinción de las especies depende de su umbral de tolerancia a condiciones bióticas y abióticas. Lastimosamente hay escasas investigaciones sobre el cambio en la distribución de comunidades vegetales en los trópicos como consecuencia del cambio climático. Entre los ecosistemas con mayor vulnerabilidad están los bosques nublados tropicales. Casi todos los organismos de estos ecosistemas se ven afectados por la presencia recurrente en neblinas o nubosidades, entonces es probable que ocurran cambios o extinciones de especies en estos bosques. Habrá migraciones altitudinales de las especies y recomposición de la comunidad, volviendo así a los bosques nubosos como un escenario que permite observar los efectos del cambio climático, especialmente en grupos de plantas epifitas (IARNA 2011).

Existen datos que vinculan la intensificación del ciclo hídrico con el calentamiento global. Esto se debe a un aumento en la evaporación de los océanos en conjunto con aumentos en la precipitación continental que puede caracterizarse por la variabilidad estacional. Es muy probable un efecto negativo sobre la disponibilidad de recursos hídricos en algunas regiones del planeta. La distribución temporal y espacial afectará la disponibilidad de estos recursos. Los eventos extremos tendrán un aumento, tales como precipitaciones intensas o temperaturas muy altas. Se estima que la disponibilidad de agua disminuirá en latitudes medias (subtropicales) y aumentará en latitudes altas. La ausencia o pocas propuestas para implementar políticas hídricas en Guatemala nos hace vulnerables al cambio climático (IARNA 2011). No está demás recordar que todas las actividades humanas requieren el consumo de agua, pero este recurso resulta deficiente en muchas áreas pobladas (INAB, 2005) y dentro de los ecosistemas. Debido al cambio climático a nivel global, se predicen como más afectados los países con menor desarrollo socioeconómico en la segunda mitad del siglo XXI. El aumento en la temperatura media global ha producido efectos adversos en sectores como la biodiversidad, agricultura y los recursos forestales. Los principales impactos en los ecosistemas y la biodiversidad se prevén para el 2080. Se espera la expansión de bosques secos y muy secos, los cuales probablemente cubrirán más del 65% del territorio. Al mismo tiempo la cobertura de los bosques húmedos, muy húmedos y pluviales, disminuirá 80%, a 60% en 2050 y menos de 35% para el 2080 (IARNA 2011). El manejo de nuestros bosques con vocaciones para recarga hídrica son de mucha importancia económica, social y ecológica.

III. JUSTIFICACIÓN

La alta plasticidad de la familia Bromeliaceae le ha permitido expandirse en diferentes ecosistemas, desde bosques secos hasta bosques nubosos. Diferentes nichos han sido explotados debido a las adaptaciones anatómicas y fisiológicas de cada especie. Por esta razón es importante hacer un primer acercamiento a la distribución de las diferentes especies epífitas de Bromeliaceae, en unidades climáticas como las zonas de vida de Holdridge.

Debido a la alta diversidad de Bromeliaceae que Guatemala posee, es importante priorizar áreas de conservación debido a su alto impacto en la cadena trófica y a su potencial económico poco desarrollado. La caracterización de Bromeliaceae es importante para determinar la edad de un bosque y su estado ecológico ya que son especies clave o “keystone species”, sin éstas podría ocurrir cascadas tróficas de biodiversidad. La presencia de estas plantas epífitas dentro de los ecosistemas permite que organismos en peligro de extinción, como reptiles y anfibios que son dependientes a la humedad de los tanques de agua, puedan existir. Así mismo relacionar Bromeliaceae con su hospedero puede guiar esfuerzos de reforestación dentro de la cuenca y promover las interacciones dentro del bosque. Desafortunadamente no existe mucha información sobre la distribución de bromelias en Atitlán. Las bromelias son un grupo en grave peligro no solo por el cambio climático, el avance de la frontera agrícola o la deforestación, si-no también por la alta extracción ilícita existente en los remanentes de bosque (Dix y Dix, 2006). Es de suma importancia promover su identificación en los remanentes boscosos y desarrollar planes sostenibles.

Las bromelias tienen un gran potencial ornamental por desarrollar y podría llegar a generar ingresos económicos. Si se logra integrar el conocimiento y encontrar alternativas para actividades no sostenibles e ilegales como la extracción, la especie podría verse beneficiada al igual que el hombre. Desafortunadamente pocas personas en el país practican el cultivo de esta familia debido a su alargado tiempo de desarrollo y condiciones. Por el momento se debe fomentar su cultivo en comunidades para uso en la medicina tradicional.

Es necesario relacionar esta familia con las zonas de vida ya que su dependencia a la humedad ambiental puede ser clave para establecer especies indicadoras de cambio climático. Existe la necesidad de estudiar y monitorear las diferentes zonas de vida y conocer la distribución de Bromeliaceae en la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca de Atitlán (RUMCLA). El presente es un estudio no experimental cualitativo y cuantitativo de la distribución espacial de la comunidad de epífitas de bromelias en diferentes zonas de vida: bosque estacionalmente seco, bosque húmedo montano bajo y muy húmedo montano bajo. La importancia de este estudio recae en la falta de información sobre la riqueza y distribución de la familia clasificada en las diferentes zonas de vida. Complementando la información existente en la RUMCLA se puede priorizar áreas de conservación ante el avance de la sociedad humana. El establecimiento de corredores en relación con ciertas especies y la expansión de algunas zonas de vida, por el cambio climático, podría resultar clave para la conectividad de los bosques y la conservación de su estructura. Además el presente estudio representa una primera exploración para relacionar la Familia Bromeliaceae con zonas de vida de Holdridge.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general:

Caracterización de la diversidad de Bromeliaceae en tres zonas de vida (bosque húmedo montano bajo, bosque muy húmedo montano bajo y bosque seco montano bajo) de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca de Atitlán.

B. Objetivos específicos:

1. Elaborar de un listado de bromelias epífitas por zona de vida dentro de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán.
2. Elaborar de un listado de hospederos de bromelias epífitas por zona de vida.
3. Comparar de la riqueza de especies de Bromeliaceae epífitas entre las tres zonas de vida.
4. Proponer especies de Bromeliaceae como bioindicadoras de zonas de vida para la RUMCLA.

C. HIPÓTESIS

Ho: No existen diferencias significativas en la riqueza de Bromelias en tres zonas de vida de la RUMCLA.

Ha: Existen diferencias en la riqueza especies de Bromelias en tres zonas de vida estudiadas de la RUMCLA.

V. METODOLOGÍA

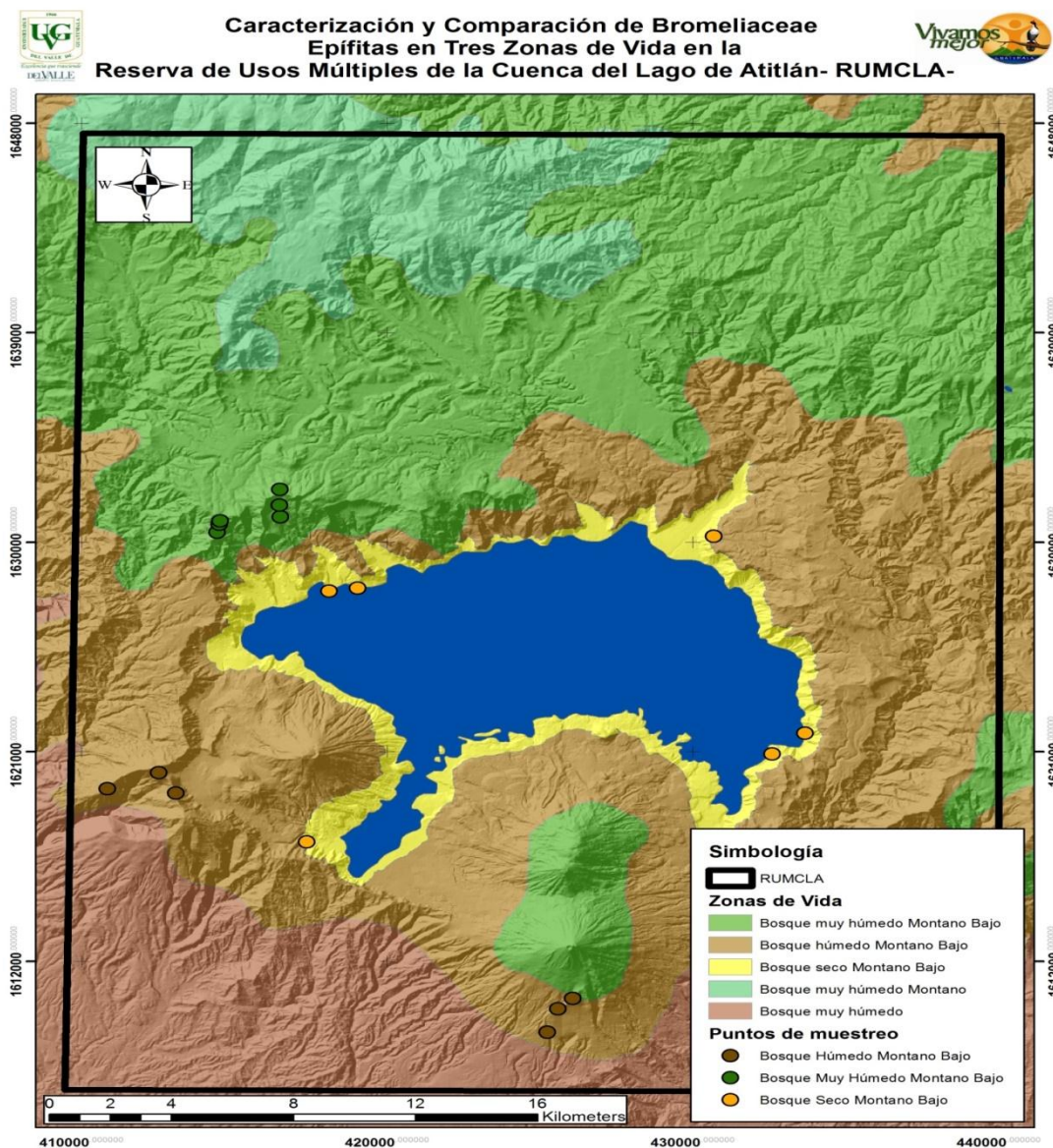
D. PROCEDIMIENTO

1. ÁREA DE ESTUDIO. La Reserva de Usos Múltiple Cuenca Lago de Atitlán (RUMCLA), está ubicada en el departamento de Sololá, abarca la cadena volcánica correspondiente a Atitlán, al este empieza por el río Madre vieja, hasta el oeste en el río Nahualate. Esto incluye los volcanes Atitlán, Paquisís, San Marcos, San Pedro, Tolimán y la sierra de Parraxim. El lago es de origen volcánico está rodeado por volcanes y montañas creando diversos climas que permiten mayor biodiversidad. Todos los parques regionales establecidos en el departamento son manejados por las comunidades o por los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES) del lugar o propietarios privados (CONAP 2006).

Las tres zonas de vida escogidas para el estudio fueron Bosque Seco Montano bajo, Bosque Húmedo Montano bajo y Bosque muy Húmedo Montano bajo. En el bosque seco existe una precipitación anual que oscila entre los 500 y los 1000mm; una temperatura media anual entre 12 y 24 grados centígrados. El bosque seco puede ser encontrado en la RUMCLA entre 1500-1800msnm. Las especies indicadoras de esta zona de vida: *Cochlospermum vitifolium*, *Swietenia humilis*, *Alvaradoa amorphoides*, *Sabal guatemalensis*, *Phylocarpus septentrionalis*, *Ceiba aesculifolia*, *Albizia caribaea*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia nítida* y *Leucaena guatemalensis*. Este bosque se caracteriza por tener la mayoría de sus árboles caducifolios y por lo tanto condiciones microclimáticas menos constantes (Zotz y Andrade 2003). Los árboles de este bosque suelen ser de menor estatura que en otros bosques. El bosque húmedo tiene una precipitación anual que oscila entre los 1000 y 2000mm; la temperatura media anual va entre los 12 y 24 grados centígrados. Dentro de la RUMCLA esta zona de vida ocurre entre 1800-2500msnm. Las especies indicadoras de esta zona de vida: *Pinus oocarpa*, *Curatella americana*, *Quercus spp.* y *Byrsonima crassifolia*. Estos bosques suelen ser asociaciones de pino-encino con árboles altos y un soto bosque con poca riqueza. El bosque húmedo tiene una precipitación anual que oscila entre los 2000 y 4000mm; la temperatura media anual va entre los 12 y 24 grados centígrados. El bosque muy húmedo se puede encontrar aproximadamente a partir de los 2500msnm en adelante. Las especies indicadoras de esta zona de vida: *Liquidambar styraciflua*, *Persea donnell smithii*, *Eurya seemanii*, *Pinus pseudostrobus*, *Persea schediana*, *Rapanea feruginea*, *Clethra spp.*, *Myrica spp.* y *Croton draco*. (Holdridge, 1978) (De la Cruz 1981). Este bosque está caracterizado por su alta humedad ambiental lo cual es ideal para organismos epifitos.

2. PUNTOS DE MUESTREO Con la ayuda del programa Arc Map se establecieron los puntos accesibles y parques municipales para abarcar todas las zonas de vida con dos lugares representativos. Existen cuatro zonas de vida en el lago, sin embargo el mapa (ver Figura 3) solo muestra tres debido a que el bosque seco a la orilla del lago, no está actualizado pero si está reconocida su existencia (CONAP, 2006). Las capas utilizadas fueron Guatemala, Atitlán, Parques Nacionales, SIGAP y zonas de vida. Los puntos se establecieron según su accesibilidad, contactos provenientes de AVM y la zona de vida la cual ocupa.

Figura 3. Puntos de nuestros y Zonas de vida de la RUMCLA



Los parques o reservas incluidos en el presente estudio:

a. Bosque seco montano bajo. El primer bosque seco montano bajo que se visitó es el Parque Regional Rey Tepepul en el municipio de Santiago, la única parcela se hizo en las partes bajas del Cerro Cabeza de Burro. En este territorio existe bosque latifoliado. Los siguientes puntos se hicieron en San Marcos la Laguna, en las orillas del lago, una parcela en el cerro Tzankujil y la siguiente en el cerro Tzanquimibal. Las siguientes dos parcelas se realizaron en los bosques a la orilla del lago en San Antonio Palopó dentro de la Finca Chicamán. La última parcela se realizó entre San Andrés Semetabaj y Panajachel.

b. Bosque húmedo montano bajo. Uno de los parques que se visitó es el Cerro Panan el cual es un límite municipal entre Sololá y Suchitepéquez. En este se encuentran bosques mixtos y latifoliados en predominancia. (Girón, 2005). El segundo bosque húmedo montano bajo, fue un bosque nuboso latifoliado y dentro de la Reserva de la Universidad del Valle de Guatemala conocida como Refugio del Quetzal. Está ubicada en la ladera Sur del volcán Atitlán en el departamento de Suchitepéquez. Tiene un terreno total de 8 caballerías y se está en la parte superior de la Finca Panamá y Moca.

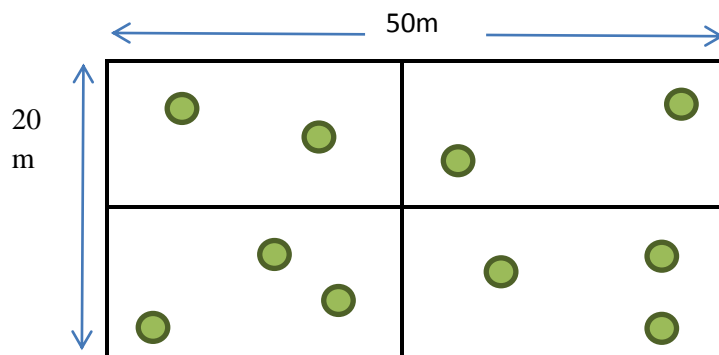
c. Bosque muy húmedo montano bajo. Las muestras de los bosques muy húmedos montano bajo empezó en el Parque Municipal Chuiraxamolo', este se encuentra en el municipio de Santa Clara La Laguna. Los bosques mixtos ocurren en gran parte en este municipio. El Cerro Papa fue el siguiente parque visitado, el cual se encuentra a 40 minutos en carro de este último y se encuentra en San Marcos la Laguna.

Cuadro 2. Puntos de muestro en las tres zonas de vida estudiadas

Zona de vida	Tipo de bosque	Localidad	Municipio	Departamento	Altitud (msnm)	Coordenadas	Fecha
Bosque seco montano bajo	Bosques secos y un poco latifoliados	Parque Regional Rey Tepepul	Santiago Atitlán	Sololá	1846	14.62259 91.26059	14/11/16
		Cerros Tzankujil y Cerro Tzanquimibal	San Marcos La Laguna	Sololá	1626	14.72162 91.26059	15/11/16
		Finca Chicamán	San Antonio Palopó	Sololá	1593	14.66579 91.11599	16/11/16
		Labores UVG	San Andrés Semetabaj	Sololá	1878	430677.089076 1630256.64386	21/03/17
Bosque húmedo montano bajo	Bosques mixtos y latifoliados	Cerro Panan entre el límite de Sololá y Suchitepéquez;	Santa Lucía Utatlán	Sololá	2630	412526 1620104	1/08/16
		Refugio del Quetzal	Arriba Finca Panamá	Suchitepéquez	2543	14.56721 91.18291	1/09/16
Bosque muy húmedo montano bajo	Bosques mixtos	Parque Municipal Chuiraxamolo'	Santa Clara La Laguna	Sololá	2639	414702 1630881	22/03/17
		Parque Municipal Papa	Santa Clara La Laguna	Sololá	2776	416485 1632265	23/03/16

3. TRABAJO DE CAMPO El diseño se elaboró de forma sistemática y no aleatoria. La metodología fue tomada a partir de la tesis doctoral de Johansson (1974), con algunas modificaciones como las sub divisiones. Se realizaron parcelas de 50x20m, el área se sub dividirá en cuatro áreas de donde se muestrearon 2-3 árboles por cada sub área (Alzate, 2000) (ver Figura3). En cada parcela se muestrearon diez árboles con el mayor número de bromelias. Se hicieron seis parcelas por zona de vida dando así un total de 18 parcelas (ver Figura 4).

Figura 4: Vista superior de parcela de 20x50m y los 10 árboles a muestreados



4. LISTADOS DE ESPECIES DE BROMELIAS Y SUS HOSPEDEROS. En cada parcela se evaluarán las siguientes variables:

a. Hospedero. Cada árbol muestreado fue identificado hasta especie de ser posible. En caso de no poder identificar en campo las especies (con la ayuda del asesor de campo), se utilizó la siguiente bibliografía para su identificación: Trees of Guatemala (2008). Con la ayuda de una cinta diamétrica se midió el DAP (diámetro a la altura del pecho) y se hizo un estimado de la altura (Hernández, 2000). Los datos se volcaron en una matriz de datos en Microsoft Excel 2010. Con base en esta información se realizará un listado de especies hospederos de bromelias por zona de vida estudiada.

b. Bromeliaceae epífitas En cada parcela se determinó el número de especies de la familia Bromeliaceae. Para cada especie observada se determinó el número de individuos. La identificación se realizó con ayuda de guías fotográficas, guías de identificación como Flora de Guatemala (1952) y Guía de Reconocimiento del género *Tillandsia* de Guatemala (2010). En campo, se anotó la información de identificación, y conteo en el cuaderno de campo y se volcaron posteriormente a una matriz de datos, en Microsoft Excel 2010. Con base en esta información se realizará un listado de especies de bromelias por zona de vida estudiada.

c. Recorridos ad libitum. Para complementar los listados de riqueza de especies se hizo observaciones de epífitas vasculares en árboles caídos, observaciones a larga distancia con binoculares y observaciones casuales (Johansson 1974). Los recorridos fueron de una distancia aproximada de uno o dos kilómetros en las veredas existentes. Todas las bromelias que posean inflorescencia o frutos y estén accesibles fueron colectadas para la confirmación de su identificación. Además se tomaron fotografías. No se recorrió áreas que tengan pendientes mayores a los 45 grados debido al peligro y dificultad de acceso. Los especímenes colectados fueron depositados en el Herbario UVAL de la Universidad del Valle de Guatemala.

5. ANÁLISIS DE RIQUEZA, DIVERSIDAD Y SIMILITUD

a. Riqueza

1. Curva de acumulación de especies. Las curvas de acumulación son generadas para dar fiabilidad a inventarios biológicos, haciendo posible su comparación y estima el esfuerzo de muestreo mínimo para obtener una buena estimación de la diversidad total. También se pueden extrapolar el número de especies totales observadas en un inventario lo que sirve para estimar el total de especies de la zona de estudio (Gutiérrez 2003). La curva inicia con una pendiente elevada debido al alto número de especies comunes, la adición de especies al listado es rápida. A medida que el muestreo prosigue aparecen especies raras o de otros lugares de forma que la pendiente disminuye. Esta última al llegar a cero, se estima que es el número total de especies que se pueden encontrar en el área de estudio y el esfuerzo de muestreo. En la actualidad el número de especies es el parámetro más utilizado para la comparación entre diferentes localidades y los índices han pasado al desuso. (Jiménez y Hortal, 2003). La ecuación de Jacknife 1 es el modelo más usado debido a sus buenas aproximaciones para la mayoría de taxones. Se usa en lugares extensos y en protocolos donde a mayor tiempo se pasa en el campo (experiencia), mayor es la probabilidad de encontrar una nueva especie (Halffter y Ros, 2013). Si los taxones están bien muestreados estos datos se pueden extrapolar (Gutiérrez 2003).

b. Índices de diversidad

1. Índice de diversidad de Shanon-Wiener. Se calculó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener para determinar si alguno de los sitios de muestreo presenta mayor diversidad de bromelias que otro. Este representa la probabilidad de encontrar una especie en un área determinada. Se calculó según la siguiente fórmula:

$$H^0 = \frac{N(N-1)}{\sum n_i(n_i-1)}$$

En donde N es el número total de individuos en el sitio de muestreo y n_i es el número total de individuos de la especie "A".

c. Índices de similitud/disimilitud

1) Índice de similitud de Jaccard. Se calculó el Índice de Similitud de Jaccard, el cual estima el grado de similitud, disimilitud o distancia que existe entre dos diferentes puntos de muestreo. Este relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. Este se calculó entre todos los diferentes sitios de muestreo a través de la siguiente fórmula:

$$I_j = \frac{c}{(a + b - c)}$$

En donde “a” es el número de especies presentes en el punto de muestreo A; “b” es el número de especies presentes en el muestreo B y “c” es el número de especies presentes en ambos puntos de muestreo, a y b.

2) Índice de similitud de Sorensen El índice de similitud de Sorensen al igual que el Índice de similitud de Jaccard, estima el grado de similitud, disimilitud o distancia que existe entre dos diferentes puntos de muestreo. Este relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios. Este se calculó entre todos los diferentes sitios de muestreo a través de la siguiente fórmula:

$$I_s = \frac{2c}{a + b}$$

Donde A es el número de especies presentes en el punto de muestreo A; b es el número de especies presentes en el muestreo B y “c” es el número de especies presentes en ambos puntos de muestreo, a y b.

3) Índice de Disimilitud de Bray-curtis. El índice de Disimilitud de Bray-curtis cuantifica la disimilitud en la composición de dos sitios diferentes. El valor se encuentra entre 0 y 1, donde 1 significa que las especies son completamente diferentes y 0 que son completamente distintas.

$$BC_{ij} = \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

En donde C es el número de especies compartidas entre ambas unidades y S_i y S_j son el total de especies de cada sitio.

VI. Resultados

A. Hospedero

El primer cuadro presenta las treinta especies de hospederos que se observaron en las 18 parcelas y su presencia en las zonas de vida.

Cuadro 3. Listado de especies de plantas hospederas encontrados en las tres zonas de vida

No.	Hospedero	BSMB	BHMB	BMHMB
1	<i>Alnus jorulensis</i> Kunth		X	X
2	<i>Annona sp.</i>	X		
3	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth			X
4	<i>Burcera simaruba</i> (L.) Sarg.	X		
5	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker F.	X		
6	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i> Larreat.		X	
7	<i>Clethra pachecoana</i> Standl. & Steyerm.			X
8	<i>Eysenhardtia adenostilis</i> Baill.	X		
9	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	X		
10	<i>Karwinskia calderoni</i> Standl.	X		
11	<i>Leucaena diversifolia</i> (Schltdl.) Benth	X		
12	<i>Pinus sp.</i>		X	
13	<i>Pistacia mexicana</i> Kunth.	X		
14	<i>Plumeria rubra</i> L.	X		
15	<i>Quercus 1</i>		X	
16	<i>Quercus 2</i>		X	
17	<i>Q. acatenanguensis</i> Trel.		X	X
18	<i>Q. brachystachys</i> Benth.	X		
19	<i>Q. laurina</i> Bonpl.		X	
20	<i>Quercus pilicaulis</i> Trel.		X	X
21	<i>Quercus tristis</i> Liebm.	X		
22	<i>Rhus sp.</i>	X		
23	<i>Zinowiewia sp.</i>		X	
24	Morfoespecie hojas opuestas 1	X		
25	Morfoespecie hojas opuestas 2	X		
26	Morphoespecie <i>sp.1</i>	X		
27	Morphoespecie <i>sp.2</i>		X	
28	Morphoespecie <i>sp.3</i>		X	
29	Morphoespecie <i>sp. Opuestas</i>		X	
30	Morphoespecie <i>textura</i>		X	
	Riqueza	15	13	5

¹ Bosque seco montano bajo; ² Bosque húmedo montano bajo; ³ Bosque muy húmedo montano bajo; * por corroborar.

El género que tuvo presencia en las tres zonas de vida fue *Quercus*. *Alnus* se encontró en bosque húmedo montano bajo y bosque muy húmedo montano bajo. Por otro lado el resto de especies están en su mayoría restringidas a su zona de vida; siete especies no lograron ser identificadas hasta especies y se dejaron en morfo-especies. Estas especies no se lograron identificar por falta de material botánico: hojas, flores y frutos. Las zonas de vida que presentaron mayor riqueza de especies de hospedero fueron el Bosque Seco Montano Bajo (15) y el Bosque Húmedo Montano Bajo (13). La zona de vida con menor riqueza fue el Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (5).

B. Bromelias

El Cuadro 4 muestra todas las especies de bromelias identificadas en parcelas y en caminatas *ad libitum*.

Cuadro 4. Listado de especies de Bromeliaceae encontradas en las tres zonas de vida

No.	Especie	BSMB ¹	BHMB ²	BMHMB ³
1	<i>Catopsis hahnii</i> Baker	--	X	--
2	<i>Catopsis montana</i> L.B.Sm.	--	10	--
3	<i>Catopsis</i> sp.	--	14	--
4	<i>Pitcairnia heterophylla</i> (Lindl.) Beer	--	X	--
5	<i>Tillandsia butzii</i> Mez	X	X	28
6	<i>Tillandsia brachycaulos</i> Schltdl.	73	--	--
7	<i>Tillandsia caput-medusae</i> E. Morren	X	--	--
8	<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw.	162	--	--
9	<i>Tillandsia fuchsii</i> W. Till	673	--	--
10	<i>Tillandsia guatemalensis</i> L. B. Sm.	X	249	198
11	<i>Tillandsia ionantha</i> Planch.	52	--	--
12	<i>Tillandsia juncea</i> (Ruiz & Pav.) Poir.	105	--	--
13	<i>Tillandsia lampropoda</i> L.B.Sm.	--	X	5
14	<i>Tillandsia multicaulis</i> Steud.	--	X	--
15	<i>Tillandsia plagiotropica</i> Rohweder*	X	--	--
16	<i>Tillandsia ponderosa</i> L.B.Sm.	--	7	3
17	<i>Tillandsia punctulata</i> Schltdl. & Cham.	--	15	--
18	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	1805	--	--
19	<i>Tillandsia rodrigueziana</i> Mez	303	--	--
20	<i>Tillandsia rotundata</i> (L.B.Sm.) C. S. Gardner	--	148	492
21	<i>Tillandsia schiedeana</i> Steud.	313	--	--
22	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	1556	--	--
23	<i>Tillandsia vicentina</i> Standl.	7	84	90
24	<i>Tillandsia viridiflora</i> (Beer) Baker	--	X	--
25	<i>Vriesea werckleana</i> Mez	--	651	579
	Riqueza	14	14	7

X: Presencia en la zona de vida; "--": ausencia; aquellos espacios con número representa el total de esa especie en esa zona de vida; *: especie no confirmada. ¹ Bosque seco montano bajo; ² Bosque húmedo montano bajo; ³ Bosque muy húmedo montano bajo; * por corroborar.

Se observó un total de 25 especies de bromelias pertenecientes a cuatro géneros. El género con mayor número de especies fue *Tillandsia*. Tres especies están presentes en las tres zonas de vida: *Tillandsia. butzii*, *T. guatemalensis* y *T. vicentina*. El resto de las especies parecen ser representativas de sus zonas de vida, excepto: *T. rotundata*, *T. lampropoda*, *T. ponderosa* y *Vriesea werckleana* quienes habitan los bosques húmedos y muy húmedos montanos bajos. Las zonas de vida que presentaron mayor riqueza de especies de bromelias fueron el Bosque Seco Montano Bajo (14) y el Bosque Húmedo Montano Bajo (14). La zona de vida con menor riqueza fue el Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (7).

C. Índices de diversidad y similitud

El siguiente cuadro presenta las riquezas esperadas y observadas durante en las tres zonas de vida dentro de las parcelas y en general.

Cuadro 5. Riqueza observada y esperada en las tres zonas de vida

Zona de vida	Riqueza General observada	Riqueza observada en parcelas	Riqueza esperada en parcelas*
BSMB	14	10	15.17
BHMB	14	8	9.67
BMHMB	7	7	8.67

*Se utilizó el estimador Jackknife 1 para determinar la riqueza esperada.

La mayor riqueza observada fue en el BSMB y BHMB. Además el número de especies encontrado en los bosques húmedos y muy húmedos parecen estar bastante cercanos a la riqueza esperada.

Los índices de diversidad de Simpson y Shannon están presentados en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Índices de diversidad de Simpson y Shannon para las tres zonas de vida

Zonas de vida/ Índice	Simpson	Shannon
BSMB	0.75	1.649
BHMB	0.628	1.284
BMHMB	0.678	1.298

Los valores de diversidad según el índice de Simpson está por encima de 0.6; los valores más bajos fueron BHMB y BMHMB, mientras el BSMB tuvo el valor más alto. Por otro lado el índice de equidad por Shannon, indica que el único valor que entra entre 1.5-3.5 es el bosque seco. Mientras que las otras dos zonas de vida no entran en el intervalo de equidad. El bosque con mayor diversidad fue el bosque seco montano bajo.

Los índices de similitud de Jaccard y Sorensen están presentados en el Cuadro 7. Ambos índices mostraron un mayor valor de similitud para las zonas de vida húmeda y muy húmeda. Las zonas de vida con menor similitud son el bosque seco y bosque húmedo montano bajo.

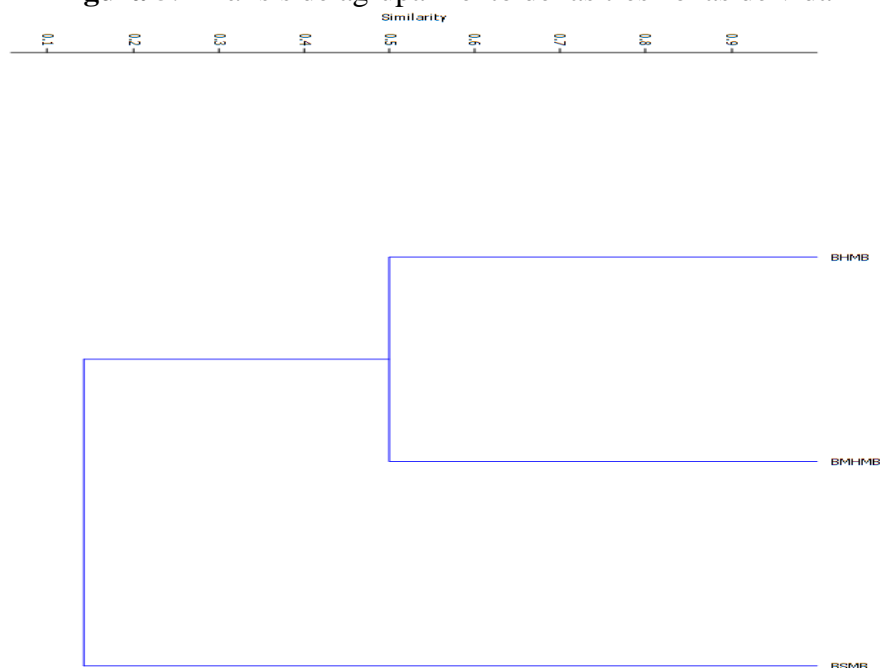
Cuadro 7. Índices de similitud de Jaccard y Sorensen para las tres zonas de vida

	BSMB	BHMB	BMHMB
BSMB	1	0.21	0.28
BHMB	0.12	1	0.33
BMHMB	0.16	0.50	1

En verde: Jaccard; en azul: Sorensen.

La siguiente figura representa gráficamente el análisis de similitud de Jaccard.

Figura 5. Análisis de agrupamiento de las tres zonas de vida



Existe mayor similitud entre el bosque húmedo montano bajo y el bosque muy húmedo montano bajo que con el bosque seco montano bajo.

El Cuadro 9 muestra las correlaciones no existentes entre el DAP, la altura y el número total de bromelias.

Cuadro 8. Correlaciones de DAP y Altura con número total de bromelias por zona de vida.

Zona de vida/VARIABLES	Valor de correlación (R^2) entre el número total de bromelias y DAP	Valor de correlación (R^2) entre el número total de bromelias y Altura
BSMB	0.0311	0.0772
BHMB	0.0249	0.0375
BMHMB	0.0152	0.0828

El bosque seco montano bajo no mostró una relación entre el número total de bromelias, el DAP y la altura. Los resultados de los bosques húmedos y muy húmedos montano bajo, muestran que no existe una relación entre el número total de bromelias, el DAP y la altura.

D. Bioindicadores

Cuadro 9. Especies bioindicadoras de zona de vida

BH	BMH	BS
<i>T. ponderosa</i>		<i>T. schiedeana</i>
<i>T. lampropoda</i>		<i>T. recurvata</i>
<i>T. rotundata</i>		<i>T. ionantha</i>
<i>Vriesea werckleana</i>		<i>T. usneoides</i>

¹ Bosque seco montano bajo; ² Bosque húmedo montano bajo; ³ Bosque muy húmedo montano bajo; * por corroborar. Las especies en negrita son consideradas las más importantes debido a su gran abundancia.

Las especies en el Cuadro 9 fueron seleccionadas debido a sus altas abundancias, fácil reconocimiento en campo y exclusividad en zona de vida. Las especies de los bosques húmedos presentan tanque de agua. Por otro lado las especies del bosque seco escamas refractivas para la captación de agua.

VII. Discusión

En la metodología utilizada en campo, para cada zona de vida, se hicieron seis réplicas de parcelas en diferentes lugares, distanciados por municipios en algunos casos, para obtener una mayor riqueza en los datos y evitar la pseudoréplicas. Los árboles muestreados fueron aquellos que se consideraron los más robustos (mayor DAP) y de ser posible que fueran de la misma especie, como recomienda Johansson (1974) para la comparación de comunidades epífitas. Inicialmente se tomarían en cuenta únicamente hospederos pertenecientes al género *Quercus*. Sin embargo, se desconoce la distribución específica de las especies de este género en la RUMCLA, por lo que el muestreo en áreas con abundancia del género no pudo ser establecido sistemáticamente. Además, la identificación de las especies de este género es problemática, en gran medida por sus similitudes morfológicas y la hibridación de las especies. Por lo mencionado anteriormente, se decidió ampliar el muestreo a aquellos árboles con mayor abundancia de bromelias y así se evitó aquellos árboles que no tenían epífitas por juventud o azar.

Para el conteo de bromelias hubo un margen de error para aquellas especies muy abundantes y que se conglomeran, debido a la dificultad en el conteo. Para estas especies se sugeriría cambiar la metodología. *Tillandsia recurvata* y *T. usneoides* son claros ejemplos para aplicar un conteo por intervalos. Los intervalos hubieran permitido disminuir el error de conteo y ahorrar tiempo en campo. Sin embargo, no fue posible hacer el cambio ya que ya se había empezado con la metodología inicial en el Bosque Húmedo Montano Bajo. Por eso se siguió el procedimiento inicial para mantener un error estándar en los datos.

Para las tres zonas de vida, los muestreos se hicieron por la mañana. Esto debido a que, en los bosques húmedos y muy húmedos, después de las 14 horas, la neblina impedía una buena visibilidad. El uso de binoculares fue indispensable para el conteo y la identificación de los especímenes que se encontraban en el dosel. Por esta razón y el tiempo invertido en cada árbol, creo que la metodología de subir el forofito es recomendable para obtener una mejor aproximación de la riqueza y abundancia de Bromeliaceae. De ser posible, ampliar los grupos de epífitas estudiados como, Pterophyta, Orchidaceae, Clusiaceae, Cactaceae, entre otros, sería de gran ayuda para complementar la información como se hizo en Colombia por Arévalo & Betancur (2006).

Por último, hubo bromelias que no pudieron ser identificadas hasta especie debido a que, cuando se hacían los conteos, éstas no tenían inflorescencia o características conspicuas como color y disposición de las brácteas de la inflorescencia, presencia de tanque o morfología de las hojas, que permitieran su identificación. Igualmente pasó con aquellas bromelias que todavía no habían llegado a su tamaño adulto. Todas aquellas que se lograron identificar por “gestalt” fueron tomadas en cuenta.

A. Hospederos

El estudio de los hospederos fue importante para la caracterización de la familia Bromeliaceae en las tres zonas de vida de la RUMCLA. Conocer los árboles de las zonas de vida permite planear de mejor forma las especies a reforestar en cada una y si se comparten algunos géneros como los encinos. El Cuadro 3 contiene las especies encontradas en las parcelas

realizadas. El detalle de los datos obtenidos de cada parcela se puede ver en Anexos (cuadros 13,14 y 15).

Hubo árboles característicos por zona de vida, como lo resalta De la Cruz (1981) (Cuadro 1). El género *Quercus* estuvo presente en las tres zonas de vida con diferentes especies. La presencia de este género dentro de todo el piso altitudinal muestreado parece ser importante para la conservación de especies epífitas. Koster (2011) afirma que la estructura y composición taxonómica de un área define la diversidad de epífitas. La distribución de las diferentes especies pertenecientes a *Quercus*, dentro de la Cuenca de Atitlán aún es desconocida. Se necesita promover esfuerzos para la identificación de *Quercus* spp. y reforestaciones con sus especies según la zona de vida. Según el estudio realizado por Castro y colegas (1999), la madera de *Quercus* spp. guarda por mayor tiempo la humedad que *Pinus* spp. De esta forma las semillas de *Tillandsia guatemalensis* aumenta su tasa de germinación durante la época seca. Por lo tanto la vagilidad de *Quercus* entre las zonas de vida indica ser clave para la conservación, reforestación (Koster, 2011) de los bosques, y la sobrevivencia de Bromeliaceae, Orchidaceae y otras epífitas de la RUMCLA.

Los árboles más abundantes del Bosque Seco Montano Bajo son Los géneros *Leucaena* y *Ceiba* (ver Cuadro 1), ambos presentes en este bosque, son característicos del bosque seco según De la Cruz (1981). Las especies encontradas en bosque seco tienen la característica de botar sus hojas durante la época seca para evitar la evapotranspiración del agua por las estomas. Esta temporada fue clave para la visualización de Bromeliaceae en los diferentes hospederos. En el Bosque Húmedo Montano Bajo *Quercus pilicaulis*, *Quercus 2* y *Chiranthodendron pentadactylon* fueron las especies más abundantes. En el Bosque Muy Húmedo Montano Bajo dos especies fueron las más predominantes *Quercus acatenanguensis* y *Quercus pilicaulis*. Según De la Cruz (1981), *Chiranthodendron pentadactylon* debió aparecer en el Bosque Muy Húmedo Montano Bajo.

Las especie indicadoras propuestas por De la Cruz no coinciden en la zona de vida según el “shape” utilizado para la delimitación y localización de las zonas de vida en la RUMCLA (Ver figura 3). El “shape”, elaborado por Asociación Vivamos Mejor, es una primera aproximación de las capas de promedios de temperatura, humedad y altitud de la RUMCLA (ver Figura 3). Por ejemplo *Arbutus xalapensis* estuvo presente en el Bosque Muy Húmedo Montano Bajo y debió estar dentro del Bosque Húmedo Montano Bajo; *Zinowiewia* en el bosque húmedo montano bajo y debió estar en el bosque muy húmedo montano bajo (De la Cruz 1981). No se puede saber si esto es por falta de retroalimentación en la base de datos del “shape” o estas especies se comparten como lo menciona Holdridge (1978). En un estudio por Henao *et. al* (2012) se compara patrones de diversidad de epífitas en bosques subandinos y tierras bajas en Amazonas Brasil. Ellos descartan, debido a una mayor riqueza de forofitos en bosque bajos y mayor riqueza de epífitas en tierras bajas, la posibilidad que las diferencias entre bosques sean dadas por efectos regionales como la humedad.

A pesar que no existe una correlación entre el DAP y la altura del hospedero, con el número total de bromelias, Hernández (2000) menciona que existe una mayor probabilidad que una bromelia se establezca en un árbol con mayor edad y ramificación que en un árbol joven. Además en Colombia se hizo un estudio donde se muestreo cuatro tipos de bosques y se

censaron todas las epífitas vasculares en árboles con DAP mayor a 2.5cm. En todos los bosques se encontró una relación positiva entre el número epifitas, la altura y el DAP del árbol. Ese estudio muestreo todas las epifitas de los hospederos, lo que aumenta las abundancias de las epifitas considerablemente. Además, las muestras fueron mayores lo que explica porque no se encontró correlación en este trabajo. Al igual que en el presente estudio obtuvieron mayor abundancia en el bosque que tuvo un cuerpo de agua más cercano (Arévalo & Betancur, 2006). La presencia del agua en este caso y en lo propuesto por Hernández (2000) propone que los cuerpos de agua funcionan como un amortiguador ambiental que provee humedad durante el verano lo que aumenta la probabilidad de supervivencia de las especies epifitas.

B. Bromeliaceae

En total se encontraron e identificaron 25 especies en las tres zonas de vida (Cuadro 4). En dicho cuadro se puede ver en qué zona de vida estuvo presente y si hay número, es el total encontrado. El detalle de los datos obtenidos de cada parcela se puede ver en Anexos (cuadros 13,14 y 15).

La totalidad de las especies del Bosque Seco Montano Bajo están restringidas a esa área, exceptuando *T. butzii*, *T. guatemalensis* y *T. vicentina*. A pesar de que en este bosque la mayoría de árboles no son perennes y que las condiciones microclimáticas son menos constantes (Zotz y Andrade 2003), las abundancias y riqueza de Bromeliaceae fueron mayores que en los otros bosques. Puede que la alta riqueza se deba a que el muestreo de esta zona de vida se hizo en tres sitios y no en dos como en las otras dos. El muestreo se realizó en tres sitios ya que los dos primeros fueron muy pequeños y las parcelas hubieran quedado muy cercanas, así que se añadió otro sitio, lo que se consideró como un sesgo. Aunque Wolf (2005) propone que en general la riqueza disminuye con mayor perturbación mientras que la abundancia y composición varían ampliamente entre sitios, de modo que tal vez el bosque seco sea más diverso. Además Krömer *et. al* (2005) indican un pico de riqueza a los 1500 msnm y un descenso de ésta al aumentar la altitud. Esto podría explicar la mayor riqueza en el bosque seco montano bajo. Krömer *et. al* (2007) menciona que la presencia de especies con características xeromórficas son más abundantes en sitios con mayor estrés hídrico. Coincide con la alta densidad encontrada para especies con tamaños reducidos y tricomas con forma de escamas que permiten atrapar el agua liberada por los estomas y la humedad ambiental, con la cual el lago contribuye. El reducido tamaño permite un mayor provecho de los hospederos para agrandar el número de individuos y aumentar la probabilidad de reproducción sexual. Como ejemplos están, *Tillandsia fuchsii*, *T. ionantha*, *T. juncea*, *T. recurvata*, *T. schiedeana* y *T. usneoides*. Eso podría volver todas estas especies indicadoras de Bosque Seco Montano Bajo para la RUMCLA debido a su exclusividad y gran abundancia en el área. Por su única aparición, *T. plagiotropica* una especie endémica, es importante para el área ya que no había sido documentada antes.

El Cuadro 5 muestra que las mayores abundancias son de dos especies; *Tillandsia recurvata* y *T. usneoides*. Los datos sugieren que estas especies a pesar de vivir en un clima más hostil, no presentan dificultad para propagarse. Hay que tomar en cuenta que el Bosque Seco Montano Bajo de la RUMCLA es particular debido a su cercanía al lago y por consecuencia a la humedad que este emite. Arévalo & Betancur (2006) obtuvieron mayor abundancia de epífitas en el bosque cercano a un cuerpo de agua que en aquellos alejados. Así que el lago podría estar

actuando como un “buffer” climático para los bosques en su cercanía. Los monitoreos a largo plazo han demostrado que la variación del clima está afectando la fisiología, distribución y fenología en la vegetación (Hughes, 2000).

Los Bosques Húmedos Montano Bajo y Bosques Muy Húmedos Montanos Bajos compartieron especies como *Tillandsia lampropoda*, *T. ponderosa*, *T. rotundata* y *Vriesea werckleana*, éstas se pueden proponer como características de estas dos zonas de vida y no se encontró alguna exclusiva para cada zona de vida. Holdridge (1978) menciona que es factible encontrar combinaciones de asociaciones de plantas y animales que coincidan en dos o varias zonas de vida por lo que encontrar especies compartidas es normal. Debido a su escasa abundancia *T. ponderosa* se podría proponer como especie amenazada del Bosque Húmedo Montano Bajo y Bosque Muy Húmedo Montano Bajo. *Vriesea werckelana* podría ser bioindicadora debido a su alta presencia en ambas zonas de vida. En la Reserva UVG, casi en la cima del volcán Atitlán, se vio creciendo esta especie hasta en los 2900 msnm sobre piedras. Por comunicación directa con Dr. Dix, propone esta especie como “keystone species” debido a su gran tamaño que está relacionado con la cantidad de agua que almacena e influye en la humedad del dosel. El gran volumen de agua que contiene, provee un ambiente ideal para la reproducción, alimentación y hábitat de artrópodos, ranas y salamandras. De esta forma la presencia de estos tanques de agua son clave para el equilibrio de la cadena trófica. Las especies en estas zonas son más grandes, no presentan tricomas y en su lugar aprovechan la lluvia para llenar sus tanques de agua. A pesar de que la mayoría de bosques visitados están bajo manejo comunitario, la mayor parte de los pobladores usa la leña como fuente de fuego para cocinar. El incremento descontrolado de la su mayoría población local y sin educación ambiental, es un peligro para la biodiversidad. La tala no autosuficiente pone en peligro la cantidad de forófitos y por ende la diversidad de Bromeliaceae.

Por otro lado *Pitcairnia heterophylla*, *Tillandsia multicaulis*, *T. punctulata* y *T. viridiflora* solo se encontraron en el Bosque Húmedo Montano Bajo probablemente a la humedad que este tipo de bosque provee, siendo superior a la del Bosque Seco y menor a la del Bosque Muy Húmedo. Nadkarni (2002) hizo un experimento donde se trasladó epífitas de un bosque nuboso a una menor altitud con menor humedad, como resultado no todos los especímenes lograron sobrevivir. En un panorama inverso y real donde el cambio climático es el agente de cambio de humedad en los bosques, estas tres especies podrían empezar a moverse hacia arriba. Así que la disminución de abundancias, desplazamiento o desaparición de especímenes es un buen indicador de cambio climático. Oloyede y colegas (2014) proponen un constante monitoreo de las comunidades epífitas para observar cambios que puedan deberse a alteraciones en el ecosistema del bosque. Existen múltiples estudios que indican un impacto negativo en la distribución y diversidad de epífitas a causa de fragmentación de hábitat o destrucción (Kessler, 2011).

En cada zona de vida se encontró diferentes especies de Bromeliaceae. *Tillandsia butzii*, *T. guatemalensis* y *T. vicentina* fueron las especies que estuvieron presentes en las tres zonas de vida. Estas especies podrían ser sugeridas como resilientes al cambio climático. Sin embargo sus abundancias son diferentes debido a las diferencias anatómicas distintivas, las escamas para *T. butzii* y *T. vicentina* mientras que el tanque de agua para *T. guatemalensis*. Ambas se hospedan en diferentes *Quercus*, ninguna estuvo presente en todas las parcelas pero sí en los tres bosques.

Las diferencias en abundancias podrían explicarse por las adaptaciones anatómicas que les favorecen a cierto estrés ambiental, la ausencia de humedad para *T.butzii* en los bosques secos y la abundancia de esta para *T.guatemalensis* en los bosques húmedos. *Quercus* sigue pareciendo una buena opción para reforestaciones sumando el argumento de Castro y colegas (1999), que éste guarda mejor la humedad que *Pinus* spp.

C. Índices de diversidad, similitud y diagrama de caja

El bosque seco fue el bosque con mayor riqueza (valor). El Cuadro 8 permite inferir que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para registrar la mayoría de las especies en la RUMCLA. Aun así no se logró lo mismo en las parcelas. Por otro lado la diversidad del bosque seco (0.75), según el índice de Simpson, es mayor que la de los bosques húmedos (6.2) y muy húmedos (6.7). La diversidad según Shannon es más equitativa en el bosque seco ya que su valor se encuentra dentro del rango propuesto (1.5-3.5); los bosques húmedos y muy húmedos no llegaron al valor mínimo de 1.5. De esta forma podemos decir que las especies en estos bosques no están representadas tan equitativamente como en el bosque seco (Ramírez, 2006). Por lo general los Bosques secos son más diversos y no existe dominancia de alguna especie, además los bosques secos y estacionalmente secos representan el 42% de los bosques tropicales y subtropicales del mundo (Janzen, 1988; Marcelo-Peña *et. al.* 2007). Hay que sumar la variable humedad a este bosque, la cual el lago aporta y vuelve especial esta zona de vida. La humedad permite encontrar especies como *Tillandsia butzii* y *T. guatemalensis* en el bosque seco.

Los análisis de Jaccard y Sorensen dieron ambos como resultado una mayor similitud entre los bosques húmedos y muy húmedos que con el bosque seco. Probablemente estos húmedos y muy húmedos son similares por la alta humedad, que oscila entre 1000-2000 y 2000-4000mm respectivamente (Holdridge, 1978). Este análisis permite decir con mayor certeza que la mayoría de las especies del bosque seco están restringidas a esta área por diferentes razones como lo son sus características anatómicas y fisiológicas. Las especies de los bosques húmedos tienen en su mayoría tanques de agua donde almacenan su agua mientras que en bosque seco las especies tienen tricomas que captan la humedad ambiental. Es importante comprender los cambios de biodiversidad con relación a la estructura del paisaje. La estratificación en los bosques ocurre debido a diferencias en disponibilidad de humedad, radiación y/o presencia de epífitas. Esta estratificación promueve un mosaico de microhábitats que son aprovechados por diferentes hospederos, lo cual promueve la diversidad y riqueza del ecosistema (Martínez *et. al.* 2008).

VIII. Conclusiones

- Se obtuvo un listado de 25 especies, pertenecientes a cuatro géneros (*Catopsis*, *Pitcairnia*, *Tillandsia* y *Vriesea*), de la familia Bromeliaceae para las tres zonas de vida.
- Se obtuvo un listado de 29 especies de Hospederos, pertenecientes a 14 familias y 17 géneros, para las tres zonas de vida.
- La zona que mayor riqueza de bromelias (15.17) y abundancia presenta es el BSMB debido a factores climáticos como la temperatura y la humedad que aporta el lago. Características anatómicas y fisiológicas permiten su prosperidad.
- Las zonas de vida más similares son el Bosque Húmedo Montano Bajo y el Bosque Muy Húmedo Montano Bajo debido a las condiciones climáticas húmedas que comparten.
- Se proponen las siguientes especies como bioindicadores: *Tillandsia recurvata*, *Tillandsia vicentina* y *T. usneoides* para el Bosque Seco; *Vriesea werckleana* para los Bosques Húmedos y Muy Húmedos Montanos Bajos.
- *Tillandsia plagiotropica*, siendo una especie endémica para Guatemala, fue avistada en BSMB.

IX. Recomendaciones

- La metodología puede ser mejorada imponiendo intervalos para aquellas especies muy abundantes. Entre esas especies están *Tillandsia recurvata* y *T. usneoides* que son de pequeño tamaño y se encuentran aglomeradas en gran número lo que dificulta su conteo, además de invertir mucho tiempo en un solo árbol.
- En los Bosques Húmedos y Muy Húmedos es recomendable aplicar la metodología de las cuerdas y escalamiento del forófito ya que muchas veces por la niebla o la altura de los árboles cercanos la vista se interrumpe y el error aumenta.
- Distanciar los puntos de muestro de los Bosques Húmedos y Muy Húmedos para aumentar la riqueza encontrada.
- Se recomienda ampliar los lugares de muestro para seguir complementando el listado de Bromeliaceae para la RUMCLA. Cada departamento y parque municipal debería tener su propio listado de Bromeliaceae y así tener un mayor control sobre la presencia de las especies y su migración.
- Promover una guía de identificación de Bromeliaceae para la RUMCLA.
- Especies endémicas como *Tillandsia plagiotropica* merecen un esfuerzo por entidades del lago para rescatar su material genético en viveros y promover su propagación. La mayoría de Bromeliaceae posee inflorescencias conspicuas con un potencial ornamental a futuro y de ser posible intentar reintroducción de especies como un “buffer ambiental”.

X. LITERATURA CITADA

- Álvarez M. 2007. *La familia Bromeliaceae en el área de la Cuenca del Lago de Atitlán, Sololá, Guatemala*. Universidad del Valle de Guatemala.
- Alzate F, Cardona F. 2000. *Patrones de distribución de epifitas vasculares en "Robledales"*. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín. Vol. 53, No. 1 p969-983. 2000
- Arévalo R y Betancur J. 2006. *Vertical distribution of vascular epiphytes in four forest types of the Serrania de Chiribiquete, Colombian Guayana*. Selbyana.
- Benzing D. 2000. *Bromeliaceae: Profile of an adaptive radiation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Marín A, Wolf J, Oostermeijer J, & Den Nijs, J. 2008. *Establishment of epiphytic bromeliads in successional tropical premontane forests in Costa Rica*. *Biotropica*, 40(4), 441-448.
- Castro J, Wolf J, Garcia-Franco J y Gonzalez-Espinosa M. 1999. *The influence of humidity, nutrients and light on the establishment of the epiphytic bromeliad Tillandsia guatemalensis in the highlands of Chiapas, Mexico*. *Rev. biol. trop*, vol.47.
- Ceja J, Espejo A, López A, García J, Mendoza R, Pérez B. 2008. *Las plantas epifitas, su diversidad e importancia*. Ciencias 91.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). 2003. *Diagnostico Ecológico-Social y Plan Preliminar de Conservación de Área de Atitlán*.
- CONAP. 2006. *Plan de desarrollo sostenible de la Reserva de uso múltiple La cuenca del lago de Atitlán y el departamento de Sololá 2006-2010*. Guatemala. 185 paginas.
- CONAP. 2008. *Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Oficina Técnica de Biodiversidad. Guatemala. 650 p.
- Croat T y Vannini J. 2006. *The Araceae of Guatemala*. En: E. Cano (Ed). Biodiversidad de Guatemala. Volumen 1. Universidad del Valle de Guatemala.
- Cruz de La. 1981. *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. Instituto Nacional Forestal. Guatemala, 42 p.
- Dutta A. 2005. *Botany for Degree Students*. Pp. 1-326. 6th Edition. Oxford University Press, India.
- Dix, M y Dix, M. 2006. *Diversity, distribution, ecology and economic importance of Bromeliaceae in Guatemala*. En: E. Cano (Ed). Biodiversidad de Guatemala. Volumen 1. Universidad del Valle de Guatemala.

- Dix, M y Dix, M. 2006. *Diversity, distribution, ecology and economic importance of Guatemalan orchids*. En: E. Cano (Ed). Biodiversidad de Guatemala. Volumen 1. Universidad del Valle de Guatemala.
- Fish, D. 1983. *Phytotelmata: flora and fauna. Phytotelmata: Terrestrial Plants as Host for Aquatic Insect Communities*. Plexus Publishing Inc., Medford. NJ. USA, 1-27.
- Fontoura, T y Reinert, F. 2009. *Habitat utilization and CAM occurrence among epiphytic bromeliads in a dry forest from southeastern Brazil*. *Revista Brasil. Bot.*, V.32, n.3, p.521-530.
- Girón, E. 2005. *Caracterización ecológica de las regiones este del volcán San Pedro, Cerro Pak'isis-Patz'unoj-Panan y Cerro San Marcos*. Propuesta de monitoreo ecológico del sistema de parques regionales municipales de Sololá. Vivamos Mejor, The Nature Conservancy y USAID.
- Gutiérrez J. 2003. *Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos*. *Aracnología*. Madrid, España. Vol. 8 (31): 151-161
- Gradstein S, Nadkarni N, Kromer T, Holz I y Noske N. 2003. *A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests*. *Selbyana* 24:105–111.
- Halffter G y Ros M. 2013. *A strategy for measuring biodiversity*. *Instituto de ecología, A.C. Acta zoológica Mexicana*, 29(2): 400-411.
- Henao F, Pacheco N, Arguello S y Stevenson P. 2012. *Patrones de diversidad de epífitas en bosque de tierras bajas y subandinos*. *Colombia Forestal* Vol 15(2): 161-172.
- Hernández, J. 2000. *Patrones de distribución de las epífitas vasculares y arquitectura de los forofitos de un bosque húmedo tropical del alto Orinoco, edo. Amazonas, Venezuela*. *Acta Biol. Venez.*, Vol. 20 (3):43-60.
- Holdridge, L. 1947. *Determination of world plant formations from simple climatic data*. *Science* 105(2727): 367-368.
- Holdridge, L. 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica, 216 p.
- Hughes, L. (2000). *Biological consequences of global warming: is the signal already*. *Tree* 15 (2), 56-61.
- Huntington, T. 2006. *Evidence for intensification of the global water cycle, evidence nad inthesys*. *Journal of Hydrology* 319, 83-95.

- IARNA-URL (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar). 2011. *Cambio climático y biodiversidad*. Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémico. Guatemala: autor.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques). 2005. *Programa de Investigación de Hidrología Forestal*. Instituto Nacional de Bosques. Editado en Guatemala.
- Janzen, D. 1988. Biodiversity. *Tropical Dry Forest. The Most Endangered Major Tropical Ecosystem*. National Academy Press. Washington, D.C.
- Johansson, D. 1974. *Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest*. Acta Phytogeographica Suecica, Ed. 59.
- Köster, N., Nieder, J. & Barthlott, W. 2011. *Effect of Host Tree Traits on Epiphyte Diversity in Natural and Anthropogenic Habitats in Ecuador: Effect of Host Tree Traits on Epiphyte Diversity*. Biotropica 43, 685–694.
- Krömer T, y Gradstein S. 2003. *Species richness of vascular epiphytes in two primary forests and fallows in the Bolivian Andes*. Selbyana, 190-195.
- Krömer T, Kessler M, Gradstein R, Acebey A. 2005. *Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes*. Journal of Biogeography, 32, 1799–1809.
- Krömer, T., Kessler, M. & Gradstein, S. R. 2007. *Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory*. Plant Ecology **189**, 261–278.
- Marcelo-Peña, J. L.; C. Reynel-Rodríguez, P. Zevallos-Pollito, F. Bulnes-Soriano, y A. Pérez-Ojeda del Arco. 2007. *Diversidad, composición florística y endemismos en los bosques estacionalmente secos alterados del distrito de Jaén, Perú*. Ecología Aplicada, 6 (1-2): 9–22.
- Martínez N, Pérez M, Florespalacios A. 2008. *Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México*. Revista de Biología Tropical 56(4): 2069-2086.
- Mayo, S. J., J. Bogner y P. C. Boyce. 1997. *The genera of Araceae*. Royal Botanical Gardens, Kew. 370 p.
- Miranda M, Arellano J, Salazar B, Hernández F, Quero R y Pérez L. 2007. *Bases para el manejo comunitario de bromelias ornamentales*. Colección Manejo Campesino de Recursos Naturales. Grupo Autónomo para la investigación ambiental. México.
- Mondragón D, Durán R, Ramírez I, Ververde T. 2004. *Temporal variation in the demography of the clonal epiphyte Tillandsia brachycaulos (Bromeliaceae) in the Yucatán Peninsula, Mexico*. J Trop Ecol 20:1-20.

- Nadkarni, N. M. & Solano, R. 2002. *Potential effects of climate change on canopy communities in a tropical cloud forest: an experimental approach*. *Oecologia* **131**, 580–586.
- Nuñez, M. 2012. *Keystone Species*. The berkshire encyclopedia of sustainability: ecosystem management and sustainability.
- Oloyede F, Odiwe A, Olujiyan A. 2014. *Composition and Distribution of Vascular Epiphytes in Different Areas in Obafemi Awolowo, Nigeria*. *Notulae Scientia Biologicae*. 6(3):316-320
- Pos E y Slegers A. 2010. *Vertical distribution and ecology of vascular epiphytes in a lowland tropical rain forest of Brazil*. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.*, Belém, v. 5, n. 3, p. 335-344
- Ramírez González, Alberto. 2006. *Ecología, métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Pontificia Universidad Javeriana. España. 271 pp.
- Richardson, B. 1999. *The Bromeliad Microcosm and the Assessment of Faunal Diversity in a Neotropical Forest I*. *Biotropica*, 31(2), 321-336.
- Secaira, E. 2012. *Corredor Bio-Cultural y de Desarrollo Sostenible Zunil-Atitlán-Balam Juyú*. Definición Técnica y Plan de Manejo. Guatemala. Asociación Vivamos Mejor. 123 p.
- Smith L y Till W. 1998. *Bromeliaceae*, pp. 74–99. In K. Kubitzki [ed.]. *The families and genera of vascular plants*, vol. 4. Flowering plants. Monocots: Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae). Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Utlley, J. F. 1994. *Bromeliaceae*. En: *Flora Mesoamericana: Volumen 6: Alismataceae a Cyperaceae*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. The Natural History Museum (London). Missouri Botanical Garden, México D. F. Pp 89-156.
- Wolf J y Flamenco S. 2003. *Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, México*. *Journal of Biogeography*, 30, 1689–1707.
- Wolf J. 2005. *The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico*. *Forest Ecology and Management*, 212(1), 376-393.
- Wolf J, Gradstein S y Nadkarni N. 2009. *A protocol sampling vascular epiphyte richness and abundance*. *Journal of Tropical Ecology* 25:107–121. Cambridge University Press
- Zizka G. 2009. *Chilean Bromeliaceae: diversity, distribution and evaluation of conservation status*. *Biodiversity Conservation*. Springer.
- Zotz, G y Andrade, J. *La ecología y la fisiología de epífitas y hemiepífitas*. En: Guariguata, M. y G. Kattan. 2003. *Ecología y conservación de bosques Neotropicales*. Ediciones LUR, Costa Rica. 692 pp.

XI. ANEXOS

A. Especies de bromelias por especies de hospederos

El siguiente cuadro presenta los hospederos muestreados, el DAP promedio y el número de especies de bromelias que se encontraron. Se calculó el número de bromelias por hospedero así como el promedio de bromelias por árbol.

Cuadro 10. Abundancia de bromelias por especie de hospedero en el bosque seco montano bajo.

Hospedero	Número de individuos	DAP promedio	<i>T. brachychaetus</i>	<i>T. fasciculata</i>	<i>T. fuchsii</i>	<i>T. ionantha</i>	<i>T. juncea</i>	<i>T. recurvata</i>	<i>T. rodriguesiana</i>	<i>T. schiedeana</i>	<i>T. usneoides</i>	<i>T. vicentina</i>	#de bromelias por hospedero	Promedio de bromelias por árbol
<i>Annona sp.</i>	1	11					7	78					85	85
<i>Burcera simaruba</i>	4	34.95	5					183	6		124		318	79.5
<i>Ceiba aesculifolia</i>	2	20.75			10			285		32	370		697	348.5
<i>Eysenhardtia adenostilis</i>	2	15			5			23		14	7		49	24.5
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	1	19.5		4				48			11		63	63
<i>Karwinskia calderoni</i>	9	13.83	15		57			250		201	179		702	78
<i>Leucaena diversifolia</i>	13	29.5	20	34	136	13	37	246	80	13	200	1	780	60
Opuestas	1	5						63					63	63
Opuestas 2	3	14.5		6			13	155		11	17		202	67.33
<i>Pistacia mexicana</i>	1	27	17					11			58		86	86
<i>Plumeria rubra</i>	2	29.5	16		9			70		42	29		166	83
<i>Quercus brachystachys</i>	4	37.75			228	39			63		237	6	573	143.3
<i>Quercus tristis</i>	6	46.76			228				101		155		484	80.67
<i>Rhus</i>	10	28.76		118			48	393	40		169		768	76.8
<i>Sp1</i>	1	33.5							13				13	13
TOTALES	60		73	162	673	52	105	1805	303	313	1556	7	5049	

El color rojo representa el número más alto, naranja el segundo y amarillo los promedios (para hospederos) y totales de bromelias.

Ceiba aesculifolia presentó el mayor número de bromelias promedio. *Leucaena diversifolia*, seguido por *Quercus brachystachys* fueron los hospederos con mayor número de bromelias. *Tillandsia recurvata* y *T. usneoides* fueron las bromelias más abundantes en el bosque seco montano bajo

El Cuadro 6 muestra la síntesis de los datos tomado en las seis parcelas del bosque húmedo montano bajo. Se presenta los hospederos muestreados, el DAP promedio y el número de especies de bromelias que se encontraron. Se calculó el número de bromelias por hospedero así como el promedio de bromelias por árbol.

Cuadro 11. Abundancia de bromelias por especie de hospedero en bosque húmedo montano bajo

Hospedero	Número de individuos	DAP promedio	<i>Catopsis montana</i>	<i>Catopsis sp.</i>	<i>T. guatemalensis</i>	<i>T. ponderosa</i>	<i>T. punctulata</i>	<i>T. rontundata</i>	<i>T. vicentina</i>	<i>Vriesia werckleana</i>	#de bromelias por hospedero	Promedio de bromelias por árbol
<i>Alnus jorulensis</i>	8	43	1		5	5		55	8	116	190	23.75
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	8	79.12	6	4	20			5	17	74	126	15.75
<i>Pinus sp.</i>	2	50						23		17	40	20
<i>Q. acatenanguensis</i>	3	79	3		15				13	49	80	26.67
<i>Q. laurina</i>	5	95.5			49				7	36	92	18.4
<i>Quercus pilicaulis</i>	10	57.25		3	42				25	103	173	17.3
<i>Quercus 1</i>	3	54.6			18		15			8	41	13.67
<i>Quercus 2</i>	15	64.8			69	2		10		193	274	18.27
<i>Sinobebia</i>	1	77			15				14	16	45	45
sp.2	1	29						12		8	20	20
sp3	1	34						43		14	57	57
sp. Opuestas	1	38			12					3	15	15
textura	2	60		7	4					14	25	12.5
TOTALES	60		10	14	249	7	15	148	84	651	1178	

El color rojo representa el número más alto, naranja el segundo y amarillo los promedios (para hospederos) y totales de bromelias.

Quercus 2 y *Alnus jorulensis* fueron los arboles con mayor número de bromelias; *Quercus acatenanguensis* y *Alnus jorulensis* fueron aquellos con numero promedio más alto. El género *Quercus* presentó el mayor número de bromelias. El promedio más alto de bromelias por árbol se encontró en *Q. acatenanguensis* seguido por *Alnus jorulensis*. *Vriesia werckleana* fue la bromelia más abundante seguida de *Tillandsia guatemalensis*, en el bosque húmedo montano bajo.

El siguiente cuadro muestra los hospederos muestreados, el DAP promedio y el número de especies de bromelias que se encontraron. Se calculó el número de bromelias por hospedero así como el promedio de bromelias por árbol.

Cuadro 12. Promedios de hospederos y bromelias en el bosque muy húmedo montano bajo

Hospedero	Número de individuos	DAP promedio	<i>T. butzii</i>	<i>T. guatemalensis</i>	<i>T. lampropoda</i>	<i>T. ponderosa</i>	<i>T. rotundata</i>	<i>T. vicentina</i>	<i>Vriesia werckleana</i>	#de bromelias por hospedero	Promedio de bromelias por árbol
<i>Alnus jorulensis</i>	1	77.2		10			5		4	19	19
<i>Arbutus jalapensis</i>	1	45.4							1	1	1
<i>Clethra pachecoana</i>	2	72		9		2			14	25	12.5
<i>Quercus acatenanguensis</i>	29	77.55	28	83	1		192	57	283	644	22.21
<i>Quercus pilicaulis</i>	27	70.57		96	4	1	295	33	277	706	26.15
Totales	60		28	198	5	3	492	90	579	1395	

El color rojo representa el número más alto, naranja el segundo y amarillo los promedios (para hospederos) y totales de bromelias.

Quercus pilicaulis fue el hospedero con mayor número de bromelias y promedio de bromelias, seguido por *Q. acatenanguensis*. *Vriesia werckleana* y *Tillandsia rotundata* fueron las bromelias más abundantes en el bosque muy húmedo montano bajo.

B. Cuadros de DAP, altura, numero de bromelias por hospedero en las parcelas de las tres zonas de vida estudiadas.

Cuadro 13. Promedios y totales de las variables obtenidas en las seis parcelas del bosque seco montano bajo.

	Hospedero	DAP	Altura	<i>T. brachycaulos</i>	<i>T. fasciculata</i>	<i>T. fuchsii</i>	<i>T. ionantha</i>	<i>T. juncea</i>	<i>T. recurvata</i>	<i>T. rodrigueziana</i>	<i>T. schiedeana</i>	<i>T. usneoides</i>	<i>T. vicentina</i>	<i>T.sp.</i>
P 1	<i>Quercus tristis</i>	50	22			80	30			15		45	3	
	<i>Leucaena diversifolia</i>	18	12			41	3			11			1	
	<i>Quercus brachystachys</i>	28	18			30	3			12		15	4	
	<i>Quercus tristis</i>	54	20			53				17		36	3	
	<i>Quercus brachystachys</i>	24	15			35	5			14		26		
	<i>Quercus tristis</i>	27	16			55	4			15		11		
	<i>Quercus brachystachys</i>	40	20			60	6			21		61	6	
	<i>Quercus brachystachys</i>	59	23			47				20		55		
	<i>Quercus tristis</i>	62	21			40	5			16		63		
	<i>Leucaena diversifolia</i>	68	24			95	10			8		82		
	TOTAL				0	0	536	66	0	0	149	0	394	17
P 2	<i>Anonna</i>	11	5					7	78					
	Sp. Opuestas	21	5						63					1
	<i>Leucaena diversifolia</i>	10	4					14	4					
	Opuestas 2	11.5	4					13	72					1
	<i>Leucaena diversifolia</i>	17	6						92					
	Opuestas 2	11	4						30					
	<i>Rhus</i>	30	6						69					
	<i>Rhus</i>	32	6						10					
	<i>Burcera simaruba</i>	22	5						55			15		
	<i>Rhus</i>	19	3						83			50		
TOTAL				0	0	0	0	34	556	0	0	65	0	2
P 3	<i>Rhus</i>	34	6		21				67					
	Opuestas 2	21	7		6				13		11	17		
	<i>Rhus</i>	14	8		22			7	49			16		
	<i>Leucaena diversifolia</i>	22	6		18			10	11		9	6		
	<i>Rhus</i>	22	5		27			23	55			22		
	<i>Leucaena diversifolia</i>	30	5		10			13	15		4	2		
	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	19.5	5		4				48			11		
<i>Rhus</i>	28	8		31			12	35			66			

continuación Cuadro 13

	Hospedero	DAP	Altura	<i>T. brachycaulos</i>	<i>T. fasciculata</i>	<i>T. fuchsii</i>	<i>T. ionantha</i>	<i>T. juncea</i>	<i>T. recurvata</i>	<i>T. rodrigueziana</i>	<i>T. schiedeana</i>	<i>T. usneoides</i>	<i>T. vicentina</i>	<i>T. sp.</i>
	<i>Leucaena diversifolia</i>	24	5		6				23			17		
	<i>Rhus</i>	28	6		17			6	25			15		
	TOTAL			0	2	0	0	71	1	0	24	2	0	0
P 4	<i>Plumeria rubra</i>	33	7			9			32		42	7		
	<i>Karwinskia calderoni</i>	6	5			3			8		20	10		
	<i>Karwinskia calderoni</i>	11	7			30			15		27	10		
	<i>Eysenhardtia adenostilis</i>	15	7						13		7	7		
	<i>Karwinskia calderoni</i>	12	6			5			12		20	32		
	<i>Karwinskia calderoni</i>	20	9			2			47		34	50		
	<i>Karwinskia calderoni</i>	12	8			11			38		72	8		
	<i>Eysenhardtia adenostilis</i>	15	7			5			10		7			
	<i>Karwinskia calderoni</i>	13	7			6			13		28	8		
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	25	13			10			85		32	70		
	TOTAL				0	0	81	0	0	27	0	28	20	0
P 5	<i>Karwinskia calderoni</i>	18	7	10					22			30		
	<i>Burcera simaruba</i>	26	9	5					39			29		
	<i>Pistacia mexicana</i>	27	10	17					11			58		
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	16. 5							20 0			30 0		
	<i>Leucaena diversifolia</i>	28	10	4					74			48		
	<i>Leucaena diversifolia</i>	16	10	16					27			45		
	<i>Karwinskia calderoni</i>	14. 5							83			10		
	<i>Plumeria rubra</i>	26	9	16					38			22		
	<i>Karwinskia calderoni</i>	18	9	5					12			21		
	<i>Burcera simaruba</i>	41	12						89			80		
	TOTAL				73	0	0	0	0	59	0	0	64	0
P 6	<i>Quercus tristis</i>	36. 4								13				
	<i>Quercus tristis</i>	51.	18							25				

continuación Cuadro 13

	Hospedero	DAP	Altura	<i>T. brachycaulos</i>	<i>T. fasciculata</i>	<i>T. fuchsii</i>	<i>T. ionantha</i>	<i>T. juncea</i>	<i>T. recurvata</i>	<i>T. rodrigueziana</i>	<i>T. schiedeana</i>	<i>T. usneoides</i>	<i>T. vicentina</i>	<i>T. sp.</i>
		2												
	Sp1	33.5	15							13				
	<i>Leucaena diversifolia</i>	35.4	14							7				
	<i>Rhus</i>	44.5	15							23				
	<i>Bursera simaruba</i>	50.8	12							6				
	<i>Leucaena diversifolia</i>	33.2	10							12				
	<i>Leucaena diversifolia</i>	48.5	12							18				
	<i>Leucaena diversifolia</i>	39.3	20							24				
	<i>Rhus</i>	36.1	11							17				
	TOTAL			0	0	0	0	0	0	158	0	0	0	0

Cuadro 14. Promedios y totales de las variables obtenidas en las seis parcelas del bosque húmedo montano bajo.

	Hospedero	DAP	Altura	<i>Catopsis montana</i>	<i>Catopsis sp.</i>	<i>T. guatemalensis</i>	<i>T. ponderosa</i>	<i>T. punctulata</i>	<i>T. rontundata</i>	<i>T. vicentina</i>	<i>Vriesia werckleana</i>
P1	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	112.5	12			6				2	13
	<i>Quercus pilicaulis</i>	53	15			6					15
	<i>Quercus pilicaulis</i>	59.5	18			8				10	23
	<i>Quercus pilicaulis</i>	48.5	20		1						6
	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	93.5	20		3					4	10
	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	86	15		1	2				3	6
	<i>Quercus pilicaulis</i>	44	19							1	5
	<i>Quercus pilicaulis</i>	41.5	18			2					3
	<i>Quercus pilicaulis</i>	89	14			6					12
	<i>Quercus pilicaulis</i>	36	15			7					5
	Total			0	5	37	0	0	0	20	98
P2	<i>Q. acatenanguensis</i>	115	26	2		7				6	30
	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	82	20	4		3				2	10
	<i>Q. acatenanguensis</i>	83	19	1		5				2	12
	<i>Alnus</i>	34	23							5	11
	<i>Q. pilicaulis</i>	78	20	2		5				8	17
	<i>Q. pilicaulis</i>	67	18			4				5	8
	<i>Q. acatenanguensis</i>	39	20			3				5	7
	<i>Alnus</i>	51	18	1		5				3	18
	<i>Q. pilicaulis</i>	56	20			4				1	9
	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	79	22	2		4				4	7
	Total			12	0	40	0	0	0	41	129
P3	<i>Sinobebia</i>	77	25			15				14	16
	<i>Q. laurina</i>	85	22			9				1	8
	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	86	21			5				2	14
	<i>Q. laurina</i>	97.5	26			7				6	4
	<i>Q. laurina</i>	84	25			20					6
	<i>Q. laurina</i>	104	26			5					13

	Hospedero	DAP	Altura	<i>Catopsis montana</i>	<i>Catopsis sp.</i>	<i>T. guatemalensis</i>	<i>T. ponderosa</i>	<i>T. punctulata</i>	<i>T. rotundata</i>	<i>T. vicentina</i>	<i>Vriesia werckleana</i>
	<i>Quercus</i>	65	32			5					9
	<i>Quercus</i>	100	40			13					10
	<i>Quercus</i>	70	35			10					48
	<i>sp. Opuestas</i>	38	20			12					3
	<i>Quercus</i>	48	26			14					3
	<i>textura</i>	51	22			1					8
	<i>Quercus</i>	60	23			7					3
	Total			0	7	85	0	0	0	0	12

Cuadro 15. Promedios y totales de las variables obtenidas en las seis parcelas del bosque húmedo montano bajo.

	Hospedero	DAP	Altura	<i>T. butzii</i>	<i>T. lampropoda</i>	<i>T. guatemalensis</i>	<i>T. ponderosa</i>	<i>T. rotundata</i>	<i>T. vicentina</i>	<i>Vriesia werckleana</i>
P1	<i>Quercus pilicaulis</i>	106.5	21					9		13
	<i>Quercus pilicaulis</i>	110	22					4		8
	<i>Quercus pilicaulis</i>	84.5	21					1		10
	<i>Arbutus jalapensis</i>	45.4	17							1
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	85	19							5
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	109	25							4
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	101	25					13		2
	<i>Quercus pilicaulis</i>	78	24					5		20
	<i>Quercus pilicaulis</i>	35	16			1		1		7
	<i>Quercus pilicaulis</i>	57.5	17					6		25
	Total			0	0	1	0	39	0	95
P2	<i>Quercus pilicaulis</i>	74	24			6		65		11
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	68	22			3		58		6
	<i>Quercus pilicaulis</i>	70	25			4		62		13
	<i>Quercus pilicaulis</i>	71	25			4		63		8
	<i>Quercus pilicaulis</i>	35	14			6				1

	Hospedero	DAP	Altura	<i>Catopsis montana</i>	<i>Catopsis sp.</i>	<i>T. guatemalensis</i>	<i>T. ponderosa</i>	<i>T. punctulata</i>	<i>T. rotundata</i>	<i>T. vicentina</i>
	<i>Quercus pilicaulis</i>	30	12					17		
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	78	25			6		45		5
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	70	20			3				
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	65	18			8		11		4
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	63	20			18		15		6
	Total			0	0	58	0	336	0	54
P3	<i>Quercus pilicaulis</i>	36.1	16							4
	<i>Quercus pilicaulis</i>	38.5	20					10		17
	<i>Quercus pilicaulis</i>	50.5	18							5
	<i>Quercus pilicaulis</i>	104	22		4			12		6
	<i>Quercus pilicaulis</i>	85	23					5		18
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	65	22		1					16
	<i>Quercus pilicaulis</i>	75	22							28
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	35	15							8
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	85	28							32
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	68	20					8		31
	Total			0	5	0	0	35	0	165
P4	<i>Quercus acatenanguensis</i>	80.3	33	7		4		7		19
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	62	27							4
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	106	32					1	9	16
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	86.5	29					2	4	17
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	51.3	28					7	16	21
	<i>Quercus pilicaulis</i>	110	28				1	13	18	24
	<i>Quercus pilicaulis</i>	90	28			4		10	15	32
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	50.3	25			3				5
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	115	25	6		5			5	10
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	76.3	25	15		2		3		
	Total			28	0	18	1	43	67	148
P5	<i>Quercus acatenanguensis</i>	62.5	26			3			6	11
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	83.4	28			6			5	3
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	67.5	30			1			2	11
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	79.8	27			7			3	1
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	90.3	32			2		5		9
	<i>Alnus jorulensis</i>	77.2	28			10		5		4

	Hospedero	DAP	Altura	<i>Catopsis montana</i>	<i>Catopsis sp.</i>	<i>T. guatemalensis</i>	<i>T. ponderosa</i>	<i>T. punctulata</i>	<i>T. rontundata</i>	<i>T. vicentina</i>
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	75	24			3		6		13
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	115	29						3	12
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	96	26			3		5		6
	<i>Quercus acatenanguensis</i>	60	23			6		6	4	6
	Total			0	0	41	0	27	23	76
P6	<i>Clethra pachecoana</i>	60	22			6				13
	<i>Clethra pachecoana</i>	84	24			3	2			1
	<i>Quercus pilicaulis</i>	71	23			18				7
	<i>Quercus pilicaulis</i>	54	20			9		5		5
	<i>Quercus pilicaulis</i>	105	25			6				8
	<i>Quercus pilicaulis</i>	55	18			7				4
	<i>Quercus pilicaulis</i>	66	17			6				
	<i>Quercus pilicaulis</i>	70	20			11				
	<i>Quercus pilicaulis</i>	84	22			6		7		3
	<i>Quercus pilicaulis</i>	60	20			8				
	Total			0	0	80	2	12	0	41

C. Gráficas de correlación del número de bromelias y el DAP del hospedero en las tres zonas de vida estudiadas

Figura 6. Correlación entre el número total de bromelias en hospederos y su DAP en el bosque seco montano bajo.

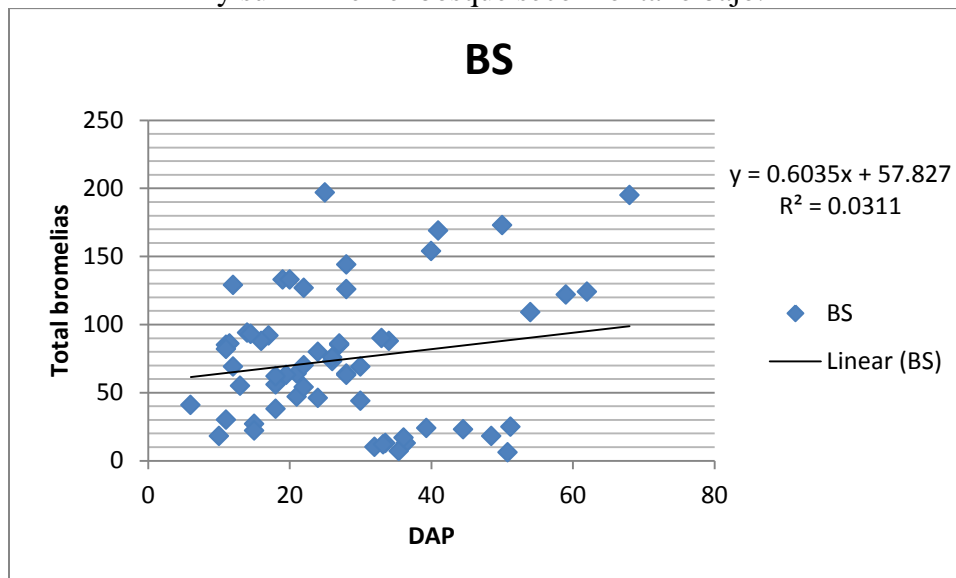


Figura 7. Correlación entre el número total de bromelias en hospederos y su DAP en el bosque húmedo montano bajo.

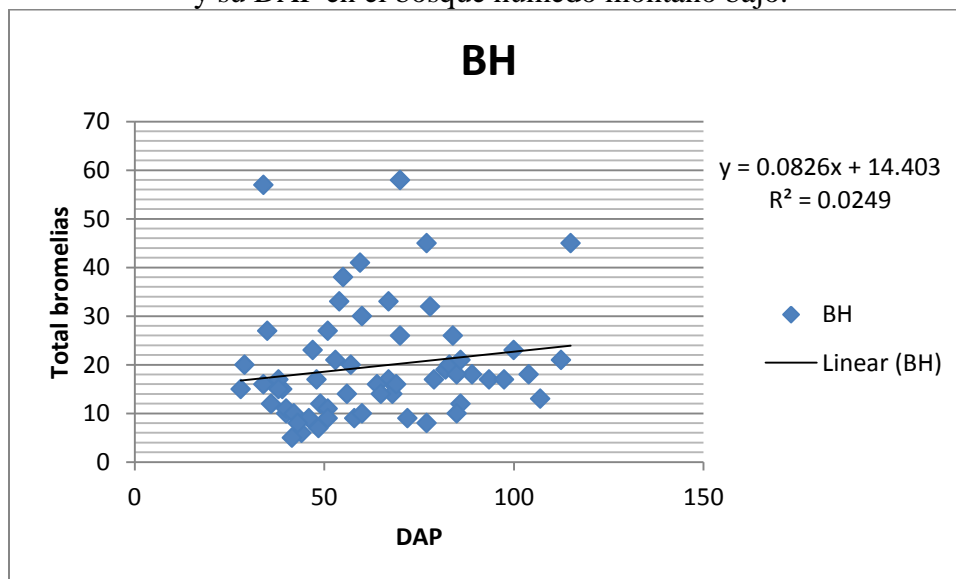
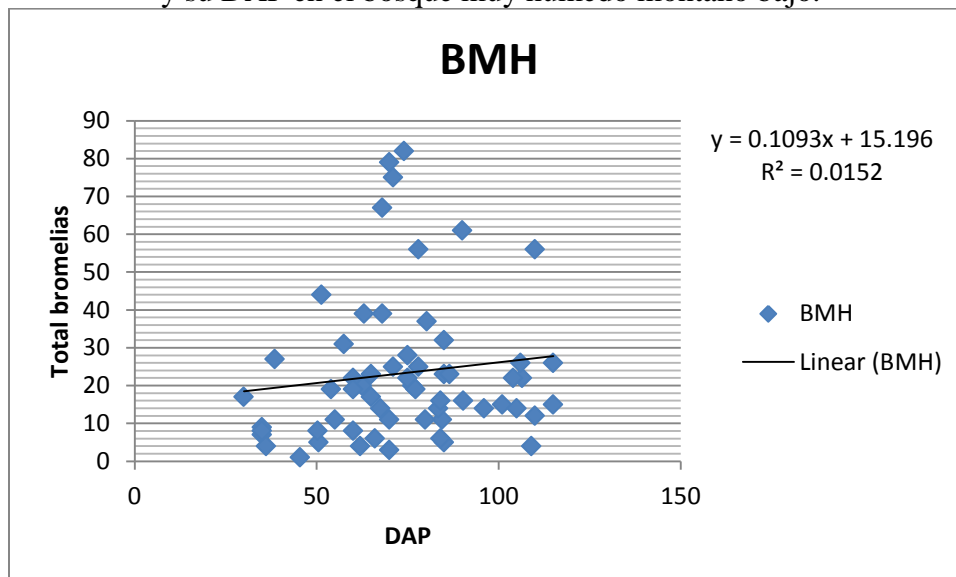


Figura 8. Correlación entre el número total de bromelias en hospederos y su DAP en el bosque muy húmedo montano bajo.



D. Gráficas de correlación de número de bromelias y la altura del hospedero en las tres zonas de vida estudiadas.

Figura 9. Correlación entre el número total de bromelias en hospederos y su altura en el bosque seco montano bajo.

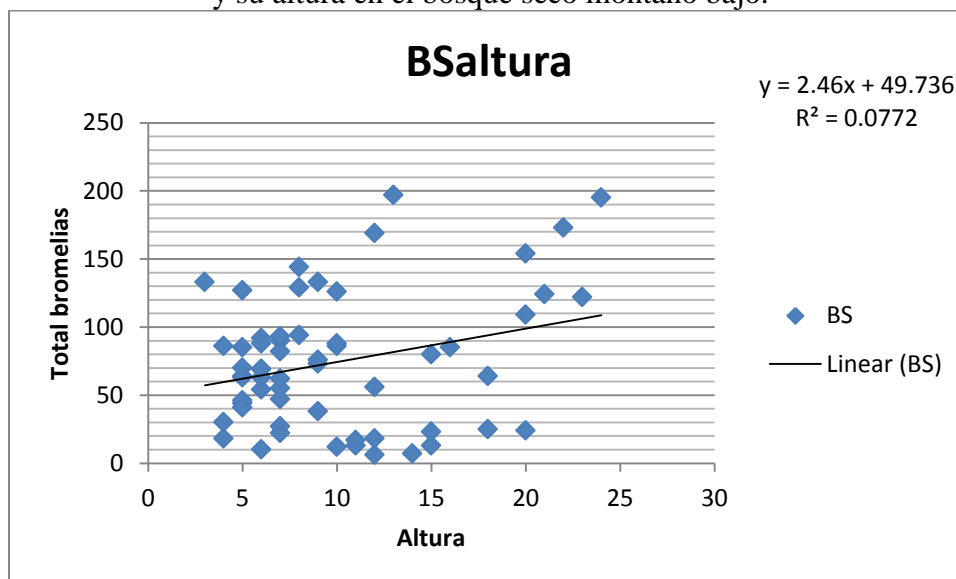


Figura 10. Correlación entre el número total de bromelias en hospederos y su altura en el bosque húmedo montano bajo

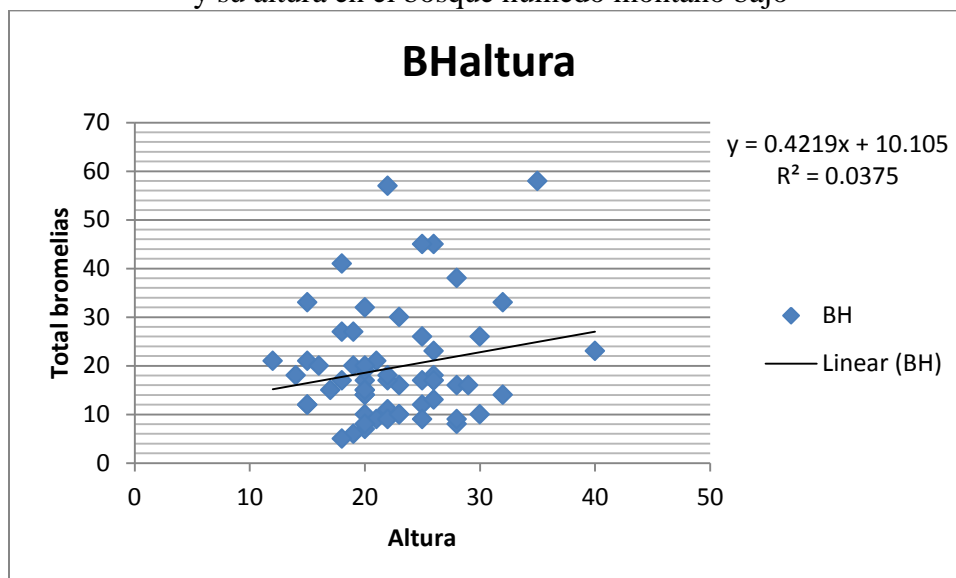


Figura 11. Correlación entre el número total de bromelias en hospederos y su altura en el bosque muy húmedo montano bajo.

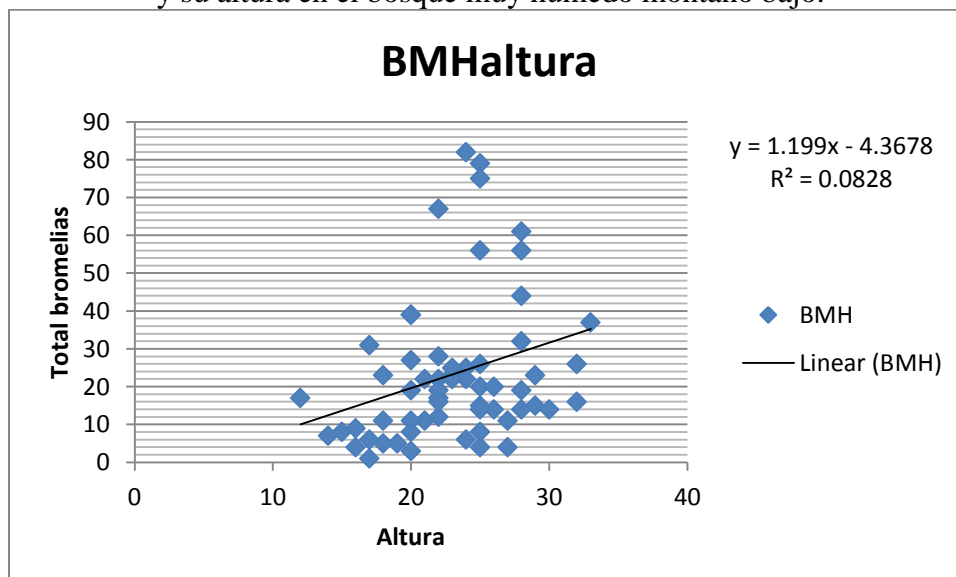


Figura 12. Ecosistemas de la RUMCLA y puntos de muestreo

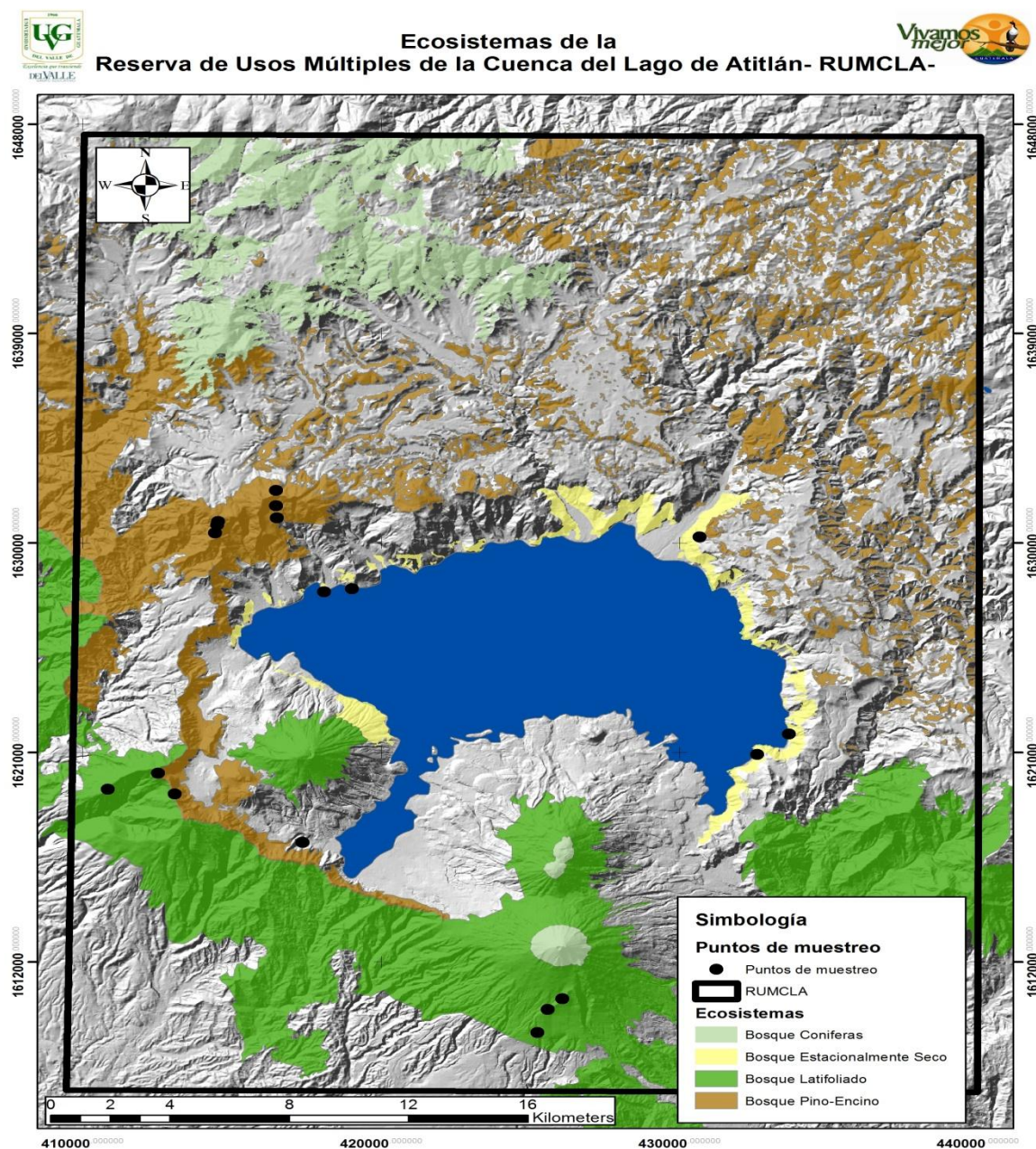


Figura 13. Municipios, Zonas de Vida de la RUMCLA y puntos de muestreo

