

**Informe final\* del Proyecto JF119**  
**Inventario florístico de los cerros San Martí y El Patol en el semidesierto queretano**

<b>Responsable:</b>	Dr. Oscar Ricardo García Rubio
<b>Institución:</b>	Universidad Autónoma de Querétaro
<b>Dirección:</b>	Apartado Postal 184, Querétaro, Qro, 76010 , México
<b>Teléfono/Fax:</b>	442 192 1200 Ext. 65400; fax: 442 234 2951
<b>Fecha de inicio:</b>	Enero 15, 2013.
<b>Fecha de término:</b>	Abril 6, 2016.
<b>Principales resultados:</b>	Base de datos, informe final, fotografías, cartografía.
<b>Forma de citar** el informe final y otros resultados:</b>	García Rubio, O. R. 2015. Inventario florístico de los cerros San Martí y El Patol en el semidesierto queretano. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. <b>Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. JF119</b> , México D. F.

**Resumen:**

El semidesierto Queretano, es un área natural de singular belleza escénica, que alberga un considerable número de especies vegetales endémicas, principalmente de la familia Cactaceae. Lamentablemente, es también escenario de complejos problemas ambientales y sociales, lo que se ha manifestado en la vulnerabilidad de su ecosistema y en la permanencia de algunas de sus especies vegetales y animales. Una vía para implementar estrategias encaminadas a su conservación es conocer su riqueza florística, sin embargo, así como otras regiones de México, los inventarios de flora están incompletos, se presentan en zonas puntuales o simplemente son inexistentes. En base a lo anterior se plantea llevar a cabo el inventario florístico de los cerros San Martín y el Patol, ubicados en el semidesierto Queretano. Ambos se encuentran flanqueados por los pueblos de Bernal, Cadereyta, Colón y San Pablo. Con este trabajo se pretende obtener una colección de ejemplares de herbario y una base de datos con mínimo 2000 colectas, así como un mínimo de 500 fotografías, las cuales representarán alrededor de 200 especies de Anthophytas. Los especímenes serán depositados en el herbario QMEX de la Universidad Autónoma de Querétaro; además, sus duplicados serán enviados a los herbarios IEB y MEXU. Con este proyecto se pretende contribuir al conocimiento florístico de la región.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

## INFORME FINAL

# JF 119 INVENTARIO FLORÍSTICO DE LOS CERROS SAN MARTÍ Y EL PATOL EN EL SEMIDESIERTO QUERETANO

### Institución Responsable

Universidad Autónoma de Querétaro. Cerro de las Campanas S/N. Col. Las Campanas. Santiago de Querétaro, Querétaro. C.P. 76010.

### Representante Administrativo y Legal

Dr. Irineo Torres Pacheco. Cerro de las Campanas Centro Universitario Querétaro CP 76010. Tel. 442 192 1200 Ext. 3208. Correo electrónico: invpos@uaq.mx.

### Responsable Técnico

Dr. Oscar Ricardo García Rubio Profesor Investigador. Tel.: 442 192 1200 Ext. 65440; fax: 442 234 2951.

Julio 2015

## Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. ANTECEDENTES.....	4
III. OBJETIVO.....	8
Objetivos Particulares.....	8
IV. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	8
V. MÉTODOS.....	10
Colecta de Ejemplares Botánicos.....	10
Identificación de los Ejemplares Botánicos.....	11
Captura de Imágenes.....	11
Actualización del Mapa de Uso de Suelo y Vegetación.....	11
VI. RESULTADOS.....	12
Cumplimiento de los Indicadores de Avance.....	12
Corrección a las Observaciones del Tercer Informe.....	13
Biodiversidad Vegetal.....	13
Especies Exóticas.....	15
Cambio del Uso de Suelo y Vegetación (USV).....	16
VII. DISCUSIÓN.....	19
VIII. CONCLUSIONES.....	20
IX. AGRADECIMIENTOS.....	22
X. REFERENCIAS.....	23
Anexo I.....	25
Anexo II.....	30
Anexo III.....	32

## I. INTRODUCCIÓN

La flora mexicana está reconocida como una de las más ricas y diversas del planeta. Las estimaciones de Rzedowski (1998), mencionan que existen aproximadamente 220 familias, 2,410 géneros y 22,000 especies, que representan entre el 10 y 12 % del total mundial. Villaseñor (2004) estimó que pueden ser hasta 6,663 géneros los que existen en México, de los cuales 218 se consideran como endémicos. A este respecto, el endemismo es elevado, ya que cerca del 52 % de las especies son exclusivas del país (Rzedowski y Equihua, 1987; Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1991; Villaseñor, 2003).

A pesar de los múltiples trabajos que se abocan a conocer y cuantificar la riqueza florística de México (*e. g.* Flora de Mesoamérica, Flora de Norteamérica, etc.) su amplia diversidad no ha sido documentada debidamente, en buena medida por la falta de un inventario depurado de las especies conocidas, por lo que serán necesarios varios años de trabajo en la colecta de especímenes, y en el trabajo de gabinete para tener bases de datos depuradas. En este sentido aún existen varias regiones que no han sido estudiadas o cuya exploración ha sido poca o nula. Una de ellas es la flora del semidesierto, que es particularmente diversa. La zona de estudio se encuentra inmersa en el semidesierto Querétano-Hidalguense y está enmarcada entre los cerros de San Martín y El Patol; área que forma parte de las regiones terrestres reconocidas por la CONABIO como áreas prioritarias para la investigación y conservación biológica (Arriaga *et al.*, 2000).

Varios autores consideran a esta región como la parte más sureña del Desierto Chihuahuense, que es considerado como una región rica en endemismos y que guarda una riqueza florística importante para la región, particularmente la zona presenta las especies vegetales más raras y amenazadas (Hernández *et al.*, 2008). El área de San Martín y El Patol ha sido poco estudiada y a la fecha no existen registros fiables de su flora en general, salvo casos de especies particulares (*e. g.* *Dasyllirion acrotriche*, *Strombocactus disciformis*, *Turbinicarpus pseudomachrochele*, *Lophophora difusa*, etc.); o las colectas para la serie de la Flora del Bajío y Regiones Adyacentes (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1991). En lo que se refiere a los alrededores del pueblo de Bernal, el único trabajo que hace referencia a su flora es el de Zamudio *et al.* (1992), donde se describe la vegetación dominante del lugar, principalmente árboles y cactáceas. Las caminatas de reconocimiento de la biodiversidad que se han llevado a cabo, reflejan una alta diversidad biológica, particularmente de grupos como los reptiles y la flora. Por ello es pertinente llevar a cabo estudios detallados sobre estos grupos en esta región.

Por lo antes mencionado, la meta de este estudio fue coleccionar y analizar la riqueza florística de los cerros San Martín y el Patol; conjuntando una colección de ejemplares y fotografías de las especies encontradas. Contribuyendo así al conocimiento florístico local, y en general de la región del semidesierto Querétaro-Hidalguese. Cabe señalar que este estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Integridad Biótica y el Herbario Jerzy Rzedowski de la Universidad Autónoma de Querétaro, con la ayuda de varios colegas botánicos que colaboraron en la correcta identificación de los especímenes.

## II. ANTECEDENTES

El semidesierto Queretano; que forma parte del Desierto Chihuahuense, presenta una compleja orografía que ha contribuido a mantener extensas áreas bien preservadas. Se caracteriza por presentar una biodiversidad relativamente alta, que contiene numerosas plantas endémicas, por ello es considerado entre los tres desiertos más destacados en el mundo (Dinerstein *et al.*, 1999) y una de las 37 áreas silvestres más prístinas del planeta (Mittermeier *et al.*, 2002). A pesar de ello, los inventarios de flora para esta región están incompletos, se presentan en zonas puntuales o simplemente son inexistentes. Se han llevado a cabo varias colectas para algunos fascículos de la Flora del Bajío y Regiones Adyacentes (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1991). En lo que se refiere a los alrededores del pueblo de Bernal, el único trabajo que hace referencia a la flora es el de Zamudio *et al.* (1992), en donde describen la vegetación del lugar, registrando diversas especies de cactáceas de los géneros *Coryphantha*, *Mammillaria* y *Opuntia*, así como la presencia de diversas especies, de las cuales las más frecuentes son: *Acacia farnesiana*, *Acacia schaffneri*, *Anisacanthus quadrifidus*, *Agave lechuguilla*, *Bouvardia ternifolia*, *Brickellia veronicifolia*, *Brongniartia intermedia*, *Bursera fagaroides*, *Calliandra eriophylla*, *Celtis pallida*, *Condalia mexicana*, *Coreopsis mutica*, *Croton ciliato-glandulifer*, *Croton rzedowskii*, *Dalea dorycnoides*, *Dalea lutea*, *Eupatorium espinosarum*, *Eysenhardtia polystachya*, *Forestiera phillyreoides*, *Iresine schaffneri*, *Ipomoea murucoides*, *Karwinskia humboldtiana*, *Mimosa biuncifera*, *Mimosa lacerata*, *Prosopis laevigata*, *Salvia keerlii*, *Salvia melissodora*, *Yucca filifera*, *Zaluzania augusta*, entre otras especies de hierbas, trepadoras y epífitas; sin embargo la riqueza y diversidad del lugar es superior a la registrada por dichos autores (observación personal).

En la actualidad, el área de estudio está inmersa en un complejo escenario que mezcla problemas ambientales y sociales, lo que se ha manifestado en la vulnerabilidad de sus ecosistemas que compromete la permanencia de algunas de sus especies vegetales; por ejemplo, existen alrededor de 17

especies de cactáceas amenazadas, entre las que destacan *Echinocactus platyacanthus* y *Mammillaria crinita* subsp. *crinita* (fig. 1). Otra especie amenazada es *Turbinicarpus pseudomacroechele*, que se desarrolla junto a una mina de yeso en plena explotación, situando a esta región como el segundo núcleo dentro del desierto Chihuahuense, que alberga un número considerable de cactáceas vulnerables a la extinción (Arias *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2006). Respecto de los problemas ambientales y sociales, son tres los factores principales que inciden en el área. A continuación se describen brevemente y se señalan los posibles efectos derivados de tal problemática.



**Figura 1.** Izquierda, *Echinocactus platyacanthus*. Derecha, *Mammillaria crinita* subsp. *crinita*.

Turismo. La política local ha incentivado el turismo en los últimos años, logrando un incremento en la afluencia de visitantes a los principales pueblos de la región, como la Peña de Bernal y Tequisquiapan (fig. 2). La oferta de caminatas de naturaleza en los alrededores pone en peligro a la fauna y flora local, ya que los esquemas de atracción turística son similares a los de otros pueblos con escenarios parecidos, como en Real de 14 y Estación Wadley, donde el turismo en los “Willis” incluye la visita, extracción y “prueba” de peyote (*Lophophora williamsii*). La educación ambiental es indispensable para la preservación y conservación del capital natural de la región, base de su desarrollo es la planeación sobre listados confiables de flora y fauna local. Derivado de esta actividad el desarrollo de fraccionamientos se ha incrementado, el cambio de uso de suelo es una práctica común en la zona. Una buena porción de tierras han cambiado su vocación forestal por el de un uso habitacional.





**Figura 2. Incremento del turismo en pueblos del área. Izquierda, Peña de Bernal. Derecha, Tequisquiapan.**

Minería. Los bancos de yeso a cielo abierto (fig. 3) representan un problema en dos sentidos, uno es la extirpación de grandes áreas de vegetación, esta práctica ha arrasado ya con una población de *T. pseudomacrochele*; y por otro lado, la cantidad de sólidos suspendidos resultantes del proceso de extracción del mineral, crea una cortina de polvo que se deposita sobre la flora de las inmediaciones de las minas, ocasionando una disminución de la capacidad fotosintética e intercambio gaseoso, al obstruir el sistema estomático, ello impacta en la esperanza de vida, capacidad de reproducción y establecimiento de la flora.



**Figura 3. Mina de yeso, San Antonio de la Cal.**

Colecta de especies vegetales. La tercer presión detectada, es la colecta de *Dasyllirion longissimum* y *D. acotriche* y otra serie de pequeñas plantas (algunas *Tillandsia* spp. y *Mammillaria* spp.) que son empleadas para la construcción anual de “El Arco Floral”, una estructura ceremonial que se arma frente a las iglesias de la zona de Tolimán y pueblos aledaños (fig. 4). En el proyecto “Fortalecimiento de UMA y germinación *in vitro* del Xotol cucharilla (*Dasyllirion acrotiche*) y vara de

cuete (*Dasyllirion longissimum*)”, en el que colaboramos con el grupo “Los Xitales de San Miguel”; se ha contabilizado el uso de al menos 370 plantas por año más otra proporción menor no registrada. Esta práctica ha acabado con varias de las poblaciones conocidas de *Dasyllirion* spp. en la región.



**Figura 4. Construcción del Arco Floral (Chimal), San Miguel Tolimán.**

Bajo estos escenarios, se están llevando a cabo algunas estrategias que permitirán reducir los impactos. En el caso de la explotación de las poblaciones de *Dasyllirion* spp., se está trabajando en el cultivo de la planta por métodos tradicionales y por micropropagación, para emplearla en la festividad, así como para iniciar los procesos de recuperación de las poblaciones silvestres. Para ordenar las acciones turísticas, de cambio de uso de suelo y de explotación minera, se está desarrollando el Plan de Ordenamiento por Municipio, de todos los que conforman el estado de Querétaro. Con ello se pretende disminuir los impactos detectados sobre la flora del semidesierto Queretano.

Por ello, este proyecto tuvo como metas coleccionar y analizar la riqueza florística de los cerros San Martín y el Patol; conjuntando una colección de ejemplares y fotografías originales de las especies encontradas. Contribuyendo así al conocimiento florístico del estado de Querétaro y de esta región prioritaria del semidesierto Queretano-Hidalgense. En este sentido, el listado de las especies de flora será una herramienta de gestión muy importante en los procesos de ordenamiento emprendidos por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Querétaro. Además permitirá trabajar los planes de educación ambiental con pleno conocimiento de la biodiversidad vegetal que existe en la región.



### III. OBJETIVO

Colectar e inventariar la flora vascular de los cerros San Martín y el Patol, en el semidesierto Queretano, México.

#### Objetivos Particulares

- Analizar la riqueza taxonómica del área de estudio.
- Registrar la presencia de las especies vegetales que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo.
- Obtener una colección de mínimo 2000 ejemplares botánicos.
- Capturar en el sistema BIÓTICA© 5.0 mínimo 2000 registros.
- Colectar al menos 245 especies.
- Generar un archivo fotográfico de al menos 500 fotografías.
- Actualizar el mapa de uso de suelo y vegetación para el área de estudio, en proyección UTM zona 14, escala 1:50 000.
- Dos estudiantes de licenciatura graduados.

### IV. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio fue delimitada en base a la geomorfología, siguiendo las laderas de montaña y lomeríos, excluyendo las áreas de agricultura, asentamientos humanos y zonas sin vegetación aparente. El área de estudio se localiza en el estado de Querétaro entre los municipios de Ezequiel Montes, Tolimán, Cadereyta y Colón, en la región del semidesierto Queretano (fig. 5). La superficie abarca una extensión de 15399.91 ha, que se encuentra entre las coordenadas extremas 100° 1' 51" longitud Oeste y 20° 50' 37" latitud Norte, y 99° 49' 0" longitud Oeste y 20° 43' 1" latitud Norte. La altitud de los puntos de colecta, oscila entre los 1834 a los 2515 msnm, siendo el punto más alto el cerro San Martín.

La región forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Neo-volcánico (INEGI, 1986) y de la provincia florística denominada por Rzedowski (1978) como zona árida Queretano-Hidalguense. El área se caracteriza por la predominancia de suelos de origen calcáreo. La vegetación dominante es el matorral xerófilo (Zamudio *et al.*, 1992). La zona presenta una compleja orografía compuesta de 10 microcuencas (fig. 6), su accidentada superficie presenta zonas de difícil acceso que guardan una diversidad florística importante (Observación personal). El área es ampliamente visitada, ya que representa una de regiones turísticas más importantes para el estado de Querétaro. El mayor flujo de visitantes se da entre los pueblos de Cadereyta de Montes, la Peña de Bernal, San Pablo, Colón y Tequisquiapan (figura 5).

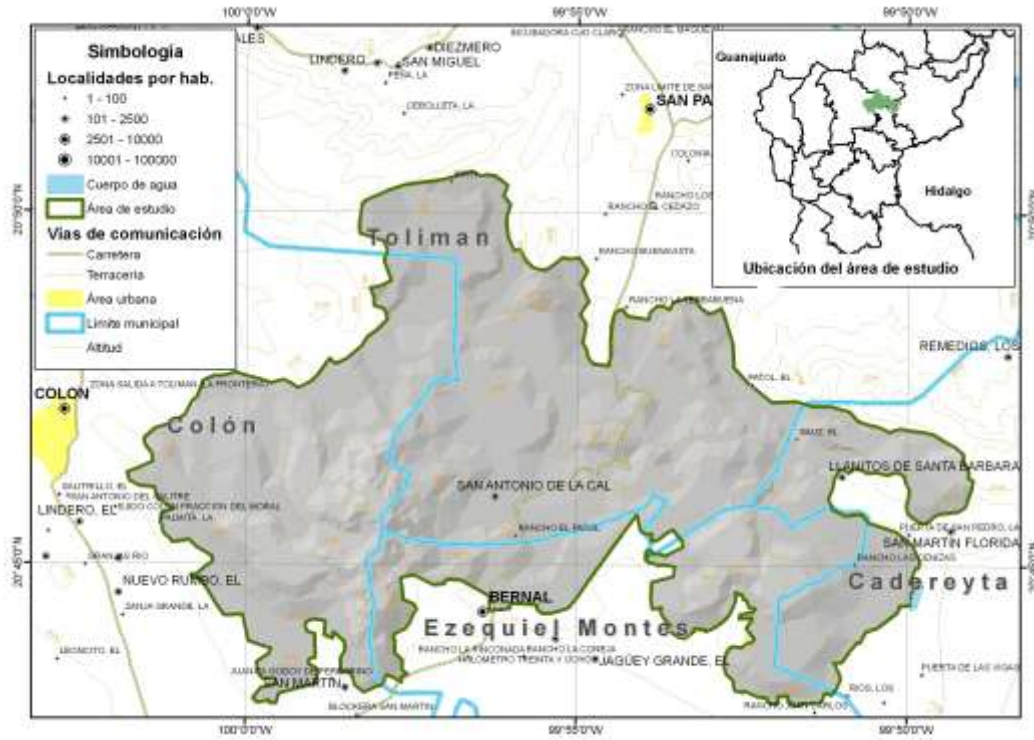


Figura 5. Ubicación del área de estudio.

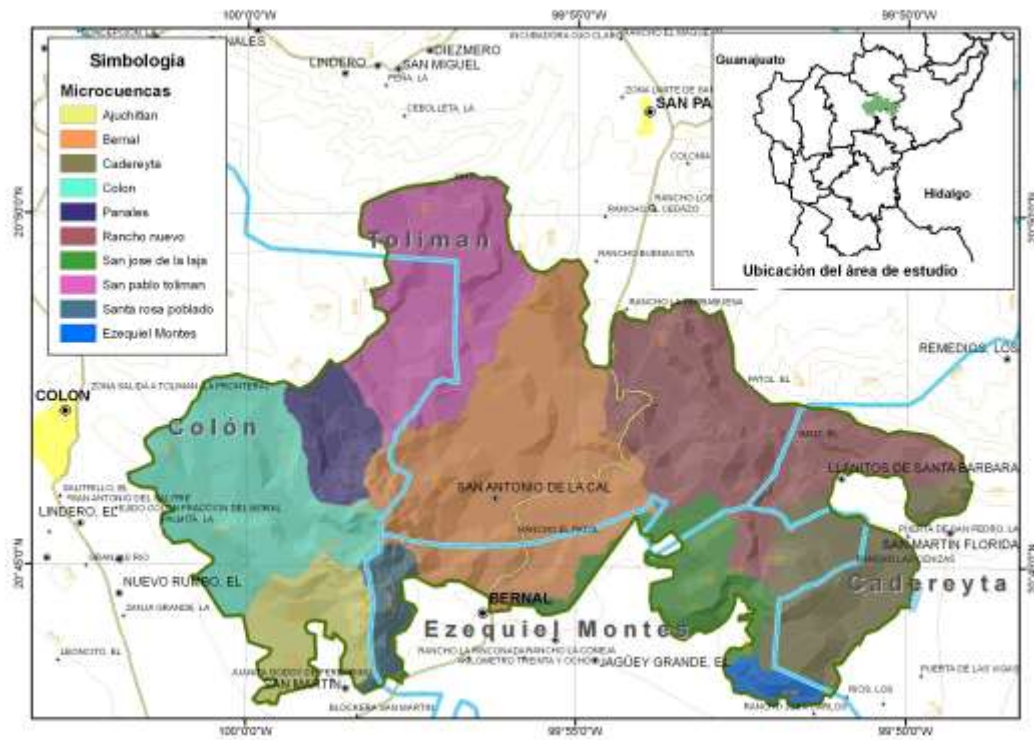


Figura 6. Delimitación de las microcuencas que contiene el área de estudio.

El clima fue caracterizado en base a la estación de Villa Bernal 22-034; de acuerdo con los criterios de Koppen modificados por García (1988), el área presenta un clima (BS1KW) con lluvias en verano, temperatura media anual entre 16 y 18°C y una precipitación de 400-600 mm. En el climograma (fig. 7) se puede observar que la temperatura más alta se registra en el mes de mayo. Mientras que entre diciembre a febrero es cuando son menores. Respecto de la precipitación, son los meses de junio a septiembre donde se registra la mayor acumulación de lluvia.

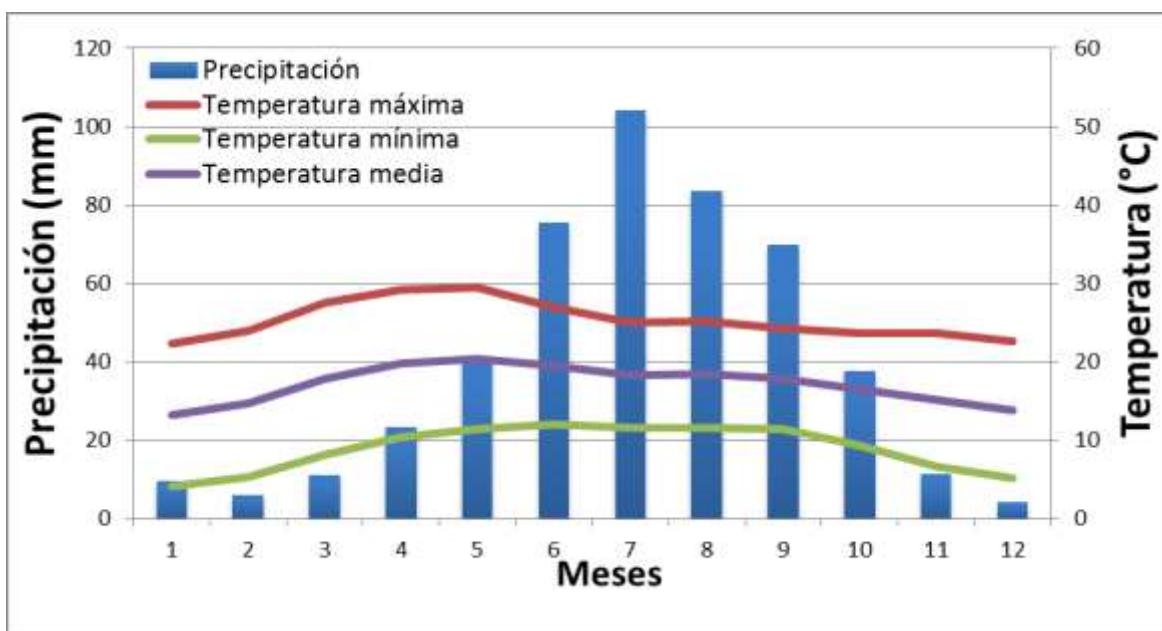


Figura 7. Climograma correspondiente a la estación Villa Bernal, Querétaro 22-034.

## V. MÉTODOS

### Colecta de Ejemplares Botánicos

La colecta se hizo de forma sistemática, cuando fue posible se colectaron tres réplicas por espécimen. Los especímenes siempre presentaron estructuras reproductivas (flor, fruto o ambas). El material vegetal fue colectado con ayuda de tijeras de podar, para algunas especies como las Yucas o algunos árboles se usó una garrocha, para las especies con estructuras subterráneas se utilizaron picos de geólogos y palas de mano para su extracción, para los ejemplares con espinas se usaron guantes de carnaza. El material vegetal se colocó entre periódicos y cartones, fueron acomodados cuidadosamente dentro de una prensa botánica para facilitar su traslado y para su posterior herborización, siguiendo los criterios de Lot y Chiang (1986). Para cada sitio de colecta fueron determinadas las coordenadas

geográficas en grados, minutos y segundos, así como la altitud y el nombre de la localidad empleando un sistema de posicionamiento global (GPS) Garmin Oregon 450.

### Identificación de los Ejemplares Botánicos

Las identificaciones a nivel de especie se han llevado a cabo en las instalaciones del Herbario Jerzy Rzedowski de la UAQ. Varios especialistas han colaborado en la identificación final de los ejemplares. Los nombres taxonómicos se agruparon siguiendo los criterios de Cronquist (1981) para Magnoliopsida y los de Dahlgren *et al.* (1985) para Liliopsida. Las autoridades taxonómicas se estandarizarán siguiendo los criterios de Brummitt y Powell (1992) y los de Villaseñor *et al.* (2008). Para asignar la categoría de riesgo se consultó la NOM-059-SEMARNAT-2010; para los ejemplares que no están bajo alguna categoría de riesgo el campo se dejó vacío. Cabe señalar que para la determinación de los grupos más críticos (*e.g.* Cactaceae, Poaceae, Asteraceae), se solicitó la ayuda de algunos expertos en tales familias.

### Captura de Imágenes

Conforme se hizo la colecta de los ejemplares vegetales se fueron tomando las fotografías correspondientes empleando una cámara CANON EOS 5 Mark II de marco completo. Se usó un lente CANON macro 65mm de foco fijo para los ejemplares de menos de 3.0 x 2.0 cm, mientras que para los de mayor tamaño se empleó un lente CANON macro de 100 mm. Las fotos de los paisajes se tomaron con un lente CANON 24-70 mm. Las imágenes fueron capturadas en formato JPGE y RAW (5616 X 3744 pixeles).

### Actualización del Mapa de Uso de Suelo y Vegetación

La actualización del uso de suelo y vegetación usó como base, en cuanto a la leyenda, la información de INEGI serie V (2013) que incluye los siguientes campos: AREA, PERIMETER, CODIGO, CLAVEFOT, CLAVE, TIP\_INFO, TIP\_ECOV, TIP\_VEG, DESVEG, FASE\_VS, OTROS, AGECOSIS, TIPAGES, TIP\_PLAN, TIP\_CUL1, TIP\_CUL2. La base vectorial para la actualización corresponde al vector del uso de suelo y vegetación del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Querétaro, 1:50 000.

Durante los trabajos de campo se determinaron los tipos de vegetación (siguiendo los criterios de Rzedowski, 1978); además se tomaron fotografías de los paisajes visitados para su registro. Se identificaron los usos de suelo y tipos de vegetación, con el fin de obtener los puntos de control para cotejarlos visualmente con las imágenes de satélite y fotografías aéreas de la zona; para ello se empleó el GPS Garmin Oregon 450.

## VI. RESULTADOS

### Cumplimiento de los Indicadores de Avance

Las actividades especificadas en el Anexo 2 han sido cubiertas conforme al cronograma, con ello los indicadores de avance comprometidos para el proyecto han sido cubiertos. En la tabla 1 se indica el porcentaje de avance.

**Tabla 1. Indicadores de avance.**

Metas	Porcentaje de alcanzado	Cumplido
Llevar a cabo 54 salidas de campo	100	SI
Colectar 2,000 ejemplares botánicos	100	SI
Capturar en el sistema BIOTICA al menos 2,000 registros	100	SI
Tomar 500 fotografías	100	SI
Titular dos estudiantes de licenciatura	100	SI
Referenciar 50 puntos de control para el mapa de USV	100	SI

La compleja orografía que presenta la zona de estudio, hizo indispensable aumentar el esfuerzo de muestreo para referenciar los puntos de control usados para la actualización del mapa de USV (Anexo I). De los 50 proyectados originalmente se tomaron 84, con lo que se cubrieron algunos relictos de vegetación no contemplados en las cartas del INEGI.

Se colectaron 2,000 ejemplares, que fueron preparados para su herborización e inclusión en la colección del Herbario Jerzy Rzedowski de la UAQ. El mismo número fue capturado en BIÓTICA© 5.0.

En los reportes parciales se entregaron 571 fotografías. Estas fotografías fueron depuradas (correcta identificación, nombre, etc.), con lo que se obtuvo un total de 501 fotografías que han sido vinculadas en el sistema BIÓTICA© 5.0.

El alumno José Guadalupe Cruz Pacheco, de la licenciatura de Biología concluyó sus créditos y está en trámites para obtener su título de la licenciatura de Biología. El estudiante David Noel Mojica Rodríguez de la licenciatura de Geografía Ambiental terminó sus créditos en este semestre, él inició los trámites correspondientes para graduarse en el transcurso del siguiente semestre.

### Corrección a las Observaciones del Tercer Informe

En el Anexo II se detallan las correcciones llevadas a cabo, conforme lo solicitado en el tercer informe.

### Biodiversidad Vegetal

Los datos de la totalidad de los ejemplares botánicos colectados fueron cargados en el sistema BIÓTICA© 5.0. Según lo comprometido en el proyecto, fueron colectados e identificados un total de 2001 especímenes, pertenecientes a 4 Divisiones, 4 Clases, 40 Ordenes, 85 Familias, 272 Géneros y 432 Especies. Cabe aclarar que, como en cualquier exploración botánica, la diversidad de la flora puede variar. Aunque se puede estimar una aproximación de las cantidades de los diferentes grupos (*e.g.* Liliopsida, Magnoliopsida, Polypodiopsida, etc.) es hasta que se llevan a cabo las colectas que se tiene pleno conocimiento de la diversidad. Diversos factores pudieron incidir en que la colecta de los especímenes de Liliopsida fueran menos de los estimados (*e.g.* variaciones climáticas como el fenómeno del Niño, que se presentó durante este estudio); sin embargo, se colectaron más ejemplares de Magnoliopsida; además, se encontraron y colectaron 48 especímenes de Polypodiopsida y 16 ejemplares de Isoetatae de los cuales no se había programado coleccionar.

En el área se desarrollan algunas especies que se encuentran listadas en la NOM-059, tal es el caso de *Turbnicarpus pseudomacrolele* que se encuentra como en peligro de extinción "P" (Cabe señalar que no se colectó por tratarse de una especie tan amenazada); *Dasyllirion acrotriche*, *Erithrina coralloides* (fig. 9), *Mammillaria longimamma*, que están Amenazadas "A"; y, *Echinocactus platyacanthus*, *Ferocactus histrix* y *Mammillaria crinita* subsp. *crinita* bajo protección especial "Pr" (SEMARNAT, 2010).



En términos de diversidad, las divisiones con mayor número de especies fueron Magnoliophyta (una Clase, 32 Ordenes, 68 Familias, 233 Géneros y 319 Especies) y Angiospermae (una Clase, 6 Ordenes, 12 Familias, 30 Géneros y 44 Especies). Las que menos presentaron fueron Polypodiophyta (una Clase, un Orden, cuatro Familias, ocho Géneros y 14 Especies) y Lycopodiophyta (una Clase, un Orden, una Familia un Género y tres Especies). Las ocho Familias más abundantes en términos de su biodiversidad se muestran en la figura 8. Entre ellas destaca Asteraceae con 49 Géneros y 62 Especies. Los Géneros con la mayor riqueza fueron *Salvia* (con nueve Especies); *Ipomoea* y *Opuntia* (con seis Especies); y, *Bouteloua*, *Cheilanthes*, *Dalea*, *Mimosa*, *Senna* y *Solanum* (con cinco Especies).

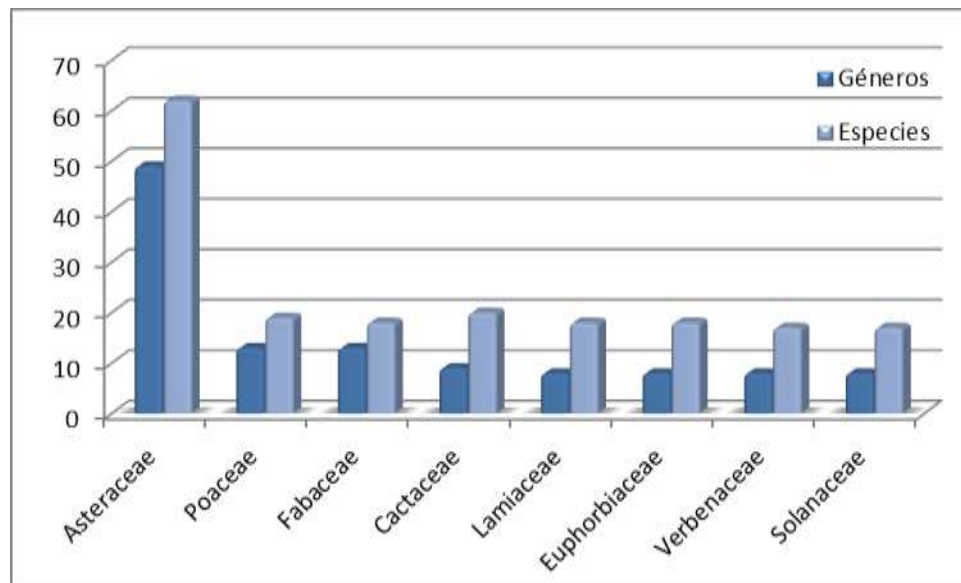


Figura 8. Familias con mayor número de géneros y especies.



Figura 9. Especies bajo alguna categoría de protección en la NOM 059. Izquierda, *Dasyliirion acrotriche*. Derecha, *Erythrina coralloides*.

## Especies Exóticas

La presencia de especies exóticas es un tema que debe de atenderse oportunamente, ya que las consecuencias sobre la biodiversidad suelen ser negativas, de hecho es la segunda causa de extinción de especies nativas, después del cambio de uso de suelo. Dentro del área de estudio se detectaron algunas especies exóticas, entre las que destaca *Arundo donax*, que se encontró repetidamente en los cuerpos de agua intermitentes y perennes. Esta especie altera el ciclo hidrológico, el ciclo de nutrientes, cambia el régimen de fuegos, con lo que desplaza a las especies nativas. En California, E. U., *A. donax* se ha establecido como residente común, lo que ha representado un serio problema para el ambiente. Otra especie detectada fue *Leonotis nepetifolia*, una planta exótica originaria de África, que se ha extendido en gran parte del centro de México, se encuentra en zonas perturbadas, principalmente carreteras, caminos de terracería y algunas áreas abiertas (fig. 10). Es considerada un problema de plaga en las Islas de Hawaii, y en Australia se considera una especie invasora. A pesar de que no es considerada como un serio problema en América, es necesario estudiar a fondo sus interacciones dentro del ecosistema; ya que además de competir por el agua con la flora local, sus atrayentes florales hacen que acapare una buena cantidad de polinizadores (observación personal), dejando en desventaja a las especies locales que no generan una recompensa floral que pueda competir con esta especie. Este fenómeno se acentúa más en ambientes desérticos y semidesérticos, donde la competencia por los recursos es mayor.



Figura 10. Plantas invasoras en el semidesierto de la RBSG. Izquierda, *Melinis repens*, derecha, *Leonotis nepetifolia*.

El pasto *Melinis repens* (fig. 10), que es la maleza con mayor distribución en las zonas áridas y semiáridas de México (Díaz *et al.*, 2012), es de particular importancia en el semidesierto. Estos pastos se han extendido a lo largo de las carreteras, donde sirven de alimento para el ganado. Se acepta que la dispersión de *M. repens* se da principalmente por el viento, las semillas son arrastradas por las ráfagas

de aire que genera el tránsito vehicular a lo largo de las vías de comunicación terrestres. Como otras plantas exóticas, este pasto compite por los recursos locales con la flora nativa (agua y nutrimentos) ya que exhibe un crecimiento muy agresivo.

### Cambio del Uso de Suelo y Vegetación (USV)

Cuando nos referimos a cambio de uso de suelo y cobertura es importante definir que el término uso del suelo, se refiere al empleo que se le da a un territorio específico; mientras que cobertura se refiere a la cubierta vegetal que representan las comunidades vegetales. El uso, se encuentra representado por las formas de ocupación, las prácticas de manejo y las fuerzas sociales, políticas y económicas que lo determinan (Medley *et al.*, 1995). Los estudios enfocados a conocer los tipos y distribuciones de los usos del suelo presentes en un área, permiten tener una visión sintética y cuantitativa de la condición en la que se encuentran los recursos naturales y la forma en la que la población accede y se apropia de dichos recursos (Lambin y Ehlich, 1997). En la escala temporal de décadas, las actividades humanas que impactan el uso del suelo son el factor principal que transforma el paisaje (Meyer y Turner, 1994). Bajo este contexto es importante conocer la dinámica de cambio de uso de suelo y cobertura en las áreas naturales protegidas, y que además representa un insumo básico para la zonificación y el manejo activo del área.

La actualización del mapa de USV (fig. 11) se llevó a cabo con el levantamiento en campo de puntos de control para verificar la clasificación de usos y coberturas de vegetación reportados en la carta del INEGI Serie IV (fig. 12). Como se puede observar, la carta presenta varias imprecisiones. No están marcadas las zonas urbanas; las áreas de siembra han cambiado; se indica la presencia de una extensa zona de pastizal inducido, que ahora está ocupado por matorral crasicaule. En la zona Sureste se ilustra un área con bosque de encino que no existe actualmente, por el contrario otros encinares se encuentran distribuidos en el área de estudio. Las actividades mineras, también han modificado el paisaje, no sólo por la extirpación de la vegetación dentro de los terrenos de la mina, sino por la contaminación del proceso que afecta a la vegetación circundante.

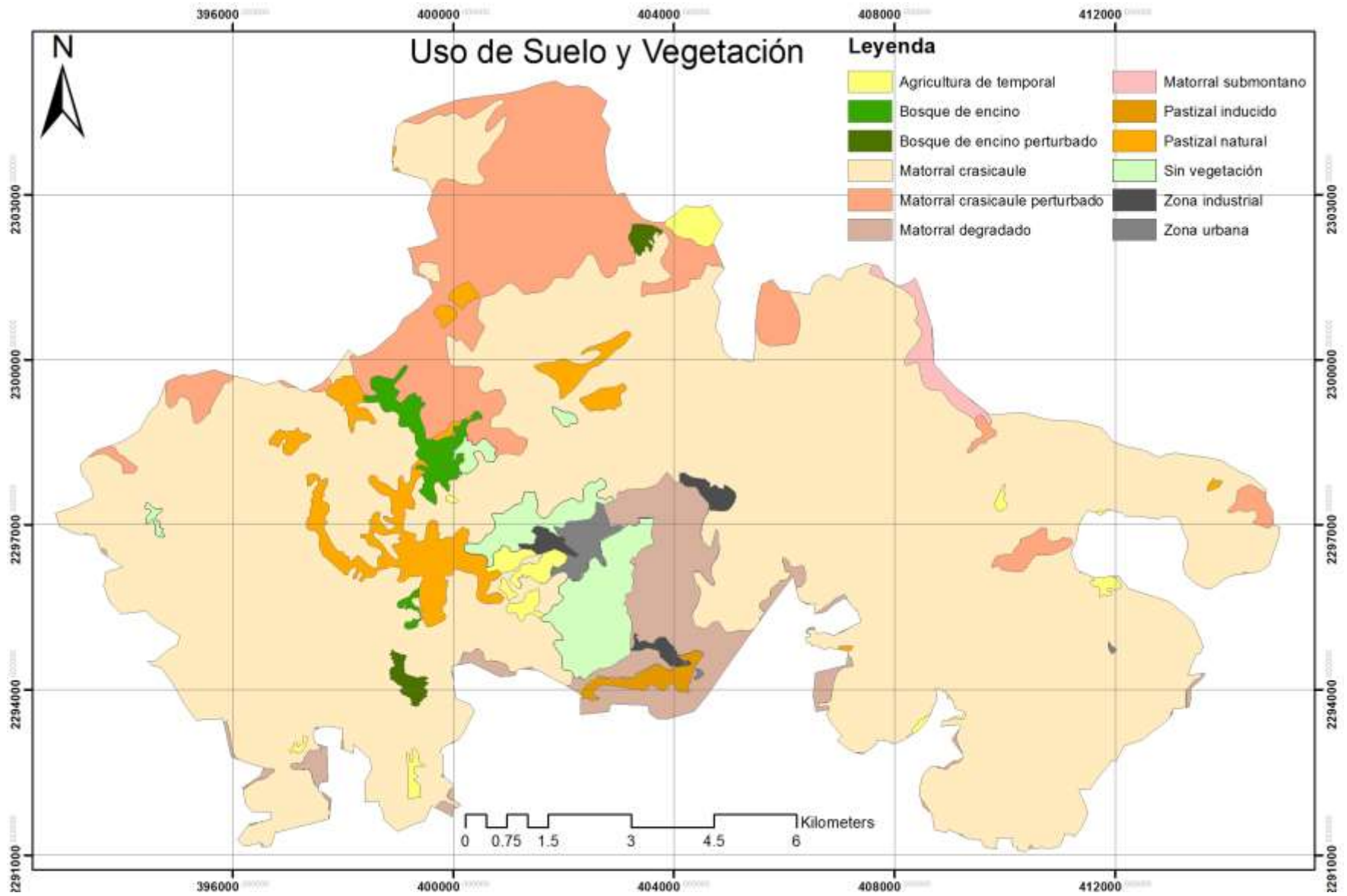


Figura 11. Mapa de tipos de suelos (Elaboración propia).



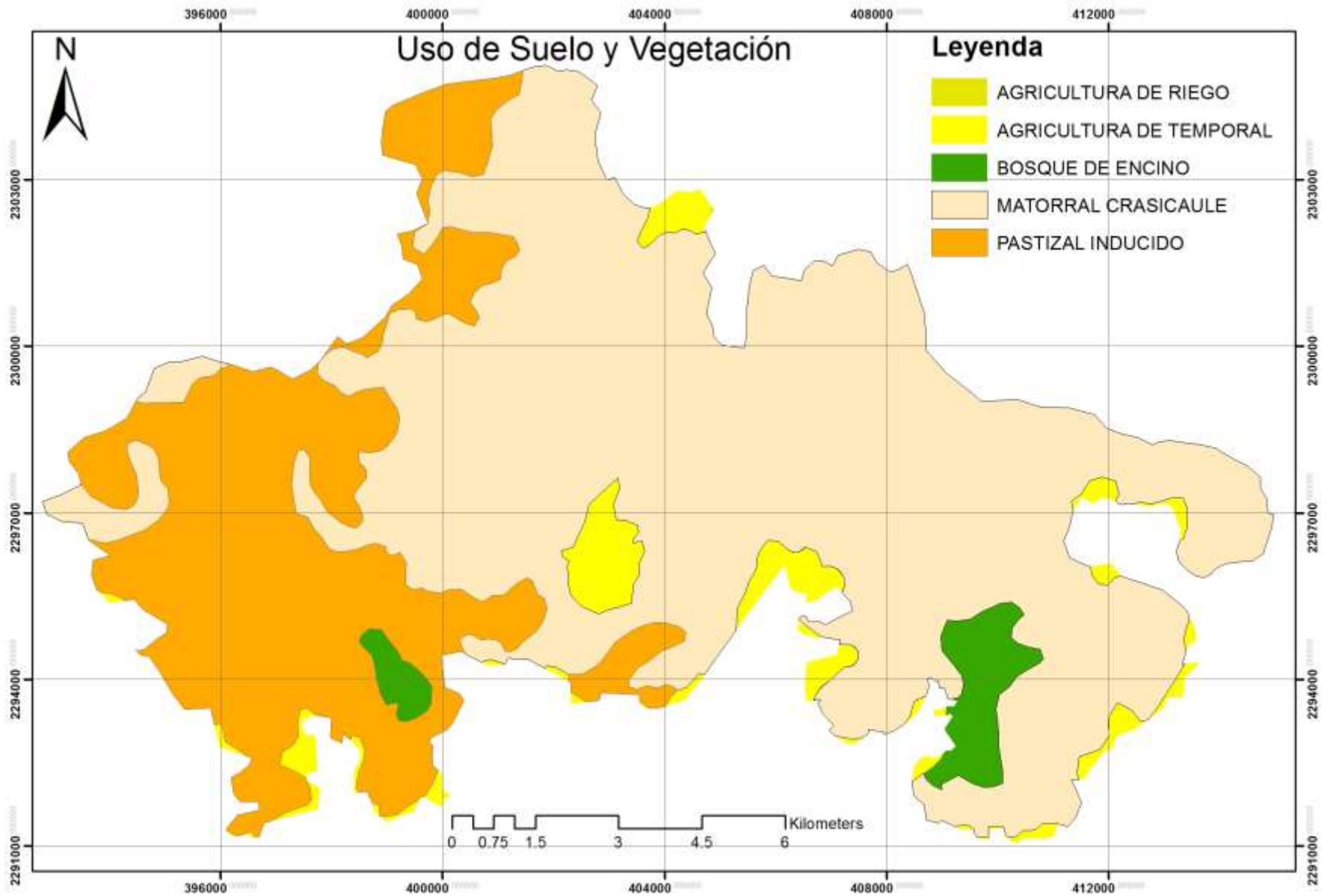


Figura 12. Mapa de tipos de suelos (INEGI Serie IV).

## VII. DISCUSIÓN

El área de estudio es florísticamente compleja debido en buena medida a la orografía que presenta; la zona que rodea a San Antonio de la Cal se caracteriza por presentar una escasa disponibilidad de agua. Aquí proliferan las caleras, minas al aire libre, que presentan suelos calizos donde se desarrollan especies vegetales con requerimientos de suelo muy particulares, factor que incrementa su vulnerabilidad a la desaparición. Hacia la sección Oeste en el cerro de San Martín, por el contrario, el paisaje se conforma por un área con muchas cañadas que se forman entre las elevaciones más altas del área de estudio, lo que hace difícil el acceso a varias zonas. Ahí se guarda una humedad superior respecto al área central, y ello hace que la composición de la estructura vegetal sea muy diferente, a pesar de que se comparten algunos elementos de la flora, existen otros que necesitan mayor humedad para desarrollarse, particularmente los helechos.

Al inicio del estudio se estimó que se iban a coleccionar alrededor de 245 especies, afortunadamente esta cifra quedó muy por debajo de lo colectado (432 Especies), este particular hecho se debió a dos factores, como antes se ha mencionado, a que la orografía del área es muy accidentada con lo que se presentan relictos de vegetación muy particulares que albergan una mayor biodiversidad a lo estimado (fig. 13); y en segunda instancia, durante el periodo de estudio las lluvias fueron particularmente abundantes debido a la presencia del fenómeno del Niño, estas lluvias inusuales permitieron la colecta de especies que posiblemente no proliferan en años con porcentajes de lluvia menores.



**Figura 13.** Izquierda, relikto de bosque tropical. Derecha, bosque de galería.

Durante los trabajos de campo se registraron los tipos de vegetación de los diferentes puntos de colecta, ello permitió actualizar del mapa de Uso del Suelo y Vegetación (USV). La vegetación en el área



se ha determinado en gran escala con un esfuerzo de muestreo mínimo, con lo que muchos tipos de vegetación que se presentan en algunas cañadas y las zonas más altas no se han reflejado en los mapas de USV. Por ejemplo, en la zona de San Martín, se encuentra un planicie que está marcada como pastizal en la carta de vegetación presentada por Zamudio *et al.* (1992), sin embargo, durante las expediciones botánicas se registró que la zona presenta una cantidad significativa de encinos que se agrupan hacia las zonas de mayor elevación. La Carta de USV del INEGI Serie IV, muestra dos zonas de encinar en el área, sin embargo, durante el trabajo no se encontró el bosque marcado en el Sureste, y se localizaron varios encinares en otras zonas del área de estudio (fig. 14), además de registrar algunos ejemplares remanentes en zonas degradadas (*e. g. Quercus grisea*).



**Figura 14. Encinares en la zona de estudio.**

Las minas a cielo abierto han ganado espacio, principalmente al matorral crasicaule. En estas zonas se desarrollan especies tolerantes a suelos calcáreos, como el *T. pseudomacrole*, cuya distribución se ha visto reducida con la expansión del área minera. Otras especies como *M. crinita* subsp. *crinita* son susceptibles al pisoteo del ganado representando ambos factores una amenaza a la sobrevivencia de estas y otras especies.

## VIII. CONCLUSIONES

Este trabajo ha permitido obtener el listado de vegetación más completo que se ha publicado para la zona del semidesierto Queretano-Hidalguense, con lo que se ha contribuido significativamente al conocimiento del estado actual de la biodiversidad vegetal en la región. De igual forma, la colección que ha sido depositada en el herbario Herbario Jerzy Rzedowski de la Universidad Autónoma de Querétaro y

otras instancias como el IEB y MEXU, será una valiosa fuente de consulta que permitirá tasar los cambios en la biodiversidad local ante los constantes cambios que amenazan a la región.

La actualización del UVS se hizo con un número significativo de puntos de control respecto al área total de la zona de estudio, esta menor escala, ha permitido desarrollar una herramienta de toma de decisiones que va más acorde a la realidad del área. Con ello los trabajos de ordenamiento territorial tendrán una base científica más robusta.

La información obtenida en este estudio va a permitir, por un lado, tener la información básica para la enseñanza e investigación sobre los recursos naturales del semidesierto Queretano-Hidalguense; y por otro, proporciona un instrumento que sirve para la toma de decisiones oportuna sobre el desarrollo y conservación del área de estudio, ya que permitirá delimitar las áreas de desarrollo, de conservación, etc. de la región.

Durante los trabajos de campo, se corroboró que en el área existe una amplia diversidad de otros grupos de organismos. Particularmente de anfibios y reptiles (fig. 15), son uno de los grupos que valdría la pena tasar.



**Figura 15. Especies de reptiles que se encuentran en San Martín y el Patol. Izquierda, *Phrynosoma orbiculare*. Derecha, *Gerrhonotus liocephalus*.**

La flora del área de estudio difiere en su composición, a la que se encuentra en la zona del semidesierto de la Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda, donde se desarrollan otras especies de interés comercial ornamental, alimenticio, medicinal, etc. (fig. 16), y donde la proporción de endemismos debe de ser mayor. Por ello, se recomienda que se trabaje en la colecta y determinación de

la diversidad vegetal del semidesierto de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, que además permita construir una línea base que permita desarrollar los planes de manejo para el área.



**Figura 16.** Especies de interés alimenticio y de ornato en la Reserva de la Sierra Gorda de Querétaro. Arriba, *Lippia graveolens* y *Turnera diffusa*. Abajo, *Lophophora difusa* y *Astrophytum ornatum*.

## IX. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la CONABIO y la licenciatura en Geografía Ambiental de la Universidad Autónoma de Querétaro. Además se agradece la invaluable ayuda de los estudiantes de las licenciaturas de Biología y de Geografía Ambiental, de las asignaturas de Ecología II, Biodiversidad y Ecología de las generaciones 2012, 2013 y 2014, quienes colaboraron en la colecta y procesamiento del material colectado. También se agradece la ayuda de los estudiantes de biología Jorge Eduardo García Salazar, Gabriela Velázquez Aguilar, Stephanie Cabrera Navarro, Benito Parra Pacheco y Bryan Steve Bottini Cedeño. Para la elaboración del SIG se agradece al M. en C. Hugo Luna Soria y a David Noel Mojica Rodríguez. De igual forma, se estima en mucho la contribución en la identificación de algunos especímenes por los siguientes colaboradores: Dr. Sergio Zamudio Ruíz, Dra. Brenda Bedolla García, Dr. José Luis Villaseñor Ríos, M. en C. Blanca Verónica Juárez Jaimes.



## X. REFERENCIAS

- Arias S., Guzmán U., Mandujano M. C., Soto M. y Golubov J. 2005. Las especies mexicanas de cactáceas en riesgo de extinción I. Una comparación entre los listados NOM-059-ECOL-2001 (México), La Lista Roja (UICN) y CITES. *Cact. Suc. Mex.* 50: 100-125.
- Arriaga L., Espinoza J.M., Aguilar C., Martínez E., Gómez L., y Loa E. (Coordinadores). 2000. Regiones prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Internet site: <http://www.conabio.gob.mx>.
- Brummitt, R. K. y Powell C. E. (eds.). 1992. *Authors of Plant Names*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Cronquist A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. Garden. Nueva York, USA.
- Dahlgren R. M. T., Clifford H. T. y Yeo P. F. 1985. *The families of monocotyledons*. Springer-Verlag. New York.
- Díaz RA, Flores AE, De Luna JA, Luna RJJ, Frías HJT, Olalde PV. 2012. Biomasa aérea, cantidad y calidad de semilla de *Melinis repens* (Willd.) Zizka, en Aguascalientes, México. *Rev Mex Cienc Pecu.* 3(1): 33-47.
- Dinerstein E., Olson D., Atchley J., Loucks C., Contreras-Balderas S., Abell R., Iñigo E., Enkerlin E., Williams C. E. y Castilleja G. (eds.). 1999. *Ecoregion-based conservation in the Chihuahuan Desert: a biological assessment and biodiversity vision*. WWF, CONABIO, PRONATURA and ITESM. Washington, DC, USA.
- García E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. 4a de. Offset Larios, S.A. México.
- Hernández H. M., Goettsch B., Gómez-Hinostrosa C. y Arita H. T. 2008. Cactus species turnover and diversity along a latitudinal transect in the Chihuahuan Desert Region. *Biodivers Conserv.* 17:703–720.
- INEGI. 1986. *Noménclator y anexo cartográfico del Estado de Querétaro, México*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- Lambin E. F. y Ehrlich D. 1997. The identification of tropical deforestation fronts at broad spatial scales. *International Journal of Remote Sensing.* 18 (17): 3551-3568.
- Lot A. y Chiang F. (Eds.). 1986. *Manual de herbario, administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Consejo Nacional de la flora de México A. C. México.
- Medley K., Okey B., Barrett G., Lucas M. y Renwick W. 1995. Landscape change with agricultural intensification in a rural watershed, southwestern Ohio, USA. *Landscape Ecology.* 10(3):161–176.
- Meyer W. B. y Turner B. L. 1994. *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Cambridge University Press. 537 pp.
- Mittermeier R. A., Goettsch C., Robles-Gil P., Pilgrim J., Fonseca G., Konstant W. R. y Brooks T. (eds). 2002. *Wilderness: earth's last wild places*. CEMEX, Mexico City, Mexico.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. Ciudad de México, México.
- Rzedowski J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: Ramamoorthy T. P., Bye R., Lot A. y Fa J. (eds.) *Diversidad biológica de México: orígenes y su distribución*. IBUNAM, México, pp. 129-145.
- Rzedowski J. y Calderón de Rzedowski G. (eds.). 1991. Fascículo 1 Complementario, Presentación y guía para los autores y normas editoriales. *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Rzedowski J. y Equihua M. 1987. *Atlas cultural de México (Flora)*. Grupo editorial Planeta. Ciudad de México, México.
- Sánchez E., Chávez R., Hernández-Oria J. G. y Hernández M. M. 2006. *Especies de Cactaceas prioritarias para la conservación en la zona árida Queretano-Hidalguense*. Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Querétaro.

- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo de 2002, Primera sección, México, D. F.
- Villaseñor R. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophytas de México. *Interciencia*. 28:160-167.
- Villaseñor J. L., Ortiz E. y Redonda-Martínez R. 2008. Catálogo de autores de plantas vasculares de México. Instituto de Biología, UNAM, CONABIO. Ciudad de México, México.
- Villaseñor J. L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75:105-135.
- Zamudio S., Rzedowski J., Carranza E. y Calderón G. 1992. La vegetación en el estado de Querétaro. Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Querétaro. Querétaro, México.

## Anexo I

Nombre	N	W	smnm	Mun.	Dist. (Km) al Pueblo	Orient.	Tipo de vegetación
Verano 1	20 46 28.4	99 54 26.1	1972	Tolimán	Tolimán 14.94	S	Matorral crasicaule
Verano 2	20 46 30.7	99 54 24.2	1956	Tolimán	Tolimán 14.87	S	Matorral crasicaule
Cascabel	20 44 19.0	99 59 04.4	2144	Colón	Colón 8.22	SE	Matorral crasicaule
Mat Cras	20 44 17.2	99 59 04.0	2114	Colón	Colón 8.27	SE	Matorral crasicaule
Mat Imp	20 44 14.8	99 59 06.0	2102	Colón	Colón 8.27	SE	Matorral crasicaule
ECO 1	20 43 32.3	99 52 15.4	2234	Ezequiel Montes	Cadereyta 7.05	NO	Matorral espinoso
ECO 2	20 43 30.0	99 51 26.3	2134	Cadereyta	Cadereyta 5.83	NO	Matorral espinoso
ECO 3	20 44 03.7	99 51 28.5	2159	Cadereyta	Cadereyta 6.56	NO	Matorral espinoso
ECO 4	20 44 27.6	99 53 24.1	2225	Ezequiel Montes	Cadereyta 9.63	NO	Matorral espinoso
ECO 5	20 44 47.5	99 53 04.2	2291	Ezequiel Montes	Ezequiel Montes 9.25	NO	Matorral espinoso
ECO 6	20 45 05.7	99 52 15.1	2214	Ezequiel Montes	Cadereyta 8.87	NO	Matorral espinoso
ECO 7	20 45 24.7	99 53 04.2	2295	Ezequiel Montes	Cadereyta 10.28	NO	Matorral espinoso
ECO 8	20 44 35.8	99 51 38.8	2322	Cadereyta	Cadereyta 7.48	NO	Matorral espinoso
ECO 10	20 44 39.8	99 55 49.6	2156	Ezequiel Montes	Bernal 1.20	NE	Matorral crasicaule
ECO 12	20 44 39.0	99 55 50.9	2161	Ezequiel Montes	Bernal 1.14	NE	Matorral crasicaule
Cañada	20 44 55.3	99 57 55.1	2302	Ezequiel Montes	Bernal 2.57	NO	Selva baja caducifolia con elementos de matorral crasicaule
Peña	20 44 52.4	99 56 47.3	2232	Ezequiel Montes	Bernal 0.98	NO	Matorral crasicaule
C1	20 44 19.2	99 59 03.2	2164	Colón	Colón 8.16	SE	Matorral crasicaule
C3	20 44 19.1	99 59 2.9	2143	Colón	Colón 8.26	SE	Matorral crasicaule



Ripario	20 45 03.5	99 57 26.2	2283	Ezequiel Montes	Bernal 2.09	NO	Vegetación riparia
ECO 14 A	20 45 17	99 57 13.6	2139	Ezequiel Montes	San Antonio de la Cal 1.8	O	Matorral espinoso
ECO 14 B	20 45 12	99 57 06.6	2113	Ezequiel Montes	San Antonio de la Cal 1.6	O	Matorral crasicaule
ECO 14 C	20 45 22.6	99 57 08.0	2092	Tolimán	San Antonio de la Cal 1.9	O	Matorral crasicaule
ECO 14 W	20 45 06.2	99 57 27.4	2121	Ezequiel Montes	San Antonio de la Cal 1.6	O	Matorral crasicaule
ECO 15UP	20 45 7.0	99 56 09	2134	Ezequiel Montes	San Antonio de la Cal 1.5	S	Matorral espinoso
ECO 15R	20 45 39.7	99 56 2.5	1995	Tolimán	San Antonio de la Cal 0.74	SE	Matorral espinoso y bosque de yuca
ECO 16	20 45 28.5	100 00 31.9	2173	Colón	La Noria 3.4	E	Matorral crasicaule
ECO 17	20 44 35.6	100 00 03.5	2084	Colón	La Noria 4.5	E	Matorral crasicaule
ECO 18	20 45 14.2	99 59 52.4	2366	Colón	La Noria 4.4	E	Matorral crasicaule
ECO 19UP	20 47 34.3	99 54 32.6	1946	Tolimán	San Antonio de la Cal 4.4	NE	Matorral espinoso y bosque de yuca
ECO 19L	20 47 53.8	99 54 32.9	1872	Tolimán	San Antonio de la Cal 4.8	NE	La colecta fue en una loma a pie de carretera. Vegetación secundaria
ECO 19D	20 4749.1	99 54 22	1859	Tolimán	San Antonio de la Cal 5.0	NE	Matorral espinoso Minicañada
ECO 20	20 45 43.5	99 59 06.7	2269	Colón	Colón 7.2	ESE	Pastizal inducido
ECO 21	20 46 39.3	99 59 06.5	2350	Colón	Colón 6.9	E	Pastizal inducido
ECO 22	20 46 15.9	100 01 07.8	2083	Colón	Colón 3.6	ESE	Matorral crasicaule
ECO 23	20 45 37.4	100 01 12.8	2042	Colón	La Noria 2.2	E	Matorral crasicaule
ECO 24	20 45 38.8	100 01 07.9	2058	Colón	La Noria 2.4	E	Matorral crasicaule
ECO 25	20 45 43.5	100 01 03.0	2053	Colón	La Noria 2.6	E	Matorral

ECO 26	20 46 18.6	99 51 33.8	2117	Cadereyta	La Florida 4.2	ONO	crasicaule Matorral espinoso
ECO 27	20 46 16.6	99 51 35.9	2123	Cadereyta	La Florida 4.2	ONO	Matorral crasicaule
ECO 28	20 46 24.6	99 57 47.6	2179	Colón	La Florida 2.9	ONO	Matorral crasicaule
ECO 29	20 46 30.4	99 57 53.3	2285	Colón	San Antonio de la Cal 3.2	NO	Bosque de Quercus
ECO 30	20 46 23.2	99 57 44.8	2207	Colón	San Antonio de la Cal 2.8	NO	Matorral crasicaule
ECO 31	20 46 13.6	99 57 35.8	2214	Colón	San Antonio de la Cal 2.5	NO	Matorral crasicaule
ECO 32	20 46 00.7	99 57 19.5	2245	Tolimán	San Antonio de la Cal 1.8	NO	Matorral crasicaule
ECO 33	20 45 59.6	99 57 08.9	2119	Tolimán	San Antonio de la Cal 1.6	NO	Matorral crasicaule
ECO 34	20 47 16.5	100 00 14.7	2014	Colón	Colón 4.9	ENE	Matorral crasicaule
ECO 35	20 44 55.3	99 57 55.5	2300	Ezequiel Montes	Bernal 2.9	NO	Selva baja caducifolia con elementos de matorral crasicaule
ECO 36	20 45 03.6	99 58 05.8	2352	Ezequiel Montes	Bernal 3.2	NO	Matorral crasicaule
ECO 37	20 49 11.2	99 55 44.6	1867	Tolimán	San Miguel Tolimán 5.9	SE	Matorral crasicaule
ECO 38	20 45 25.7	99 58 07.0	2381	Colón	Bernal 3.5	NO	Bosque de Quercus
ECO 39	20 45 24.2	99 58 11.3	2357	Colón	Bernal 3.8	NO	Matorral crasicaule
ECO 40	20 45 00.3	99 58 19.4	2515	Colón	Bernal 3.6	NO	Bosque de Quercus
ECO 41	20 43 26.9	99 58 07.0	2222	Colón	San Martín 1.3	E	Matorral crasicaule
ECO 42	20 46 23.7	99 55 40.3	2022	Tolimán	San Antonio de la Cal 1.3	NE	Pastizal (inducido)
ECO 43	20 46 32.9	99 55 43.0	1901	Tolimán	San Antonio de la Cal 1.3	NE	Vegetación riparia
ECO 44	20 46 03.4	99 55 25.8	1964	Tolimán	San Antonio de la Cal 1.5	O	Matorral
ECO 45	20 46 12.4	99 54 04.4	2046	Tolimán	Bernal 5.3	NE	Matorral espinoso y bosque de Yuca

ECO 46	20 44 37.3	99 59 16.3	2137	Colón	Colón 7.7	SE	Matorral crasicaule
ECO 47	20 44 33.0	99 58 41.9	2178	Colón	Colón 8.6	SE	Matorral crasicaule
ECO 48	20 47 20.7	99 54 21.8	1907	Tolimán	Bernal 6.2	NE	Matorral crasicaule
ECO 49	20 47 24.4	99 53 02.6	2021	Tolimán	Bernal 8	NE	Matorral crasicaule
ECO 50	20 46 23.8	100 00 14.3	2184	Colón	La Noria 4.0	NE	Matorral crasicaule
ECO 51	20 46 26.6	100 00 29.1	2184	Colón	La Noria 3.8	NE	Matorral crasicaule
ECO 52	20 46 06.6	100 00 26.4	2171	Colón	La Noria 3.7	NE	Matorral crasicaule
ECO 53	20 46 11.8	100 00 14.6	2218	Colón	La Noria 4.0	NE	Matorral crasicaule
ECO 54	20 43 31.6	99 59 51.2	2031	Colón	San Martín 1.9	O	Matorral crasicaule
ECO 55	20 43 05.6	99 59 52.1	2025	Colón	San Martín 2.2	OSO	Matorral crasicaule
ECO 56	20 47 18.5	99 56 04.5	1933	Tolimán	San Antonio de la Cal 2.6	N	Vegetación riparia
ECO 57	20 48 52.2	99 56 49.0	1834	Tolimán	San Miguel Tolimán 6.2	S	Vegetación riparia
ECO 58	20 49 57.5	99 56 41.2	1925	Tolimán	San Miguel Tolimán 4.4	S	Matorral crasicaule
ECO 59	20 49 56.7	99 57 54.0	1974	Tolimán	San Miguel Tolimán 4.1	S	Matorral crasicaule
ECO 60	20 49 12.2	99 57 38.4	2007	Tolimán	San Miguel Tolimán 5.4	S	Matorral crasicaule
ECO 61	20 46 09.2	99 58 19.5	2472	Colón	Colón 8.3	E	Matorral crasicaule
ECO 62	20 47 16.0	99 58 46.2	2093	Colón	Colón 7.5	ENE	Matorral crasicaule
ECO 63	20 47 49.1	99 58 02.9	1987	Colón	Colón 8.9	ENE	Matorral crasicaule
ECO 64	20 46 50.5	99 56 01.3	2086	Tolimán	San Antonio de la Cal 1.5	N	Matorral crasicaule
ECO 65	20 47 09.6	99 55 12.1	1900	Tolimán	San Antonio de la Cal 2.7	NE	Matorral espinoso
ECO 66	20 48 14.5	99 55 33.0	1876	Tolimán	San Antonio de la Cal 4.2	NE	Matorral espinoso
ECO 67	20 47 53.9	99 57 00.8	2006	Colón	San Antonio de la Cal 3.6	NNO	Matorral crasicaule
ECO 68	20 47 11.1	99 57 01.2	2019	Tolimán	San Antonio de la Cal 2.5	NO	Matorral crasicaule
ECO 69	20 45 58.2	99 51 57.6	2157	Tolimán	San Antonio	O	Matorral

ECO 70	20 47 04.9	99 54 23.5	1991	Tolimán	de la Cal 7.5 San Antonio de la Cal 4.3	NE	crasicaule Matorral crasicaule
ECO 71	20 46 28.6	99 52 45.3	2180	Tolimán	San Antonio de la Cal 6.2	O	Matorral crasicaule

## Anexo II

### Correcciones del tercer informe

#### INFORMACIÓN DEL EJEMPLAR (CURATORIAL)

##### Errores de omisión

Celdas vacías, con dato ND, 9999, NA o con algún texto que refiera que no cuenta con el dato en los siguientes campos. **Corregido**

1.6 Ejemplares colectados sin determinador. **Corregido**

1.10 Ejemplares no determinados a especie. **Corregido**

##### Errores tipográficos

2.1 Registros que presentan espacios al inicio del texto, presentan más de un espacio en el texto o carecen del espacio normal para separar el texto. **Corregido**

2.2 Registros que presentan posibles errores de tipografía o de ortografía. **Corregido**

##### Errores de redundancia

4.2 Ejemplares repetidos. **Corregido**

#### INFORMACIÓN TAXONÓMICA-BIOGEOGRÁFICA

##### Errores de omisión

1.6 Nombres de especies o infraespecies con dato único sp., ssp., var., subvar., f. y subf. **Corregido**

##### Errores de contexto

3.3 Dato que no corresponde al nombre. **Corregido**

##### Errores de congruencia

7.3 Mismo taxón asociado a más de un taxón ascendente. **Corregido**

7.15 Estatus NA para nombres de especies o infraespecies diferentes de sp., sp. nov., sp. #, ssp. nov., var. nov., f. nov, NA. **Corregido**

7.16 Estatus diferente de NA para nombres de especies o infraespecies con dato sp., sp. nov., sp. #, ssp., subsp., ssp. #, ssp. nov., var. nov., f. nov., NA. **Corregido**

#### INFORMACIÓN EXTERNA

##### Errores de omisión

1.1 Archivos sin asociar al taxón o al ejemplar. Asociar los siguientes archivos a nombre o ejemplar.

**Corregido**

Archivos asociados, sin la entrega física de los archivos. **Corregido**

Errores de redundancia

4.1 Archivos asociados más de una vez, a diferente taxón o ejemplar. **Corregido**

Errores de convención

5.1 Datos capturados sin utilizar las convenciones o reglas de sintaxis establecidas. **Corregido**

Errores de congruencia

7.2 Incongruencia entre el nombre del taxón o nombre del ejemplar y el nombre del objeto externo asociado. **Corregido**

RESTRICCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información de restricción es la siguiente: **Corregido**



## Anexo III

### Correcciones a la Primer Evaluación del Informe Final

#### INFORMACIÓN DE PERSONAS Y GRUPOS

##### Errores de omisión

1.1 Celdas vacías, con dato ND, 9999, NA o con algún texto que refiera que no cuenta con el dato en los siguientes campos. **Corregido**

#### INFORMACIÓN DEL EJEMPLAR (CURATORIAL)

##### Errores de omisión

1.1 Celdas vacías, con dato ND, 9999, NA o con algún texto que refiera que no cuenta con el dato en los siguientes campos. **Corregido**

1.3 Ejemplares colectados u observados sin número de colecta/observación o de catálogo. **Corregido**

1.6 Ejemplares colectados sin determinador. **Corregido**

1.8 Copias (Duplicados) del ejemplar sin información de la colección, siglas de la colección o sin número de catálogo. **Corregido**

1.12 Ejemplares sin tipo de vegetación. **Corregido**

1.20 No existe la asociación entre la coordenada geográfica (sitio) y la localidad cuando éstos han sido asociados a un mismo ejemplar. **Corregido**

##### Errores tipográficos

2.1 Registros que presentan espacios al inicio del texto, presentan más de un espacio en el texto o carecen del espacio normal para separar el texto. **Corregido**

2.2 Registros que presentan posibles errores de tipografía o de ortografía. **Corregido**

##### Errores de redundancia

4.2 Ejemplares repetidos. **Corregido**

NOTA: Los siguientes ejemplares presentaban errores de enumeración (números de colecta repetidos); fueron corregidos en la base de datos. Se solicita que sea considerada esta observación al momento de la evaluación de la base.

Id Ejemplar	Colector	Número incorrecto	Número correcto
28341	O. García R.	2	2
28920	O. García R.	2	2-a
28312	O. García R.	9	9
28923	O. García R.	9	9-a
28311	O. García R.	11	11
28924	O. García R.	11	11-a
28925	O. García R.	13	13
28941	O. García R.	13	13-a
28928	O. García R.	18	18
28953	O. García R.	18	18-a
28967	J. G. Cruz P.	37	37
28968	J. G. Cruz P.	37	37-a
28221	O. García R.	49	49
28917	O. García R.	49	49-a
29067	J. G. Cruz P.	60	60
29135	J. G. Cruz P.	60	60-a
28388	O. García R.	371	371
29161	O. García R.	371	371-a
28579	O. García R.	402	402
29146	O. García R.	402	402-a
28542	O. García R.	447	447
29218	O. García R.	447	447-a
28554	O. García R.	479	479
28578	O. García R.	479	479-a
28861	O. García R.	604	604
29674	O. García R.	604	604-a
28875	O. García R.	788	788
29377	O. García R.	788	788-a
29449	O. García R.	893	893
30057	O. García R.	893	893-a
29214	O. García R.	895	895
29448	O. García R.	895	895-a
29254	O. García R.	897	897
29428	O. García R.	897	897-a
29258	O. García R.	900	900
29446	O. García R.	900	900-a
29257	O. García R.	901	901
29445	O. García R.	901	901-a
29256	O. García R.	902	902
29444	O. García R.	902	902-a
29255	O. García R.	903	903
29443	O. García R.	903	903-a
29253	O. García R.	904	904-b
29441	O. García R.	904	904-c

29252	O. García R.	905	905
29440	O. García R.	905	905-a
29251	O. García R.	907	907
29439	O. García R.	907	907-a
29242	O. García R.	908	908
29437	O. García R.	908	908-a
29243	O. García R.	909	909
29436	O. García R.	909	909-a
29244	O. García R.	910	910
29606	O. García R.	910	910-a
29431	O. García R.	912	912
29250	O. García R.	912	912-a
29249	O. García R.	913	913
29429	O. García R.	913	913-a
29247	O. García R.	915	915
29432	O. García R.	915	915-a
29246	O. García R.	916	916
29433	O. García R.	916	916-a
29245	O. García R.	917	917
29434	O. García R.	917	917-a
29240	O. García R.	918	918
29607	O. García R.	918	918-a
29344	O. García R.	974	974
29442	O. García R.	974	974-a
29662	O. García R.	1043	1043
29711	O. García R.	1043	1043-a
29663	O. García R.	1044	1044
29712	O. García R.	1044	1044-a
29664	O. García R.	1045	1045
29716	O. García R.	1045	1045-a
29665	O. García R.	1046	1046
29717	O. García R.	1046	1046-a
29666	O. García R.	1047	1047
29718	O. García R.	1047	1047-a
29667	O. García R.	1048	1048
29713	O. García R.	1048	1048-a
29669	O. García R.	1050	1050-b
29691	O. García R.	1050	1050-c
29982	O. García R.	1050	1050-d
29670	O. García R.	1051	1051
29714	O. García R.	1051	1051-a
29690	O. García R.	1052	1052
29715	O. García R.	1052	1052-a
29671	O. García R.	1057	1057
29720	O. García R.	1057	1057-a
29675	O. García R.	1061	1061

29683	O. García R.	1061	1061-a
29571	O. García R.	1082	1082
29576	O. García R.	1082	1082-a
29572	O. García R.	1085	1085
29574	O. García R.	1085	1085-a
29635	O. García R.	1294	1294
29659	O. García R.	1294	1294-a
29643	O. García R.	1304	1304
29754	O. García R.	1304	1304-a
29355	A. Cabrera	5446	5446
29363	A. Cabrera	5446	5446-a
29402	A. Cabrera et al.	5491	5491
29426	A. Cabrera et al.	5491	5491-a
29033	A. Cabrera	5714	5714
29660	A. Cabrera	5714	5714-a
29063	A. Cabrera	5729	5729
29197	A. Cabrera	5729	5729-a
29186	A. Cabrera	5758	5758
29200	A. Cabrera	5758	5758-a
29195	A. Cabrera	5763	5763
29198	A. Cabrera	5763	5763-a
29178	A. Cabrera	5843	5843
29179	A. Cabrera	5843	5843-a

#### Errores de congruencia

7.6 Incongruencia entre la altitud o profundidad del ejemplar y la altitud o profundidad del sitio.

#### **Corregido**

7.12 Colectores, observadores o determinadores cuyo intervalo de colecta, observación o determinación es mayor o igual a 40 años. **Corregido**

#### INFORMACIÓN TAXONÓMICA-BIOGEOGRÁFICA

##### Errores de omisión

1.1 Celdas vacías, con dato ND, 9999, NA o con algún texto que refiera que no cuenta con el dato en los siguientes campos. **Corregido**

1.3 Taxones sin el nombre de la autoridad o año de la descripción. **Corregido**

1.6 Nombres de especies o infraespecies con dato único sp., ssp., var., subvar., f. y subf. **Corregido**

#### INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Errores tipográficos

2.2 Registros que presentan posibles errores de tipografía o de ortografía. **Corregido**

Errores de congruencia

7.9 Inconsistencia geográfica en la relación coordinada (sitio) y municipio a partir de la verificación en un mapa digital de municipios. **Corregido**

INFORMACIÓN EXTERNA

Errores de omisión

1.1 Archivos sin asociar al taxón o al ejemplar. **Corregido**

1.2 Archivos asociados, sin la entrega física de los archivos. **Corregido**

Errores de redundancia

4.1 Archivos asociados más de una vez, a diferente taxón o ejemplar. **Corregido**

Errores de congruencia

7.2 Incongruencia entre el nombre del taxón o nombre del ejemplar y el nombre del objeto externo asociado. **Corregido**

RESTRICCIÓN DE LA INFORMACIÓN

1.1 La información de restricción es la siguiente: **Corregido**