

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Programa Experiencias Docentes con la Comunidad  
Subprograma EDC-Biología

Informe Final de la Práctica de EDC  
Herbario Universidad de San Carlos de Guatemala  
Enero de 2006 a Enero de 2007

Jorge Benjamín Jiménez Barrios  
Supervisor: Lic. Billy Alquijay  
Asesor institucional: Lic. Julio Morales

Vo.Bo. Lic. Julio Morales

## Índice

	Página
Introducción	3
Resumen de actividades de EDC	3
Actividades realizadas durante la práctica de EDC	
Actividades de servicio	4
Actividades de docencia	5
Actividades de investigación	5
Resumen de actividades no planificadas	6
Actividades no planificadas	7
Resumen del proyecto de investigación	7
Anexos	
Constancia curso de Propagación de Plantas	8
Diploma X Congreso de la SMBC	9

## Introducción

En el programa de Experiencias Docentes con la Comunidad (EDC) el estudiante realiza actividades de servicio, docencia e investigación que son reportadas bimensualmente y al final de la práctica. La práctica comprende 1040 horas y se ejecuta a lo largo de un año en una institución relacionada con el ejercicio científico de la biología.

Las diferentes actividades expuestas en este informe sirven a otros estudiantes del programa de EDC, ya que por este medio conocen el quehacer del biólogo en diferentes instituciones y proyectos.

En este informe final se reportan las actividades de EDC realizadas en la unidad de práctica Herbario USCG especificando su duración, objetivo, orden cronológico y los resultados obtenidos durante su ejecución en el período de enero de 2006 a enero de 2007.

## Resumen de las Actividades de EDC

<b>Programa Universitario</b>	<b>Actividad</b>	<b>Fecha</b>	<b>Horas EDC</b>
<b>Servicio</b>	Montar e intercalar muestras de herbario	Primer semestre 2006	285
	Tratamiento de la colección de intercambio	Febrero 2006	45
	Actualización de la nomenclatura de plantas	Primer semestre 2006	5
	<b>Total</b>		<b>335</b>
<b>Docencia</b>	Curso de propagación de plantas	Primer semestre 2006	42
	Curso Biología de Pteridofitas	Primer semestre 2006	40
	Curso de uso de GPS	Primer semestre 2006	8
	Socialización de la práctica	Enero 2006-Enero 2007	200
	<b>Total</b>		<b>290</b>

<b>Investigación</b>	Elaboración del protocolo de inv.	Febrero 2006	35
	Colecta de datos en el campo	Abril, Mayo y Segundo semestre 2006	280
	Determinación taxonómica de muestras colectadas	Segundo semestre 2006	40
	Análisis de los datos	Noviembre y Diciembre 2006	30
	Elaboración del informe final	Diciembre 2006 y Enero 2007	20
	<b>Total</b>		<b>405</b>

### **Actividades realizadas durante la práctica de EDC**

#### **Actividades de Servicio**

1. Nombre: Montar e intercalar especímenes para la colección

Objetivos: Enriquecer la colección del herbario (2).

Descripción: monté un total de 70 muestras de especímenes, ingresé 750 registros e intercalé unas 2545 muestras su lugar correspondiente, de los cuales 500 eran nuevos registros para el herbario.

Resultado final: se ha enriquecido la colección del herbario, un total de 285 horas acumuladas.

2. Nombre: Tratamiento de la colección de intercambio

Objetivos: Preparar y revisar las muestras para intercambio con otros herbarios (2).

Descripción: Seleccioné un total de 2780 muestras que cumplieran con requisitos de calidad, localidad, determinación e identificación. Preparé 60 paquetes para herbarios de la región.

Resultado final: Se han preparado todas las muestras correctas disponibles para intercambio, un total de 45 horas acumuladas.

3. Nombre: Actualizar nomenclatura de las plantas

Objetivo: Mantener actualizada la taxonomía de los especímenes (2).

Descripción: He corregido unas 25 muestras en cuanto a Familia o Autoridad.

Resultado final: la taxonomía de la colección se ha actualizado, un total de 5 horas acumuladas.

4. Nombre: Socialización de la práctica

Objetivo: Comunicar la experiencia de la práctica

Descripción: En sesiones con los compañeros practicantes de EDC se comunican los eventos, avances y dificultades ocurridas a lo largo de la ejecución de la práctica de EDC.

Resultado final: se compartió la experiencia obtenida. Se acumularon 200 horas.

### **Actividades de docencia**

1. Nombre: Curso de propagación de plantas

Objetivos: Aplicar técnicas de propagación a plantas silvestres.

Resultado final: asistí a un total de 13 semanas de clases y laboratorio, en las que aprendí y practiqué técnicas para propagación sexual y vegetativa de plantas.

2. Nombre: Curso Biología de pteridofitas.

Objetivos: Conocer aspectos de la sistemática y biología de pteridofitas presentes en Guatemala.

Resultado final: asistí a un total de 40 horas de clases y actividades prácticas, en las que aprendí sobre evolución, sistemática y biología de pteridofitas de Guatemala (3).

3. Nombre: Curso de Uso de GPS.

Objetivos: Aprender técnicas para el correcto uso del GPS.

Resultado final: aprendí sobre las características de los GPS, la precisión y sistemas de coordenadas, su uso, ventajas y desventajas.

### **Actividades de investigación** (Comparación de la diversidad de los estratos arbóreo y arbustivo del bosque de los valles semiáridos del Río Motagua y Salamá)

1. Nombre: Elaboración del protocolo de investigación

Objetivos: Planificar y diseñar el experimento de la investigación.

Descripción: Revisión de bibliografía para la elaboración del experimento y planificación de las actividades en el tiempo de ejecución del proyecto.

Resultado final: se diseñó y planificó el experimento, se acumularon 35 horas.

2. Nombre: Colecta de datos y especímenes en el campo

Objetivos: Colectar la información para probar la hipótesis.

Descripción: Realicé 7 salidas al campo para coleccionar muestras de plantas fértiles y muestrear parcelas.

Resultado final: Se coleccionó los datos en su totalidad según lo planificado. Se acumularon 280 horas.

3. Nombre: Determinación taxonómica de las muestras coleccionadas

Objetivo: Conocer la identidad de los especímenes coleccionados.

Descripción: Determinar la identidad taxonómica de las muestras coleccionadas utilizando floras.

Resultado final: Determiné 123 números coleccionados. Se acumularon 40 horas.

4. Nombre: Análisis de los datos

Objetivo: Analizar e interpretar la información coleccionada

Descripción: Realicé análisis de los datos con diferentes cálculos e índices.

Resultado final: Analicé e interpreté los datos. Se acumularon 30 horas.

5. Nombre: Elaboración del informe final.

Objetivo: Redactar un informe de los resultados e interpretación de estos.

Descripción: Redacté el informe de investigación según las normas del Programa de EDC-Biología.

Resultado final: se ha finalizado la redacción del informe final. Se acumularon 20 horas.

### Resumen de las actividades no planificadas

<b>Programa Universitario</b>	<b>Actividad</b>	<b>Fecha</b>	<b>Horas EDC</b>
<b>Docencia</b>	Asistencia al X Congreso de la SMBC	29 de octubre al 2 de noviembre de 2006	50

## **Actividades no planificadas**

### 1. Nombre: Asistencia al X Congreso de la SMBC

Descripción: Participación en las conferencias y ejecución del X Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación.

Resultado final: Se acumularon 50 horas.

## **Resumen del proyecto de investigación**

“Comparación de la diversidad de los estratos arbóreo y arbustivo del bosque de los valles semiáridos del Río Motagua y Salamá”

Los valles semiáridos se caracterizan por la baja precipitación anual, y coinciden con zonas con alta evapotranspiración potencial. Los valles semiáridos de Guatemala, presentan vegetación característica, y han sido poco estudiados. En este estudio se compara la diversidad arbórea y arbustiva de los valles de Salamá y del Río Motagua bajo la hipótesis de que estas son disímiles. Se muestrearon 18 parcelas de 0.1Ha en cada valle durante el segundo semestre de 2006. Se contabilizó un total de 4034 individuos, pertenecientes a 71 especies (Salamá 45, Motagua 40) y 31 familias. Cualitativamente, se comparó la diversidad de especies, familias y especies totales esperadas (Jacknife primer orden) en los dos valles. Se realizaron análisis de agrupación promedio con el índice de similitud de Jaccard. Cuantitativamente se utilizaron los índices de diversidad de Simpson, Shannon-Wiener y se realizó un análisis de agrupación con el índice de similitud de Morisita. También se comparó la densidad y el promedio de ramificación de las cactáceas columnares. Los análisis cualitativos establecen que la diversidad entre los valles es disimilar. Los índices de diversidad son diferentes para cada valle, la heterogeneidad es mayor en el valle del Río Motagua. El análisis con el índice de Morisita, muestra una ligera similitud en la diversidad entre los valles, debido a la abundancia similar de cactáceas, leguminosas y burseráceas.

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Programa Experiencias Docentes con la Comunidad  
Subprograma EDC-Biología

**Informe Final de Investigación**

“Comparación de la diversidad de los estratos arbóreo y arbustivo del bosque de los valles semiáridos del Río Motagua y Salamá”

Jorge Benjamín Jiménez Barrios  
Supervisor: Lic. Billy Alquijay  
Asesor de Investigación: Lic. Julio Morales

Vo.Bo. Lic. Julio Morales

Guatemala, 26 de febrero de 2007



## Índice

	Página
Resumen	3
Introducción	4
Referente teórico	4
Planteamiento del problema	7
Justificación	7
Objetivos	8
Hipótesis	8
Metodología	
Diseño	8
Técnicas a utilizar en el proceso de investigación	8
Instrumentos para registro y medición de las observaciones	10
Resultados	10
Discusión de Resultados	13
Conclusiones	17
Recomendaciones	17
Referencias bibliográficas	17
Anexos	
Mapa de Ubicación y Topografía valle de Salamá	19
Mapa de Ubicación y Topografía valle del Río Motagua	20
Resumen de riqueza y abundancia para el bosque en los valles	21

## Resumen

Los valles semiáridos se caracterizan por la baja precipitación anual, y coinciden con zonas con alta evapotranspiración potencial. Los valles semiáridos de Guatemala, presentan vegetación característica, y han sido poco estudiados. En este estudio se compara la diversidad arbórea y arbustiva de los valles de Salamá y del Río Motagua bajo la hipótesis de que estas son disímiles. Se muestrearon 18 parcelas de 0.1Ha en cada valle durante el segundo semestre de 2006. Se contabilizó un total de 4034 individuos, pertenecientes a 71 especies (Salamá 45, Motagua 40) y 31 familias. Cualitativamente, se comparó la diversidad de especies, familias y especies totales esperadas (Jackknife primer orden) en los dos valles. Se realizaron análisis de agrupación promedio con el índice de similitud de Jaccard. Cuantitativamente se utilizaron los índices de diversidad de Simpson, Shannon-Wiener y se realizó un análisis de agrupación con el índice de similitud de Morisita. También se comparó la densidad y el promedio de ramificación de las cactáceas columnares. Los análisis cualitativos establecen que la diversidad entre los valles es disimilar. Los índices de diversidad son diferentes para cada valle, la heterogeneidad es mayor en el valle del Río Motagua. El análisis con el índice de Morisita, muestra una ligera similitud en la diversidad entre los valles, debido a la abundancia similar de cactáceas, leguminosas y burseráceas.

## **Introducción**

Los valles semiáridos se caracterizan por presentar una baja precipitación anual y generalmente coinciden con zonas de alta evapotranspiración potencial (Sidahmed 1998). En Guatemala se localizan varias regiones semiáridas, entre ellas los valles del Río Motagua y de Salamá. Estos presentan precipitaciones de menos de 900mm anuales en promedio y evapotranspiración de más de 1800mm anuales (INSIVUMEH 2004). Estos ecosistemas se encuentran amenazados por la destrucción, modificación y mal manejo de los recursos naturales, como el suelo (Valverde y Montaña, 1996) y la vegetación nativa.

La vegetación de estos valles en Guatemala es característica, posee especies endémicas (Standley *et al.*, 1977), y se ha estudiado solo recientemente, por lo que se necesita más investigación (Véliz 2003). En trabajos previos se reporta la riqueza de especies vegetales en el valle del Río Motagua, pero se desconoce la abundancia de las especies y la vegetación de otros valles.

En este trabajo se estudió la riqueza y abundancia de especies arbóreas y arbustivas en los valles del Río Motagua y de Salamá, utilizando parcelas durante los meses de mayo a diciembre de 2006. Con los resultados obtenidos, se hicieron comparaciones entre la vegetación de los valles, utilizando índices de diversidad de Simpson y Shannon-Wiener y análisis de aglomeración promedio con índices de similitud de Jaccard y Morisita (Matteucci y Colma 1982, Krebs 1999). También se estimó la densidad de cactáceas columnares en los dos valles, y el número promedio de brazos por individuo.

## **Referente teórico**

Los valles semiáridos se determinan así por las zonas de lluvia en que se encuentran, la precipitación anual está entre 300-600mm, esta es impredecible y presenta grandes fluctuaciones (Sidahmed 1998). En Guatemala estos valles representan un 3.64% de la superficie del país, y se consideran como tales el valle del Río Motagua, el valle de Jocotán y Camotán y algunas planicies en Jutiapa y Jalapa, los valles de Salamá y Cubulco en Baja Verapaz y los valles de Nentón y Cuilco en Huehuetenango (De la Cruz 1982).

El valle del Río Motagua coincide con la ubicación de una sutura entre dos placas tectónicas, la del Caribe y la de Norteamérica. Cada placa soporta bloques de diferente origen, al norte el Bloque Maya y al sur el Bloque Chortí, por lo que las laderas opuestas están compuestas de materiales diferentes (Coates 1997). El valle tiene su origen en la erosión durante millones de años provocada por el río. El valle está limitado al norte por la Sierra de las Minas y al sur por una cadena volcánica menor, y su altitud varía de 150-550msnm (MAGA 2002).

El valle de Salamá pertenece a la cuenca del Río Usumacinta, está limitado por las sierras de las Minas y de Chamá, y su altitud varía entre 800-1000msnm. (MAGA 2002).

La precipitación en el valle del Río Motagua de 600mm en promedio anual. La temperatura mínima promedio de 18° Celsius, máxima promedio de 28° Celsius y temperatura promedio de 27° Celsius. La humedad relativa es del 62-68%, y la evapotranspiración potencial promedio de 2000mm anuales (INSIVUMEH 2004).

En el valle de Salamá la precipitación promedio es de 900mm anuales. La temperatura mínima promedio es de 15° Celsius, máxima promedio de 28° y temperatura promedio de 25° Celsius. La humedad relativa es del 62-68% y la evapotranspiración potencial promedio de 1800mm anuales (INSIVUMEH 2004).

Los dos valles se clasifican dentro del sistema de zonas de vida de Holdridge como Bosques Secos Subtropicales (bs-S) con la época de lluvia correspondiente a los meses de junio a octubre (De la Cruz 1982).

Castañeda y Ayala (1996) reportan para la zona semiárida de Guatemala 165 especies vegetales, correspondientes a por lo menos 50 familias, en un bosque formado por cinco estratos verticales bien definidos distribuidos así: 32.7% especies arbóreas, 23.3% especies arbustivas, 30.8% especies herbáceas, lianas 7.5% y epífitas 5.7%.

En un estudio para proponer áreas para la conservación del matorral espinoso del Valle del Río Motagua, Valle *et al.* (1999) consideran por lo menos 240 especies de plantas vasculares. Las familias más numerosas fueron Mimosaceae (19), Fabaceae (17), Cactaceae (14), Asteraceae (13), Caesalpiniaceae (11), Euphorbiaceae (11) y Poaceae (10). También se propone al área del norte de Tulumaje, oriente de San Agustín Acasaguastlán hasta el occidente de Río Hondo como prioritaria para la conservación, ya que cuenta con vegetación original. El área del norte de Tulumaje está un poco aislada del resto, pero debería conectarse por corredores.

En la región del Monte espinoso subtropical (De la Cruz 1982), en el valle del Río Motagua, Véliz (2003) reporta 598 especies de plantas, agrupadas en 107 familias. Del total de especies 140 son arbóreas, 89 son arbustos, 273 son hierbas, 74 lianas, 12 epífitas, 4 parásitas y 3 especies acuáticas. Las familias con mayor número de especies son Asteraceae (46), Euphorbiaceae (46), Fabaceae (41), Poaceae (39), Mimosaceae (28), Caesalpiniaceae (20), Convolvulaceae (18), Boraginaceae (15), Cactaceae (15) y Solanaceae (15). También encontró una similitud de especies entre la ladera norte y sur del valle de solo 52%. Las especies *Myrtillocactus eicklami* Britt. & Rose y *Pachycereus lepidanthus* (Eichlam) Britt. & Rose tienen una distribución restringida para este valle (Standley *et al.*, 1977).

Las principales amenazas para los bosques de las zonas semiáridas son el aumento del área de cultivo, expansión de la ganadería y la tala de árboles para extracción de leña y madera en rollo (Castañeda y Ayala 1996, Valle *et al.* 1999, Véliz 2003).

Según varios investigadores los valles semiáridos guatemaltecos junto a la depresión central de México y otros valles menores forman un corredor subhúmedo, que comparte grupos naturales de organismos y sistemas ecológicos (Stuart 1957; Valiente-Benuet *et al.* 1996). Los sistemas de polinización son específicos en el caso de las cactáceas columnares de Guatemala, y son compartidos con las cactáceas de los valles de la porción central y sur de México por medio de murciélagos migratorios. Es por esto que la continuidad del corredor subhúmedo es vital para la conservación de todos los valles semiáridos (Valiente-Benuet 2002).

### Estudios anteriores

Estudio de hidrología en el Río Motagua (Basterrechea 1986), en el que se relacionó la geomorfología, el suelo y el clima en los ríos tributarios con la calidad del agua.

Estudios de la vegetación antes referidos (Castañeda y Ayala 1996, Valle *et al.* 1999, Véliz 2003) y un estudio sobre la fenología de especies cactáceas, en que se reportó que la época de mayor floración es de febrero a mayo (Pérez 2004). En el estudio de Valle *et al.* (1999) también se estudiaron grupos de animales y aspectos socioeconómicos del área del Valle del Río Motagua, con fines de proponer áreas para conservación.

### **Planteamiento del problema**

En Guatemala no se han realizado estudios sobre la densidad o abundancia relativa de especies vegetales de los bosques de valles semiáridos, por lo que no se puede estimar su diversidad. Este conocimiento es necesario para estudiar las relaciones ecológicas de la comunidad vegetal y plantear su conservación.

Las cactáceas son plantas características de ambientes xerófitos y en Guatemala se encuentran especies endémicas (Standley *et al.*, 1977), sobre las que hace falta investigación.

### **Justificación**

El estudio de la vegetación en los dos valles semiáridos proporciona la primera información sobre la vegetación del bosque del valle de Salamá. Es importante para el conocimiento de la vegetación del valle del Río Motagua, porque proporciona datos de riqueza, además de los obtenidos por Véliz (2003), y la abundancia relativa de las especies. Así se conoce la diversidad de una manera comparable entre los dos valles.

La densidad de las especies de cactáceas es una variable para el análisis de la ecología de esta familia en los valles semiáridos de Guatemala, en donde algunas son especies características o endémicas.

Se requiere este conocimiento para comprender las relaciones ecológicas y la importancia del bosque de estos valles, que también proporciona la base para su conservación.

El conocimiento de la vegetación de estos valles contribuye a fundamentar la planificación de su manejo y el aprovechamiento de los recursos que ofrece.

## **Objetivos**

### General

- Estudiar la diversidad del bosque de los valles semiáridos de Guatemala

### Específicos

- Determinar la riqueza y abundancia relativa de especies arbóreas y arbustivas en cada valle.
- Comparar la diversidad de especies de los dos valles semiáridos.
- Determinar la densidad de especies de cactáceas columnares en los dos valles.

## **Hipótesis**

La diversidad de los estratos arbóreo y arbustivo del bosque de cada valle es disimilar.

## **Metodología**

### Diseño

Población: Vegetación arbórea y arbustiva del bosque semiárido de los valles del Río Motagua y Salamá.

Muestra: 18 parcelas modificadas de 0.1Ha en cada valle.

### Técnicas utilizadas en el proceso de investigación

Se realizó un muestreo preferencial (Matteucci y Colma 1982), ubicando las unidades muestrales en varias localidades en cada uno de los valles. En valle de Salamá, en el departamento de Baja Verapaz, las localidades fueron el Parque Municipal los Cerritos (7 parcelas) y el Cerro de la Cruz (11 parcelas) (Anexo 1). Las parcelas se muestrearon de junio a noviembre de 2006.

En el valle del Río Motagua se ubicaron tres localidades en la porción norte del río, en el departamento de El Progreso. En el municipio de San Agustín Acasaguastlán, cerca de la aldea Tulumajillo (7 parcelas) y cerca de la aldea Magdalena (6 parcelas) y en el municipio

de Morazán (5 parcelas) (Anexo 2). Las parcelas se muestrearon de noviembre a diciembre de 2006.

Cada unidad muestral consiste en una parcela de 0.1Ha según Cuello (2001), en la que se contaron los individuos de las especies arbóreas y arbustivas con un diámetro igual o mayor a 2.5cm a la altura de 1.3m desde el suelo. Se colectó y herborizó una muestra de cada especie. En cada unidad muestral se tomó la información de posición geográfica, altitud y apariencia del bosque. Para procurar la determinación taxonómica de posibles individuos estériles en las parcelas, en visitas a los valles durante abril y mayo de 2006, se colectaron muestras fértiles de árboles y arbustos.

Los especímenes colectados fueron secados y determinados utilizando las instalaciones y equipo del Herbario Universidad de San Carlos de Guatemala (USCG). Estos están pendientes de ingresar a la colección.

Los datos de las parcelas fueron tabulados indicando las especies encontradas en cada una y la abundancia para cada especie en cada parcela.

Se estimó la riqueza total en cada valle utilizando el estimador Jackknife de primer orden (Krebs 1999, Moreno 2001), y se calculó la varianza del estimador para obtener límites con un 95% de confianza.

Se calcularon los índices de diversidad de Simpson y Shannon-Wiener (Krebs 1999) para cada valle y se compararon. Se analizó la similitud entre el total de unidades muestrales en relación a su riqueza y abundancia relativa de especies utilizando los coeficientes de similitud de Jaccard y Morisita. Los coeficientes se compararon utilizando un análisis de aglomeración de unión promedio (Matteucci y Colma 1982, Krebs 1999) y se presentan en dendrogramas generados por el programa PAST (Hammer, Harper y Ryan 2005).

Se calculó la densidad de las especies de cactáceas columnares para cada valle, y el promedio del número de brazos por individuo (pie).



## Instrumentos para el registro y medición de las observaciones

### Transporte

- Vehículo y combustible

### Equipo de campo

- GPS e-Trex Legend
- Cinta métrica de 50m
- 400m Rafía de nylon
- Papel y lápiz
- Tijeras de podar y bastón podador
- Bolsas de plástico
- Machete
- Prensa de herbario
- Cartones y papel periódico para herborizar

### Equipo de herbario

- Claves para determinación taxonómica
- Microscopio y Estereoscopio
- Pinzas y agujas de disección

### Equipo de oficina

- Computadora
- Papel
- Tinta para impresora

## **Resultados**

Se contó un total de 4034 árboles y arbustos, 2153 en el valle de Salamá, y 1881 en el valle del Río Motagua, pertenecientes a 71 especies en 31 familias (Anexo 3). En el valle de Salamá se encontraron 45 especies pertenecientes 21 familias (Ver tabla 1.). Las especies más frecuentes son *Bursera bipinnata*, *Bursera simaruba*, *Pilosocereus leucocephalus*, *Stenocereus pruinosus* y *Zanthoxylum culantrillo*. Las familias más frecuentes son Burseraceae, Cactaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae y Rutaceae. Las familias con mayor

número de especies son Burseraceae (3), Cactaceae (5), Caesalpiniaceae (3), Euphorbiaceae (3) y Mimosaceae (7).

En el valle del Río Motagua se encontraron 40 especies pertenecientes a 22 familias. Las especies más frecuentes son *Stenocereus pruinosus*, *Haematoxylum brasiletto*, *Leucaena diversifolia*, *Mimosa platycarpa* y *Guaiacum coulteri*. Las familias más frecuentes son Burseraceae, Cactaceae, Caesalpiniaceae, Mimosaceae y Zygophyllaceae. Las familias con mayor número de especies son Burseraceae (3), Cactaceae (5), Caesalpiniaceae (4), Mimosaceae (6) y Sapotaceae (4).

La riqueza calculada con el estimador Jacknife de primer orden para el estrato arbóreo y arbustivo en el valle de Salamá es de 54.44 ( $\pm 5.58$ , confianza 95%) especies, las especies encontradas corresponden al 75-92% del total esperado. Para el valle del Río Motagua la riqueza esperada es de 52.28 ( $\pm 8.10$ , confianza 95%) especies, se encontró del 66-91% de las especies esperadas.

Valle	Individuos	Familias	Especies	Especies esperadas
Salamá	2153	21	45	49-60
Motagua	1881	22	40	44-60

**Tabla 1.** Resumen de individuos, familias y especies encontradas y esperadas.

Dos índices de diversidad fueron calculados para los dos valles. El índice de heterogeneidad de Simpson para el valle de Salamá es de 0.7853 y para el valle del Río Motagua es de 0.9. El índice de información de Shannon-Wiener para el valle de Salamá es de 2.383bits/individuo y para el valle del Río Motagua de 2.744bits/individuo.

Los gráficos del análisis de aglomeración por el método de unión simple utilizando los índices de similitud de Jaccard y Morisita se presentan en el gráfico 1. Se observa en el análisis con el índice de Jaccard la agrupación de las unidades muestrales de cada valle, con una similitud máxima de 0.3 entre los valles. El análisis con el índice de Morisita muestra

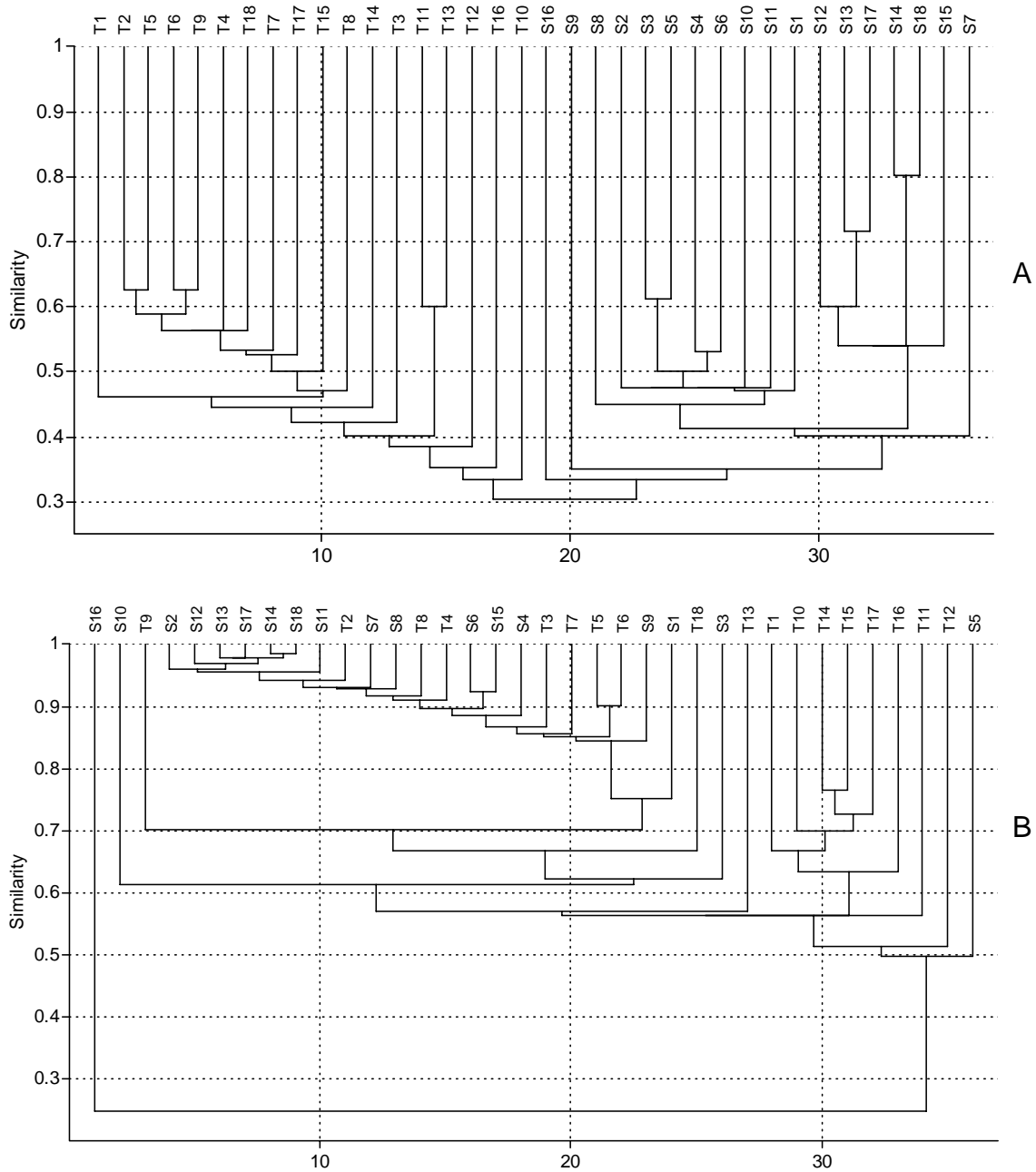
una agrupación más compleja, relacionada por la abundancia de las especies más comunes y abundantes.

La similitud entre los dos valles calculada a partir de la sumatoria de parcelas (1.8Ha por valle), es de 0.1978 con Jaccard y 0.6754 con Morisita. Se observa el efecto de la abundancia de las especies comunes entre valles con el índice de Morisita.

La densidad de cactáceas columnares en los dos valles fue calculada y se reporta en la tabla 2. En la misma tabla se presenta el promedio de brazos o ramificaciones a 1.3m sobre el suelo, como número de brazos por pie.

	Especies	Densidad (Indiv./Ha)	Ramificaciones/ Pie
Salamá	<i>Pilosocereus leucocephalus</i> (Poselger) Byles & G.D.Rowley	95.6	4.78
	<i>Stenocereus eichlamii</i> (Britton & Rose) Buxb. ex Bravo	4.4	2.67
	<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto ex Pfeiff.) Buxb.	522.8	7.43
Motagua	<i>Pilosocereus leucocephalus</i> (Poselger) Byles & G.D.Rowley	29.4	2.08
	<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto ex Pfeiff.) Buxb.	232.8	5.79

**Tabla 2.** Estimaciones de densidad y ramificaciones de cactáceas arborescentes en los dos valles.



**Grafico 1.** Gráficos de agrupación con el método de unión simple y el índice de similitud de Jaccard (A) y de Morisita (B).

### Discusión de resultados

La riqueza de especies encontrada en el valle del Río Motagua es menor a la observada anteriormente de 232 especies (Véliz 2003). Esto se debe a la diferente metodología para

colectar los datos. En el trabajo de Véliz se invirtió mayor esfuerzo, con unidades muestrales más grandes, alargadas como transectos y distribuidas en más localidades, al norte y al sur del Río. Considerando que las porciones al norte y al sur del río solo comparten un 52% de similitud en cuanto a riqueza, y que la metodología de Véliz abarca un área desde el pie de las montañas al norte y sur, hasta el río, es de esperar menor riqueza en el presente estudio.

La riqueza encontrada junto al estimado de Jackknife para los valles indican un muestreo exitoso, con la mayoría de especies encontradas para cada zona en los valles. En el valle de Río Motagua, aún con la riqueza encontrada, se obtuvo la mayoría de especies esperadas, no para el valle, sino para alguna comunidad vegetal no caracterizada distribuida en las localidades muestreadas al norte del río. De manera similar deben ser considerados los resultados obtenidos para el valle de Salamá, donde la riqueza encontrada corresponde al bosque de la región central del valle.

En ambos valles se conoce historial de perturbación principalmente antropogénica, pueden observarse actividades como ganadería, corte de árboles y arbustos para madera y leña, así como incendios. Además en el valle de Salamá y valles cercanos, es común el corte de cactáceas columnares con el objetivo de eliminarlas debido a creencias populares. Esta información permite suponer bosques inmaduros y heterogéneos, con diferentes grados de regeneración (Montaña 1992).

La diferencia en el estado de la regeneración puede ser una causa de la diferencia en la riqueza encontrada en los valles. En el área del valle de Salamá se conoce un historial de fuego y ganadería reciente, se observa el bosque bajo, con abundantes arbustos jóvenes, posiblemente una fase de regeneración temprana. El bosque en el valle del Motagua, que era más alto, con menos árboles, aparentemente más antiguos, corresponde a una fase de regeneración más avanzada. Según Montaña (1992) existe una relación inversa entre la riqueza de especies y el avance en la fase de regeneración, lo que corresponde a una mayor riqueza en el valle de Salamá que en el valle del Motagua, como se observa.

La diferencia en altitud de las localidades muestreadas y la distancia entre estas y las montañas que rodean a cada valle se debería reflejar también en la riqueza. Las localidades del valle del Motagua presentan una baja altitud (<400m), terreno plano y están alejadas de las montañas, por lo que se espera encontrar especies propias del lugar. Las localidades en el valle de Salamá presentan mayor altitud (925-1150m), terreno inclinado y están cerca o al pie de cerros y montañas, por lo que se espera encontrar mayor heterogeneidad, con especies propias de un bosque seco y algunas de un bosque de más altura y humedad, lo que produce una mayor riqueza de especies.

La posibilidad de que las comunidades vegetales fueran diferentes es otra causa de la diferencia de riqueza entre los dos valles, presentando cada una su propia riqueza y tamaño mínimo (Matteucci y Colma 1982), lo que se hizo evidente al igualar el esfuerzo.

El total de especies compartidas por los dos valles es solo del 20%, mientras el total de familias compartidas es del 38%. Debido a su abundancia, las cactáceas, junto a familias como Burseraceae, Caesalpiniaceae y Mimosaceae pueden considerarse características de los valles semiáridos estudiados.

Los índices de diversidad utilizados asocian la diversidad con la heterogeneidad de abundancia de las especies en las comunidades. Según ambos índices la diversidad es mayor en el valle del Río Motagua. Esta mayor diversidad puede deberse a la distribución espacial de las unidades muestrales, en tres localidades, en lugar de dos como en Salamá. Al ubicar tres localidades se pudo tomar diferentes zonas de la distribución de las especies, observando diferencia en la abundancia de estas.

La mayor diversidad en el valle del Motagua no concuerda con la mayor heterogeneidad del bosque observada en Salamá. Aquí el terreno presentaba diferentes grados de perturbación y mayor inclinación. Pero la diferencia de diversidad se podría explicar por la alta abundancia de unas pocas especies en Salamá.

La diversidad según el índice de Simpson es alta en los dos valles, aunque según Krebs (1999) en muestras menores a 30 unidades muestrales el índice tiende a subestimar la

diversidad. Por esto se puede esperar que al aumentar el esfuerzo se encuentre una diversidad mayor, posiblemente más parecida entre valles.

El dendrograma generado utilizando el índice de similitud de Jaccard agrupa a las parcelas según el valle, con similitud de hasta 30%. Las pocas especies comunes en los dos valles (20% de las especies) son sobrevaloradas en este análisis, ya que al comparar la sumatoria de unidades muestrales por valle, la similitud es solo de 0.1978, equivalente al número de especies comunes.

Con el índice de similitud de Morisita se obtiene un dendrograma que relaciona parcelas de localidades y valles diferentes. Las parcelas se agrupan según la abundancia similar de especies comunes como *Stenocereus pruinosus*, *Pilosocereus leucocephalus*, *Ximenia americana*, *Haematoxylum brasiletto* y *Guaiacum coulteri*. La similitud es variable entre unidades muestrales debido a las pocas especies comunes, la alta riqueza y las numerosas especies raras.

Al comparar entre valles la sumatoria de parcelas se obtiene una similitud de Morisita de 0.6754, lo que indica una alta similitud explicada por la abundancia de las especies más comunes antes mencionadas. Se observa la sensibilidad del índice a la abundancia de especies comunes y al tamaño de la muestra, primero de 0.1Ha y después de 1.8Ha.

La densidad de cactáceas columnares es mayor en el valle de Salamá, donde también presentan el mayor número de ramificaciones. La mayor densidad puede deberse a la poca competencia que enfrentan las cactáceas en este valle, donde los incendios son frecuentes y eliminan a la mayoría de hierbas y arbustos, pero no a las cactáceas. El número mayor de ramificaciones bajas (1.3m) en Salamá también se relaciona con la altura del bosque, donde la mayoría de plantas son jóvenes y bajas, contrario al bosque del Motagua, donde posiblemente se ramifican más arriba.

## **Conclusiones**

La diversidad de especies arbóreas y arbustivas es disimilar entre los valles de Salamá y del Río Motagua según la diferente riqueza de especies y familias, y la densidad de cactáceas columnares, pero es ligeramente similar según la heterogeneidad en la abundancia de las especies.

## **Recomendaciones**

Se debe plantear un estudio de vegetación con parcelas fijas para ser monitoreadas en el tiempo, e incluir las plantas herbáceas y de otros hábitos para comprender mejor la distribución y abundancia de las plantas en estos bosques, y su relación con las etapas de regeneración de estos.

Los resultados de esta investigación pueden compararse con los de futuras investigaciones para buscar relaciones entre la diversidad de plantas en relación al ambiente, información útil para la evaluación de alteraciones ambientales.

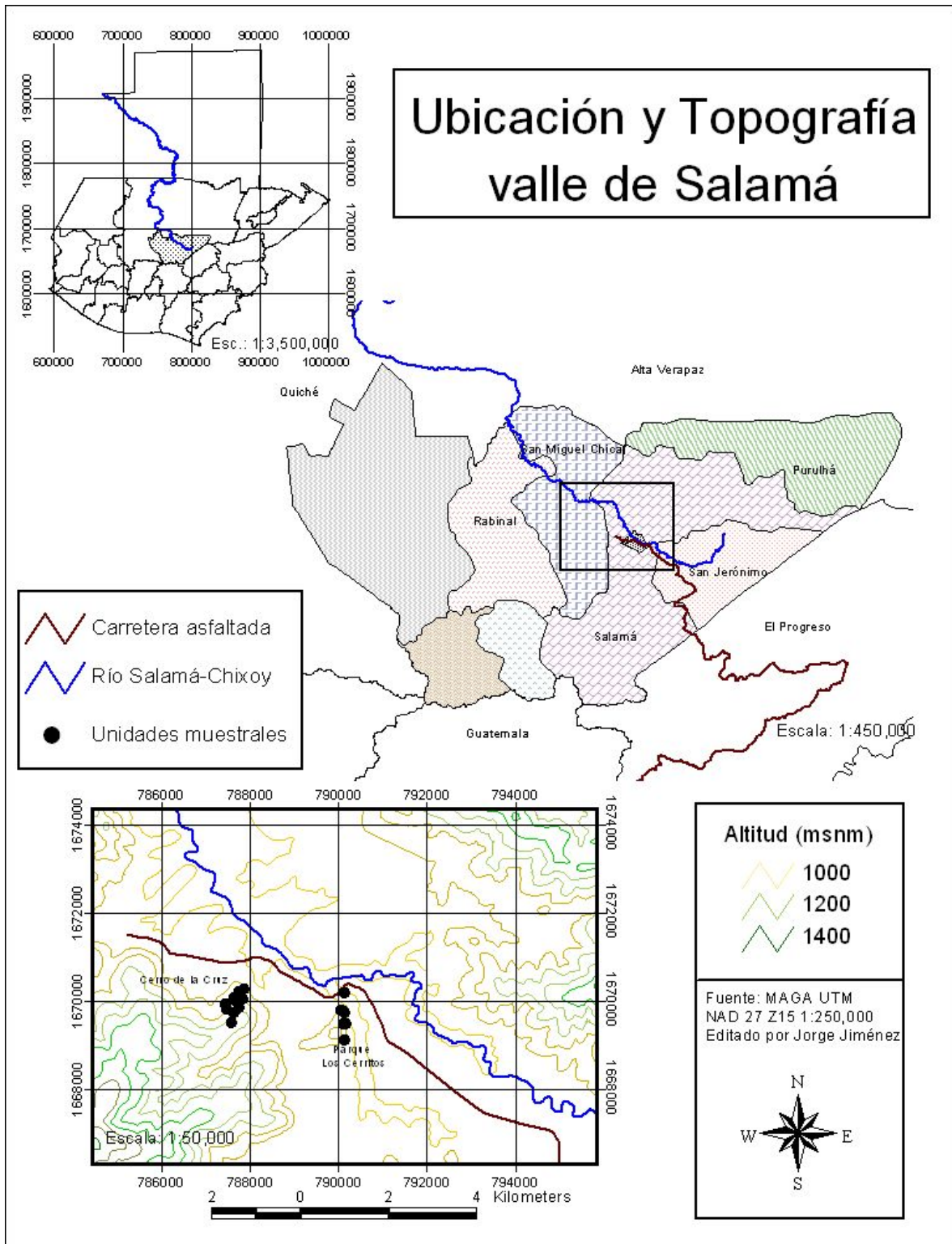
## **Referencias bibliográficas**

- BASTERRECHEA M. Caracterización de la cuenca del Río Motagua, Guatemala. Río de Janeiro: Brasil. Biol. 1986 12: 469-476pp.
- CASTAÑEDA C., AYALA H. Vida en la zona semiárida de Guatemala. Guatemala: Facultad de Agronomía, USAC, 1996. 36pp.
- COATES A.G. Central America, a natural and cultural history. EE.UU.: Yale University Press, 1997. xvi+276pp.
- CUELLO N. Los bosques del Parque Nacional Guaramacal, Estado de Trujillo, Venezuela. p. 3-19. (En Taller 4, Memorias IV Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable en los Andes. Andressen R., Monasterio M. eds. Venezuela: AMA, 2001.)
- DE LA CRUZ J.R. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Guatemala: MAGA, 1982. 42pp.
- HAMMER O., HARPER D.A.T., RYAN P.D. Palaeontological Statistics ver. 1.34. 2005. <http://folk.uio.no/ohammer/past>.
- INSIVUMEH. Atlas climatológico. Guatemala: INSIVUMEH, 2004.
- KREBS C. Ecological methodology, 2da ed. EE.UU.: Benjamín-Cummins, 1999.

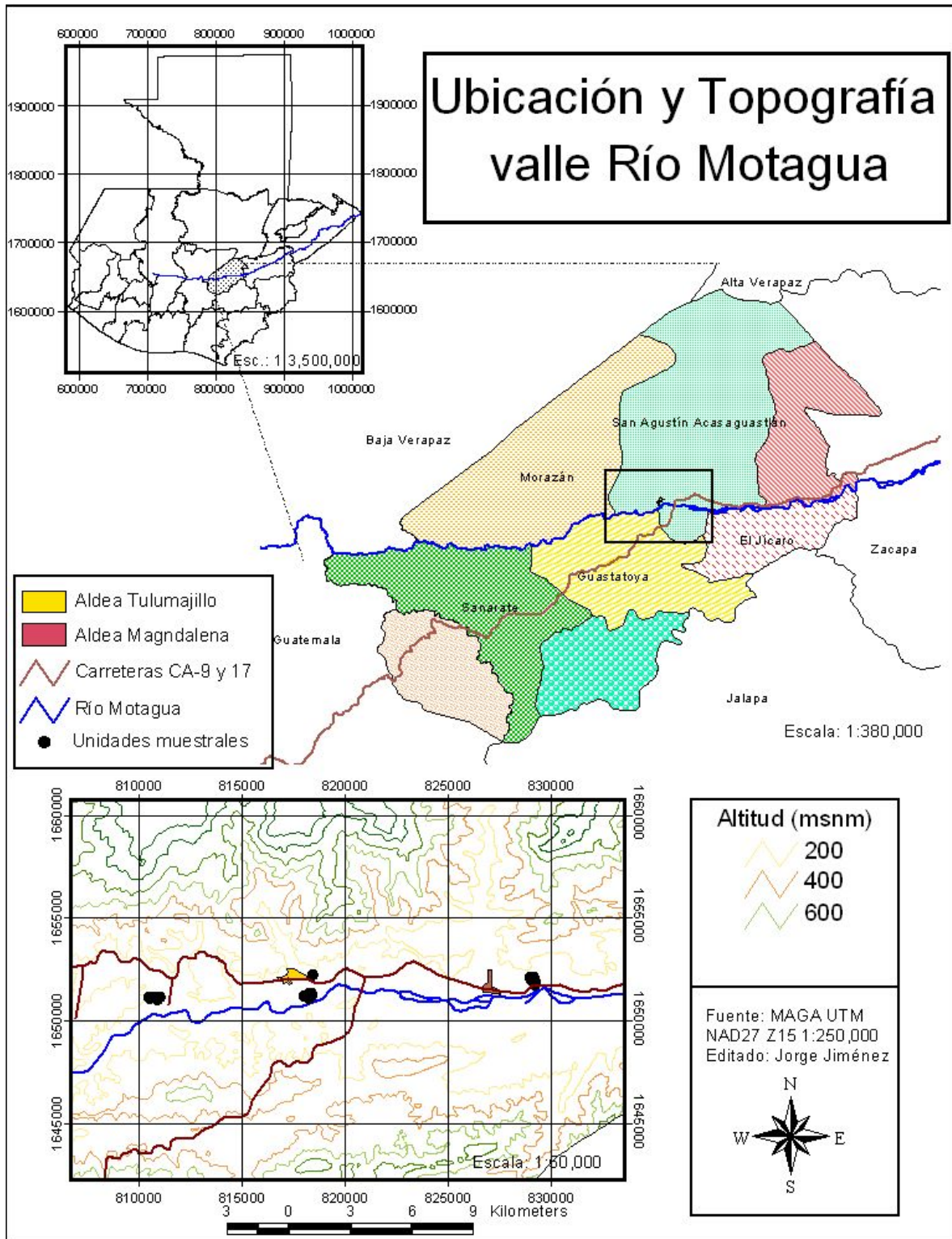


- MAGA. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Base de datos y mapas de Guatemala. Guatemala, 2002.
- MATTEUCCI D., COLMA A. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington: OEA, 1982. 163pp.
- MONTAÑA C. The colonization of bare areas in two-phase mosaics of an arid ecosystem. *J. of ecology* 1992, 80:315-327.
- MORENO C.E. Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: M&T SAE, 2001. 84pp.
- PÉREZ M. Fenología de cactáceas presentes en el bosque seco y espinoso de la región semiárida del Motagua, durante la época lluviosa. Guatemala: USAC, Informe Final de EDC, Escuela de Biología, 2004.
- SIDAHMED A.E. The rangelands of the arid/semi-arid areas: Challenges and hopes for the 2000s. FAO, 1998. 16pp.
- STANDLEY P.C., STEYERMARK J.A., WILLIAMS L.O. Flora of Guatemala. *Fieldiana, Bot.* 24. 1946-1977.
- STUART L. A description of a subhumid corridor across northern Central America, with comments on its herpetofaunal indicators. *Contributions from the laboratory of vertebrate biology, Michigan*: 1954, 65:1-25.
- VALIENTE-BENUET *et al.* Ecological relationships between columnar cacti and nectar feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 1996, 12: 103-119.
- VALIENTE-BENUET A. Vulnerabilidad de los sistemas de polinización de cactáceas columnares de México. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 2002, 75(1): 99-104.
- VALLE L. *et al.* Áreas prioritarias para la conservación en el sector norte del matorral espinoso del Valle del Río Motagua. Guatemala: Fundación Defensores de la Naturaleza, 1999. 168pp.
- VALVERDE P., MONTAÑA C. A rapid methodology for vegetation survey in Mexican arid lands. *Journal of Arid Environments* 1996, 34: 89-99.
- VÉLIZ M.E., et al. La diversidad florística del Monte Espinoso de Guatemala. Guatemala: DIGI, USAC, 2003. 52pp.

# Anexo 1



## Anexo 2



Anexo 3

Resumen de riqueza y abundancia de especies (individuos/Ha) en cada valle.

No.	Familia	Especie	Salamá	Motagua
1	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	2.78	
2	Asteraceae	<i>Verbesina guatemalensis</i> B. L. Rob. & Greenm.	0.56	
3	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	2.78	
4		<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. Ex Kunth	12.78	
5	Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth.) Britten & Baker		5.56
6	Boraginaceae	<i>Cordia truncatifolia</i> Bartlett		3.33
7	Burseraceae	<i>Bursera bipinnata</i> (Sessé & Moc.) Engler.	97.22	
8		<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engler.	5.56	
9		<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.		2.78
10		<i>Bursera schlechtendalii</i> Engler		30.56
11		<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	19.44	3.33
12	Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelink		36.67
13		<i>Nopalea guatemalensis</i> Rose	2.22	32.22
14		<i>Pereskia lychnidiflora</i> DC.	2.22	14.44
15		<i>Pilosocereus leucocephalus</i> (Poselger) Byles & G.D.Rowley	95.56	29.44
16		<i>Stenocereus eichlamii</i> (Britton & Rose) Buxb. ex Bravo	4.44	
17		<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto ex Pfeiff.) Buxb.	522.78	232.78
18	Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & Rose) Standl.	15.00	5.56
19		<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	39.44	114.44
20		<i>Senna atomaria</i> (L.) H. S. Irwin & Barneby	26.11	2.78
21		<i>Senna skinnerii</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby		15.00
22	Convolvulaceae	<i>Ipomoea pauciflora</i> Mart. & Gal.	20.00	
23	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylon fiscalense</i> Standl.		5.56
24	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus tubulosus</i> (Mill. Arg.) I.M. Johnst.	72.78	
25		<i>Cnidoscolus urens</i> (L.)Arthur.		2.78
26		<i>Euphorbiaceae 1</i>	1.11	
27		<i>Jatropha curcas</i> L.	15.56	
28	Fabaceae	<i>Apoplanesia paniculata</i> Presl.		27.78
29		<i>Diphysa macrophylla</i> Lundell	3.33	
30		<i>Casearia</i> sp.		1.11
31	Flacourtiaceae	<i>Prockia crucis</i> P. Brown ex L.	0.56	
32		<i>Xylosma velutinum</i> (Tul.) Triana & Planch.	30.00	
33	Hernandiaceae	<i>Gyrocapus jatrophifolius</i> Domin	1.67	
34	Julianaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i> Schtdl.		1.67
35	Malpighiaceae	<i>Heteropteris laurifolia</i> (L.) Juss.	16.11	
36		<i>Malpighia emarginata</i> DC.		1.11
37	Malvaceae	<i>Malvaceae</i> sp.		1.11
38	Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i> L.	2.22	
39	Mimosaceae	<i>Acacia centralis</i> (Britton & Rose) Lundell		1.67
40		<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	9.44	9.44
41		<i>Acacia pennatula</i> (Schtdl. & Cham.) Benth.	1.67	
42		<i>Acacia picachensis</i> Brandegeee		10.56
43		<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	5.00	
44		<i>Leucaena diversifolia</i> (Schtdl.) Benth.	8.89	86.67
45		<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	1.11	
46		<i>Lysiloma desmostachys</i> Benth.	3.89	
47		<i>Lysiloma kellermanii</i> Britton & Rose	7.22	

48		<i>Mimosa platycarpa</i> Benth.		92.78
49		<i>Pithecellobium</i> sp.		11.67
50		<i>Zapoteca tetragona</i> (Willd.) H.M. Hern.	0.56	
51	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.		0.56
52	Myrtaceae	<i>Psidium guineense</i> Sw.	2.22	
53	Olacaceae	<i>Ximenia americana</i> L.	20.00	126.11
54	Polygonaceae	<i>Polygonaceae</i> 1	2.78	
55		<i>Polygonaceae</i> 2	8.33	
56	Rubiaceae	<i>Hintonia standleyana</i> Bullock		1.11
57	Rutaceae	<i>Zanthoxylum culantrillo</i> Kunth.	61.11	0.56
58		<i>Zanthoxylum limoncello</i> Planch & Oerst.	14.44	
59	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.		0.56
60		<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.		20.00
61		<i>Sideroxylon obtusifolium</i> ssp. <i>buxifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	11.67	4.44
62		<i>Sideroxylon portoricense</i> ssp. <i>minutiflorum</i> (Pittier) T.D. Penn.		6.11
63	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	3.89	
64	Theophrastaceae	<i>Jacquinia donnell-smithii</i> Mez		20.00
65		<i>Jacquinia pungens</i> Gray		27.22
66	Tiliaceae	<i>Luehea candida</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Mart.	6.11	5.00
67		<i>Triumfetta calderonii</i> Standl.	12.78	
68	Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i> Kunth		1.11
69	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray		49.44
70		Leguminosa 1 con aguijones	1.11	
71		Morfoespecie 1 Staphyleaceae	1.67	