

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

INFORME FINAL INTEGRADO  
UNIDAD PARA EL CONOCIMIENTO, USO Y VALORACION  
DE LA BIODIVERSIDAD –CECON-  
PERIODO DE REALIZACION  
ENERO 2013 – ENERO 2014

\

RIVERA VALVERTH, ERNESTO FERNANDO  
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDA. GABRIELA ARMAS  
ASESORES INSTITUCIONALES: LICDA. MABEL VÁSQUEZ,  
LIC. FERNANDO CASTILLO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGIA

INFORME FINAL DE DOCENCIA Y SERVICIO  
UNIDAD PARA EL CONOCIMIENTO, USO Y VALORACION  
DE LA BIODIVERSIDAD -CECON-  
PERIODO DE REALIZACION  
ENERO 2013 – MAYO 2013

RIVERA VALVERTH, ERNESTO FERNANDO  
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDA. GABRIELA ARMAS  
ASESOR INSTITUCIONAL: LICDA. MABEL VÁSQUEZ

## INDICE

1.	INTRODUCCION .....	4
2.	CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADE DE EDC .....	5
3.	ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRACTICA DE EDC .....	8
3.1	ACTIVIDADES DE SERVICIO .....	8
	UNIDAD DE INVESTIGACION PARA EL CONOCIMIENTO, USO Y VALORACION DE LA BIODIVERSIDAD, CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS, CECON.....	9
3.2	ACTIVIDADES DE DOCENCIA.....	10
3.3	ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS .....	12
	DOCENCIA.....	12
4.	BIBLIOGRAFIA .....	14
5.	ANEXO CONSTANCIAS DE ACTIVIDADES.....	16

## 1. INTRODUCCION

El programa de Experiencia Docente con la Comunidad- EDC- introduce al estudiante a la práctica de las ciencias biológicas y lo prepara para el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-. Tiene por objetivo que el estudiante adquiera conocimientos y aptitudes que contribuyan a fortalecer su formación profesional (Enríquez, Alquijay & Armas, 2013, p.4).

Este informe final describe las actividades de servicio y docencia efectuadas durante enero hasta mayo de 2013, como parte del programa EDC. Las actividades se desarrollaron en la Unidad para el Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad, del Departamento de Estudios y Planificación -DEyP-, del Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-. Así mismo se describen las 40 horas de servicio preestablecido que se realizaron en la Sección de Macrohongos, del Herbario BIGU.

Durante la ejecución del servicio en la Unidad de Biodiversidad se realizó el etiquetado y adecuación de especímenes para enriquecer la Colección de Abejas Nativas de Guatemala. Así mismo se apoyó con la recopilación de información académica de los investigadores que conforman el equipo de investigación de esta Unidad. La información se utilizó para la actualización de la página electrónica de la unidad. Como actividades de docencia se asistió a conferencias de interés biológico y un curso de redacción, además se impartió una conferencia sobre las abejas nativas de Guatemala y se preparó un stand para divulgación. Así mismo se asistió a un curso de Meliponicultura Tecnificada. El informe documenta las actividades efectuadas, previo a desarrollar la fase de investigación del programa.

## 2. CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC

No.	PROGRAMA UNIVERSITARIO	ACTIVIDAD	FECHA DE REALIZACION	HORAS EDC EJECUTADAS
1	<b>A. SERVICIO</b>	Servicio pre-establecido a Colecciones Botánicas	4-15 Febrero	40 h.
		<b>UNIDAD DE BIODIVERSIDAD</b>		
2		Etiquetado de especímenes	Febrero-Mayo	238 h.
3		Preparación de cajas para la colección de abejas	Marzo	4 h.
4		Recopilación de información para la página de la Unidad de Biodiversidad	Abril-Mayo	4 h.
5		Adecuación de campana de incubación y cajas entomológicas	10 de Mayo	2 h.
6		Adecuación de cajas entomológicas para la Colección de Abejas Nativas de Guatemala	10 de Mayo	2 h.
7		Construcción de la página de la Unidad de Biodiversidad	14 y 15 de Mayo	8 h.
8		Montaje de especímenes	18 de Febrero al 1 Marzo. 21,22 de Mayo	12 h.
	<b>HORAS TOTALES DE SERVICIO</b>			310

9	<b>B. DOCENCIA</b>	Elaboración de Diagnóstico, Plan de Trabajo e Informes	Enero-Junio	20 h.
10		Reuniones de socialización de EDC	Febrero-Mayo	20 h.
11		Clase magistral Taxonomía de la Superfamilia Apoidea	28 de Febrero	3 h.
12		Inauguración de exposición fotográfica Conchas en la Ciudad Maya de Naachtun	19 de febrero	3 h.
13		Conferencia Historia Natural del Quetzal	28 de febrero	2 h.
14		Conferencia Ecología del fuego en los Procesos de Restauración en los Ecosistemas de Pino-Encino	22 de Marzo	4 h.
15		Seminario de Investigación del género <i>Piper</i> en Guatemala	5 de Abril	4 h.
16		Curso "Redacción de documentos"	Abril	4 h.
17		Conferencia Abejas Nativas de Guatemala	20 de Abril	5 h.
18		Exposición de Abejas Nativas de Guatemala	20 de Abril	4 h.
19		Elaboración Documento de Apoyo para el Jardín Botánico "Abejas y la Polinización"	30-31 Mayo	14 h.

20	<b>B. DOCENCIA</b>	Conferencia Abejas y la Polinización	Abril	5 h.
21		Colección de Abejas para el Jardín Botánico	Mayo	8 h.
22		Curso Meliponicultura Tecnificada	Diciembre	40 h.
<b>HORAS TOTALES DE DOCENCIA</b>				136
23	<b>C. INVESTIGACION</b>	Elaboración de, Protocolo	Marzo-Mayo	70 h.
24		Trabajo de Campo	Junio	35 h.
25		Procesamiento de datos	Julio-Diciembre	300 h.
<b>HORAS TOTALES INVESTIGACION</b>				405 h.
<b>HORAS TOTALES DE EDC</b>				851 h.

### **3. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRACTICA DE EDC**

#### **3.1 ACTIVIDADES DE SERVICIO**

##### **UNIDAD: SECCION MACROHONGOS, HERBARIO BIGU**

###### **3.1.1 Actividad No.1: Manejo de la Base de Datos**

3.1.1.1 Objetivos: brindar manejo a la base de datos de la colección de hongos. Revisar y modificar campos de la base de datos.

3.1.1.2 Procedimiento: se aprendió la metodología de manejo de la base de datos en Microsoft Excell, luego se realizaron modificaciones a los campos que despliega la misma. Se trabajó en la fecha, nombre del digitador, tipo de vegetación, parcela/ transecto, se corrigieron errores en los datos y se rellenaron vacíos. Los datos faltantes se obtuvieron de las boletas de campo originales, estas se revisaron de acuerdo al proyecto al que pertenecían. (Anexos Fig. 1)

3.1.1.3 Resultados: Revisar, ordenar, depurar y rellenar vacíos en la base de datos.

3.1.1.4 Limitaciones presentadas: algunos datos de los especímenes no contaban con boletas de colecta con información necesaria.

###### **3.1.2 Actividad No. 2 Manejo de la Colección de Macrohongos**

3.1.2.1 Objetivo: brindar manejo y organizar la colección de Macrohongos del Herbario BIGU. Ordenar filogenéticamente los armarios de especímenes. Etiquetar las cajas con familia y género de hongos que contienen.

3.1.2.2 Procedimiento: se ordenó filogenéticamente la colección de hongos, siguiendo la jerarquía taxonómica de órdenes y familias. Se revisó en un diccionario taxonómico de hongos la designación más reciente de los géneros que se encuentran en la colección. Luego se realizaron las etiquetas faltantes, actualizándose algunas. Se apilaron las cajas de especímenes de cada familia en orden alfabético de acuerdo al género. Además se realizaron las etiquetas de órdenes para los estantes de los armarios de la colección (Anexos, Fig. 2).

3.1.2.3 Resultados: organizar los armarios de la colección de hongos en orden filogenético y etiquetar los estantes. Etiquetar las cajas de especímenes de hongos.

3.1.2.4. Limitaciones o dificultades presentadas: no se presentaron.

###### **3.1.3 Actividad No. 3 Revisión de artículos científicos de la biblioteca de la unidad**

3.1.3.1 Objetivo: organizar los artículos y documentación científica de la sección de Macrohongos mediante el software Mendeley.

3.1.3.2 Procedimiento: los recursos bibliográficos digitales de la unidad requieren organizarse para su consulta, mediante un programa se puede realizar un inventario de estos documentos. Se estudiaron los artículos científicos y demás documentos bibliográficos digitales para conocer su contenido. Se añadieron y editaron campos de título fecha, revista científica, palabras clave, tipo de documento, etc.

3.1.3.3 Resultados: se logró organizar los recursos bibliográficos digitales de la unidad mediante un proceso de edición.

3.1.3.4 Limitaciones o dificultades presentadas: no se presentaron.



## **UNIDAD DE INVESTIGACION PARA EL CONOCIMIENTO, USO Y VALORACION DE LA BIODIVERSIDAD, CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS, CECON**

### **3.1.4 Actividad No.4: Etiquetado de especímenes**

3.1.4.1 Objetivos: etiquetar los especímenes de proyectos de investigación de la unidad de biodiversidad.

3.1.4.2 Procedimiento: se colocaron etiquetas con un número de serie a cada uno de los especímenes previamente montados. El número corresponde al registro correspondiente del espécimen dentro de la colección. Para esto se recortaron las etiquetas y se pincharon con el alfiler entomológico. Usando una gradilla se ubicaron las etiquetas a la altura requerida. Así mismo se colocaron identificadores del proyecto, utilizando puntos de papel coloreado por sobre la etiqueta de numeración. Las etiquetas se realizaron en una plantilla de Microsoft Excell.

3.1.4.3 Resultados: especímenes etiquetados previo ingreso a la colección (Anexos, Fig. 3).

3.1.4.4 Limitaciones o dificultades presentadas: fue necesario reparar algunos especímenes debido a su fragilidad al momento de manipularlos.

### **3.1.5 Actividad No.5: Preparación de cajas para la colección de abejas**

3.1.5.1 Objetivos: ensamblar cajas entomológicas para la adecuación de especímenes dentro de la colección de abejas nativas.

3.1.5.2 Procedimiento: fue necesario armar cajas de cartón de 2 medidas especiales. Así mismo se recortaron piezas de espuma sintética especial para colocarlas de fondo. Las piezas de espuma fueron pegadas con goma blanca y se dejaron secar.

3.1.5.3 Resultados: ensamblaje de 15 cajas para la adecuación de especímenes de la colección.

3.1.5.4 Limitaciones o dificultades presentadas: el pegamento usado no fue suficientemente adherente.

### **3.1.6 Actividad No. 6: Recopilación de información y Actualización de la página de la Unidad de Biodiversidad**

3.1.6.1 Objetivos: recopilar información del equipo de investigadores de la unidad de Biodiversidad. Actualizar la sección de información del equipo de investigadores en el portal digital de la Unidad. Añadir a este espacio virtual, enlaces de acceso a las investigaciones realizadas en la unidad. Divulgar las investigaciones recientemente ejecutadas.

3.1.6.2 Procedimiento: se envió un correo electrónico a cada investigador, en el que se solicitaba adjuntaran campos de información personal y académica, requerida para divulgar en la página de la Unidad de Biodiversidad. Los informes finales, así como artículos científicos generados por los investigadores con el aval de la unidad fueron publicados en el portal, y están disponibles para su consulta mediante un enlace de acceso digital. Se actualizó la información personal y académica del equipo de investigadores de la unidad, y se publicaron algunos informes finales, en formato -pdf.

3.1.6.3 Resultados: se actualizó la información personal y académica del equipo de investigadores de la unidad, y se publicaron algunos informes finales de investigaciones realizadas por los mismos con el aval de la unidad.

3.1.6.4. Limitaciones o dificultades presentadas: no fue posible cargar la información de todos los investigadores. Tampoco se obtuvieron todos los informes finales.

### **3.1.7 Actividad No. 7: Adecuación de campana de incubación**

3.1.7.1 Objetivos: limpiar y adecuar la campana de incubación de hongos.

3.1.7.2 Procedimiento: se empleó un paño con desinfectante para remover el polvo y manchas de

propóleo de la campana de incubación.

3.1.7.3 Resultados: se limpió y adecuó la campana de incubación de hongos.

3.1.7.4. Limitaciones o dificultades presentadas: no se presentaron.

### **3.1.8 Actividad No.8: Adecuación de cajas entomológicas para la Colección de Abejas Nativas de Guatemala**

3.1.8.1 Objetivos: Limpiar y adecuar cajas entomológicas a utilizarse para el almacenamiento de especímenes de la Colección de Abejas Nativas de Guatemala

3.1.8.2 Procedimiento: con un paño y una brocha se limpiaron las nuevas cajas entomológicas adquiridas por la Unidad de Biodiversidad. Posteriormente se les colocó un trozo de pastilla odorizante que contiene como principio activo paradiclorobenceno, con lo cual se inhibe la presencia de depredadores de la colección.

3.1.8.3 Resultados: Se limpiaron de forma adecuada las cajas, quedando listas para su posterior utilización.

3.1.8.4 Limitaciones o dificultades presentadas: no se presentaron.

### **3.1.9 Actividad No. 9: Montaje de especímenes**

3.1.9.1 Objetivo: efectuar el proceso de montaje de especímenes para ingresarlos a la colección.

3.1.9.2 Procedimiento: se trabajaron especímenes previamente conservados en alcohol y bajo refrigeración. Cada insecto fue colocado en disposición natural, desplegando sus patas y alas mediante pinzas. Para pinchar los insectos de tamaño mediano se perforó la región derecha del tórax con alfileres entomológicos No. 2. Utilizando una gradilla se le colocó a cierta altura una etiqueta con un número de registro, luego se colocó en una caja de almacenamiento.

3.1.9.3 Resultados: se montaron numerosos especímenes de colectas, en espera para ser etiquetados.

3.1.9.4. Limitaciones presentadas: se requiere de habilidad para pinchar insectos pequeños.

## **3.2 ACTIVIDADES DE DOCENCIA**

### **3.2.1 Actividad No.1: Clase magistral Taxonomía de la Superfamilia Apoidea**

3.2.1.1 Objetivos: estudiar grupos dentro de la clasificación de la superfamilia Apoidea. Conocer sobre los principales grupos taxonómicos de abejas en Guatemala. Observar y determinar ejemplares de familias presentes en el país.

3.2.1.2 Procedimiento: se asistió a una clase impartida por la Licda. Mabel Vásquez, quien expuso el orden Hymenoptera. Se describieron las características generales de los subórdenes Apocrita y Symphyta, enfatizando el primer suborden al cual pertenecen las abejas. Se estudiaron las características de la superfamilia Apoidea. Se nos enseñaron las características principales de dicho grupo, así como las estructuras adaptadas para la colecta de polen. Se estudió la morfología de abejas necesaria para proceder a clasificarlas mediante claves dicotómicas, para ello se empleó un estereoscopio. Además se aprendió sobre la técnica de montaje.

3.2.1.3 Resultados: se aprendieron las características morfológicas de las familias de abejas de Guatemala: Andrenidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae y Apidae.

3.2.1.4 Limitaciones presentadas: no se presentaron.

### **3.2.2 Actividad No.2: Exposición de las Abejas Nativas de Guatemala**

3.2.2.1 Objetivos: preparar material didáctico sobre las abejas nativas de Guatemala. Realizar un stand de divulgación de abejas nativas de Guatemala durante el día de la Tierra. Explicar al público sobre la diversidad y crianza tradicional de las abejas nativas.

3.2.2.2 Procedimiento: se desplegaron distintas imágenes sobre las actividades que conlleva la meliponicultura, diversidad de abejas y algunas colmenas de especies de meliponinos. Se realizó una exposición de diferentes productos derivados de la colmena. A su vez los folletos informativos de resultados de proyectos de investigación de la unidad fueron exhibidos y proporcionados al público asistente.

3.2.2.3 Resultados: se proveyó al público de información sobre la biología y crianza de abejas nativas de Guatemala.

3.2.2.4 Limitaciones o dificultades presentadas: no se encontraron.

### **3.2.3 Actividad No.3: Elaboración Documento de Apoyo para el Jardín Botánico ``Abejas y la Polinización``**

3.2.3.1 Objetivos: elaborar un documento informativo sobre la importancia de las abejas en la polinización. Elaborar un listado de especies de plantas de importancia alimenticia y económica que son visitadas por abejas en el Jardín Botánico. Contribuir con un documento de apoyo para los recorridos guiados del Jardín Botánico.

3.2.3.2 Procedimiento: se realizó una revisión bibliográfica recopilando información sobre la importancia de la polinización y de las abejas, como principales polinizadores. Se enlistaron algunas especies vegetales del recorrido del Jardín Botánico en cuya polinización se reporta algunas especies de abejas. También se recopilaron ilustraciones de especies de abejas que se encuentran en el casco metropolitano, estas se incluyeron en el documento.

3.2.3.3 Resultados: se elaboró un documento de apoyo para el Jardín Botánico que permitirá a los guías del recorrido explicar el rol de las abejas en el proceso de polinización.

3.2.3.4 Limitaciones o dificultades presentadas: no se encontraron.

### **3.2.4 Actividad No.4: Conferencia Abejas y la Polinización**

3.2.4.1 Objetivos: exponer a los guías del recorrido del Jardín Botánico sobre la importancia de la polinización para sostener la diversidad de plantas. Presentarles algunas de las abejas que se encuentran en el Jardín Botánico.

3.2.4.2 Procedimiento: mediante una presentación sobre polinización, plantas visitadas y especies de abejas polinizadoras, se expuso a los guías del Jardín Botánico el papel fundamental de las abejas para la vida y la alimentación humana. Se ilustraron algunas especies vegetales del recorrido del Jardín Botánico en cuya polinización participan abejas. Durante la presentación, los guías realizaron preguntas, las cuales fueron resueltas.

3.2.4.3 Resultados: se efectuó la presentación a los guías del Jardín Botánico, que permitirá incluir este tema durante los recorridos que ellos realicen con el público visitante del Jardín Botánico.

3.2.4.4 Limitaciones o dificultades presentadas: no se encontraron.

### **3.2.5 Actividad No 5. Colección de Abejas del Jardín Botánico**

3.2.5.1 Objetivos: elaborar una colección de referencia de algunas especies de abejas del Jardín Botánico para apoyar los recorridos. Brindar una herramienta de docencia para los guías de los recorridos, que les permita explicar el rol de las abejas en el proceso de polinización.

3.2.5.2 Procedimiento: se realizó la colecta de abejas que visitan recursos florales en el Jardín Botánico; estas se montaron en cajas plásticas. Los especímenes fueron identificados como *Partamona bilineata*, *Trigona fulviventris*, *Apis mellifera*, *Megachile sp.*, y *Melipona beechi*. Algunos especímenes fueron proporcionados por la Colección de Abejas Nativas de la Unidad de Biodiversidad.

3.2.5.3 Resultados: se elaboraron dos réplicas de la colección de abejas del Jardín Botánico, y fueron entregadas al personal del Jardín Botánico quienes administrarán este recurso.

3.2.5.4 Limitaciones o dificultades presentadas: no se obtuvieron suficientes especies de abejas.

### **3.2.6 Actividad No. 6 Curso Meliponicultura Tecnificada**

3.2.6.1 Objetivos: conocer sobre la historia y desarrollo de la meliponicultura en la región de Chiapas. Reconocer y establecer densidades de nidos de abejas nativas en entornos urbanos. Aprender sobre el manejo de *Melipona solani*, *Melipona beechii* y *Scaptotrigona mexicana*.

3.2.6.2 Procedimiento: en el curso se brindó manejo a colmenas de meliponas y trigonas, y se estudiaron modelos de cajas tecnificadas. En una localidad urbanizada se efectuaron observaciones de nidos para determinar su densidad. Se visitaron distintos meliponarios para monitorear sus colmenas y aprender la técnica de cultivo. Se seleccionaron panales maduros para establecer nuevas colmenas, así mismo se brindó alimentación artificial a los nidos. Se cuantificó el rendimiento de los potes miel de *Melipona beechii* usando una jeringa.

3.2.6.3 Resultados: se aplicaron las técnicas para el manejo y cultivo de meliponinos,

3.2.6.4 Limitaciones o dificultades presentadas: no se presentaron.

## **3.3 ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS**

### **DOCENCIA**

#### **3.3.1. Actividad No. 1: Inauguración de la exposición fotográfica Conchas en la Ciudad Maya de Naachtun**

3.3.1.1 Objetivo: conocer la diversidad de conchas de moluscos utilizadas por los mayas. Conocer los diferentes artefactos que los mayas fabricaban como ornamento y utensilios.

3.3.1.2. Descripción procedimiento:

Se asistió a la inauguración de la Colección de conchas de Naachtun realizada el día 19 de febrero a las 10:00 AM, durante esta se conoció el proyecto arqueológico que realiza excavaciones en el Biotopo Universitario Naachtun-Dos Lagunas. Fue precedida por la Directora del MUSHNAT M.Sc. Lucía Prado, se contó con la asistencia de un experto en el tema.

3.3.1.3. Resultados:

Se observaron las distintas familias y géneros de moluscos que fueron utilizados para la fabricación de cuentas xeromórficas, collares, colgantes pectorales, vasijas, trompetas y otros artefactos. Además se observaron los moluscos que eran consumidos por los mayas, de los cuales se conserva su concha en depósitos arqueológicos de desechos.

3.3.1.4. Limitaciones presentadas: no se presentaron.

#### **3.3.2 Actividad No. 2: Asistencia a la conferencia Historia Natural del Quetzal**

3.3.2.1 Objetivos: divulgar las investigaciones del quetzal en las Verapaces, así como conocer sobre la historia natural del quetzal.

3.3.2.2 Descripción procedimiento: se asistió a la conferencia impartida por Biol. Manuel Barrios, investigador de CECON realizada el día 28 de febrero.

3.3.2.3 Resultados: se aprendió sobre la taxonomía, hábitat y distribución en México y Centroamérica del quetzal. Se escucharon distintos cantos emitidos de acuerdo a distintas condiciones. Así mismo se aprendió sobre la metodología para la captura y monitoreo del ave ejecutados por investigadores del CECON. Se conocieron familias de plantas nutricias del quetzal, tales como: Cornaceae, Clusiaceae y Lauraceae.

3.3.2.4 Limitaciones presentadas: no se presentaron.

### **3.3.3 Actividad No. 3: Conferencia Ecología del fuego en los Procesos de Restauración en los Ecosistemas de Pino-Encino**

3.3.3.1 Objetivos: reconocer el papel de los regímenes de fuego en los ecosistemas. Determinar los factores intrínsecos y extrínsecos que influyen en un evento de fuego. Aprender sobre la aplicación de eventos de fuego para la restauración de ecosistemas.

3.3.3.2 Procedimiento: se asistió a la conferencia, que complementa el curso de Formación Profesional “Restauración Ecológica” de la Escuela de Biología. Se contó con la presencia del catedrático del mismo, el Dr. Thaxton. Se realizó una introducción sobre las características y los factores que inciden en un evento de fuego, fueron descritos los efectos que estos tienen en la cobertura vegetal. A su vez se expusieron diferentes metodologías aplicadas en experimentos de restauración ecológica utilizando regímenes de fuego.

3.3.3.3 Resultados: se reconoció el papel de los regímenes de fuego en los ecosistemas, y como estos permiten la restauración ecológica.

3.3.3.4 Limitaciones o dificultades presentadas: no se presentaron.

### **3.3.4 Actividad No.4: Seminario de Investigación del género *Piper* en Guatemala**

3.3.4.1 Objetivos: conocer resultados sobre la investigación de metabolitos, reproducción sexual y propagación asexual de *Piper*. Reconocer la importancia del estudio de *Piper*, evidenciada por investigaciones nacionales e internacionales.

3.3.4.2 Procedimiento: se asistió al seminario efectuado en el edificio UVIGER, como invitados de MSc. Carolina González. En este se dio a conocer la importancia del género *Piper* por su gran complejidad química con aplicaciones para la farmacología así como para la industria alimenticia. Los resultados de estudios del rendimiento de extracción de aceites esenciales de especies del país fueron expuestos. Esto con motivo de promover el estudio de especies endémicas y en peligro de desaparición, tal como *P. patulum*, *P. oradendron*, *P. retalhuleuense*.

3.3.4.3 Resultados parciales: se expusieron los resultados sobre las investigaciones de *Piper*, conducidas tanto en el país como en Brasil.

3.3.4.4 Limitaciones presentadas: únicamente se asistió al evento durante la mañana debido a compromisos académicos.

### **3.3.5 Actividad No.5: Curso “Redacción de documentos”**

3.3.5.1 Objetivos: conocer estrategias de comunicación escrita, así como lineamientos para la elaboración de documentos. Establecer errores ortográficos, redundancias, extranjerismos y expresiones incorrectas al redactar documentos.

3.3.5.2 Procedimiento: se asistió al curso impartido por el Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas los días 29 de abril, 6, 3 y 20 de mayo en el edificio T-11, salón multimedia de la Facultad CCQQ en horario de 11:00 a 13:00 horas. Se discutieron algunos errores en la redacción de documentos.

Se proporcionaron recursos electrónicos y documentos de referencia de la Real Academia Española.

**3.3.5.3 Resultados:** se identificaron estrategias de comunicación escrita, así como lineamientos para la elaboración de documentos. A su vez se establecieron errores ortográficos, redundancias, extranjerismos y expresiones incorrectas al redactar documentos.

**3.3.5.4 Limitaciones:** no se presentaron.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

Alquijay, B., Enríquez, E. y Armas, G. (2013). *PROGRAMA ANALITICO. PROGRAMA DE EDC. ANEXO NO. 7 GUIA PARA LA ELABORACION DEL INFORME FINAL DE SERVICIO Y DOCENCIA.* Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

#### 5. ANEXO No. 1 ACTIVIDADES SERVICIO Y DOCENCIA

Figura No.1. Base de Datos Sección Macrohongos Herbario BIGU

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a data table containing 392 records. The columns include 'Fecha', 'Localidad', 'Especimen', 'Caja', 'Clasificación', 'Observaciones', 'Fotografía', 'Trama', and 'Trama'. A 'Collector' dialog box is open, showing a list of filters for the data, including 'Guamí Tipo 2, Tránsito 3', 'Guamí Tipo 3', 'Tránsito 1', 'Tránsito 2', and 'Tránsito 3'. The spreadsheet is titled 'copia base datos.xls' and is in 'Compatibility Mode'.

Figura No. 2. Colección Macrohongos Herbario BIGU



**Figura No. 3. Etiquetado de especímenes**



**Figura No. 4. Conferencia Abejas y Polinización**



**ANEXO No. 2 CONSTANCIAS DOCENCIA**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGIA

INFORME FINAL DE INVESTIGACION  
CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACION MEDIANTE TIPOS FUNCIONALES DE PLANTAS  
EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL QUETZALTENANGO  
HERBARIO USCG  
PERIODO DE REALIZACION  
ENERO 2013 – ENERO 2014

RIVERA VALVERTH, ERNESTO FERNANDO  
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDA. GABRIELA ARMAS  
ASESOR DE INVESTIGACIÓN: LIC. FERNANDO CASTILLO  
Vo. Bo. \_\_\_\_\_



## INDICE

1.	RESUMEN .....	19
2.	INTRODUCCION .....	20
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	21
4.	JUSTIFICACION.....	21
5.	REFERENTE TEÓRICO .....	22
5.1	ECOLOGIA FUNCIONAL .....	22
5.2	DIVERSIDAD FUNCIONAL.....	23
5.4	CARACTERES DE ESPECIES.....	24
5.6	VENTAJAS ENFOQUE DE TIPOS FUNCIONALES .....	26
5.7	CARACTERES FUNCIONALES DE LAS PLANTAS.....	26
5.8	TIPOS FUNCIONALES Y RESTAURACION ECOLÓGICA .....	27
6.	AREA DE ESTUDIO .....	28
6.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA .....	28
6.2	ESTUDIOS PREVIOS EN EL AREA.....	28
6.3	PARQUE REGIONAL MUNICIPAL QUETZALTENANGO (PRMQ) .....	28
7.	OBJETIVOS .....	29
7.1	GENERAL: .....	29
7.2	ESPECÍFICOS: .....	29
8.	HIPOTESIS .....	29
9.	METODOLOGÍA.....	29
9.1	DISEÑO .....	29
9.1.1	POBLACIÓN .....	29
9.1.2	MUESTRA .....	29
9.2	TECNICAS A USAR EN PROCESO DE INVESTIGACION .....	30
9.2.1	RECOLECCION DE DATOS .....	30
9.3	ANALISIS DE DATOS .....	30
9.4	CARACTERES VEGETATIVOS	
9.4.1	CARACTERES DE LA PLANTA COMPLETA .....	31
9.4.1.1	FORMA DE CRECIMIENTO.....	31
9.4.1.2	FORMA DE VIDA .....	31
9.4.1.3	CLONALIDAD .....	32

9.5 CARACTERES REGENERATIVOS.....	32
9.5.1 MODO DE DISPERSIÓN .....	32
9.5.2 POLINIZACION .....	33
10. RESULTADOS .....	33
Gráfico No.1 Análisis Multidimensional No Métrico. ....	34
Figura No.1 Análisis Cluster distancia de Sorensen .....	35
Cuadro No.6 Especies de los Grupos Funcionales .....	36
Cuadro No.7 Abundancia y Riqueza de los Grupos Funcionales .....	37
Gráfico No.2 Riqueza de los Grupos Funcionales .....	37
Gráfico No.3 Abundancia de los Grupos Funcionales .....	38
Cuadro No. 8 Caracteres Funcionales de los Grupos Funcionales .....	38
11. DISCUSION.....	39
11.1 RESTAURACION EN EL PRMQ.....	41
11.2 COMPARACIONES DE LOS GRUPOS FUNCIONALES.....	42
12. CONCLUSIONES .....	44
13. RECOMENDACIONES .....	45
14. BIBLIOGRAFIA.....	45
ANEXO No. 1 MAPA UBICACIÓN DE LOCALIDADES DENTRO DEL PRMQ.....	47
ANEXO No.2 LISTADO DE VEGETACIÓN REGISTRADA EN 5 LOCALIDADES DEL PRMQ .....	48
ANEXO No. 3 LOCALIDADES DE ESTUDIO .....	59

## 1. RESUMEN

La diversidad funcional es un concepto aplicado al estudio de cambios en la biodiversidad. En el presente estudio se realiza una caracterización de la flora del Parque Regional Municipal Quetzaltenango. Se identificaron y compararon los tipos funcionales de plantas del bosque de pino-encino presentes en cinco localidades del parque: La Meseta del Volcán Santa María, Las Antenas en Volcán Siete Orejas, Laguna Seca en Volcán Siete Orejas, Cerro El Baúl y en Los Pocitos de Chicué del Cerro Candelaria. Se establecieron los rasgos de las especies en parcelas de 400m<sup>2</sup> de acuerdo a su forma de vida, forma de crecimiento, clonalidad, mecanismo de dispersión y tipo de polinización. Se efectuó un inventario de la flora presente en las localidades de estudio, para luego comparar los estados de los caracteres de cada grupo funcional (GF). Estos se delimitaron por medio de un dendograma construido con distancia de Sorensen. Se establecieron cinco GF. Los GF 1 y 5 fueron los que tuvieron menor riqueza de especies en las cinco localidades. Los GF 2 y 3 forman el grueso de abundancia de especies. Se establecieron rasgos como capacidad de rebrote, rizomas y dispersión anemócora en los grupos no. 1 y 4, ello les confiere resistencia a disturbios, en especies tales como: *Alnus jorullensis*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus ayacahuite*, *Arbutus xalapensis*, *Csenothus caeruleus*, *Polypodium plebeium* y *Asplenium monanthes*. Al comparar la riqueza de especies de todos los grupos en las localidades se observan valores semejantes para los grupos no. 2 y 3. La riqueza más alta es para la Laguna Seca en el volcán Siete Orejas con 16 especies, le siguen las localidades de cerro El Baúl, Los Pocitos de Chicua en cerro Candelaria, la Meseta en el volcán Santa María y Las Antenas de volcán Siete Orejas.

## **2. INTRODUCCION**

La ecología funcional permite agrupar especies de plantas para comprender los procesos en ecosistemas, paisajes y biomas. Los tipos funcionales se basan en características morfológicas, anatómicas y fisiológicas asociadas a la respuesta de las plantas al ambiente. Estos rasgos tienen un efecto en el funcionamiento de los ecosistemas, y pueden ser comunes entre especies sin relación taxonómica. Los estudios sobre caracteres funcionales, restauración ecológica, así como ecología funcional tienen sus bases en las investigaciones de ecología de Cornelissen (2003, 2007), Díaz (2002, 2007) y Lavorel (2005, 2007).

El estudio de los rasgos funcionales de las especies permite conocer como estos influyen en las propiedades y funciones del ecosistema, además de las respuestas de las especies a las condiciones ambientales. Son utilizados para determinar cómo cambios en la riqueza y composición de especies tienen influencia sobre las propiedades de los ecosistemas (Díaz, 2002, p. 135).

El presente estudio consiste en una caracterización de acuerdo a criterios de los investigadores, de la vegetación en cinco localidades del Parque Regional Municipal de Quetzaltenango. Para ello se realizó una clasificación de los rasgos funcionales de las especies vegetales, para luego identificar a que tipos funcionales (TFP) pertenecían. La complejidad funcional del ecosistema contribuye a entender las relaciones entre biodiversidad, factores abióticos y procesos ecosistémicos de una manera que las clasificaciones taxonómica y filogenética por sí solas, no alcanzan (Díaz et ál. 2002). En Guatemala no se han analizado los TFPs en los bosques de pino-encino, por lo que se pretende contribuir al desarrollo de este campo.

En esta investigación se propuso una metodología para caracterizar los tipos funcionales de plantas en el Parque Regional Municipal Quetzaltenango (PRMQ). Mediante observaciones en los sitios seleccionados se asignaron los atributos de la vegetación de acuerdo a su forma de vida, forma de crecimiento, clonalidad, mecanismo de dispersión y tipo de polinización. Se identificaron y compararon los tipos funcionales de plantas de cinco sitios del Parque en: la Meseta del Volcán Santa María, Las Antenas en Volcán Siete Orejas, Laguna Seca en Volcán Siete Orejas, Cerro El Baúl y en Los Pocitos de Chicuá del Cerro Candelaria.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El estudio del funcionamiento de los tipos funcionales del ecosistema, genera un aporte a la investigación de la vegetación de los bosques de pino-encino del país. Así mismo surge el interés por contribuir a generar conocimiento para determinar cómo se comportan los ensambles de especies en distintas localidades del PRMQ, por ello se requiere caracterizar los tipos funcionales de plantas. Existen esfuerzos previos para fortalecer el manejo de las Áreas Protegidas, tal como el Plan de Acción para la Región del Altiplano Occidental, con la participación de CONAP, que incluye al departamento de Quetzaltenango (CONAP, 2010, p. 2). Sin embargo este estudio pretende expandir la investigación de la vegetación y sus tipos funcionales.

Los TFP responden a factores ambientales en la comunidad vegetal y participan en los principales procesos ecosistémicos. El estudio de los TFP provee una base para conocer sobre estos procesos, lo que coadyuva al desarrollo de acciones para el mantenimiento de la integridad funcional de los mismos. Al conocer la diversidad de especies de las comunidades es posible comprender interacciones y procesos del ecosistema. Es necesario definir los rasgos participantes en los procesos y establecer cuales son determinantes en los ensambles de vegetación, así como cuales especies integran los grupos funcionales del bosque de pino-encino del país. De igual manera se busca obtener una comparación de los grupos en diferentes localidades del PRMQ. Esto permite evidenciar el importante rol de los TFP dentro de los servicios que brindan los ecosistemas, ya que provee recursos a la sociedad. Esta se beneficia de la productividad forestal, los ciclos hidrológicos y la generación de suelos (Díaz & Cabido, 1997, p. 464).

El estudio de los TFP contribuye a la restauración ecológica. Sabemos que las características tienen una influencia en la adaptación, crecimiento y la dinámica de las poblaciones. De ellas dependerá el establecimiento de una especie en una nueva área (Myers & Bazely, 2003, p. 89), ya que se vinculan a la supervivencia y persistencia de la especie en un hábitat. Por ejemplo, la forma de crecimiento y estructura de la raíz intervienen en la capacidad para competir. Al obtener una aproximación al estudio de los TFP se genera una base para el conocimiento de la diversidad funcional propia del bosque de pino-encino (Chapin, 1997, p. 501).

### **4. JUSTIFICACION**

El estudio de los caracteres fisiológicos y anatómicos de las plantas se enfoca en la ecología funcional del PRMQ, persigue comprender los procesos del ecosistema, ya que estos a su vez conforman los paisajes y el bioma. Los tipos funcionales de plantas responden a factores ambientales y participan en los principales procesos ecosistémicos. Su estudio brinda bases para conocer los procesos y desarrollar estrategias en favor del mantenimiento de la integridad funcional. Sabemos que los rasgos inciden en la adaptación, crecimiento y dinámica de poblaciones, de ellos depende el establecer una especie en un área nueva. El presente estudio realiza una caracterización de los rasgos funcionales para identificar a que tipos funcionales pertenecen las especies presentes.

Se requiere comprender los componentes que actúan en los ecosistemas nacionales debido al deterioro que actualmente los amenaza, además es una prioridad el inventariar sus recursos. El presente estudio brinda un inventario florístico y comparativo de acuerdo a los caracteres de la vegetación, funciona como una plataforma para establecer bases para la conservación. Existen evidencias de que los cambios en la biodiversidad están repercutiendo directa o indirectamente sobre el bienestar humano, ya que comprometen el funcionamiento mismo de los ecosistemas y su capacidad de generar servicios esenciales para la sociedad (Díaz et al., 2006, p. 136). La modificación y daño del paisaje por los humanos altera la diversidad ecológica y el funcionamiento de sus procesos. Ante esta perspectiva se aboga por el estudio de la diversidad funcional, ya que constituye una aproximación para identificar los mecanismos que influyen en los procesos ecosistémicos.

La caracterización de los tipos funcionales de plantas permite conocer que caracteres de las especies operan en una variedad de contextos, incluyendo efectos de especies dominantes, especies clave, e interacciones entre especies. La abundancia relativa no siempre es un buen predictor del nivel de importancia de una especie. Incluso las especies raras pueden influenciar procesos de energía y flujo de materia.

El presente proyecto constituirá una incursión al estudio de los tipos funcionales de plantas en los bosques de pino-encino del altiplano de Guatemala. Pretende establecer de qué manera ciertas especies de la flora son funcionalmente similares y en cuales difieren con las de otros puntos dentro del PRMQ, el cual además forma parte del SIGAP (CONAP, 2010, p. 2). Existe evidencia que señala que el tipo de rasgos presentes en mayor abundancia en la comunidad conducen a procesos ecosistémicos a corto plazo y tienen una retroalimentación hacia los factores globales (Díaz, et al. 2007, p. 81). Así mismo se pretende contribuir al análisis de la vegetación del PRMQ, al medir los rasgos funcionales en un área protegida de la que no se posee esa información.

## **5. REFERENTE TEÓRICO**

### **5.1 ECOLOGIA FUNCIONAL**

Los ecólogos, cuando describen la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas ponen cada vez más énfasis en el uso de clasificaciones no filogenéticas de organismos (Steffen et al. 1992). El debate moderno comenzó a partir de la década de los 60 del siglo pasado con contribuciones de Gitay & Noble, (1997). Estos autores, junto con Terborghi & Robinson (1986), Hawkins & MacMahon (1989) y Simberloff & Dayan (1991), revisan las diferentes definiciones y la creciente literatura sobre clasificaciones gremiales, grupos de respuesta y grupos funcionales, y su amplio abanico de aplicación la ecología.

Recientemente, grupos los investigadores han abogado protocolos para la medición de rasgos funcionales en grandes números de especies, la construcción de bases de datos estandarizadas, así como realizar la exploración de asociaciones rasgo/rasgo y rasgo/ambiente, y la prueba empírica de hipótesis.

Se han hallado patrones consistentes de asociación entre rasgos de plantas. Esto ha generado interés en la relación entre estos patrones y el funcionamiento de ecosistemas. Se espera que diferentes tipos funcionales de plantas ocupen distintos roles en términos de procesos de materia y energía en los ecosistemas. Por tanto, la identificación y estimación de su abundancia es altamente relevante para el funcionamiento de los ecosistemas. Aunque ha habido progreso con respecto a la identificación, muy poco se ha publicado sobre la estimación de su abundancia. (Díaz, 1997).

## **5.2 DIVERSIDAD FUNCIONAL**

La diversidad funcional, el tipo, rango y abundancia relativa de rasgos funcionales presentes en una comunidad, son uno de los mayores factores influenciando el funcionamiento de los ecosistemas. A través de sus efectos en el funcionamiento de ecosistemas, la diversidad funcional (DF) es afectada y afecta los mayores agentes globales de cambio identificados por la comunidad científica internacional. La cuantificación de la DF es menos directa que el conteo de especies. Sin embargo, tiene un alcance más profundo para el estudio las relaciones entre la estructura de la comunidad, funcionamiento de ecosistemas, y factores de cambio global. La riqueza de especies se queda sola (Díaz et al., 2007, p. 82).

Los cambios en el clima, composición atmosférica uso de tierra, intercambios bióticos (introducción de organismos al ecosistema) y régimen de disturbios tienen un efecto sobre la DF. Los intervalos repetitivos de incendio reducen fuertemente a las especies sin capacidad de rebrote. Además la DF influencia el clima, el intercambio de carbono con la atmósfera, y consecuencias de intercambios bióticos (Díaz, et al. 2007, p. 81).

## **5.3 FILTROS AMBIENTALES AFECTAN LA DIVERSIDAD FUNCIONAL**

La DF en cualquier sitio es un resultado de filtros ambientales sobre el conjunto normal de especies. Los filtros son factores que limitan el rango de tipos funcionales a nivel local de la comunidad. Los filtros operan principalmente a nivel de clasificación ecológica (p. ej. alterando proporciones genotípicas de una comunidad). El clima, régimen de disturbios, la composición atmosférica, e interacciones bióticas constituyen filtros ambientales, los cuales determinan que rasgos y funciones pueden sobrevivir en cualquier sitio.

Los filtros ambientales excluyen organismos con ciertas características y permiten el establecimiento, persistencia y propagación de otros. Esto indica que la gran pérdida de biodiversidad actual a escala global presenta dos aspectos: extinción aleatoria por reducción de hábitat, y extinción no aleatoria global o local debida al filtro. Esta última conduce a una biota taxonómicamente pobre, que representa parcialmente el conjunto de rasgos disponibles inicialmente. Recientes evaluaciones han determinado grandes asimetrías en el riesgo de extinción para especies con ciertos rasgos, o que pertenecen a diferentes hábitats o biomas. La fragmentación debida al uso del suelo, junto con la probabilidad aleatoria de extinción, incrementa diferencialmente el riesgo de extinción local de ciertas especies, al alterar la dinámica del agua, viento, nutrientes y inflamabilidad (Díaz, et al. 2007, p. 82).

El reemplazo de biotas locales con especies invasoras de amplia distribución (homogenización biótica), debido a la modificación del hábitat y manejo de especies exóticas, es un proceso también determinado

por los rasgos funcionales. Las extinciones no aleatorias y cambios funcionales en la cobertura vegetal producidos por los efectos de filtración de factores globales de cambio son tan alarmantes como las extinciones globales por pérdida de hábitat. Esto se debe a que sus efectos potenciales en los procesos y servicios ecosistémicos, así como los efectos inducidos a factores ambientales globales pueden ser dramáticos. En cualquier localidad particular, dentro del marco definido por condiciones climáticas y de disturbios, el funcionamiento del ecosistema es en su mayor parte conducido por los atributos de las especies dominantes, que a su vez están determinadas por filtros ambientales (Díaz, et al. 2007, p. 82).

Un ejemplo de filtros es el de una planta recién llegada, requiere de un sitio para germinar y establecerse, pero estas condiciones pueden no estar disponibles. Los filtros ecológicos permiten que tan solo ciertas especies locales ocupen un hábitat con ciertas características ambientales y de vida. Ocurre un proceso de eliminación de organismos no adaptados al hábitat. Ciertas especies de plantas, como ciertas anuales, escapan sobreviviendo en dormancia en un banco de semillas persistente en el suelo, aguardando por las condiciones adecuadas, para germinar y restablecerse.

#### **5.4 CARACTERES DE ESPECIES**

Varios de los aspectos de la comunidad biótica influyen en el rango y la proporción de rasgos de las especies. Estos rasgos pueden alterar los controles abióticos, afectando directamente a las propiedades del ecosistema, o a los bienes y servicios (Hooper, 2005, p.7). Los caracteres con efectos profundos serán aquellos que (1) modifican la disponibilidad, captura y uso de recursos del suelo, como el agua o nutrientes, (2) afectaran la estructura trófica en la comunidad, e (3) influenciarán la frecuencia, severidad y alcances de disturbios tales como el fuego (Chapin, 2003, p. 500).

Las plantas proveen de un mecanismo por medio del cual los recursos ingresan a los ecosistemas, mediante las actividades fotosintéticas. Se ha determinado que las variaciones entre plantas para adquirir, procesar e invertir recursos pueden tener grandes efectos en la composición y funcionamiento de los ecosistemas. Debido a que estos están experimentando cambios en el clima y en su uso, existe la urgente necesidad para generar predictores de los impactos de dichos eventos. Comúnmente esta necesidad surge en circunstancias donde no hay un conocimiento detallado de las propiedades de los ecosistemas. En años recientes este problema ha tenido ímpetu extra en la búsqueda de predictores sencillos de medir, universalmente aplicables del funcionamiento de ecosistemas y su respuesta al cambio. Diversas investigaciones han determinado que esos predictores existen, y pueden ser encontrados en forma de rasgos simples o conjuntos de caracteres en plantas (Díaz et al., 2004, p.296).

Díaz et al., (2004) ejecuta un estudio para establecer que mediante algunos caracteres de fácil medición, se pueden identificar como predictores potenciales útiles del funcionamiento de los ecosistemas. Se descubrió que las técnicas de detección son operacionales a escala global, además buscan establecer ejes de variación en los caracteres.



## **5.5 TIPOS FUNCIONALES DE PLANTAS**

En los últimos años, el concepto de tipos funcionales de organismos ha ganado considerable popularidad en el ámbito científico, particularmente dentro de la ecología vegetal (Díaz, et al. 2002, p. 135).

Los tipos funcionales de plantas (TFPs) se definen como grupos de plantas, frecuentemente polifiléticos, que presentan respuestas similares al ambiente y producen efectos similares en los principales procesos ecosistémicos, como productividad, ciclado de nutrientes, o transferencia trófica (Díaz, et al. 2002, p. 135). La clasificación mediante el sistema taxonómico clásico está muy difundida y posee un gran valor por su utilidad, sin embargo, es sólo un posible criterio de clasificación de los productores primarios. Lo mismo se puede decir de la moderna clasificación filogenética. Desde la antigüedad han existido otros criterios, que se basan sobre todo en la forma y funcionamiento de las estructuras vegetativas, el modo en que adquieren los recursos y cómo los asignan a distintos órganos en función de las condiciones ambientales. El antecedente más antiguo que se suele mencionar es la clasificación de Teofrasto (300 a. C.), quien clasificó las plantas de la Antigua Grecia en árboles, arbustos y hierbas. Como ejemplos más cercanos, se pueden mencionar el sistema de formas de vida de Raunkiaer (1934) y el de tipos estructurales de Dansereau (1951) (Díaz, et al. 2002, p. 135).

Las clasificaciones funcionales se basan en el hecho que organismos pertenecientes a grupos filogenéticamente distintos que crecen bajo fuerzas selectivas similares tienden a exhibir características morfológicas, anatómicas y fisiológicas similares. En la naturaleza se presentan plantas con relaciones filogenéticas muy estrechas, pero que se desarrollan en contextos ambientales muy diferentes, pueden en tiempo evolutivo desarrollar características muy diferentes. Son ejemplos los miembros de la familia Fabaceae, que presentan un asombroso espectro morfo-fisiológico, desde hierbas anuales pioneras hasta árboles tropicales y subtropicales de gran porte y longevidad (Díaz et al., 2002, p. 136).

La clasificación clásica de tipo Linneano se basa fundamentalmente en caracteres reproductivos de las plantas debido a su gran estabilidad con relación al contexto ambiental y a ser evolutivamente conservativos. Más recientemente, la clasificación filogenética amplió el rango a cualquier carácter cuya historia evolutiva pueda rastrearse, sin ningún supuesto subyacente en cuanto a su importancia para la supervivencia de la planta. La clasificación funcional, en cambio, se basa en caracteres ecológicamente significativos, o sea, relevantes para las relaciones de la planta con su entorno abiótico y biótico. Muchos caracteres vegetativos, desestimados por el enfoque taxonómico tradicional por su escasa constancia ante diferentes contextos ambientales, son considerados los más valiosos para las clasificaciones funcionales, precisamente por su capacidad de reflejar la acción de diferentes presiones selectivas. Algunos ejemplos son el tamaño general de la planta, la forma de vida, el área y consistencia de la hoja, el tipo de dispersión de propágulos y los patrones fenológicos.

Es importante destacar que el enfoque funcional también incorpora caracteres reproductivos con implicancia ecológica, tal como: el tamaño, forma y persistencia de semillas, los modos de polinización y dispersión predominantes y el esfuerzo reproductivo (Díaz et al., 2002, p. 136).

## **5.6 VENTAJAS ENFOQUE DE TIPOS FUNCIONALES**

El enfoque de TFPs puede resultar más sencillo que el enfoque taxonómico en algunas ocasiones. Por ejemplo, permite comparar floras y comunidades con pocas semejanzas taxonómicas o filogenéticas. También permite resumir la enorme diversidad de especies que existen en los sistemas naturales en un número menor de grupos con comportamiento más o menos predecible ante determinados factores. Esto es particularmente útil en aquellos casos donde es preciso obtener información básica en poco tiempo, por ejemplo en el caso de floras amenazadas y a la vez poco conocidas (Díaz et al., 2002).

Puede justificarse el enfoque de TFPs en el caso de regiones cuya flora y vegetación son bien conocidas. De esta manera es posible entender las relaciones entre biodiversidad, factores abióticos y procesos ecosistémicos de un modo tal que las clasificaciones taxonómica clásica y filogenética, por sí solas, no pueden. Hay creciente consenso en que el número de especies es sólo uno de los componentes de la biodiversidad de un área. La biodiversidad funcional, o sea el tipo y rango de caracteres funcionales presentes, es considerada más importante que el número de especies per se para la determinación de los procesos ecosistémicos (Díaz et al., 2002).

La clasificación de las especies de plantas de acuerdo con su taxonomía botánica presenta fuertes limitaciones al buscar respuestas a preguntas ecológicas de importancia primordial a escala de ecosistemas, paisajes o biomasa (Cornelissen et ál., 2003, p. 236). Se está dando un cambio de paradigma, donde los estudios de ecología basados en especies se están sustituyendo por estudios de la ecología de acuerdo a los rasgos funcionales.

La vegetación presenta una amplia diversidad de acuerdo a sus funciones vitales y según su papel dentro de los ecosistemas. Dentro de la variación existen especies que son funcionalmente más semejantes que otras, sin importar su linaje evolutivo y su distribución biogeográfica. Las especies similares constituyen un grupo funcional, estos abarcan un conjunto de especies que poseen atributos (morfológicos, fisiológicos) que son semejantes y desempeñan papeles ecológicos equivalentes (Cornelissen et ál., 2003, p. 236).

## **5.7 CARACTERES FUNCIONALES DE LAS PLANTAS**

Los caracteres funcionales de las plantas vasculares terrestres deben representar las respuestas clave y los efectos de la vegetación en varias escalas pasando por ecosistemas a paisajes, biomas y continentes; además deben permitir una medición relativamente fácil, de bajo costo y estandarizada globalmente; a su vez podrá ser usada para una clasificación funcional para modelado a escala global y mapeo de la biosfera.

Múltiples estudios empíricos han hecho un progreso considerable en dilucidar como los caracteres funcionales pueden ser relacionados a la función de la planta en relación a las principales limitantes ambientales, y como estos caracteres son relevantes para la distribución de las especies a lo largo de gradientes de clima, nutrientes disponibles, y disturbios (Cornelissen et ál., 2003, p. 344). Adicionalmente Ackerly (2003) ha realizado trabajos empíricos y teóricos analizando el rol de la plasticidad fenotípica, ecológica, y selección natural para determinar patrones presentes de asociación entre plantas.

**Cuadro No. 1 Caracteres funcionales a evaluarse de las plantas en el PRMQ**

<b>Rasgo/Carácter Funcional</b>	<b>Descripción</b>
<b>Forma de Vida</b>	Relación de un tejido perenne con la superficie del suelo. Tejido perenne: tejido embrionario (meristemático) que permanece inactivo durante el invierno o temporada seca y luego retoma su crecimiento en la época favorable.
<b>Clonalidad</b>	Capacidad de la planta para reproducirse a sí misma vegetativamente, produciendo nuevos vástagos (unidades sobre el suelo) y expandiéndose horizontalmente. Permite vigor competitivo y la habilidad para explotar parches ricos en recursos clave (como nutrientes agua, luz), puede promover la persistencia luego de disturbios ambientales. El comportamiento propagativo puede ser un medio efectivo de migración a cortas distancias bajo circunstancias de poca dispersión de semillas o reclutamiento de estas.
<b>Forma de Polinización</b>	La clasificación se fundamenta en el medio, abiótico o biótico, de transporte del polen. Se reconocen los siguientes tipos: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Autopolinización o autogamia</li> <li>b) Anemogamia</li> <li>c) Hidrogamia</li> <li>d) Zoogamia</li> </ul>
<b>Rebrote</b>	Capacidad para rebrotar tras la destrucción de la mayoría de su masa por sobre el nivel del suelo. Posibilita la persistencia en ecosistemas perturbados.

(Cornelissen et ál., 2003, p. 343)

### **5.8 TIPOS FUNCIONALES Y RESTAURACION ECOLÓGICA**

Las barreras a la restauración ecológica están relacionadas con los factores bióticos y abióticos resultantes del régimen de disturbios natural y antrópico, los cuales influyen en los diferentes mecanismos de regeneración y colonización de las especies, es decir, los procesos necesarios para que ocurra la dispersión de propágulos, el establecimiento de las plántulas y la persistencia de los individuos y las poblaciones. El estudio de estos mecanismos es importante para conocer el potencial de recuperación del ecosistema, esto implica la identificación de las interacciones bióticas, el ensamblaje de las especies en la comunidad y el impacto de las especies invasoras. Algunos de esos factores se enlistan a continuación.

**Cuadro No.2 Factores determinantes para la restauración ecológica**

<b>FACTOR</b>	<b>VENTAJA RESTAURACION</b>	<b>LIMITANTE REGENERACIÓN</b>
<b>PROPÁGULOS</b>	Composición de la lluvia de semillas	Número y tamaño de parches de vegetación
<b>ANIMALES DISPERSORES</b>	Vectores de propágulos, murciélagos y las aves frugívoras	Vegetación y sitios de percha. Focos de reclutamiento.
<b>SEMILLAS</b>	Bancos de semillas transitorios en el suelo. Dormancia adaptada al ambiente.	Disturbios recurrentes y numero de semillas

<b>PLANTAS NIÑERAS</b>	Catálisis de sucesión e interacciones entre especies. Favorecen germinación, condiciones del microclima, nutrientes y estructura del suelo.	Competencia
<b>REPRODUCCION VEGETATIVA</b>	Rápido crecimiento y reproducción vegetativa. Producción numerosa de semillas	Hábitat inestable e impredecible
<b>DISPERSION</b>	Rasgos anemócoros, vilanos y tamaño reducido, amplían rango de distribución por viento.	

(Abraham, Bravo & Abdala, 2002, p. 141; Myers & Bazely, 2003, p. 102; Vargas, Díaz, & Trujillo, s.f., p. 62; Wunderle, 1997, p. 226)

## **6. AREA DE ESTUDIO**

Debido a la intersección de las placas tectónicas de Cocos, El Caribe y Norteamérica, Guatemala es un país muy montañoso y volcánico. Por toda la región sur del país, en dirección este oeste, corre la cadena volcánica. El departamento de Quetzaltenango tiene 1,591 kilómetros cuadrados de superficie. Más de 250 kilómetros cuadrados ubicados al sur, se encuentran ocupados por una serie de picos volcánicos, entre los que se incluyen el volcán Santa María, el volcán Santiaguito (anexo del anterior), el volcán Siete Orejas, los volcanes Zunil y Pecul, el cerro Candelaria (en uno de sus extremos también conocido como Cerro Quemado), el volcán Chicabal, el volcán Lacandón, el cerro Cacique Dormido y el cerro en el bosque El Mirasol. El departamento de Quetzaltenango está dividido en 24 municipios, los volcanes y cerros Santa María, Quemado, El Baúl, Candelaria y Siete Orejas se encuentran en el municipio de Quetzaltenango.

### **6.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA**

El área de estudio se encuentra enmarcada entre los 91 grados 25 minutos y los 92 grados de longitud oeste, y los 14 grados, 40 minutos y los 15 grados de latitud norte, o en coordenadas UTM (cuadrícula 16) entre 629000 y 670000E, 1622000 y 1630000N

### **6.2 ESTUDIOS PREVIOS EN EL AREA**

En el año 2010 se publicó el Estudio de Áreas de Conservación de la Biodiversidad en los Volcanes al Sur de Quetzaltenango, promovido por The Nature Conservancy, PROARCA/ CAPAS y USAID. Este estudio investigó la singularidad de la fauna, composición florística, recursos hídricos, especies endémicas, y poblaciones de relevancia.

### **6.3 PARQUE REGIONAL MUNICIPAL QUETZALTENANGO (PRMQ)**

El área del Parque Regional Municipal de Quetzaltenango ha sido objeto de interés desde 1,955 y 1,956 cuando se declararon como Parques Nacionales el cerro El Baúl y el volcán Santa María, respectivamente. Posteriormente en 1,997 se declararon las demás áreas que hoy conforman el PRMQ

mediante Acuerdo de la Corporación Municipal, abarcando un total de 5,755 hectáreas y a sus alrededores habitan aproximadamente 22,000 habitantes.

El administrador del PRMQ es la Municipalidad de Quetzaltenango a través de su Departamento de Áreas Protegidas (DAP); con el apoyo del Probosques y CONAP, en el año 2001 realizaron el Plan Maestro del PRMQ con vigencia hasta el 2,005. El PRMQ representa un área de importancia biológica, quedando como un ejemplo de la diversidad de ecosistemas que varían conforme al gradiente de altitudes, como a los factores geomorfológicos y climáticos. Los bosques que presenta; además de los rasgos biofísicos de gran importancia que posee, circundan a una población que guarda una cultura de relación estrecha con los recursos naturales, que si bien en algunos casos; actúa en forma negativa, puede ser aprovechada como un potencial en el manejo participativo y sostenible de los recursos naturales del área (Calderón, 2005, p. 19).

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1 GENERAL:**

- Caracterizar la vegetación mediante tipos funcionales en el Parque Regional Municipal de Quetzaltenango.

### **7.2 ESPECÍFICOS:**

- Identificar los tipos funcionales de plantas en el Parque Regional Municipal de Quetzaltenango.
- Comparar los tipos funcionales de plantas en distintos sitios del Parque Regional Municipal de Quetzaltenango.

## **8. HIPOTESIS**

Existe variación entre los tipos funcionales de plantas en distintos sitios del Parque Regional Municipal de Quetzaltenango.

## **9. METODOLOGÍA**

### **9.1 DISEÑO**

#### **9.1.1 POBLACIÓN**

Vegetación del Parque Regional Municipal Quetzaltenango.

#### **9.1.2 MUESTRA**

La muestra consiste en las plantas identificadas en los puntos: la Meseta del Volcán Santa María, Las Antenas en Volcán Siete Orejas, Laguna Seca en Volcán Siete Orejas, Cerro El Baúl y en Los Pocitos de Chicué del Cerro Candelaria, todos ellos dentro del Parque Regional Municipal de Quetzaltenango.

## **9.2 TECNICAS A USAR EN PROCESO DE INVESTIGACION**

### **9.2.1 RECOLECCION DE DATOS**

La caracterización de tipos funcionales de plantas en el Parque Regional Municipal de Quetzaltenango (PRMQ) se entiende como la identificación de caracteres que nos permiten asignar cada planta en un tipo funcional, de manera que estos sean comparados entre los cinco sitios. Los caracteres vegetativos evaluados fueron: forma de vida y clonalidad. Los caracteres regenerativos a evaluar serán: tipo de polinización, mecanismo de dispersión, y capacidad de rebrote. Los datos de las observaciones fueron registrados en una libreta de campo. Para establecer los caracteres regenerativos, además de realizar observaciones en el campo, se realizaron consultas en la Flora de Guatemala y a especímenes del Herbario USCG.

Para la medición de los rasgos vegetativos de las plantas se siguieron los lineamientos de la metodología propuesta por Cornelissen et al. (2003) en el Manual para Caracteres Funcionales de Plantas. Los rasgos o caracteres fueron medidos en plantas de crecimiento desarrollado. Las plantas afectadas por herbívoros o patógenos fueron excluidas. Para la identificación de especies se recorrió el área dentro de parcelas en cada punto.

La diversidad funcional se midió mediante conteos, estableciendo la presencia/ ausencia de especies en las áreas de estudio. Se realizaron mediciones de los rasgos en el campo, observando la cantidad de individuos de las especies presentes, en parcelas georreferenciadas de 20x20m para cada uno de los siguientes cinco sitios: la Meseta del Volcán Santa María, Las Antenas en Volcán Siete Orejas, Laguna Seca en Volcán Siete Orejas, Cerro El Baúl y en Los Pocitos de Chicué del Cerro Candelaria. (Vease Mapa No. 14 para ver la ubicación de localidades dentro del PRMQ) Para cada sitio se determinó la frecuencia de plantas de cada especie (dependiendo de la escala espacial de la vegetación bajo estudio en particular), dentro del área. Ya que los distintos tipos funcionales de plantas ocurren en diferentes escalas espaciales dentro del ecosistema, hubo variaciones en la distancia a recorrer (Cornelissen et al., 2003, p. 339).

La metodología estuvo sujeta a variabilidad debido a la presencia de ejemplares en el campo. En la medida de lo posible se realizaron observaciones para luego identificar las especies y ubicarlas dentro de cada tipo funcional. Además se utilizó como referencia para establecer los caracteres de las plantas el listado de especies de flora elaborado por los investigadores Jiménez & Vega (2013) del Herbario USCG, para el proyecto “Evaluación de la vegetación como herramienta para la sustentabilidad ambiental de zonas urbanas: Caso de Estudio Ciudad de Quetzaltenango”. Se efectuaron revisiones bibliográficas para determinar los rasgos funcionales de cada especie. Mediante un análisis multidimensional no métrico se construyeron los grupos funcionales de las especies según sus caracteres.

### **9.3 ANALISIS DE DATOS**

Para ello se generó una matriz con los caracteres funcionales de las especies, a partir de esta se efectuó un análisis discriminante. En este las posiciones de los sitios de ordenación se escogen de manera que se represente el rango de distancias entre especies. El análisis multidimensional no métrico es una técnica numérica, la cual deja de computarse al encontrar una solución aceptable o cuando cierto número de intentos se cumplen. El análisis no asume relaciones lineares, por lo que puede aplicarse a un amplio

rango de datos, como una matriz de taxa con datos ecológicos. A partir de ella se construye una matriz simétrica  $n \times n$ , calculada con una medida de distancia, como la de Sorensen (Kindt, 2005, p. 154).

Este índice evalúa el grado de recambio de especies, diversidad beta, considerando proporciones o diferencias, permite comparar la similitud de las localidades. Relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies encontradas en los sitios. Se aplica al análisis de la diversidad, ya que las comunidades se conectan espacialmente por migración (Engen, 2011). Ya que una especie presente en una comunidad puede repetirse en otra el índice de Sorensen puede ser inferior a 1.

## **9.4 CARACTERES VEGETATIVOS**

### **9.4.1 CARACTERES DE LA PLANTA COMPLETA**

#### **9.4.1.1 FORMA DE CRECIMIENTO**

La forma de crecimiento está determinada por la estructura del dosel y su altura, puede estar asociada a las estrategias de la planta, factores climáticos y uso del suelo. Para su medición se realizaron observaciones directas de campo, se emplearon fotografías y descripciones en la literatura. Se asignará a las especies a una categoría de las siguientes:

**a. cortas basales:** aquellas que presenten hojas  $< 0.5$  m de largo concentradas muy cerca de la superficie del suelo.

**b. largas basales:** hojas largas, incluyendo los peciolos,  $>0.5$ m de longitud emergiendo de la superficie del suelo, pero que no formen matas.

**c. semi-basales:** plantas con significativa área foliar desplegada cerca de la superficie del suelo y a lo largo de la planta.

**d. foliosas erectas:** plantas erectas, con hojas concentradas en las partes medias y superiores.

**e. colchones:** follaje empaquetado mantenido cerca de la superficie del suelo, con un delimitado y redondeado del dosel.

**f. hierbas:** plantas con múltiples hojas creciendo a partir del meristemo basal, forman penachos prominentes.

**g. arbustos enanos:** plantas leñosas de hasta 0.8 m de alto.

**h. arbustos:** plantas leñosas de más de 0.8 m de alto con un dosel principal desplegado cerca de la superficie del suelo en uno o más troncos cortos.

**i. Árboles:** plantas leñosas con su dosel principal elevado en un tronco substancial.

**j. suculentas cortas:** plantas de menos de 0.5 m de altura, con tallos verdes globulares o tallos postrados con pocas hojas o sin ellas.

**k. epífitas:** plantas crecimiento en el tronco o en la línea del dosel de árboles o arbustos.

**l. trepadoras:** plantas que enraízan en el suelo y usan apoyo externo para crecimiento; se incluyen lianas (Cornélissen et al., 2007, p. 343).

#### **9.4.1.2 FORMA DE VIDA**

Este carácter se refiere la relación de un tejido perenne con la superficie del suelo. Un tejido perenne es el tejido embrionario que permanece inactivo durante el invierno o temporada seca y luego retoma su crecimiento en la época favorable. Este rasgo será determinado mediante observación en el campo, descripciones o fotos en la literatura. Se reconocen las siguientes formas:

**a. fanerofitas:** plantas que crecen más de 0.50 m de alto, cuyas ramas no mueren periódicamente al llegar al límite de altura.

**b. camaefitas:** plantas cuyas ramas o sistema de tallos permanece por debajo de 0.5 m o que crecen más de 0.50 m, pero sus ramas mueren periódicamente a ese límite de altura.

**c. hemicriptofitas:** reducción periódica de tallos, brotes cercanos al suelo en temporada seca. (P. ej. Pastos)

**d. terofitas:** plantas cuyos brotes y sistema de raíces mueren tras la producción de semillas, poseen un ciclo de vida anual (Cornélissen et al., 2007, p. 343).

### 9.4.1.3 CLONALIDAD

Se realizará una consulta de la literatura para determinar su forma de propagación. En la medida de lo posible se realizarán observaciones en campo ya que la metodología designada por el Manual de Caracteres Funcionales de Plantas Cornelissen et al. (2003) requiere de demasiado tiempo. Se asignaran a las siguientes categorías de la tabla No. 3.

**Cuadro No. 3 Clasificación Clonalidad**

<b>Aclonal</b>	
<b>Propagación sobre el nivel del suelo</b>	
<b>Estolones</b>	Tallos horizontales
<b>Gemmíparas</b>	Yemas adventicias en hojas
<b>Otras estructuras</b>	Bulbillos y yemas axilares.
<b>Propagación bajo el nivel del suelo</b>	
<b>Rizomas</b>	Tallos horizontales bajo el suelo
<b>Tubérculos</b>	Órganos de almacenamiento modificados, cortos y redondeados con yemas.
<b>Bulbos</b>	Tallos cortos, más o menos globosos, cubiertos por hojas o escamas, funcionan para almacenamiento.

(Cornélissen et al., 2007, p. 343)

## 9.5 CARACTERES REGENERATIVOS

### 9.5.1 MODO DE DISPERSIÓN

Este rasgo categórico se determinara mediante observaciones en el campo, así como en la literatura.

**Cuadro No. 4 Modo de Dispersión**

<b>Tipo de Dispersión</b>	<b>Descripción</b>
<b>No asistida</b>	Sin medios para transporte a larga distancia
<b>Dispersión por el viento (Anemocoria)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Semillas diminutas.</li> <li>b. Semillas con pappus o pelos largos.</li> <li>c. Semillas aplanadas con alas.</li> <li>d. Esporas de helechos y criptógamas.</li> </ul>
<b>Transporte animal interno (Endo-zoocoria)</b>	Semillas ariladas, drupas y frutos grandes de colores brillantes, que son ingeridos por vertebrados y atraviesan su tracto digestivo.



<b>Transporte animal externo (Exo-zoocoria)</b>	Frutos y semillas que se adhieren al pelaje, plumas, patas o pico de animales, presentan estructuras como ganchos o sustancias pegajosas.
<b>Dispersión por acopio</b>	Semillas marrones o verdes o nueces que son almacenadas y enterradas por mamíferos y aves. Paredes gruesas, indehiscentes y redondeadas (p. ej. bellotas de <i>Quercus</i> )
<b>Balisticoria</b>	Semillas restringidas son lanzadas lejos de la planta por una explosión al abrirse la cápsula.

(Cornélissen et al., 2007, p. 368)

### 9.5.2 POLINIZACION

La polinización consiste en los mecanismos o estrategias que tienen las plantas para llevar el polen desde los estambres hasta los estigmas y así iniciar el proceso de fecundación. En general las plantas procuran la polinización cruzada, es decir, que el polen de una planta fecunde los óvulos de otra planta diferente. Esto asegura una mayor variabilidad genética de la población (Alcaraz, 2012).

#### Cuadro No. 5 Tipo de Polinización

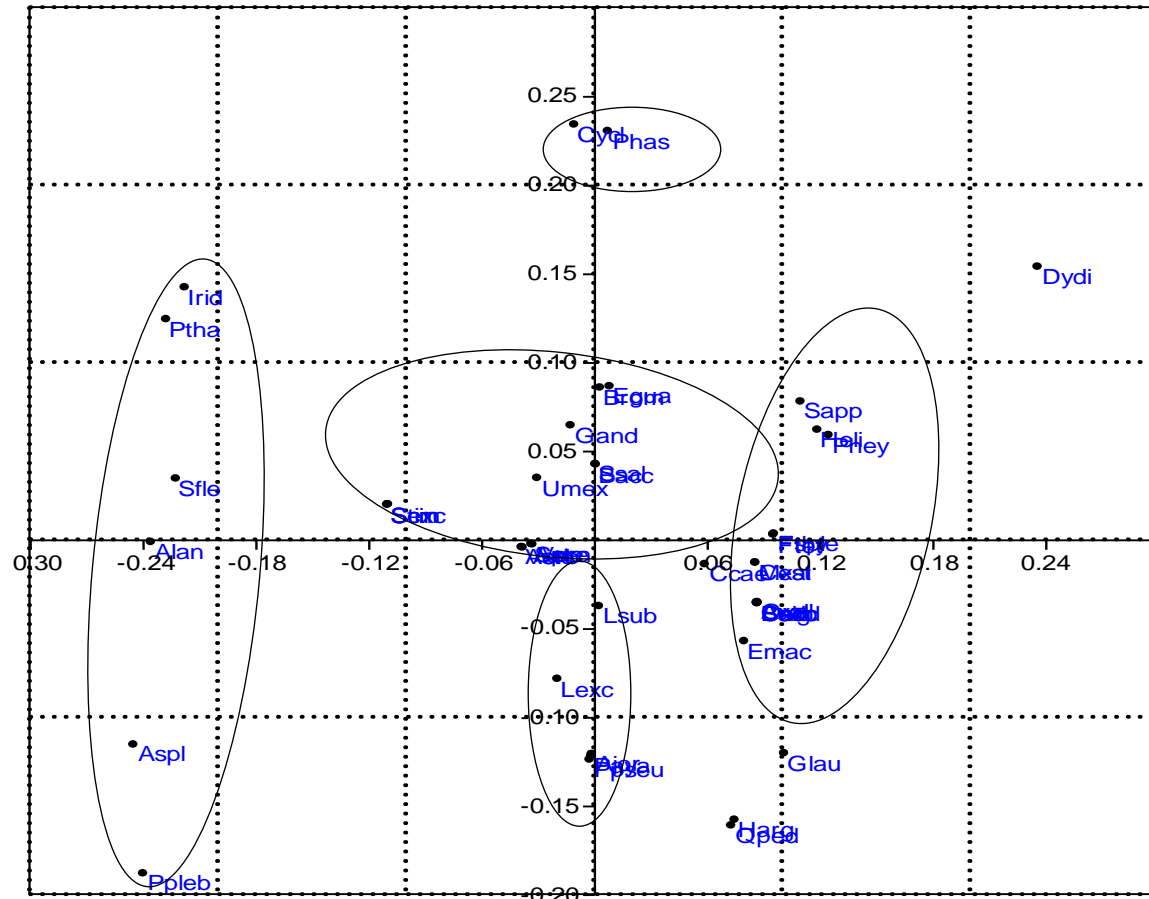
Polinización	Características
<b>Anemogamia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Polen ligero y de pequeño tamaño, para facilitar transporte por viento.</li> <li>b. A veces estructuras que faciliten el vuelo (bolsas de aire en <i>Pinus</i>).</li> <li>c. Tendencia a la pulverulencia (exina lisa, paredes no viscosas, nunca se aglomera el polen).</li> <li>d. Polen producido en abundancia, por ser la polinización aleatoria.</li> <li>e. Estructuras florales e inflorescencias anemógamas particulares</li> </ul>
<b>Hidrogamia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Flores poco aparentes, verdosas y de talla reducida.</li> <li>b. Polen desprovisto de exina, membrana lisa.</li> <li>c. Fertilización aleatoria</li> </ul>
<b>Zoogamia</b>	Plantas que utilizan animales para la polinización. <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Entomogamia, la polinización se da por insectos.</li> <li>b. Ornitogamia, mediante aves.</li> <li>c. Quiroptergamia, ocurre por murciélagos.</li> </ul>

(Alcaraz, 2013)

## 10. RESULTADOS

Se reportan 72 especies observadas dentro de las cinco localidades, las cuales corresponden a 47 especies totales. Por sus caracteres funcionales se identificaron 5 grupos funcionales de plantas, repartidos dentro del PRMQ.

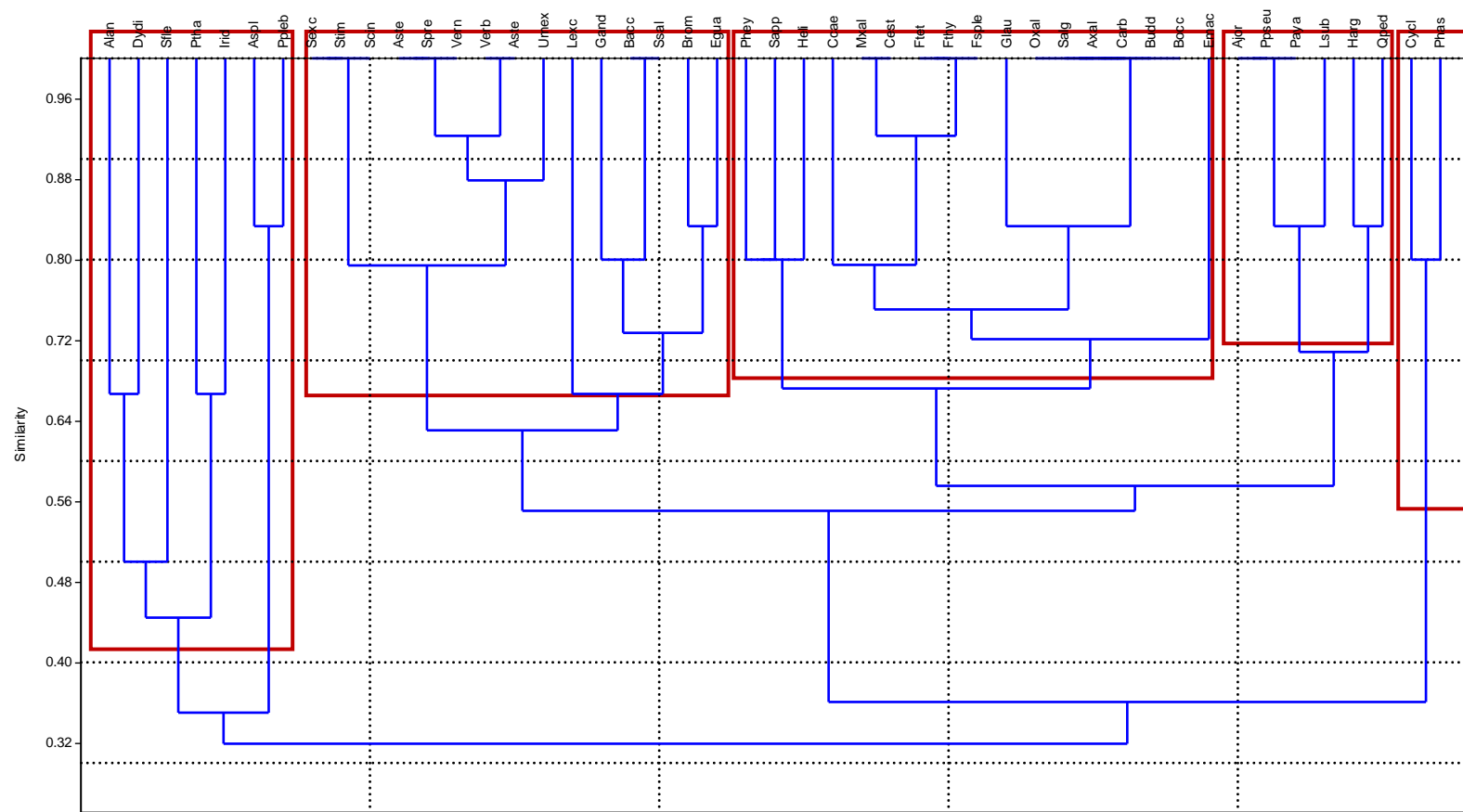
**Gráfico No.1 Análisis Multidimensional No Métrico.**



Fuente: datos experimentales, PAST v2.17c

En el Gráfico No.1 se presenta una ordenación en dos dimensiones que representa todas las especies. Se tiene una reducción de las variables (TF), simplificando su percepción de acuerdo a la distancia obtenida a partir de comparar los rasgos funcionales.

**Figura No.1 Análisis Cluster distancia de Sorensen**



Fuente: datos experimentales PAST v2.17c

En la Figura No.1 Dendrograma con distancia de Sorensen con 47 especies, muestra cinco grupos funcionales. El Grupo 1 muestra mayor disimilitud, mientras que el resto presenta una similitud de 0.60.

**Cuadro No.6 Especies de los Grupos Funcionales**

<b>Grupo No.</b>	<b>Especies</b>	<b>Grupo No.</b>	<b>Especie</b>
<b>1</b> <b>Colonizadoras</b>	<i>Arenaria lanuginosa</i>	<b>3</b> <b>Adquisitivas</b>	<i>Solanum appendiculatum, Buddleja nitida</i>
	<i>Dydimaea alsunoides</i>		<i>Heliocereus</i> , <i>Oreopanax xalapensis</i>
	<i>Pronosciadum thapsoides</i>		<i>Phoradendron heydeanum, Comarostaphylis arbutoides</i>
	<i>Smilacina flexulosa</i>		<i>Fuchsia tetradactyla, Solanum aligerum,</i>
	<i>Polypodium plebeyum</i>		<i>Arbutus xalapensis</i>
	<i>Asplenium monanthes</i>		<i>Fuchsia splendens, Erythrina macrophylla</i>
<b>2</b> <b>Conservativas sotobosque</b>	<i>Bromelia, Verbesina scabriuscula</i>	<b>4</b> <b>Conservativas resilientes</b>	<i>Fuchsia thymifolia ssp. Minutiflora</i>
	<i>Echeveria guatemalensis, Salvia tilifolia</i>		<i>Cestrum lanatum, Csenothus caeruleus</i>
	<i>Geranium guatemalense, Salvia cinnabarina</i>		<i>Garrya laurifolia, Bocconia vulcanica</i>
	<i>Baccaris vaccinioides, Salvia excelsa</i>		<i>Holodiscus argenteum, Quercus peduncularis</i>
	<i>Senecio salignus, Sedum prealtum</i>		<i>Alnus jorulensis, Pinus ayacahuite</i>
	<i>Lobelia excelsa, Urtica mexicana</i>		<i>Lippia substrigosa, Pinus pseudostrabus</i>
	<i>Roldana acutangula, Montanoa pteropoda</i>		
		<b>5 Lianas</b>	<i>Cyclanthera steyermarkii</i>
			<i>Phaseolus vulgaris</i>

Fuente: datos experimentales

En el Cuadro No. 6 se presentan las especies que conforman los 5 grupos funcionales de acuerdo a sus caracteres, estos se obtuvieron a partir del análisis de ordenación tipo cluster.

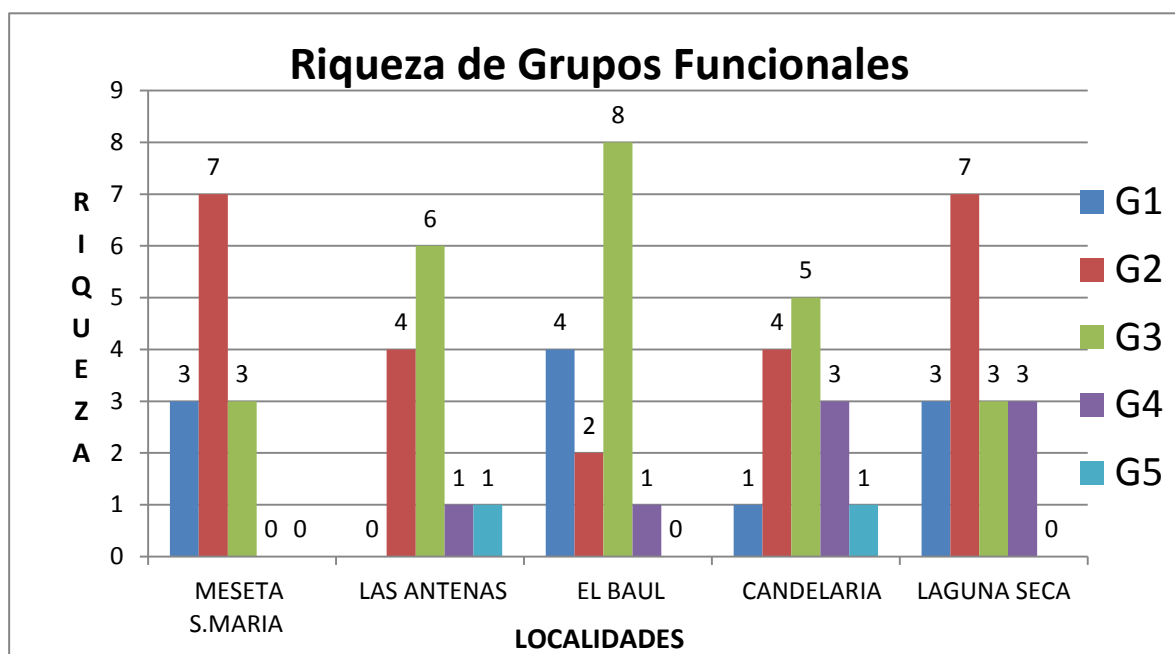
**Cuadro No.7 Abundancia y Riqueza de los Grupos Funcionales**

SITIOS	Riqueza						Abundancia					
	G1	G2	G3	G4	G5	TOTAL	G1	G2	G3	G4	G5	TOTAL
<b>MESETA</b>												
V.STA MARIA	3	7	3	0	0	13	9	504	3	0	0	516
LAS					1						1	
ANTENAS	0	4	6	1		11	0	15	28	12		56
EL BAUL	4	2	8	1	0	15	53	3	35	15	0	106
CERRO					1						2	
CANDELARIA	1	4	5	3		14	2	54	20	10		88
LAGUNA					0						0	
SECA	3	7	3	3		16	11	51	39	4		75
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>8</b>	<b>2</b>		<b>75</b>	<b>627</b>	<b>125</b>	<b>41</b>	<b>3</b>	

Fuente: datos experimentales

El Cuadro No.7 muestra la abundancia y riqueza de los grupos funcionales, comparándolos de acuerdo a la localidad. La mayor riqueza se presenta en Laguna Seca. La mayor abundancia es para el G2 en el volcán Santa María.

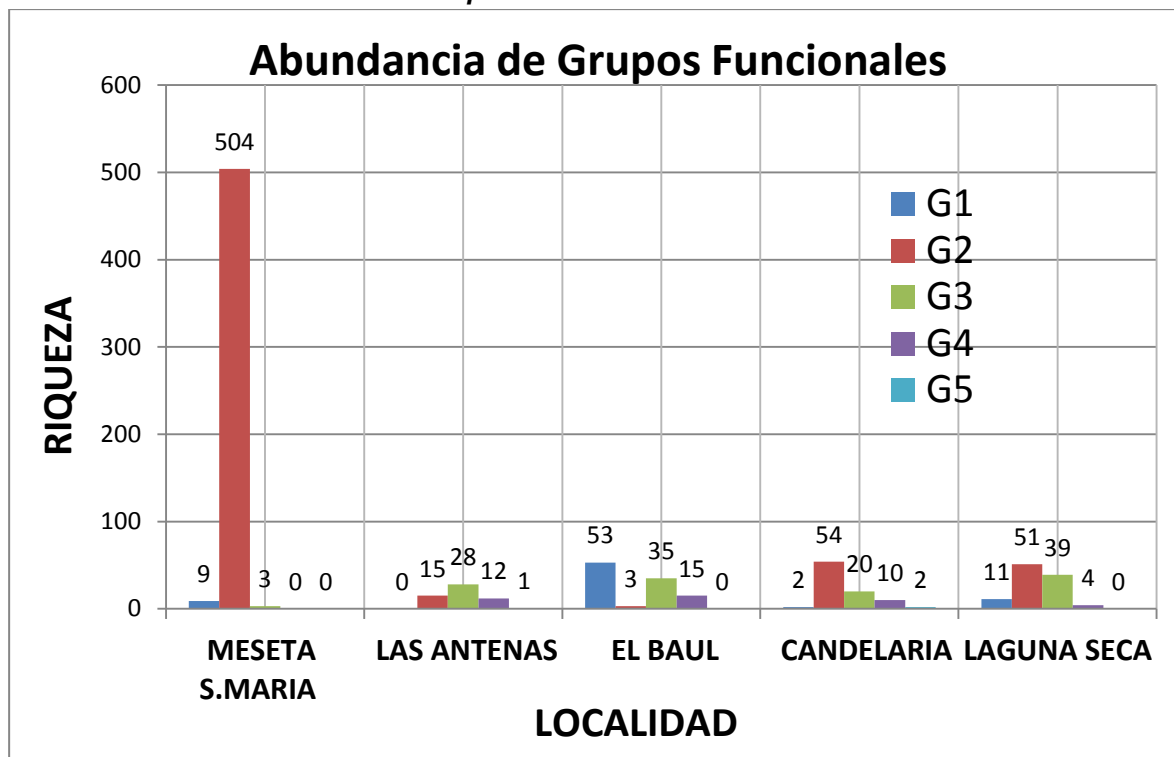
**Gráfico No.2 Riqueza de los Grupos Funcionales**



Fuente: datos experimentales

En el Gráfico No. 2 se observa como el G2 es el más rico en especies en la Mejeta y en Laguna Seca. El G3 tiene mayor riqueza para las localidades de Las Antenas, El Baúl y Candelaria.

**Gráfico No.3 Abundancia de los Grupos Funcionales**



Fuente: datos experimentales

La mayor abundancia se reporta para el G2 en el volcán Santa María, también predomina en Candelaria y Laguna Seca. El G1 tiene la mayor abundancia en El Baúl, el G3 predomina en Las Antenas.

**Cuadro No. 8 Caracteres Funcionales de los Grupos Funcionales**

Grupo No.	POLINIZACION	HABITO	FORMA DE VIDA	CLONALIDAD	DISPERSION	CAPACIDAD DE REBROTE
1	Entomófila	Hierbas	Geofitas/ Camaeofitos	Clonal	Anemócoros/ Endozoocoras	Rebrotan
2	Entomófila	Hierbas foliosas erectas/ Corta /Arbustos	Fanerofitas/ Hierba Salvia Terofitas	Aclonal	Anemócoros	Rebrotan
3	Entomófila	Arboles /Arbustos	Fanerofitas	Aclonal	Endozoocoras	Rebrotan
4	Anemófila	Arbol	Fanerofitas	Aclonal	Anemocoras	Rebrotan
5	Entomofila	Liana	Terofitas	Aclonal	Zoocoria/ Balistocoria	No Rebrotan

Fuente: datos experimentales

El Cuadro No. 8 contiene los estados de los caracteres de los cinco grupos funcionales, permite efectuar la descripción de los grupos de acuerdo a cada variable evaluada.

## 11. DISCUSION

Las relaciones entre las especies en base a sus caracteres pueden verse en el gráfico No. 1. Se tiene una reducción de las variables (TF), simplificando su percepción de acuerdo a la distancia obtenida a partir de comparar los rasgos funcionales. Este análisis permite generar una aproximación para delimitar los grupos. Vemos como las especies como *Smilacina flexulosa*, *Prinosciadum thapsoides*, *Arenaria lanuginosa*, *Asplenium monanthes*, junto a Iridaceae se disponen en un grupo. Las plantas *Cyclanthera* y *Phaseolus* se ubican aisladas del resto en el cuadrante superior. *Solanum appendiculatum*, *Phoradendron heydeanum*, *Erythrina macrophylla* y *Fuchsia* se disponen en otro grupo en el cuadrante inferior izquierdo. *Lippia substrigosa*, *Quercus peduncularis*, *Alnus jorulensis* y *Pinus* forman otro grupo. En la parte central se tiene otro grupo con *Urtica emxicana*, *Echeveira guatemalense*, *Geranium guatemalense*, *Baccaris vaccinioides*.

En la Figura No. 1 se presenta el cluster producto del análisis de agrupamiento de acuerdo al índice de similitud de Sorensen. Para definir los puntos de corte de los grupos funcionales se estudió la distancia propia de los caracteres de las especies, a partir de un índice mayor o igual a 0.4, se obtuvieron cinco agrupaciones. Estos grupos funcionales y las especies que las conforman pueden verse en el cuadro No. 7. Los caracteres funcionales de cada uno de los grupos funcionales se presentan en el Cuadro No. 8.

Al describir los tipos funcionales de plantas se constató la dominancia de vegetación con capacidad de resiliencia ante disturbios. Entre sus adaptaciones están las estructuras clonales como rizomas, raíces pivotantes y bulbos; todas estas estructuras se determinaron para el grupo No.1. En el caso de los grupos No. 1, 2 y 5 se estableció la dominancia de la polinización entomófila.

El grupo funcional No. 1, obtenido de la ordenación cluster, abarca especies cuya polinización es propiciada por insectos, de hábito herbáceo de tipo cortobasal como *Dydimaea* y *Arenaria lanuginosa*, y semi-basal como *Pronosciadum thapsoides*. Estas plantas poseen capacidad de rebrote. Debido al reducido tamaño de sus semillas, son dispersadas por el viento; son plantas anemócoras. *Dydimaeae* y *Arenaria* son camaeofitos, estos presentan una gran relevancia ecológica en áreas de clima subtropical, pues dominan extensas zonas en las que la escasa profundidad del suelo, los altos niveles de estrés o las frecuentes perturbaciones impiden el desarrollo de los árboles y arbustos. Muchas especies de camaeofitos leñosos son importantes colonizadoras de terrenos abiertos. Ante una situación de cambio de uso del suelo, estas plantas pueden comportarse como invasoras, excluyendo competitivamente a numerosas especies (Palacio, 2006). Este grupo se designa como *colonizadoras*.

Este grupo también incluye una planta clonal, propagada por bulbos perteneciente a la familia Iridaceae. Por tanto lo definen sus rasgos clonales, *Arenaria lanuginosa* presenta un rizoma. *Pronosciadum* tiene una raíz tuberosa. Estas características son de la forma de vida geofita. El crecimiento clonal es logrado mediante diferentes estructuras de acuerdo a la especie. Los pastos producen vástagos laterales, otras plantas de reproducción vegetativa producen estolones sobre el suelo, o tallos laterales, rizomas, que están bajo el suelo. Las plantas que son capaces de reproducción sexual y vegetativa parecen tener muchas ventajas adaptativas al compararlas con las que tienen una única estrategia reproductiva, aunque no llegan a dominar las comunidades (Myers & Bazely, 2003, p. 102).

Por la similitud de sus rasgos, el grupo No. 1 también se conforma por helechos *Polypodium plebeyum*, *Asplenium monanthes* y *Pleopeltis astrolepis*. Estas plantas son terófitas, presentan un mecanismo de reproducción dependiente del agua para que sus anterozoos alcancen los ovogonios. Sus esporas son

dispersadas por el viento, tienen rizomas como estructuras clonales, además son capaces de rebrotar. Los helechos contribuyen al establecimiento de otras plantas nativas del bosque, ya que funcionan como plantas niñeras facilitadoras. Proveen microclimas y regulan la entrada de luz al sotobosque. Los helechos no compiten con las plántulas, sino que proveen sombra y recolectan agua (Gould, 2013).

El grupo funcional No.2 se compone de plantas de hábito diverso, tales como epifitas, hierbas suculentas cortas. Comprende arbustos de asteráceas como *Verbesina*, *Montanoa* y *Roldana*, que presentan estructuras florales, cabezuelas, de polinización entomófila. Dentro de las plantas con flores, la familia Asteraceae es una de las más diversas y la más ampliamente distribuida en una serie de tribus. Son plantas que no mueren periódicamente y sobrepasan 0.5m de altura, es decir fanerofitas. Además se caracterizan por presentar en cada uno de sus propágulos un vilano constituido por cerdas, aristas o escamas o una combinación de ambas, formando una corona apical sobre el aquenio, los cuales son dispersados anemócoramente. Muchas resultan favorecidas por efecto de la perturbación en las comunidades vegetales y llegan a ser elemento abundante de las primeras etapas sucesionales de dichas comunidades. Un buen número de ellas son conocidas por su comportamiento arvense, como malezas y ruderales en los caminos (Redonda, & Villaseñor, 2011). Estas plantas son capaces de rebrotar tras ser eliminada la mayor parte de su biomasa por encima del suelo.

Además el grupo se compone de las especies *Salvia excelsa*, *S. tilifolia*, *S. cinnabarina* con mecanismo de polinización entomófilo, hierbas foliosas erectas, aclonales con una dispersión anemócora y aparentemente con capacidad de rebrotar. Tanto Asteraceae como Lamiaceae incorporan la ruta de fotosíntesis CAM, así como las familias Liliaceae, Crassulaceae, Cactaceae y Cucurbitaceae. Esto les permite un uso eficiente del agua en condiciones áridas y bajas temperaturas. Sobreviven periodos de sequías, recuperándose rápidamente sin necesidad de botar sus hojas (Reinert & Blankenship, 2010).

En el grupo No. 2 también se incluyen plantas de dispersión anemócora, en su mayoría no tienen capacidad de rebrote. *Lobelia excelsa* presenta también polinización por ornitogamia, es un arbusto aclonal capaz de rebrotar. El resto de plantas del grupo poseen diferentes hábitos, *Bromelia* es una epífita, *Echeveria guatemalensis* es una suculenta corta, *Senecio salignus* y *Baccharis vaccinioides* son arbustos, *Geranium guatemalense* es una hierba corta basal. Estas especies están adaptadas para la conservación de recursos, por lo que *Salvia* sp y demás asteráceas pueden designarse como conservativas del sotobosque (Sterck et. al, 2011).

El grupo No. 3 consta de plantas polinizadas por insectos, todas ellas fanerofitas aclonales, en su mayoría árboles y arbustos como *Fuchsia*, *Cestrum lanatum*, *Monina xalapensis*, *Comarostaphylis arbutoides*, *Garrya laurifolia*, *Oreopanax xalapensis*, *Bocconia vulcanica*, *Buddleja nitida*, *Arbutus xalapensis*, *Cestrum lanatum*, todas estas especies comparten el rasgo de dispersarse por endozoocoria al presentar pequeños frutos como bayas. *Erythrina machrophylla* y *Csenothus caeruleus* son especies cuyos propágulos son lanzados lejos de la planta por una explosión al abrirse una cápsula. Dentro de este mismo grupo funcional se encuentran plantas de distintos hábitos pero mantienen la polinización entomófila, forma de vida fanerofita y no tienen características vegetativas clonales. Estas son la liana *Solanum appendiculatum*, la suculenta corta *Heliocereus* y la hemiparásita *Phoradendron heydeanum*. Debido a que estas plantas persisten en el bosque durante toda la temporada, funcionan en la captación de agua de lluvia hacia el suelo forestal. Desempeñan un rol en el ecosistema al sostener el proceso de captación y otorgan el servicio ecosistémico del agua, por ello se designan como *adquisitivas* (Aquino, 2009, p. 78).



Todas las plantas del grupo No. 4 son polinizadas por el viento. En su mayoría son arboles con dispersión zoocora, y la capacidad de rebrotar tras eventos de fuego o remoción de su biomasa, se incluyen especies como *Holodiscus argenteum*, *Quercus peduncularis*, *Alnus jorullensis*, *Lippia substrigosa*, *Pinus pseudostrobus*, y *Pinus ayacahuite*. Ya que son tolerantes al estrés y viven en hábitats con pocos recursos podemos designarlas como especies *conservativas* (Sterck, 2011). Además, debido a su crecimiento en tamaño y capacidad de resiliencia, este grupo puede designarse como *resilientes* (Aquino, 2009, p. 67). La capacidad de rebrote se refiere a la capacidad de la planta para rebrotar luego de la destrucción de la mayor parte de su biomasa por sobre el nivel del suelo. Es un atributo para la persistencia en ecosistemas sometidos a disturbios. La extracción de madera y el fuego, son los mayores actores; además de ellos está la sequía, herbívora, deslaves y otros eventos erosivos. Las plantas que rebrotan tienen un crecimiento en biomasa y reproducción más lenta. La contribución de las rebrotadoras a la composición de especies tiende a estar asociada con la probabilidad de eventos destructivos, así como el grado de estrés en términos de recursos disponibles (Temperton et. al, 2004, p. 156).

La vegetación propia del Parque Regional Municipal de Quetzaltenango corresponde al ensamble frecuente del altiplano guatemalteco, entre los 1300 y 2500 msnm, en terrenos escarpados y ondulados y con precipitaciones de alrededor de 1500 mm/año, la altura del dosel en áreas resguardadas de disturbios, oscila entre 10-30 m de alto, pudiéndose observar rodales puros o mixtos. El cambio de uso de la tierra ha propiciado que estos bosques se encuentren muy fragmentados (Méndez y Veliz, 2008, p. 9).

En las plantas que poseen caracteres como capacidad de rebrote, rizomas y dispersión anemócora tienen resistencia a los disturbios, entre estas tenemos: *Alnus jorullensis*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus ayacahuite*, *Arbutus xalapensis*, *Csenothus caeruleus*, *Polypodium plebeium* y *Asplenium monanthes*. Estas plantas están dentro del grupo no. 4, por tanto son propicias para los procesos de restauración del ecosistema de pino-encino.

Se obtuvo además un último grupo funcional, consistente de plantas que por su forma de vida se clasifican como lianas, siendo estas *Cyclanthera steyermarkii* y *Phaseolus vulgaris*. *Phaseolus* no posee capacidad de rebrote y sus propágulos son dispersados por balistocoria, su legumbre expulsa violentamente las semillas alejándolas de la planta madre. Tanto el primero como el segundo grupo son terófitas, es decir plantas cuyos brotes y sistema de raíces mueren tras la producción de semillas, ya que poseen un ciclo de vida anual. Este grupo se designa como *lianas* (Cornélissen et al., 2007, p. 343).

### **11.1 RESTAURACION EN EL PRMQ**

Debido a la alteración de la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas, surge la necesidad de ejecutar medidas efectivas que eviten la desaparición de los mismos, y que promuevan su recuperación y conservación parcial o total así como su uso sostenido. La restauración de los ecosistemas juega un rol en ascenso, por lo cual es de suma importancia definir técnicas prácticas y aproximaciones, económicamente eficientes para recrear los ecosistemas (Gould et. al, 2013). La restauración ecológica persigue reestablecer comunidades destruidas o deterioradas parcial o totalmente, tal como pudo observarse para el PRMQ en localidades como Laguna Seca y Cerro Candelaria. La restauración dirige el sistema a través de estadios sucesivos que recuperen la composición de especies y las interrelaciones que tenía la comunidad original en un tiempo relativamente corto (Martínez, 1996). Para que se efectúe la restauración debe tenerse en cuenta la calidad de las condiciones ambientales además de la disponibilidad de especies. La supervivencia y establecimiento de especies deseadas, y la

prevención de colonización de especies indeseadas en el hábitat. Esto permitirá el retorno de las condiciones abióticas a su estado original, previo a las alteraciones.

El restaurar estas condiciones es difícil debido a sus complejas interacciones. Es importante restaurar no solo la composición de la vegetación, sino incluir el resto de niveles tróficos (Temperton et. al, 2004, p. 156) Los estudios de restauración en bosques tropicales han revelado la existencia de diferencias especie-específicas al enfrentar condiciones de luz y otras características microambientales. Estas interacciones involucran la dinámica del sotobosque, y pueden tener efectos significativos para la restauración. Es posible tomar ventaja de estos efectos para comprender el rol de la facilitación en la sucesión vegetal (Gould, 2013).

### **11.2 COMPARACIONES DE LOS GRUPOS FUNCIONALES**

Los Grupos No. 1, 4 y 5 fueron los que tuvieron menor riqueza de especies en las cinco localidades. En el Cuadro No. 7; Grafico No.2 vemos que los Grupos No. 2 y 3 constituyen la mayoría de especies presentes, con 24 y 25 registros respectivamente. Al comparar la riqueza de especies de todos los grupos en las localidades se observa una tendencia opuesta entre los grupos 2 y 3. La riqueza más alta es para la Laguna Seca en el volcán Siete Orejas con 16 especies, le siguen las localidades de cerro El Baúl, Los Pocitos de Chicua en cerro Candelaria, La Meseta del Volcán Santa María y Las Antenas en el volcán Siete Orejas (Cuadro No. 7).

La localidad con mayor abundancia, es decir mayor frecuencia de especies, fue la Meseta del volcán Santa María con 516 registros (Cuadro No.7, Gráfico No. 3); en este sitio la mayoría de plantas correspondían a *Urtica mexicana*, *Solanum aligerum*, *Lippia substrigosa* y *Roldana acutangula*, estas especies se agruparon dentro del Grupo funcional No. 2 y 4 (Cuadro No. 7). Las localidades de acuerdo a sus abundancias, pueden listarse, de mayor a menor: Meseta del volcán Santa María, El Baúl, Cerro Candelaria, Laguna Seca, y Las Antenas (Gráfico No. 3). En esta última se reportan especies como *Fuchsia encliandra ssp. Tetractyla*, *Arenaria lanuginosa*, *Roldana acutangula*, *Bocconia vulcanica*, *Roldana acutangula* y *Oreopanax xalapensis*.

El sitio de estudio en los Pocitos de Chicúa del Cerro Candelaria presentaba una historia de fuego reciente, además el sitio Las Antenas presentaba signos de intervención agrícola así como extracción de leña. Los autores Thompson *et al.* (1998) describen que un incremento en los disturbios se asocia con un aumento en la persistencia de semillas, pero la persistencia no siempre está asociada con el tamaño reducido de estas. A su vez, en las plantas colonizadoras solo las especies de semillas grandes se establecen en sitios con vegetación. Las plántulas de semillas grandes poseen más hojas verticales que las de semilla pequeña, lo que posibilita crezcan en sitios donde compiten con más vegetación. Es importante considerar la dinámica de las poblaciones, la cual fluctúa a causa de la reproducción vegetativa. Las plantas con reproducción vegetativa son más frecuentes en ambientes bajo estrés, permitiéndole a un solo individuo colonizar áreas una vez se han establecido. A bajas densidades de población la reproducción clonal permite a los individuos establecerse y diseminarse. Sin embargo cuando la densidad de plantas es alta, la producción de semillas y dispersión es ventajosa para hallar nuevos sitios. Sin embargo esto puede no aplicarse cuando el hábitat es inestable e impredecible. En las etapas tempranas, un rápido crecimiento y reproducción vegetativa resultan ventajosos para persistir en espacios reducidos.

Otro fenómeno a tomar en cuenta es la competencia, proceso por el cual las plantas que conviven en un mismo lugar tratan simultáneamente de obtener los recursos disponibles en el medio. Estos recursos pueden agotarse o resultar menos asequibles para un organismo como consecuencia de la vecindad de otro. El agua (humedad edáfica), los nutrientes y la luz son los recursos que usan las plantas. Un tipo de competencia puede ser por la luz, ya que la sombra interfiere con la fotosíntesis. La competencia por espacio útil afecta tanto a la parte aérea como a la subterránea, por lo que sus efectos, se manifestarán en el desarrollo de los sistemas radiculares y aéreos de las plantas (Dana, 2008).

De acuerdo al USDA Forest Service, para la especie *Holodiscus* los eventos de fuego causan la muerte de la planta, aunque llega a ser moderadamente resistente. Esta especie fue hallada en la Laguna Seca en el volcán Siete Orejas. Se reporta que las semillas de *Holodiscus* tienen una baja viabilidad, tan solo alrededor de un 7% llegan a desarrollar embriones. Una especie presente en las localidades de Las Antenas y Cerro Candelaria fue *Alnus jorullensis*. Los alisos son considerados especies supervivientes ya que son capaces de rebrotar a partir de su porción subterránea, siempre y cuando el fuego no haya sido de gran intensidad. Además sus semillas dispersadas por el viento rápidamente colonizan suelos minerales expuestos por el fuego. La regeneración a partir del rebrote y establecimiento de plántulas le permiten restablecerse prontamente tras el fuego. Esto sugiere que es una especie facilitadora del proceso de restauración. *Ceanothus caeruleus* posee semillas con dormancia, estas se acumulan en el suelo y requieren de calor para germinar. Por tanto sus semillas son estimuladas por el fuego, ocasionando que domine las primeras etapas de sucesión tras un incendio. Tiene la capacidad de rebrotar vigorosamente de la corona de la raíz. Por tanto las condiciones generadas tras el incendio promueven el crecimiento de *Ceanothus caeruleus* ya que remueve la competencia del dosel, aumenta la intensidad de la luz y favorece la germinación por escarificación de semillas. *Arbutus xalapensis* presenta un vigoroso crecimiento de brotes tras la remoción del tronco, así como capacidad de rebrote tras un incendio (USDA FS, 2013). Estas especies se encontraron en localidades con eventos de fuego recientes y deforestación, tal como los Pocitos de Chicué y Cerro El Baúl, promoviendo el proceso de restauración.

Para los grupos funcionales No. 1, 2 y 4 que presentan rasgos anemócoros, podemos indicar que son propios de especies de áreas abiertas o disturbadas, debido a la mayor capacidad de dispersión que estos caracteres les otorgan para colonizar nuevos ambientes o ampliar límites de distribución. Por tanto es de esperar que se encuentren dispersas por toda la región, en efecto se estableció la presencia del grupo funcional No. 2 en todos los sitios. El grupo No. 1 y 4 tan solo estaban ausentes en Las Antenas y La Meseta, respectivamente. En el caso de algunas plantas, las aves como pájaros de tamaño pequeño, palomas y loros ingieren las drupas más pequeñas y bayas de especies arbóreas y arbustivas, tales como: *Solanum aligerum*, *Fuchsia* sp y *Moninna xalapensis* propias del grupo No. 3, estas plantas de dispersión endozoocora están representadas en todas las localidades de estudio dando cuenta del importante papel dispersor de aves y mamíferos (Abraham, Bravo & Abdala, 2002, p. 141).

En los bosques de zonas templadas el viento es el factor predominante para la dispersión de especies como *Pinus ayacahuite* y *P. pseudostrobus*, tal como los hallados en Cerro Candelaria. Sin embargo, no se espera que esta sea efectiva en el sotobosque, donde predominan las plantas dispersadas por animales, como *Solanum* sp. Este puede ser el caso de las localidades de Las Antenas, donde se encontró *Solanum appendiculatum* así como *Fuchsia splendens*. En las etapas temprana e intermedia de sucesión, las plantas zoocoras constituirán gran parte de la vegetación, esto pudo observarse en Cerro Candelaria y Laguna Seca que presentan especies del grupo No.3 y grupo No.5. Otros estudios indican que las lianas con frutos por encima del dosel son anemócoras, mientras que las de frutos bajo el nivel del dosel dependen de animales. Al ser ingeridas, la escarificación producida puede incrementar la

capacidad de germinación en algunas especies. En caso contrario, algunas semillas se pudrirán al no ser procesadas (Wunderle, 1997, p. 225).

Las semillas de parches generados por animales pueden venir desde kilómetros en cualquier dirección en contraste con los parches generados por vientos, los cuales solo pueden venir de fragmentos cercanos. Los árboles grandes aislados en pastizales promueven la dispersión de semillas por aves significativamente, facilitando su establecimiento. A su vez la complejidad vegetal propia del sitio es importante para atraer aves, ya que las plantas leñosas funcionan como focos de reclutamiento (Wunderle, 1997, p. 226). Las características de los sitios son relevantes, ya que para atraer dispersores se requiere de complejidad estructural de la vegetación y por ende presencia de sitios de percha (Galindo et. al, 2000).

## **12. CONCLUSIONES**

Se identificaron cinco grupos funcionales de plantas. La descripción del estado de los caracteres permite efectuar comparaciones de los ensambles de especies (Cuadro No. 2). El grupo No. 1 contiene hierbas clonales, camaeofitas y geofitas de dispersión tanto anemócora como endozoocora, estas además tienen capacidad de rebrote, se designan como *colonizadoras*.

La vegetación de los grupos No. 2 y 3 se distribuye por todas las localidades evaluadas. Se definen por presentar polinización de tipo entomófila y ser aclonales. El grupo No. 2 *conservativas-sotobosque* consta de hierbas foliosas erectas, hierbas cortas y arbustos aclonales de dispersión anemócora y capacidad para rebrotar tras removerse su biomasa. El grupo No. 3 contiene árboles y arbustos de dispersión por endozoocoria, son especies *adquisitivas* especialmente del agua.

En el GF No. 4 *conservativas resilientes* se presentan especies características del bosque de pino-encino del altiplano: *Quercus peduncularis*, *Alnus jorullensis*, *Pinus pseudostrobus* y *Pinus ayacahuite*. Son árboles con capacidad de rebrote y polinización de tipo anemófilo. Por tanto son una opción para promover la restauración del ecosistema.

La vegetación del PRMQ cuenta con rasgos como capacidad de rebrote, rizomas y dispersión anemócora en los grupos no. 1 y 4, ello les confiere resistencia a los disturbios en especies tales como: *Alnus jorullensis*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus ayacahuite*, *Arbutus xalapensis*, *Csenothus caeruleus*, *Polypodium plebeium* y *Asplenium monanthes*.

Es posible clasificar los rasgos de las especies vegetales del bosque de pino-encino del altiplano occidental. Sin embargo debe profundizarse en el estudio de las relaciones interespecies de estos bosques para comprender y conservar los procesos del ecosistema.

Las asteráceas son una de las familias más abundantes del sotobosque en el bosque de pino-encino del PRMQ. Se hallaron ejemplares de *Roldana acutangula*, *Montanoa pteropoda* y *Verbesina scabriuscula* en todas las localidades evaluadas.

### **13. RECOMENDACIONES**

Pueden efectuarse otros estudios en bosques con otros tipos de vegetación del país, con el objetivo de establecer los caracteres funcionales de la flora del territorio nacional y la región. Su definición permitirá abordar iniciativas de restauración de los ecosistemas con el fin de revertir el deterioro de los mismos.

Se requiere de continuar en la línea de estudios de restauración, con el objetivo de generar información que permita elaborar una estrategia para la restauración de los bosques del país.

### **14. BIBLIOGRAFIA**

Abraham F., Bravo S. & Abdala, R. (2002). Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. *Quebracho* 9: 140-150

Ackerly, D. (2003). Community assembly, niche conservatism, and adaptive evolution in changing environments. *International Journal of Plant Sciences* 164:S165–S184

Alcaraz, F. (2013). Geobotánica. Polinización y Dispersión. Universidad de Murcia. Consultado el 13/03/13. Disponible en: <http://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema07.pdf>

Aquino, S. (2009). Impactos humanos en la provisión de servicios ecosistémicos por bosques tropicales muy húmedos: un enfoque de ecología funcional. *Tesis Magister Scintiae*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Borcard, D., Gillet, F., Legendre, P. (2011). *Numerical Ecology with R*. New York: Springer

Chapin, F.S. III, B.H. Walker, R.J. Hobbs, D.U. Hooper, J.H. Lawton, O.E. Sala and D. Tilman. (1997). Biotic control over the functioning of ecosystems. *Science* 277: 500-504 .

Calderón, M J. (2005). Infraestructura y Equipamiento Ecoturístico del Volcán Cerro Quemado, Parque Regional Municipal Quetzaltenango. Tesis de grado. Facultad de Arquitectura, USAC.

CONAP. (2010). Plan de Acción para la Región Altiplano Occidental. Recuperado el 8 de abril de 2013, desde:<http://www.conap.gob.gt/Members/admin/documentos/nisp/4.%20Plan%20Accion%20Altiplano%20Occidental.pdf>

Cornelissen, JHC., Lavorel, S. Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, DE., Reich, PB; Ter Steege, H., Morgan, HD., Heijden, MGA van der., Pausas, JG., Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51:335-380.

Dana, E. (2008). Malherbología. Universidad de Almería. Recuperado el 16/11/13, desde: <http://www.ual.es/personal/edana/bot/>

- Díaz, S., & Cabido, M. (1997). Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *Journal of Vegetation Science*. 8: 463-474.
- Díaz, S., Gurvich, D., Perez-Harguindeguy, N., Cabido, M. (2002). ¿Quién necesita tipos funcionales de plantas?. Artículo invitado, *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. 37(1-2): 135-140.
- Díaz, S., Lavorel, S., Chapin, S., Tecco, P., Gurvich, D. & Grigulis, K. (2007). Functional Diversity – at the Crossroads between Ecosystem Functioning and Environmental. *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. Filters. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Engen, S. (2011). Estimating similarity of communities: a parametric approach to spatio-temporal analysis of species diversity. *Ecography* 34: 220-231
- Galindo J., Guevara S., Sosa, V. (2000). Bat- and Bird-Generated Seed Rains at Isolated Trees in Pastures in a Tropical Rainforest. *Conservation Biology*, 14:6 1693-1703
- Gould, R, Mooney, H., Nelson, L., Shallenberger & Daily, G. (2013). Restoring Native Forest Understory: The Influence of Ferns and Light in a Hawaiian Experiment. *Sustainability* : 1317-1339
- Hooper, D., Chapin, F., Ewel, J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, H., Lodge, D., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A., Vandermeer, J., Wardle, D. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A Consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75(1): 3–35.
- Jiménez & Vega (2013). “Evaluación de la vegetación como herramienta para la sustentabilidad ambiental de zonas urbanas: Caso de Estudio Ciudad de Quetzaltenango” Herbario USCG (en edición)
- Kindt, R. (2005). *Tree Diversity Analysis: A Manual and Software for Common Statistical Problems*.
- Lavorel, S. Díaz, S., Cornelissen, H., Garnier, E., Harrison, S., McIntyre, S., Pausas, J., Pérez-Harguindeguy, N., Roumet, C., Urcelay, C., (2007). *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. In Chapter 13 Plant Functional Types: Are We Getting Any Closer to the Holy Grail? Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Martínez, E. (1996). La restauración ecológica. *Ciencias*. 43, 56-61
- Méndez, C. & Véliz, M. (2008). *Tipos de Vegetación en Guatemala*. Herbario BIGU. USAC.
- Myers, J. & Bazely, D. (2003). *Ecology and Control of Introduced Plants*. USA: Cambridge.
- Rodríguez-Trejo, D.A. & Fulé, P Z. (2003). Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal. *International Journal of Wildland Fire*. 12: 23-37.
- Palacio, S. (2006). Fenomorfología y estrategias funcionales de los principales tipos de caméfitos leñosos mediterráneos del prepirineo. *Pirineos*, 161:159
- Sprent, P. (2001). *Applied Nonparametric Statistical Methods*. (3th Ed.).United States of America: Chapman & Hall/ CRC.
- Sterck, F. Markesteijn, L., Schieving, F. & Poorter, L. (2011). Functional traits determine trade-offs and niches in a tropical forest community. *PNAS* 108:51 627-632

Temperton, V., Hobbs, R., Nuttle, T. & Halle, S. (2004). Assembly Rules and Restoration Ecology. EUA: Island Press.

USDA Forest Service. (2011). Index of species information. Recuperado el 8/07/13, desde: <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/shrub/index.html>

Vargas, O. Díaz, A., & Trujillo, L. (s.f). Barreras para la restauración ecológica. Estrategias para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino.

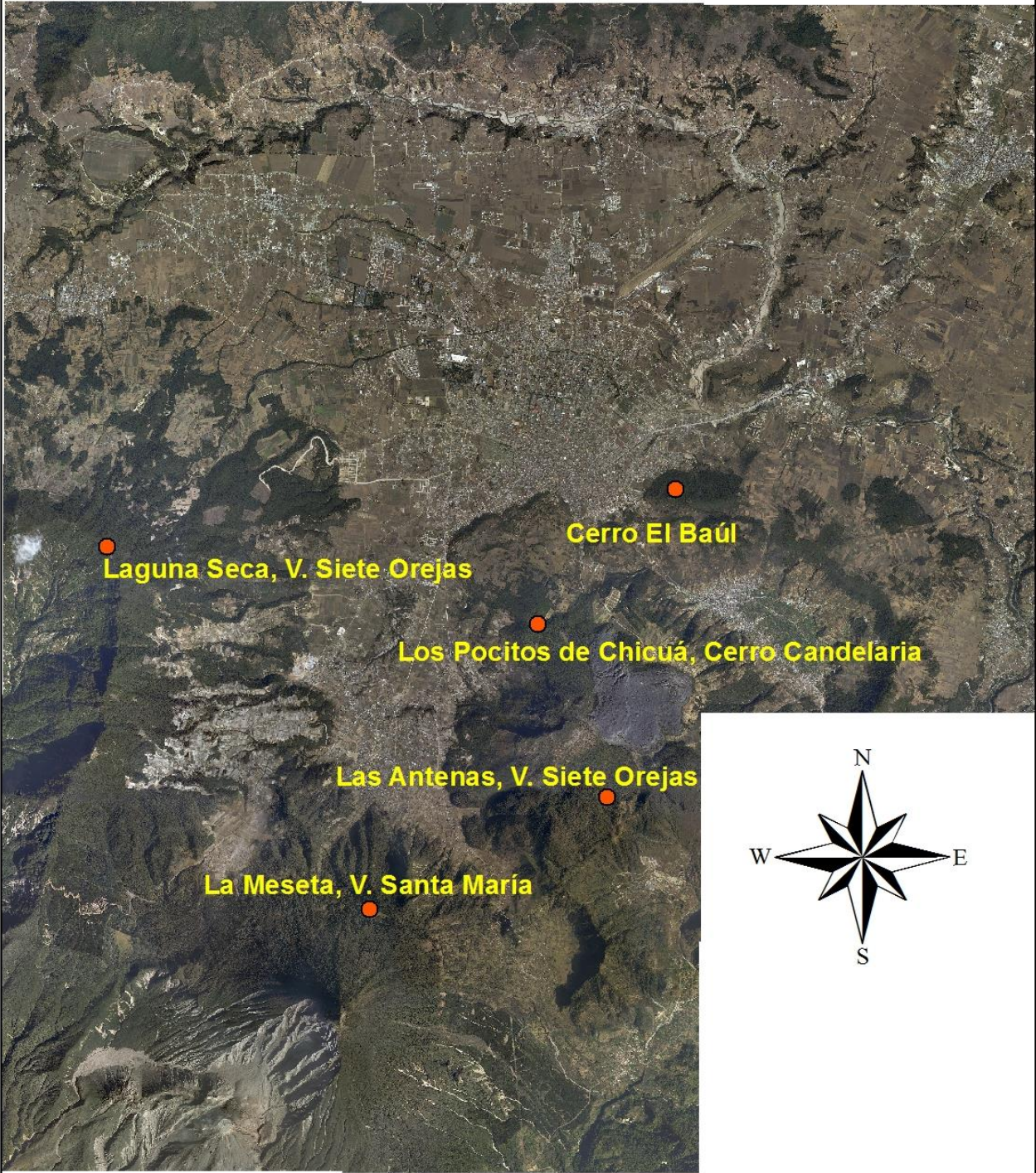
Wunderle, J. (1997). The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forestry Ecology and anagement*. (99) 223-235

Redonda, R. & Villaseñor, J. (2011). Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Asteraceae. México: UNAM.

Reinert F. & Blankenship, R.E. (2010). Evolutionary aspects of crassulacean acid metabolism. *Oecologia Australis* 14, 359-368.



# LOCALIDADES ANALIZADAS EN PRMQ



2 1 0 2 Kilometers



## ANEXO No.2 Listado de Vegetación registrada en 5 localidades del PRMQ

### PUNTO No. 1 MESETA VOLCAN SANTA MARIA

No.	Hábito	Familia	Especie	Autor
1	Arbusto	Asteraceae	Roldana acutangula	(Bertol.) Funston
2	Árbol	Solanaceae	Solanum aligerum	Kunth.
3	Arbusto	Asteraceae	Montanoa pteropoda	S.F. Blake
4	Epífita	Bromeliaceae	Bromelia sp.	
5	Hierba Foliosa Erecta	Aspleniaceae	Asplenium monanthes	L.
6	Hierba Foliosa Erecta	Lamiaceae	Salvia excelsa	Benth. ex Lindl.
7	Hierba	Urticaceae	Urtica mexicana	Liebm.
8	Hierba	Lamiaceae	Salvia tiliifolia	Vahl
9	Helecho	Polypodiaceae	Polypodium plebeium	Schlttdl. et Cham.
10	Arbusto	Campanulaceae	Lobelia excelsia	Lesch. ex Roxb.
11	Epífita	Santalaceae	Phoradendron nervosum	Oliv.
12	Epífita	Cucurbitaceae	Cyclanthera steyermarkii	Standl.
13	Hierba	Geraniaceae	Geranium guatemalense	R. Knuth
14	Arbusto	Polygalaceae	Monina xalapensis	Kunth
15	Suculenta	Crassulaceae	Sedum praealtum	A.DC.

### PUNTO No. 2 LAS ANTENAS

16	Epífita	Solanaceae	Solanum appendiculatum	Dunal
17	Arbusto	Onagraceae	Fuchsia encliandra ssp. tetradactyla	(Lindl.) Breedlove
18	Arbusto	Asteraceae	Roldana acutangula	(Bertol.) Funston
19	Árbol	Betulaceae	Alnus jorullensis	Kunth
20	Arbusto	Rhamnaceae	Ceanothus coeruleus	Lagasca
21	Hierba	Lamiaceae	Salvia excelsa	Benth.
22	Trepadora	Cucurbitaceae	Cyclanthera steyermarkii	Standl.

No.	Hábito	Familia	Especie	Autor
23	Arbusto	Asteraceae	Roldana acutangula	(Bertol.) Funston
24	Árbol	Solanaceae	Solanum aligerum	Schltld.
25	Hierba Corta Basal	Caryophyllaceae	Arenaria lanuginosa	(Michx.) Rohrb.
26	Árbol	Garryaceae	Garrya laurifolia	Hartw. ex Benth.
27	Hierba	Onagraceae	Fuchsia thymifolia ssp. minutiflora	(Hemsl.) Breedlove
28	Árbol	Papaveraceae	Bocconia vulcanica	Donn. Sm.
29	Arbusto	Araliaceae	Oreopanax xalapensis	(Kunth) Decne. & Planch.

#### **PUNTO No.3 EL BAUL**

30	Árbol	Ericaceae	Comatostaphylum arbutoides	Lindl.
31	Hierba Corta Basal	Caryophyllaceae	Arenaria lanuginosa	(Michx.) Rohrb.
32	Árbol	Fagaceae	Quercus peduncularis	Née
33	Árbol	Fabaceae	Erithrina macrophylla	D.C.
34	Árbol	Ericaceae	Arbutus xalapensis	Kunth
35	Epífita	Polypodiaceae	Polypodium plebeium	Schltld. et Cham.
36	Arbusto	Onagraceae	Fuchsia thymifolia ssp. minutiflora	(Hemsl.) Breedlove
37	Arbusto	Rhamnaceae	Ceanothus coeruleus	Lagasca
38	Hierba Semi Basal	Apiaceae	Prionosciadium thapsoides	(DC.) Mathias
39	Arbusto	Asteraceae	Montanoa pteropoda	
40	Arbusto	Onagraceae	Fuchsia encliandra ssp. tetradactyla	(Lindl.) Breedlove
41	Hierba	Iridaceae		
42	Hierba Foliosa Erecta	Asteraceae	Verbesina scabriuscula	S.F. Blake
43	Arbusto	Fabaceae	Cestrum lanatum	M. Martens & Galeotti

**PUNTO No.4 CERRO CANDELARIA**

---

44	Suculenta	Crassulaceae	Echeveria guatemalensis	Rose
45	Hierba Foliosa Erecta	Asteraceae	Verbesina scabriuscula	S.F. Blake
46	Árbol	Pinaceae	Pinus pseudostrobus	L.
47	Árbol	Fagaceae	Quercus peduncularis	Neé
48	Árbol	Betulaceae	Alnus jorullensis	Kunth
49	Arbusto	Onagraceae	Fuchsia splendens	(Lindl.) Breedlove
50	Arbusto	Scrophulariaceae	Buddleja nitida	Benth.
51	Trepadora	Fabaceae	Phaseolus vulgaris	
No	<b>Hábito</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Autor</b>
52	Suculenta	Cactaceae	Heliocereus sp.	L.
53	Árbol	Ericaceae	Arbutus xalapensis	Kunth.
54	Arbusto	Asteraceae	Baccharis vaccinioides	Kunth.
55	Arbusto	Asteraceae	Montanoa pteropoda	S.F. Blake
56	Árbol	Garryaceae	Garrya laurifolia	Hartw. ex Benth.

**PUNTO No. 5 LAGUNA SECA**

---

57	Hierba	Lamiaceae	Salvia cinnabarina	M. Martens & Galeotti
58	Arbusto	Rhamnaceae	Ceanothus coeruleus	Lagasca
59	Hierba Semi Basal	Apiaceae	Prionosciadium thapsoides	(DC). Matthias
60	Hierba Corta Basal	Rubiaceae	Dydimaea alsunoides	Cham. & Schltdl.) Standl
61	Arbusto	Asteraceae	Roldana acutangula	(Bertol.) Funston
62	Arbusto	Asteraceae	Baccharis vaccinioides	Kunth.
63	Hierba	Geraniaceae	Geranium guatemalense	R. Knuth
64	Arbusto	Araliaceae	Oreopanax xalapensis	(Kunth) Decne. & Planch.

65	Arbusto	Onagraceae	Fuchsia splendens	Zucc.
66	Árbol	Garryaceae	Garrya laurifolia	Hartw. ex Benth.
67	Árbol	Rosaceae	Holodiscus argenteus	(L. f.) Maxim.
68	Hierba	Onagraceae	Fuchsia thymifolia ssp. minutiflora	(Hemsl.) Breedlove
69	Arbusto	Asteraceae	Senecio salignus	D.C.
70	Arbusto	Polygalaceae	Monnina xalapensis	Kunth.
71	Hierba	Rubiaceae	Galium aschenbornii	S. Schauer
72	Hierba	Polypodiaceae	Pleopeltis astrolepis	(Liebmann) E. Fournier

F

Fuente: datos experimentales, 15/07/2013

En el Anexo No.2 se presentan todas las especies documentadas en las cinco localidades de estudio en el Parque Regional Municipal de Quetzaltenango.

### **ANEXO No. 3 LOCALIDADES DE ESTUDIO**

#### **Figura No. 1 Localidad La Meseta, Volcán Santa María**





*Figura No. 2 Localidad Las Antenas, Volcán Siete Orejas*





*Figura No. 3 Localidad cerro El Baúl*





***Figura No. 4 Localidad Los Pocitos de Chicua, Cerro Candalaria***





*Figura No. 5 Localidad Laguna Seca, Volcán Siete Orejas*





## ANEXO No. 4 RESUMEN DE INVESTIGACION

---

### Caracterización de la vegetación mediante tipos funcionales de plantas en el Parque Regional Municipal Quetzaltenango

Rivera, Ernesto<sup>1</sup>, Castillo, Fernando<sup>2</sup>, Jiménez, Barrios<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad –EDC-, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. <sup>2</sup>Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-, Herbario USCG, USAC.

<sup>1</sup>[erivera@usac.edu.gt](mailto:erivera@usac.edu.gt)

---

#### RESUMEN

En el presente estudio se realiza una caracterización de la flora del Parque Regional Municipal Quetzaltenango (PRMQ). Se identificaron y compararon los tipos funcionales de plantas del bosque de pino-encino en cinco localidades del parque: La Meseta del Volcán Santa María, Las Antenas en Volcán Siete Orejas, Laguna Seca en Volcán Siete Orejas, Cerro El Baúl y en Los Pocitos de Chicúa del Cerro Candelaria. Se establecieron los rasgos de las especies en parcelas de 400m<sup>2</sup> de acuerdo a su forma de vida, forma de crecimiento, clonalidad, mecanismo de dispersión y tipo de polinización. Se efectuó un inventario de la flora presente en las localidades de estudio, para luego comparar los estados de los caracteres de cada grupo funcional (GF). Estos se delimitaron por medio de un dendograma con distancia de Sorensen. Los GF 1 y 5 tuvieron menor riqueza de especies en las cinco localidades. Los GF 2 y 3 forman el grueso de abundancia de especies. Se establecieron rasgos como capacidad de rebrote, rizomas y dispersión anemócora en los grupos no. 1 y 4, ello les confiere resistencia a disturbios, en especies tales como: *Alnus jorullensis*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus ayacahuite*, *Arbutus xalapensis*, *Csenothus caeruleus*, *Polypodium plebeium* y *Asplenium monanthes*. Al comparar la riqueza de especies de todos los grupos en las localidades se observan valores semejantes para los grupos no. 2 y 3. La riqueza más alta es para la Laguna Seca en el volcán Siete Orejas con 16 especies, le siguen las localidades de cerro El Baúl, Los Pocitos de Chicua en cerro Candelaria, la Meseta en el volcán Santa María y Las Antenas de volcán Siete Orejas.

**Palabras clave:** tipos funcionales, restauración ecológica, bosque pino-encino, Parque Regional Municipal Quetzaltenango

