



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Evaluación del Estado Actual de Conservación de
Fouquieria ochoterenae

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

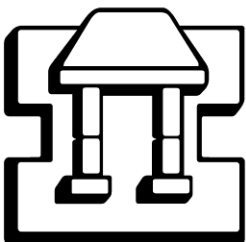
B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

NALLELY GABRIELA CORTÉS BASURTO

DIRECTOR DE TESIS: DR. Oswaldo Téllez Valdés

Los Reyes Iztacala, Estado de México 2015





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Oswaldo Téllez Valdés por su paciencia, apoyo y recomendaciones para la elaboración de esta tesis.

Al proyecto PAPIIT, por su apoyo económico para realizar este proyecto.

A los sinodales por sus comentarios y valiosas observaciones.

Dr. Héctor Godínez Álvarez
Dr. Rafael Lira Saade
M. en C. Mayra M. Hernández Moreno
M. en C. Humberto Cuellar Macías

Agradezco al Dr. Sergio Vaca por brindarme el apoyo para concluir esta tesis.

A mis padres Andrés Cortés y Genoveva Basurto les dedico este trabajo por siempre estar a mi lado y apoyar todas mis decisiones, son mi gran motivación, los amo.

A mis hermanos (Carlos, Jorge, Carmen, Gerardo y Ángeles) cada uno de ustedes me ayudó a poder concluir este ciclo, los quiero.

A mis amigos

Liz, mayte y karen rodriguez, las quiero, son testigos de muchísimas cosas, nunca voy a olvidar las charlas interminables y las risas escandalosas (grandes amigas).

Héctor, David, Rebeca, Bety, Marbella, Fabi, Fabian, Erick, Oscar, Oscar (Pepe jejeje) Gracias por todas las cosas compartidas en la carrera, grandes experiencias en cada practica de campo.

También agradezco haber conocido a buenos amigos, gracias amiga karen vazquez eres muy inteligente, linda y ruda en campo aprendí mucho a tu lado, Rother gracias por ser una persona tan llena de alegría, Gracias a Jime y Bianca por ser tan positivas ante todo, fue buena su ayuda en campo.

Amiga Alina eres una pieza clave en esto que por fin termina. Gracias por darme fuerza, tus palabras siempre ayudaron a seguir escribiendo. Espero que yo te haya ayudado en algo. Te quiero muchísimo

Amigo Marco muchas gracias por las bellísimas imágenes (los dibujos los hizo el).

También te agradezco Luis, por tu apoyo constante, tus consejos y tus abrazos oportunos que me han servido de mucho en la culminación de este trabajo, vienen muchas historias que iniciaremos y concluiremos juntos.

Prohibieron ir a la escuela e ir a la universidad
Prohibieron las garantías y el fin constitucional
Prohibieron todas las ciencias, excepto la militar.
Prohibiendo el derecho a queja, prohibieron el preguntar.
Hoy te sugiero, mi hermano, pa' que no vuelva a pasar,
¡Prohibido olvidar!
¡Prohibido olvidar!

Prohibido el derecho a huelga y el aumento salarial.
Prohibieron ir a la calle y al estado criticar.
Prohibieron reírse del chiste de su triste gobernar.
Prohibieron el desarrollo del futuro nacional.
Yo creo que la única forma de darle a esto un final es:
¡Prohibido olvidar!
¡Prohibido olvidar!

Ruben Blades

Contenido

1. Introducción
2. Antecedentes
3. Objetivos
4. Métodos
 - 4.1 Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de Plantas en México
 - 4.2 Distribución geográfica
 - 4.3 Características del hábitat
 - 4.4 Vulnerabilidad biológica intrínseca
 - 4.5 Impacto de la actividad humana
 - 4.6 Germinación
5. Descripción de los resultados
 - 5.1 Distribución geográfica
 - 5.2 Características del hábitat
 - 5.3 Vulnerabilidad biológica intrínseca
 - 5.4 Impacto de la actividad humana
 - 5.5 Integración de los criterios del MER
6. Germinación
7. Discusión
8. Conclusiones
9. Bibliografía
10. Anexo

Introducción

La biología de la conservación es una ciencia multidisciplinaria, que se desarrolló como respuesta a la crisis que enfrenta la diversidad biológica, con el fin de preservar especies y ecosistemas. Una de las principales causas de la crisis ambiental es la actividad humana (Primack et al, 2001). La problemática de la conservación y la protección de las especies es muy compleja, muchas de ellas están amenazadas, poseen poblaciones pequeñas, con tasas de crecimiento lenta y ciclos de vida largos (Peters & Martorell, 2000).

La preocupación por la creciente pérdida de la biodiversidad a nivel mundial dio origen a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Esta organización tiene como misión influenciar, alentar y ayudar a las sociedades de todo el mundo a conservar la integridad y diversidad de la naturaleza y asegurar que todo uso de los recursos naturales sea equitativo y ecológicamente sostenible. (IUCN, 2012)

El aprender a valorar y conservar la naturaleza es uno de los aspectos centrales en los cuales trabaja la IUCN, con esto buscan mejorar el estado de conservación de especies y ecosistemas, para lograr esto se requiere de ciertos indicadores y uno de ellos son los datos que arroja el índice de la lista roja, en esta lista se muestran cambios genuinos en el estado de conservación de grupos de especies, también puede ayudar a mostrar información de tendencias en las regiones, ecosistemas, hábitats y grupos taxonómicos. Una pieza importante del índice de la lista roja es el apartado de especies amenazadas ya que en ella se engloba toda la información del estado de conservación de diversos grupos taxonómicos logrando medir el riesgo de extinción de las especies. Para conocer el riesgo de extinción de los taxones se necesitan una serie de criterios que fueron propuestos por la IUCN (IUCN, 2013).

Para su aplicación en México estos criterios han sido modificados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Creando el “Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las especies silvestres en México” esta forma parte de la Norma Oficial Mexicana NOM-059- Semarnat- 2010. Con esto la biología de la conservación busca respuestas aplicables a situaciones específicas. Esta norma oficial considera una serie de estudios y análisis de los indicadores para lograr un escenario lo más completo y objetivo posible sobre el estado actual de algunas de las poblaciones de las especies, los cuales después de ser

medidos y/o evaluados permitan identificar el posible estado de conservación de las especies bajo estudio (Semarnat, 2010).

Desafortunadamente, la determinación del estado de conservación se ha basado principalmente en el escaso conocimiento o desconocimiento de información precisa de algunos grupos vegetales. Por lo mismo en este estudio se desea aportar información de una especie que forma parte de una familia pequeña de plantas xerófilas que se distribuyen únicamente en zonas áridas de México. (*Fouquieriaceae*)

Fouquieriaceae es una familia pequeña de plantas xerofilas representada por especies perennes de vida larga con distintas formas de crecimiento: arboles pequeños, arbustos pequeños, arbustos grandes; y especies suculentas, que se distribuyen unicamente en las zonas aridas de Mexico y regiones adyacentes del suroeste de Estados Unidos (Aguirre, 2012) Las características únicas de la familia son 1) el desarrollo de sus espinas que se forman a partir del brote foliar grande; 2) tejido reservorio de agua que es cortical anatómico y; 3) el cambio en la placentación del ovario durante la formación del fruto (Henrickson, 1972).

Está compuesta por un solo género (*Fouquieria*) y 11 especies (*Fouquieria burragei*, *F. columnaris*, *F. diguetii*, *F. fasciculata*, *F. formosa*, *F. leonilae*, *F. macdougalii*, *F. ochoterena*, *F. purpusii*, *F. shrevei* y *F. splendens*) cinco especies estan dentro de alguna categoría de riesgo en la NOM- 059-ECOL. Tal es el caso de *Fouquieria fasciculata*, *F. leonilae*, *F. ochoterena*, *F. purpusii* y *F. shrevei*.

Fouquieria ochoterena es un arbusto espinoso que posee tallos delgados, espinosos y exfoliantes, con hojas en el ápice, además de flores tubulares de más de 1 cm de largo de color rojo y semillas aladas (Rzedowski, 2010), y es conocida vernáculamente como palo de iguana. Sin embargo no se tiene mucha información sobre esta especie y los registros en herbarios nacionales son escasos.



Figura 1. Foto tomada por Nallely Gabriela Cortes Basurto.



Figura 1. Flor realizada por Marco Antonio Domínguez Castañeda

Es relativamente escasa la información detallada para la mayoría de las especies de esta familia, por lo que algunas especies se encuentran bajo un estatus de conservación precautorio. Por lo anterior, este estudio tiene como finalidad aportar información sobre una de las especies de la familia Fouquieriaceae que se encuentra en la categoría de peligro de extinción realizando así la evaluación de conservación de *Fouquieria ochoterena* utilizando el Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de plantas de la Norma oficial Mexicana SEMARNAT 059-2010, donde se evaluaron secciones de cada criterio, las cuales estuvieron al alcance del estudio para poder evaluar de forma rápida el estado de conservación en el que se encuentran algunas de sus poblaciones. Estos incluyen estudios sobre su distribución geográfica, la calidad actual de su hábitat, aspectos sobre su eficiencia reproductiva y los posibles impactos antropogénicos sobre sus poblaciones.

Antecedentes

Son muy escasas las investigaciones sobre *Fouquieria ochoteranae*, pero existen trabajos que pueden ayudar aportando algún tipo de información sobre conservación, ecología y características de la Familia Fouquieriaceae, como es el caso de los siguientes trabajos.

Cervantes y Ramírez (2000), hicieron ensayos de germinación de *Fouquieria purpusii* en caja petri y sustrato, ambas presentaron un porcentaje de germinación alto, sin embargo el tratamiento en caja petri fue el más exitoso al germinar el 100% de las semillas al quinto día.

Gutierrez Garcia (2007), realizo un trabajo titulado “Evaluaciones preliminares de conservacion: estudio del caso de *Ferocactus haematocactus* (Salm-Dyck) Bravo (Cactaceae)” basandose en los criterios establecidos en el Metodo de evaluacion del riesgo de extincion de especies silvestres en Mexico (MER) de la NOM-059-SEMARNAT-2001., teniendo como resultado que la especie estudiada pudiese estar en riesgo ya que reconocio condiciones que pueden estar afectando a sus poblaciones. Con este trabajo dio a conocer aspectos importantes de *Ferocactus haematocactus* como la distribución geográfica de la especie, elementos de su hábitat, su reproducción, y los factores que pudieran afectarla.

En su trabajo titulado “La flora y vegetación en la porción sur de la mixteca poblana” Guizar-Nolazco et al. (2010), estudiaron la vegetación en 10 municipios del sur de Puebla que se caracterizan por tener las áreas más afectadas por la deforestación. Se hicieron recolecciones botánicas y un muestreo sinecológico cuantitativo para estimar los valores de importancia y área basal para las especies arbóreas y arbustivas en las áreas mejor conservadas, con el objetivo de determinar los tipos de vegetación existentes y las asociaciones vegetales aún presentes. Su trabajo es importante ya que reporta la presencia de *Fouquieria ochoteranae* en la comunidad de Petlalcingo, en asociación con *Cyrtocarpa procera* y *Bursera morelensis*.

Lizbeth Irais Hernández H. (2011) realizó un trabajo donde aportó información sobre los polinizadores de *Fouquieria Formosa*, los resultados sugieren que esta posee un sistema de polinización ornitofílico especialista, con flores protoginicas y cruzamiento autocompatible. Las especies de colibrís que visitan las flores son: *Amazilia violiceps*, *Cyananthus latirostris* y *C. sordidus*, siendo este último el polinizador más efectivo. Otros visitantes florales son insectos y calandrias, los cuales actúan como robadores de néctar.

Aguirre Liguori (2012), Realizó un estudio de los patrones de diversidad genética de *Fouquieria shrevei*, una planta endémica restringida a suelos con altos contenidos de yeso (gipsofilas). En este estudio hizo una recopilación de la información más importante de la familia *Fouquieriaceae*.

En general, estas investigaciones han aportado datos sobre distribución geográfica, conservación, asociaciones vegetales, germinación de semillas; así como sobre las características de la familia *Fouquieriaceae*. Finalmente, todas ellas coinciden al identificar los impactos de las actividades humanas sobre todas estas especies referidas.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el estado actual de conservación de *Fouquieria ochoterenae*, con base en algunos criterios establecidos en el Anexo II del Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Plantas en México (MER) de la Norma Oficial Mexicana NOM- 059- SEMARNAT-2010

OBJETIVO PARTICULAR

- Aportar información sobre *Fouquieria ochoterenae*
- Evaluar la distribución geográfica de *Fouquieria ochoterenae*
- Describir las características de su hábitat
- Evaluar el impacto antropogénico sobre sus poblaciones
- Germinación.

MÉTODO

Este estudio se desarrollo en dos fases, la de gabinete y la de campo. El trabajo de gabinete consistió en recopilar información bibliográfica y datos del herbario nacional. En la fase de campo se recopilaron los datos que posteriormente se analizaron en la fase de gabinete.

La fase de campo se realizo en 5 visitas realizadas de enero de 2011 a octubre de 2012 a las localidades donde se registra la presencia de *Fouquieria ochoterena* las cuales son Petlalcingo, Sabino Farol, Santiago Chazumba y Zapotitlan, también se obtuvo el registro de presencia de la especie en una nueva localidad llamada Cerro la Flecha.

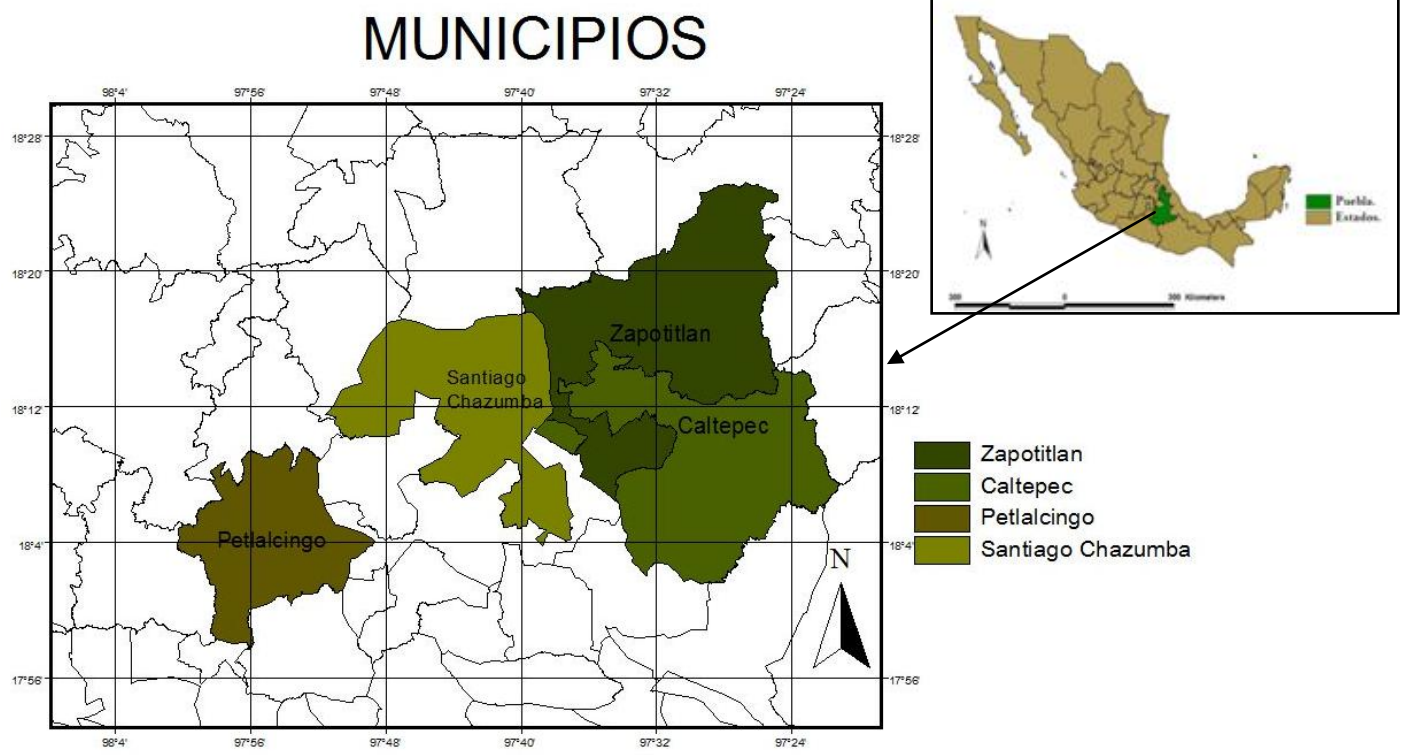
Área de estudio

El trabajo de campo para realizar esta investigación se efectuó en las siguientes localidades de Puebla.

Cuadro.1 Localidades en el estado de Puebla donde se registro a *Fouquieria ochoterena*

Municipio	Localidad	Coordenadas	Altitud
Cerca de la carretera Huajuapán-Tehuacán	Cerro la Flecha	17°59'0.2" Latitud N -97°42'0.4" Longitud O	1400-1950 msnm
Petalcingo	Petalcingo	18°4'47.9994" Latitud N -97°55'48" Longitud O	1400-1950 msnm
Caltepec	Sabino Farol	18°10'47.9994" Latitud N -97°38'24" Longitud O	1400-1950 msnm
Santiago Chazumba	Santiago Chazumba	18°11'59.9994" Latitud N -97°40'12" Longitud O	1400-1950 msnm
Zapotitlan	Zapotitlan	18°11'14.63" Latitud N -19°37'36.66" Longitud O	1400-1950 msnm

Mapa. 1. Área de Estudio



Realizado en Arcview. 3.1

Para la observación del área se empleo un método que consistió en recorrer cada localidad desde el primer ejemplar observado hasta el último que se encontró. Se registro todo lo que había en campo para posteriormente comparar cada localidad.

Para conocer información acerca del número de individuos y su reclutamiento se marcaron con ayuda de un GPS los puntos donde se encontraba las especie y se registraron los individuos que se encontraban cerca, realizando posteriormente una tabla donde se coloco el número total de individuos. La tabla se realizo separando la especie en plántulas (menos de 20 cm de alto) juveniles (20 cm-1 m. de altura) y adultos (mayor de 1 m. de altura)

El trabajo de gabinete consistió en recopilar información bibliográfica y datos del herbario nacional, así como desarrollar los datos obtenidos en campo

Una vez que tuvo cierta información se recurrió a la aplicación del Método de Evaluación de Riesgo. Como ya se refirió, se consideraron solo algunas secciones que conforman los criterios de la NOM-059-Semarnat-2010, para evaluar el estado de conservación de *Fouquieria ochoteranae*, entre estos se intento seleccionar algunos de los más informativos del estado de conservación dentro de aquellos establecidos en el MER. Los criterios que se aplicaron fueron los siguientes:

| Criterio A-

Características de la distribución geográfica

1) Extensión de la distribución (los porcentajes se determinaron considerando la extensión territorial de los biomas en el país). La extensión de la distribución debe considerar el área de ocupación (el área dentro de su extensión de presencia que es ocupada por el taxón, ya que esta última puede contener hábitats no adecuados, UICN, 1994) y no sólo la extensión de presencia (área contenida dentro de los límites continuos o imaginarios más cortos que pueden dibujarse para incluir todos los sitios conocidos en los que un taxón se halla presente).

- a) El área de distribución es menor o igual a 1 km² = 4
- b) El área de distribución ocupa más de 1 km² pero <1% del Territorio Nacional = 3
- c) El área de distribución ocupa >1-<5% del Territorio Nacional = 2
- d) El área de distribución ocupa >5-<40% del Territorio Nacional = 1
- e) El área de distribución ocupa >40% del Territorio Nacional = 0

2) Número de poblaciones o localidades conocidas existentes (en el caso de localidades se trata de puntos (3 mm de diámetro) que pueden ser discernibles en un mapa a una escala de 1:4 000 000).

- a) 1-3 = 3
- b) 4-8 = 2
- c) 9-25 = 1
- d) Mayor o igual que 26 = 0

3) Número de provincias biogeográficas (CONABIO, 1997) en las que se encuentra el taxón (o que abarcaba su distribución histórica). El mapa que debe ser utilizado para determinar las provincias biogeográficas donde se presenta un taxón es el de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1997), “Provincias biogeográficas de México”, escala 1:4 000 000, México.

Si la especie se encuentra únicamente en el límite entre dos provincias, para fines del MER-Plantas, se le asigna el valor máximo (3).

- a) 1 = 3
- b) 2-3 = 2
- c) 4-5 = 1
- d) Mayor o igual que 6 = 0

4) Representatividad de la distribución del taxón en el Territorio Mexicano. Se refiere a la importancia que pueden tener las poblaciones mexicanas dentro de la distribución geográfica de la especie.

- a) Distribución periférica o extralimital = 1
- b) Distribución no periférica o extralimital = 0

Subtotal del Criterio A = Suma del puntaje obtenido / 11

| Criterio B-

| Características del hábitat-

1) ¿En cuántos tipos de vegetación se presenta? (sensu Rzedowski, 1978) (No deben considerarse presencias accidentales).

El mapa que debe ser utilizado para determinar el o los tipos de vegetación donde se presenta un taxón es el de Vegetación Potencial de Rzedowski (1990). IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México

Si la especie se encuentra únicamente en un ecotono entre dos tipos de vegetación, para fines del MER Plantas, se le asigna el valor máximo (3).

- a) 1 = 3
- b) 2 = 2
- c) 3 = 1
- d) Mayor o igual que 4 = 0

2) ¿El taxón tiene un hábitat especializado? Se refiere a la presencia del taxón sólo en un hábitat especializado permanente (si el hábitat es especializado pero temporal ver inciso 4).

- a) Sí = 1
- b) No = 0

3) ¿La permanencia de la población es dependiente de un hábitat primario?

- a) Sí = 1
- b) No = 0

4) ¿La permanencia de la población requiere de regímenes de perturbación particulares o está asociada a etapas transitorias en la sucesión?

- a) Sí = 1
- b) No = 0

5) Amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón.

- a) Menor que 200 m = 3
- b) 200 m - < 500 = 2
- c) 500 m - < 1000 m = 1
- d) Mayor o igual que 1000 m = 0

Subtotal del Criterio B = Suma del puntaje obtenido / 9

| Criterio C:

| -Vulnerabilidad biológica intrínseca-

C-1. Demografía.

1) Número total de individuos (si no se tienen estimaciones asignar un valor de 0).

- a) Menor o igual que 500 = 3
- b) 501 – 5,000 = 2
- c) 5,001 – 50,000 = 1
- d) Mayor o igual que 50,001 = 0

2) Reclutamiento (si no existe información, asignar un valor de 0). Se refiere al fenómeno en el que nuevos individuos se unen a la población, y muchas veces hace referencia a los individuos derivados de un proceso de reproducción sexual. Un bajo reclutamiento puede manifestarse de varias maneras. Por ejemplo, como resultado de perturbación muchas especies no presentan plántulas y la población consiste únicamente de individuos adultos.

- a) Hay observaciones de reclutamiento en todas las poblaciones = 0
- b) Hay observaciones de reclutamiento en algunas poblaciones = 2
- c) Hay observaciones de la ausencia de reclutamiento en todas las poblaciones = 4

3) Atributos demográficos (si no existe información, asignar un valor de 0).

a) ¿Hay evidencia de densa dependencia en la reproducción?

Sí = 1
No = 0

b) ¿Hay clonalidad (capacidad de generar nuevos individuos independientes por medio de reproducción asexual)? Algunos estudios sugieren que la clonalidad permite la permanencia de algunas especies.

Sí = 0
No = 1

c) ¿Hay evidencia de decrecimiento de las poblaciones en el país?

Sí = 1
No = 0

d) ¿Hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad? En algunas especies los individuos reproductivos muy grandes contribuyen desproporcionadamente a la fecundidad de la población.

Sí = 1
No = 0

e) ¿El taxón es dioico, los individuos son dicógamos o autoincompatibles?

Sí = 1
No = 0

f) ¿La floración es sincrónica o gregaria?

Sí = 1
No = 0

g) ¿El taxón produce pocos propágulos (en comparación con otros miembros de su linaje)?

Sí = 1
No = 0

C-2. Genética (donde no existe información asignar un valor de 0).

Se omitieron los puntos 1 y 2 del criterio C-2 debido a que estos requerían de información molecular y no se pudieron realizar las pruebas.

Los criterios 3 y 4 de la sección de genética son estimaciones indirectas que se realizaron comparando el fenotipo de los individuos de cada población.

3) Cantidad de variación genética (estimada indirectamente mediante otros caracteres). Cuando no se cuente con información genética molecular se puede estimar la cantidad de variación genética evaluando la variación en caracteres morfológicos, susceptibilidad a patógenos, etc.

- a) Baja = 1
- b) Alta = 0

4) Nivel de diferenciación entre poblaciones (estimada indirectamente mediante otros caracteres). Cuando no haya estimadores de diferenciación genética, se puede usar el grado de diferenciación fenotípica (morfológica, fisiológica, de susceptibilidad a patógenos, etc.). También se ha encontrado en plantas una relación entre la tasa de entrecruzamiento y el grado de diferenciación poblacional, de tal forma que si la especie preferentemente se autofecunda, probablemente tenga una alta diferenciación y viceversa (si sólo existe una población asignar un valor de 1).

- a) Baja = 0
- b) Alta = 1

C-3. Interacciones bióticas especializadas. ¿Se ha observado (o inferido) la presencia de las siguientes interacciones bióticas en el taxón? (si no existe información, asignar un valor de 0).

3) ¿El taxón requiere un polinizador específico?

- a) No = 0
- b) Sí = 1

4) ¿El taxón tiene un dispersor específico?

- a) No = 0
- b) Sí = 1

7) ¿El taxón sufre una afectación importante por depredadores, patógenos (incluyendo competencia muy intensa con especies alóctonas o invasoras)?

- a) No = 0
- b) Sí = 1

Subtotal del Criterio C = Suma del puntaje obtenido / 23

Criterio D.

Impacto de la actividad humana

1) ¿Cómo afecta al taxón la alteración antrópica del hábitat?

- a) Es beneficiado por el disturbio = -1
- b) No le afecta o no se sabe = 0
- c) Es perjudicado por el disturbio = 1

2) ¿Cuál es el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón?

(Impacto = fragmentación, modificación, destrucción, urbanización, pastoreo o contaminación del hábitat y se refiere tanto a la intensidad como a la extensión)

- a) El hábitat remanente no permite la viabilidad de las poblaciones existentes = 4
- b) El impacto es fuerte y afecta a todas las poblaciones = 3
- c) El impacto es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones = 2
- d) El impacto es moderado y sólo afecta algunas poblaciones = 1
- e) No hay impacto significativo en ninguna población = 0

3) ¿Existe evidencia (mediciones, modelos o predicciones) que indique un deterioro en la calidad o extensión del hábitat como efecto de cambios globales (e.g., sensibilidad a cambio climático) o se prevé un cambio drástico en el uso del suelo?

- a) No = 0
- b) Sí = 1

4) ¿Cuál es el impacto del uso sobre el taxón? Se refiere tanto a la intensidad como a la extensión; el uso puede implicar la extracción, la cosecha de propágulos o la remoción de parte de la biomasa de un individuo. El uso por la población humana de ciertas especies es un factor de riesgo que puede llevarlas a la extinción, pero hay muy distintas intensidades de uso. El impacto de uso puede ser observado en el decremento o remoción de algunas poblaciones o en la disminución del vigor de los individuos, que podría tener efectos negativos en su fecundidad, dependiendo de la forma de extracción. La gran mayoría de las Plantas no son usadas en absoluto por los humanos, por lo que el impacto del uso es inexistente.

- a) El impacto de uso implica la remoción de las poblaciones = 4
- b) El impacto de uso es fuerte y afecta a todas las poblaciones = 3
- c) El impacto de uso es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones = 2
- d) El impacto de uso es moderado y sólo afecta algunas poblaciones = 1
- e) No hay impacto de uso significativo en ninguna población = 0

5) ¿El es cultivado o propagado ex situ? (a nivel nacional o internacional). La propagación disminuye la presión de colecta sobre muchas especies de importancia comercial, además de que el material cultivado puede llegar a ser fuente de especímenes en programas de conservación ex situ.

a) Sí = -1

b) No = 0

Subtotal del Criterio D = Suma del puntaje obtenido / 10

Categorías de riesgo

Dependiendo del puntaje obtenido con la sumatoria de los criterios se coloca a la especie en una de las siguientes categorías.

Categoría de riesgo	Puntaje obtenido
En peligro de extinción (P)	a) Mayor o igual que 2 b) Vías directas: I. Cuando en las características de la distribución geográfica, el área de distribución sea menor o igual a 1 km ² II. Cuando demográficamente, el número total de individuos sea igual o menor que 500 III. Cuando el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón, el hábitat remanente no permite la viabilidad de las poblaciones existentes. IV. Cuando la especie tenga poblaciones hiperdispersas con una densidad de población de 1 individuo cada 5 ha o menor; y que además la sumatoria del criterio D sea mayor que 0.4
Amenazada (A)	a) Mayor que 1.7 y menor que 2 b) Vía directa: Cuando la especie tenga poblaciones hiperdispersas con una densidad de población de 1 individuo cada 5 ha o menor, y que la sumatoria del criterio D sea mayor que 0.3 y menor que 0.4
Sujetas a Protección Especial (Pr)	a) Mayor o igual que 1.5 y menor que 1.7 b) Mayor o igual que 1 y menor que 1.5 y que la sumatoria del criterio D sea igual o mayor que 0.3

Germinación

Se colectaron en cada localidad semillas para su posterior germinación en laboratorio.

Las semillas colectadas se separaron por localidad para posteriormente distribuir 15 semillas en una caja petri y realizar 6 repeticiones.

Las semillas se sembraron sobre papel filtro en cajas de petri y fueron colocadas en los estantes de germinación con 12 h de luz y 12 h de oscuridad a una temperatura de 30° C.

Todos los lotes se regaron cada tercer día con agua esterilizada

Se observaron diariamente las semillas durante el proceso de germinación para llenar un registro de las mismas.

RESULTADOS

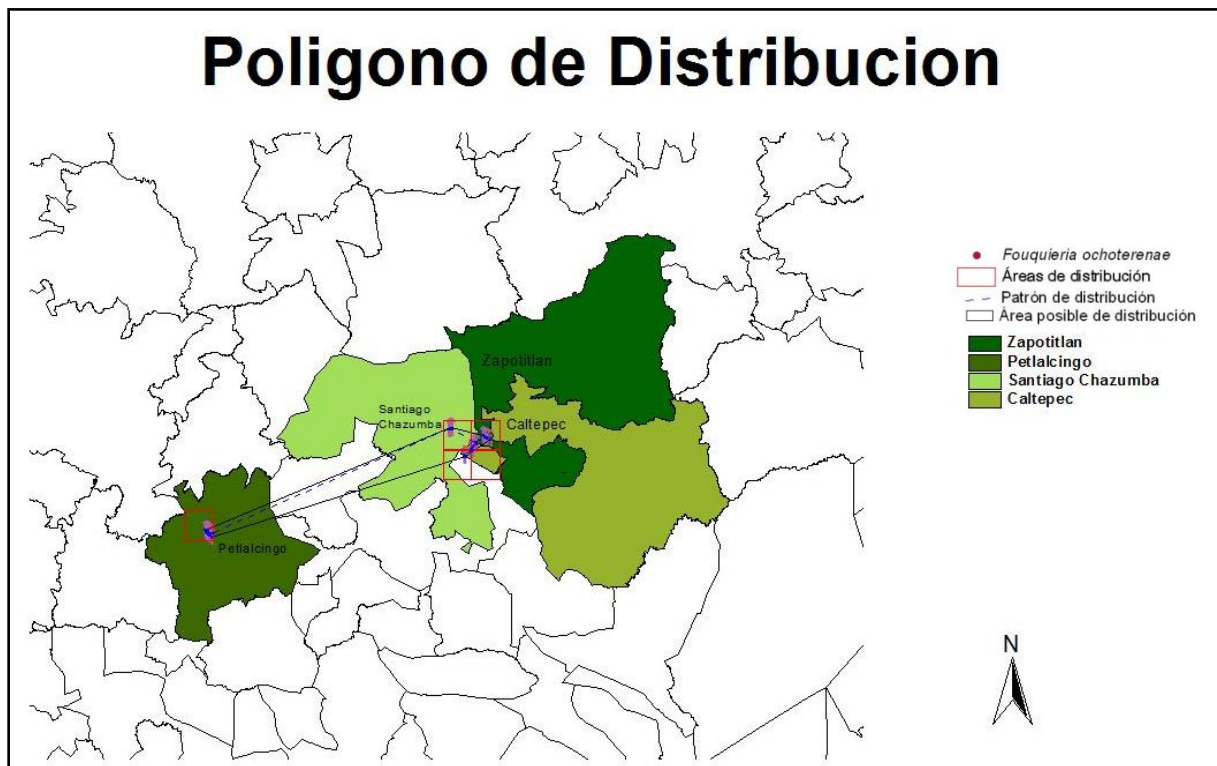
Criterio A

Características de la distribución geográfica

1) Extensión de la distribución.

Este parámetro fue resuelto con ayuda de un script escrito en Avenue para el programa ArcView 3.1. Este genera un polígono (Fig. 1.) que limita los puntos de presencia del taxón utilizando los registros más extremos en términos de los límites geográficos ocupados por la especie. Este ejercicio permitió estimar la extensión del área de posible presencia (EOO) que fue de 88.59 km², asimismo, este ejercicio permitió estimar el área real de ocupación (AOO) que fue de 12 km². Valor con el cual se pudo estimar que la AOO de la especie respecto a la extensión de la República Mexicana (1 964 375) fue de 0.00061088%. Debido a que la presencia del taxón en el territorio nacional es mayor a 12 km² pero menor de 1% se le otorgo un puntaje = 3.

Mapa. 2. Polígono de Distribución.



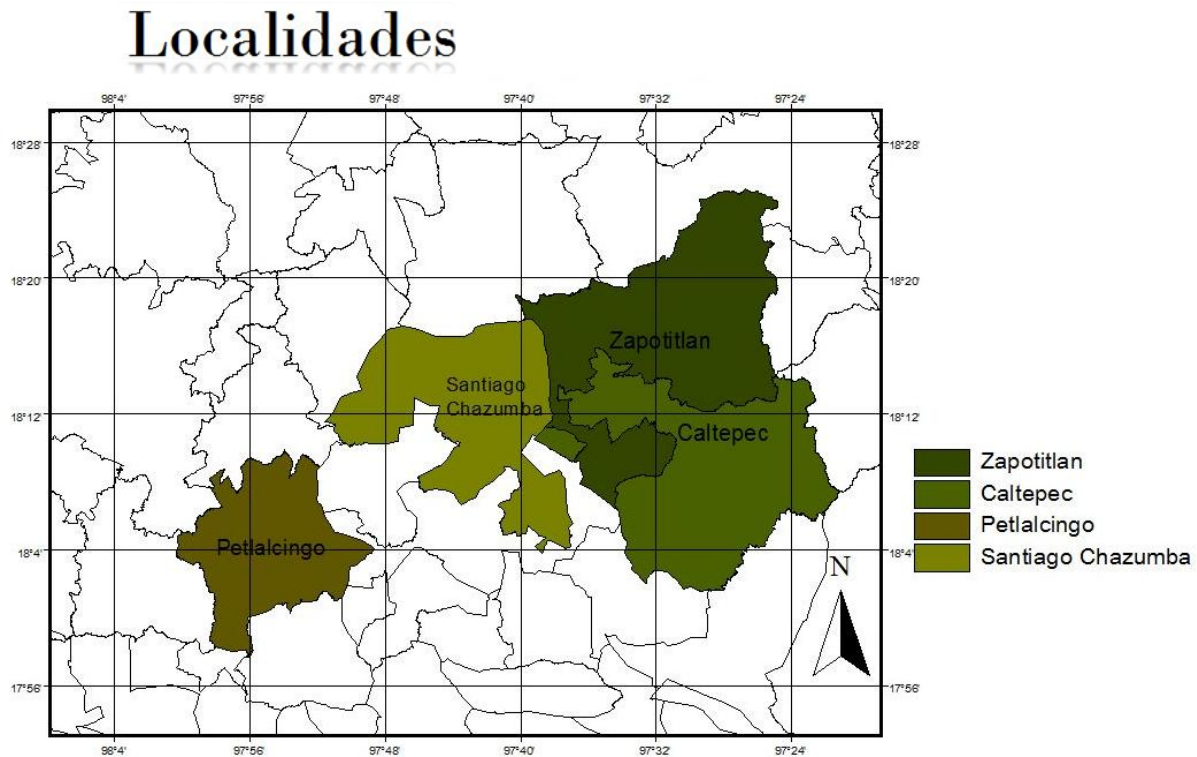
Realizado en Arcview. 3.1

2) Número de poblaciones o localidades conocidas existentes (en el caso de localidades se trata de puntos (3 mm de diámetro) que pueden ser discernibles en un mapa a una escala de 1:4 000 000).

- a) 1-3 = 3
- b) 4-8 = 2
- c) 9-25 = 1
- d) Mayor o igual que 26 = 0

De acuerdo con lo propuesto por el MER para diferenciar y hacer discernibles las posibles distintas poblaciones, los registros bajo estudio fueron contrastados contra un mapa escala 1:4,000,000 en donde se distinguen claramente 4 localidades, por lo que este criterio fue calificado con un valor = 2.

Mapa. 3. Área de Estudio



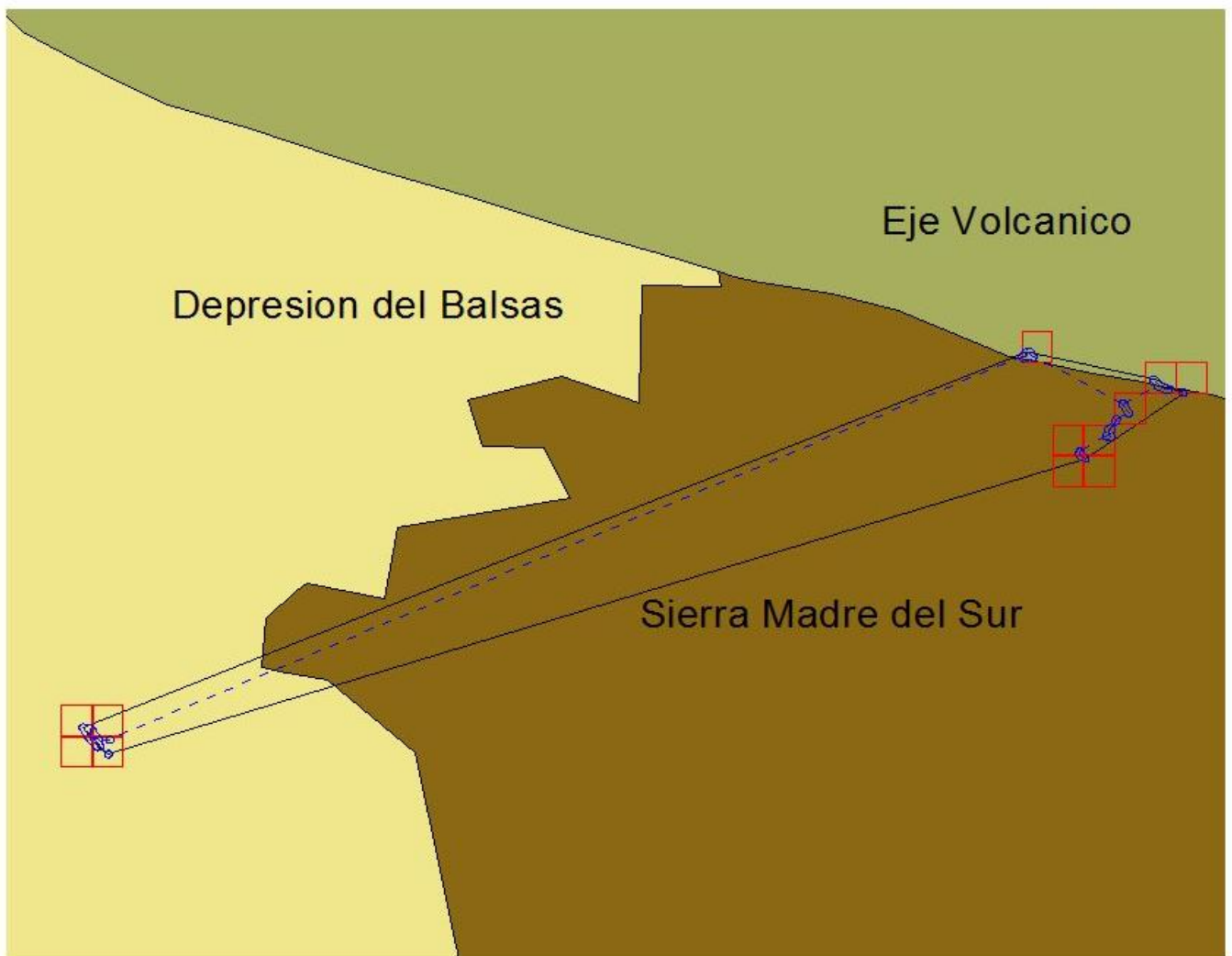
Realizado en Arcview 3.1

3) Número de provincias biogeográficas (CONABIO, 1997) en las que se encuentra el taxón (o que abarcaba su distribución históricas).

- a) 1 = 3
- b) 2-3 = 2
- c) 4-5 = 1
- d) Mayor o igual que 6 = 0

En el tercer parámetro se concluyó que el taxón se distribuye en tres provincias, el Eje Volcánico Transversal, la Sierra Madre del Sur y la Cuenca del Balsas, con esto se obtuvo un puntaje de 2 en este parámetro

Mapa 4. Provincias Biogeográficas



Realizado en Arcview 3.1

4) Representatividad de la distribución del taxón en el Territorio Mexicano.

- a) Distribución periférica o extralimital = 1
- b) Distribución no periférica o extralimital = 0

Fouquieria ochoterena es una especie no periférica o extralimital ya que su distribución es en el centro del país y no tiene reportes de presencia en algún otro país, debido a esto se le otorga un puntaje de 0

Subtotal del Criterio A = Suma del puntaje obtenido 7/ 11

Criterio B

Características del hábitat

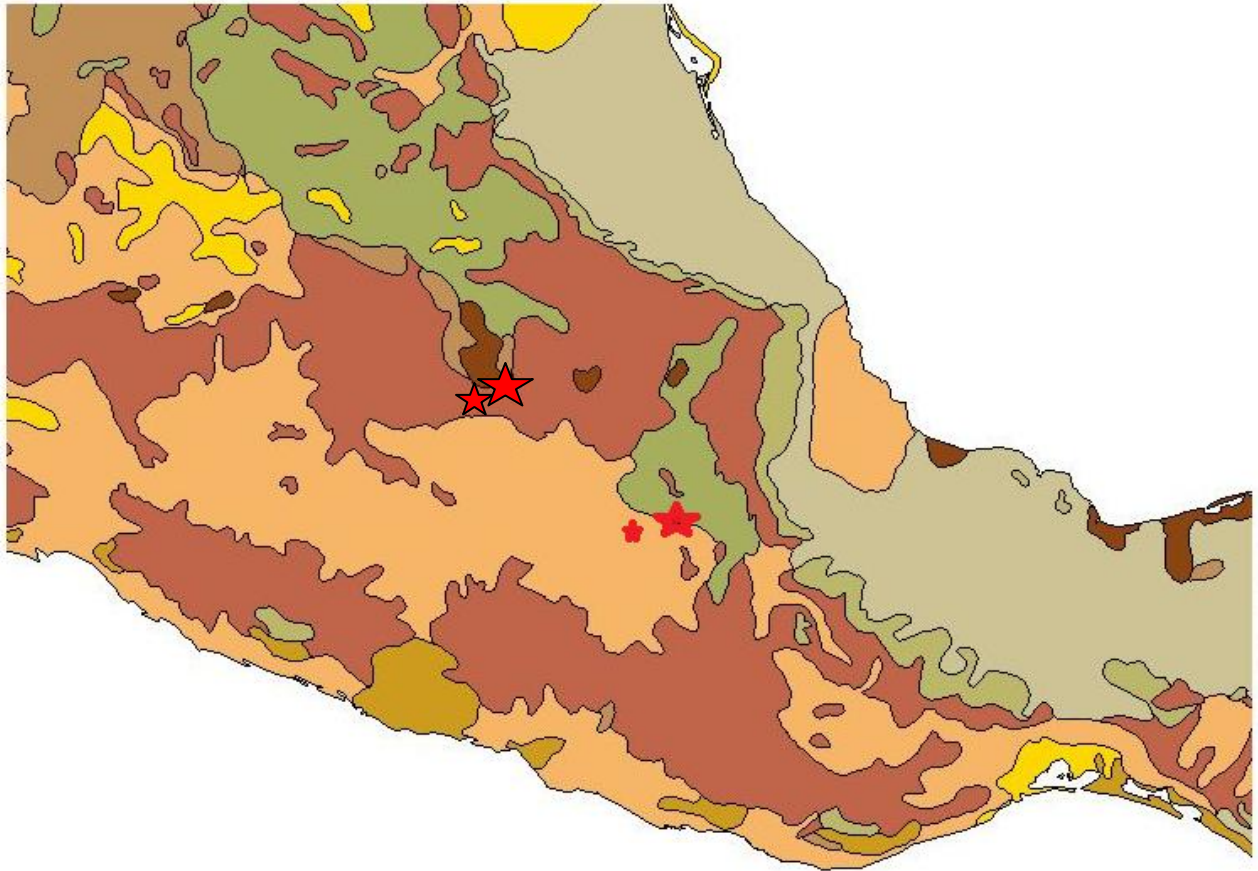
1) ¿En cuántos tipos de vegetación se presenta?

- a) 1 = 3
- b) 2 = 2
- c) 3 = 1
- d) Mayor o igual que 4 = 0

Al observar las localidades en el mapa de vegetación potencial de Rzedowski, (Fig. 4.) se observó que la especie se distribuye en dos tipos de vegetación, Matorral Xerófilo y Bosque Tropical Caducifolio.

Dándole un puntaje de 2.

Mapa 5. Tipos de vegetación donde se distribuye *Fouquieria ochoterena*.



Vegetación Potencial de Rzedowski

2) ¿El taxón tiene un hábitat especializado?

- a) Sí = 1
- b) No = 0

Con lo que se pudo observar en campo, *Fouquieria ochoterena* no es dependiente a un hábitat especializado, ya que se ubicaba tanto en zonas alteradas como no alteradas. El resultado obtenido le da un puntaje de 0.

3) ¿La permanencia de la población es dependiente de un hábitat primario?

- a) Sí = 1
- b) No = 0

En este parámetro *Fouquieria ochoterena* no mostró dependencia hacia algún tipo de hábitat primario. Este resultado le otorga un puntaje de 0

4) ¿La permanencia de la población requiere de regímenes de perturbación particulares o está asociada a etapas transitorias en la sucesión?

- a) Sí = 1
- b) No = 0

La permanencia de la población no mostro dependencia de un régimen de perturbación particular y tampoco están asociadas a alguna etapa de sucesión. Este resultado le otorga un puntaje de 0.

5) Amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón.

- a) Menor que 200 m = 3
- b) 200 m - < 500 = 2
- c) 500 m - <1000 m = 1
- d) Mayor o igual que 1000 m = 0

Los individuos de *F. ochoteranae*. tiene una distribución altitudinal entre los 500 – 1000 msnm. Este resultado les otorga un puntaje de 1.

Subtotal del Criterio B = Suma del puntaje obtenido 3/ 9

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca.

C-1. Demografía.

1) Número total de individuos (si no se tienen estimaciones asignar un valor de 0).

- a) Menor o igual que 500 = 3
- b) 501 – 5,000 = 2
- c) 5,001 – 50,000 = 1
- d) Mayor o igual que 50,001 = 0

En el parámetro uno con base a los registros extraídos de campo, el número de individuos contados fue de 4000, de acuerdo con lo establecido por el MER entra en el rango de los 501 – 5000 lo cual le da un puntaje de 2.

2) Reclutamiento (si no existe información, asignar un valor de 0).

- a) Hay observaciones de reclutamiento en todas las poblaciones = 0
- b) Hay observaciones de reclutamiento en algunas poblaciones = 2
- c) Hay observaciones de la ausencia de reclutamiento en todas las poblaciones = 4

Hay evidencias de reclutamiento en algunas poblaciones, ya que se observa presencia de varias plántulas, en Cerro la Flecha y Petlalcingo lo que es señal de una buena reproducción sexual y buena germinación de semillas en tierra. Por otro lado en Santiago Chazumba y Sabino farol la presencia de plántulas es limitada siendo los individuos juveniles y adultos los que predominan. Esto le otorga a este parámetro un puntaje de 2.

Tabla 1. Número de individuos observados por población

	PLÁNTULAS	JUVENILES	ADULTOS
Cerro la Flecha	470	200	330
Petalcingo	400	280	320
Santiago Chazumba	200	320	480
Sabino Farol	250	420	330

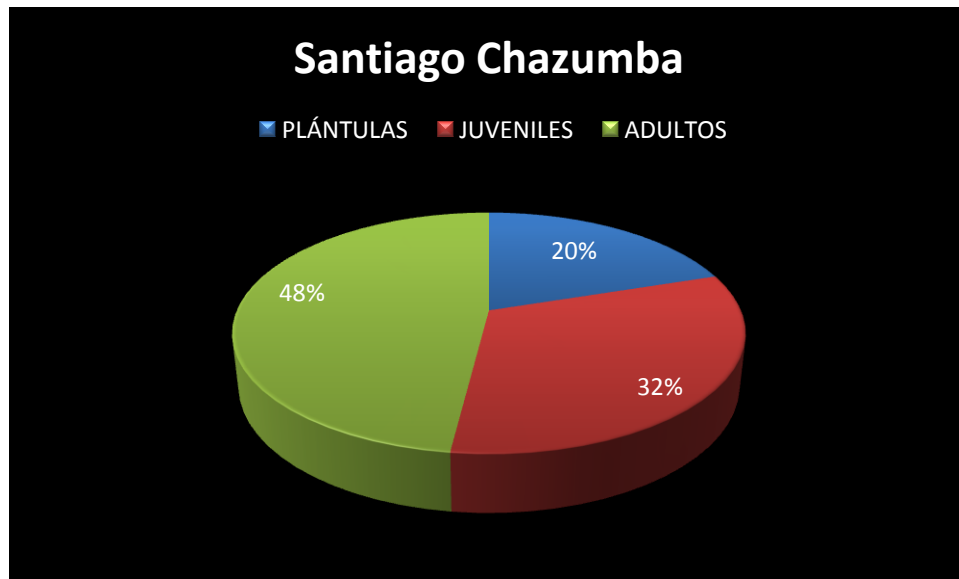
Grafica 1. Número de individuos organizados por tamaño en Cerro la Flecha



Grafica 2 . Número de individuos organizados por tamaño en Petlalcingo



Grafica 3. Número de individuos organizados por tamaño en Santiago Chazumba



Grafica 4. Número de individuos organizados por tamaño en Sabino Farol



3) Atributos demográficos (si no existe información, asignar un valor de 0).

a) ¿Hay evidencia de densa dependencia en la reproducción?

Sí = 1

No = 0

No se tiene información, por ello se le da un puntaje de 0

b) ¿Hay clonalidad (capacidad de generar nuevos individuos independientes por medio de reproducción asexual)?

Sí = 0

No = 1

No se tiene información de esto, por lo cual se le da un valor de 0.

c) ¿Hay evidencia de decrecimiento de las poblaciones en el país?

Sí = 1

No = 0

No se tiene información, esto le da un puntaje de 0

d) ¿Hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad?

Sí = 1

No = 0

No se tiene información, esto le da un puntaje de 0

e) ¿El taxón es dioico, los individuos son dicógamos o autoincompatibles?

Sí = 1

No = 0

El taxón no es dioico por lo cual tiene un puntaje de 0

f) ¿La floración es sincrónica o gregaria?

Sí = 1

No = 0

La floración no es sincrónica por lo que recibe un puntaje de 0

g) ¿El taxón produce pocos propágulos (en comparación con otros miembros de su linaje)?

Sí = 1

No = 0

No se tiene información, esto le da un puntaje de 0

C-2. Genética (donde no existe información asignar un valor de 0).

Se omitieron los puntos 1 y 2 del criterio C-2 debido a que estos requerían de información molecular y no se pudieron realizar las pruebas.

Los criterios 3 y 4 de la sección de genética son estimaciones indirectas que se realizaron comparando el fenotipo de los individuos de cada población.

3) Cantidad de variación genética (estimada indirectamente mediante otros caracteres).

a) Baja = 1

b) Alta = 0

No se realizaron pruebas para determinar la variación genética por lo cual se otorga un valor de 0

4) Nivel de diferenciación entre poblaciones (estimada indirectamente mediante otros caracteres).

a) Baja = 0

b) Alta = 1

Para apreciar la diferenciación entre poblaciones, se recurre generalmente a estudios morfológicos o genéticos los cuales no se realizaron, debido a lo cual el valor asignado es cero.

C-3. Interacciones bióticas especializadas.

3) ¿El taxón requiere un polinizador específico?

a) No = 0

b) Sí = 1

No se tiene información, por lo que se le da un valor de 0

4) ¿El taxón tiene un dispersor específico?

a) No = 0

b) Sí = 1

No se tiene información, por lo que se le da un valor de 0

7) ¿El taxón sufre una afectación importante por depredadores, patógenos (incluyendo competencia muy intensa con especies alóctonas o invasoras)?

- a) No = 0
- b) Sí = 1

Se desconoce si existe algún depredador por lo cual se otorga valor de 0

Subtotal del Criterio C = Suma del puntaje obtenido 4/ 23

Criterio D.

Impacto de la actividad humana

1) ¿Cómo afecta al taxón la alteración antrópica del hábitat?

- a) Es beneficiado por el disturbio = -1
- b) No le afecta o no se sabe = 0
- c) Es perjudicado por el disturbio = 1

No se sabe si es afectado o no, por lo que se le da un valor de 0.

2) ¿Cuál es el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón.

- a) El hábitat remanente no permite la viabilidad de las poblaciones existentes = 4
- b) El impacto es fuerte y afecta a todas las poblaciones = 3
- c) El impacto es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones = 2
- d) El impacto es moderado y sólo afecta algunas poblaciones = 1
- e) No hay impacto significativo en ninguna población = 0

Se concluyó por las observaciones en campo (Fotografía 1) que hay un moderado impacto en Santiago Chazumba y un impacto poco significativo en las otras localidades. Por ello se da un puntaje de 1

Fotografía 1. Impacto moderado en Santiago Chazumba.



Fotografía tomada por Nallely Gabriela Cortes Basurto

Fotografía 2. No se observa impacto significativo en otras localidades



Fotografía tomada por Nallely Gabriela Cortes Basurto

3) ¿Existe evidencia (mediciones, modelos o predicciones) que indique un deterioro en la calidad o extensión del hábitat como efecto de cambios globales (e.g., sensibilidad a cambio climático) o se prevé un cambio drástico en el uso del suelo?

- a) No = 0
- b) Sí = 1

No se tiene evidencia, por lo que se otorga un puntaje de 0

4) ¿Cuál es el impacto del uso sobre el taxón?

- a) El impacto de uso implica la remoción de las poblaciones = 4
- b) El impacto de uso es fuerte y afecta a todas las poblaciones = 3
- c) El impacto de uso es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones = 2
- d) El impacto de uso es moderado y sólo afecta algunas poblaciones = 1
- e) No hay impacto de uso significativo en ninguna población = 0

Hay impacto en la población por la remoción de sus individuos, para realizar campos de cultivo aunque la remoción no es significativa. De acuerdo al MER el puntaje que se asigna es de 2 puntos.

5) ¿El taxón es cultivado o propagado ex situ? (a nivel nacional o internacional)

a) Sí = -1

b) No = 0

No hay evidencia de propagación ex situ por lo que se otorga un valor de 0

Subtotal del Criterio D = Suma del puntaje obtenido 5/ 10

Tabla 2. Sumatoria de los criterios del MER.

Criterio del MER	Información del criterio	Puntaje obtenido
Criterio A.	Características de la distribución geográfica	7/11 =0.63
Criterio B.	Características del hábitat.	3/9=0.33
Criterio C.	Demografía Genética Interacciones Bióticas	4/23=0.17
Criterio D.	Impacto de la actividad humana	3/10=0.3

El puntaje total obtenido en los criterios realizados es de 1.43 por lo cual *Fouquieria ochoteranae* entra en la categoría de Sujeto a Protección Especial.

Germinación

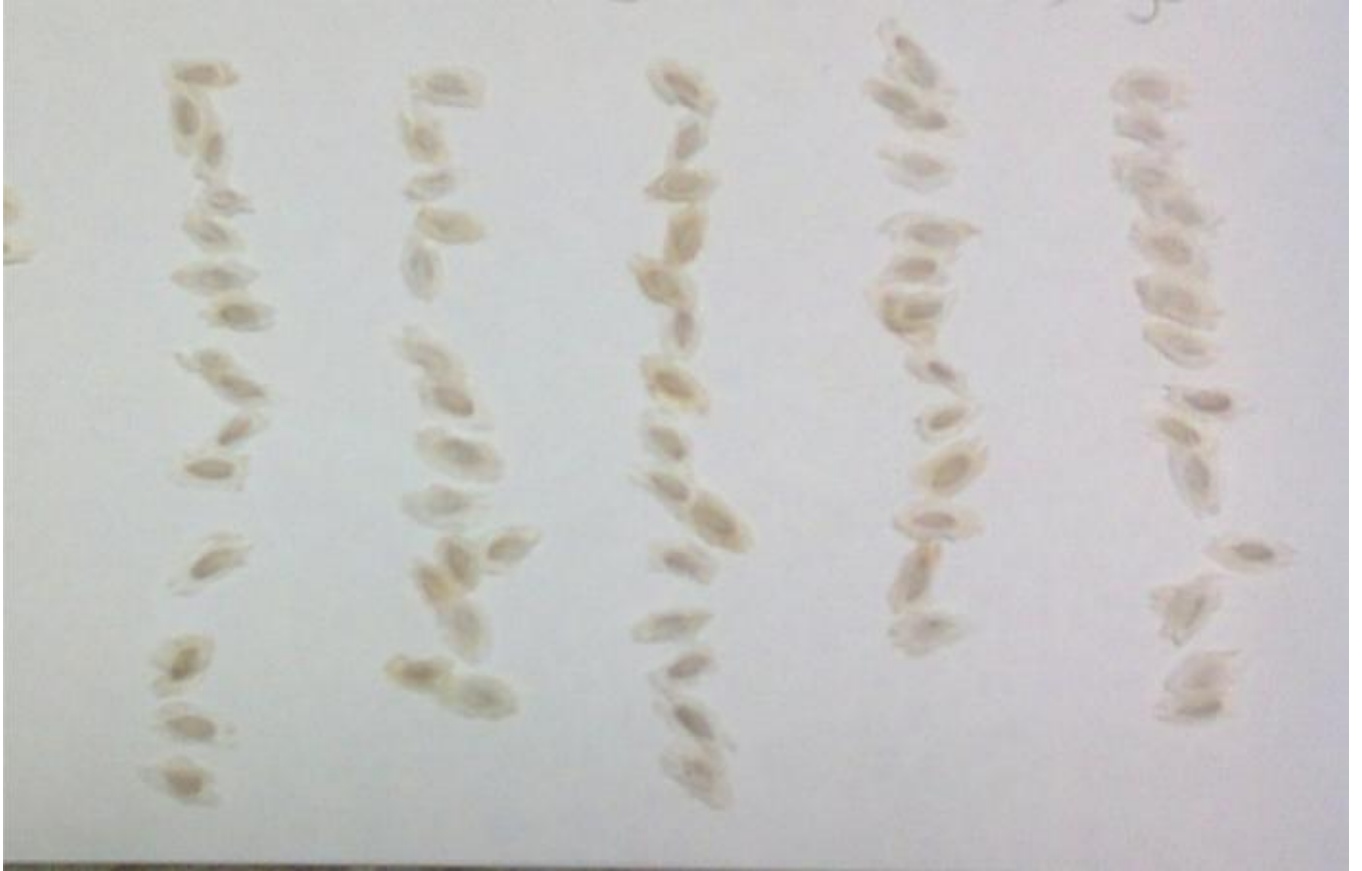
Las semillas se observaron diariamente durante el proceso de germinación y el resultado fue el siguiente.

Fotografía 3. Rama con frutos de *F. ochoterenae*



Fotografía tomada por Nallely Gabriela Cortes Basurto

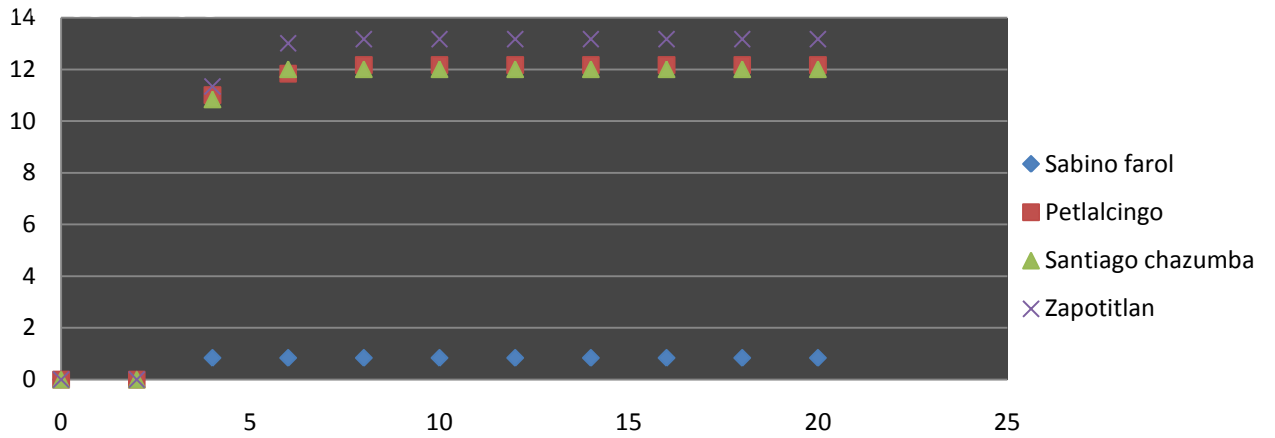
Fotografía 4. Semillas aladas de *F. ochoterenae*



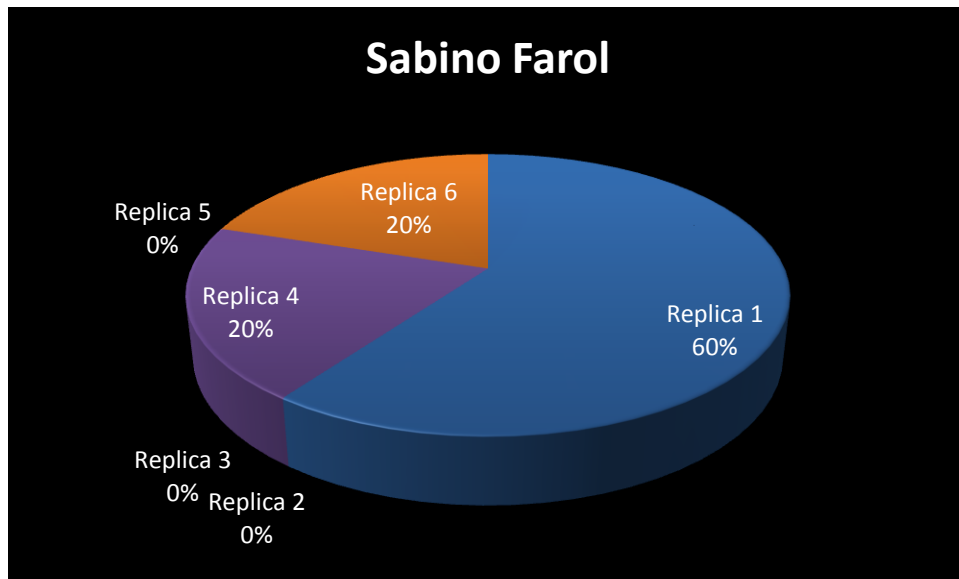
Fotografía tomada por Nallely Gabriela Cortes Basurto

El porcentaje de germinación de las semillas de *Fouquieria ochoteranae* fue de 85%, solo una localidad presento un porcentaje de germinación muy bajo, esto debido a que posiblemente hubo error en la colecta de las semillas de Sabino Farol y estas resultaron ser no viables, ya que embebieron pero no germinaron.

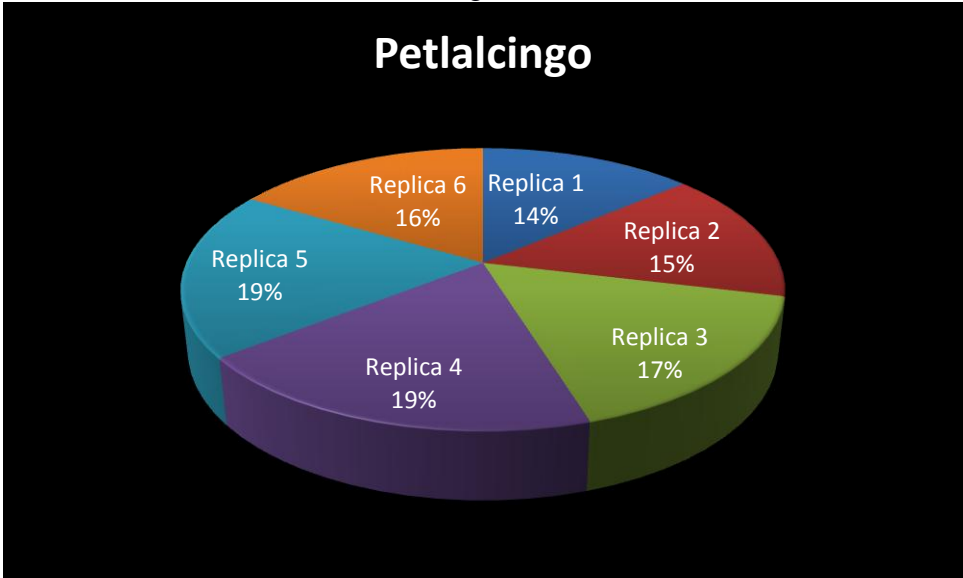
Grafica 5. Porcentaje general de la germinacion de semillas



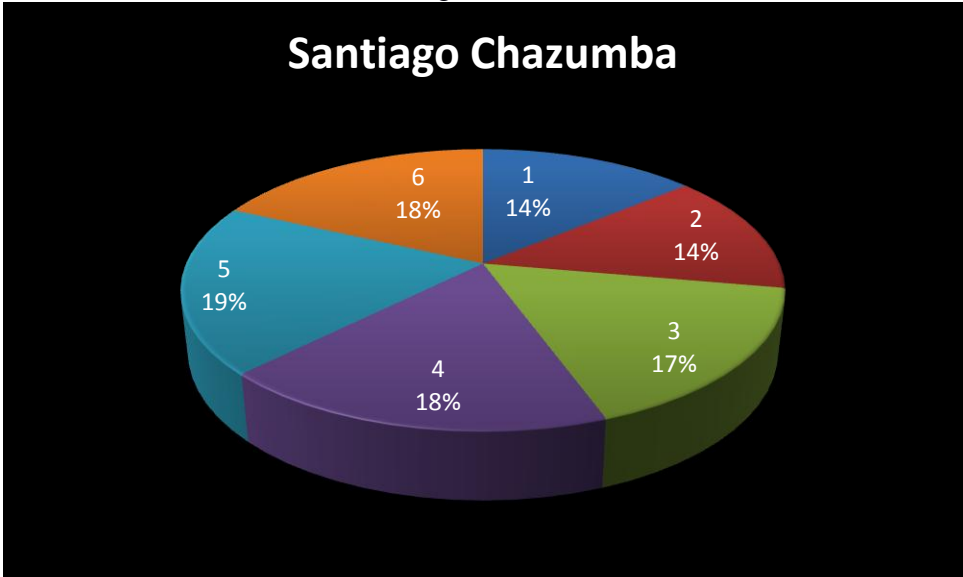
Grafica 6. Germinación de semillas en Sabino Farol



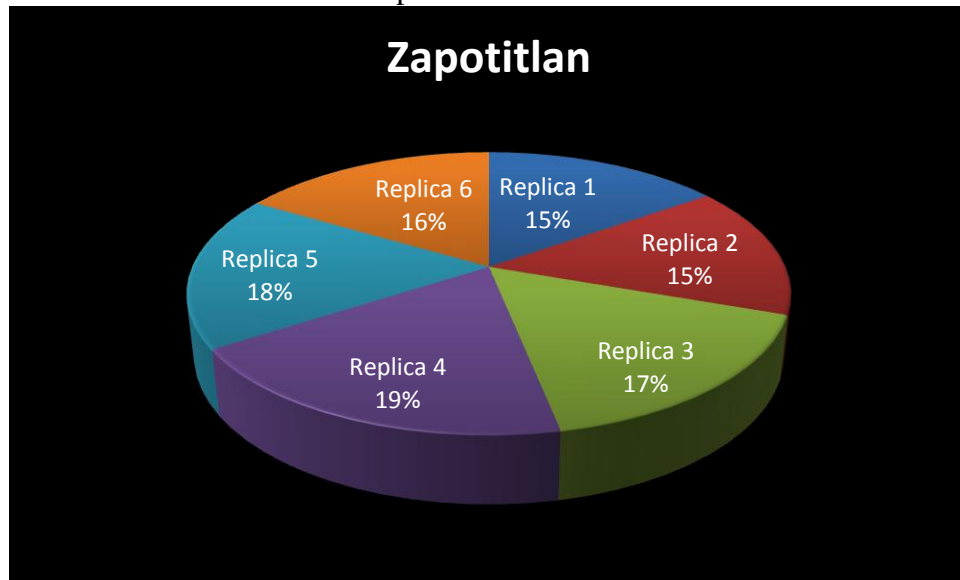
Grafica 7. Germinación de semillas en Petlalcingo



Grafica 8. Germinación de semillas en Santiago Chazumba



Grafica 9. Germinación de semillas en Zapotitlan



Discusión

Es evidente que el MER (NOM-059-2010) representa una herramienta útil para lograr de una manera expedita la evaluación de algunas especies que por sus características intrínsecas y otros factores ajenos a estas se consideran como sensibles en el sentido de su estado de conservación. Si bien este estudio tuvo como finalidad aportar información actualizada sobre distintos aspectos considerados por el MER para evaluar el estado de conservación de *Fouquieria ochoterena*, la posibilidad de lograrlo está sujeta a la selección de varios de los criterios más informativos, dada la cantidad de criterios propuestos en esta herramienta para lograr una evaluación completa. Si bien todos ellos son importantes, en países como México en donde los cambios en la cobertura vegetal debidos a los cambios en el uso del suelo, el comercio ilegal de especies raras, la importante diversidad de impactos de las actividades humanas sobre la diversidad biológica, algunos criterios como el conocimiento de la distribución geográfica, las características y la calidad del hábitat actual, algunas características intrínsecas de la especie vitales para su permanencia (estructura de la población, capacidad reproductiva, tasa de germinación, etc.), y un conocimiento razonable sobre los efectos que tienen las actividades humanas sobre este tipo de especies parece ser una selección que permite una evaluación expedita del estado de conservación de cualquier especie dada para ser protegida por las normas oficiales (Chunco et al., 2013). Aunque la evaluación del MER hubiese sido más completa al realizar todos los puntos que la conforman, la clasificación de la especie no hubiese cambiado ya que su área de distribución es muy puntual y este criterio es muy importante ya que con este simple dato se pueden enviar a las especies a las diferentes categorías que conforma el Mer.

En el caso particular de este estudio se encontraron poblaciones de *F. ochoterena* no reportadas anteriormente en artículos o en colecciones de herbario, como MEXU. Este es el caso de las localidades de Sabino Farol, Santiago Chazumba y Zapotitlán, que se encuentran entre el límite del Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur abarcando una parte del Balsas.

Se observó que la especie muestra una distribución de tamaños apropiada ya que se encontraron plántulas, juveniles y adultos.

Los experimentos de germinación para *Fouquieria ochoterena* mostraron que tuvo su máxima del 85% al sexto día. Las semillas se colectaron directamente en campo en temporada de

floración y de forma azarosa, aun con condiciones poco favorables el porcentaje de germinación fue alto. Posiblemente un factor por el cual las semillas germinan de una manera tan rápida sea a causa de que el sitio donde crece naturalmente *Fouquieria ochoterenae* tiene muchas limitaciones, principalmente de humedad y al estar en contacto con humedad constante responde de forma inmediata. Existen reportes para otra especie del mismo género, Cervantes y Ramírez (2000) reportan para *Fouquieria purpusii* una germinación del 100% al quinto día de haber comenzado el tratamiento.

Las actividades que los pobladores realizan impactan a la especie negativamente. Entre las principales están la tala para convertir esos terrenos en sembradíos. Sin embargo, esta no es una práctica totalmente generalizada, en contraste, en la localidad cerro la flecha los pobladores, mostraron interés por conocer más de la especie, así como sus usos potenciales. Se les brindó una breve información en la cual se les dijo que es necesario conocer más detalladamente las condiciones de suelo, humedad, nutrientes, pendiente y altitud. Debido al tiempo no se pudo trabajar más a fondo, por lo que se sugiere trabajar con la comunidad para elaborar un plan de manejo para esta especie. En esta localidad fue donde se encontró la población más abundante de individuos de *F. ochoterenae*.

Conclusiones

De acuerdo con los criterios evaluados, no obstante que fueron pocos, pero se estima que son muy indicativos, consideramos que *Fouquieria ochoterena* podría ser clasificada o calificada en la categoría: Sujeta a Protección Especial. Cambiando así su estatus actual de especie en Peligro de Extinción.

Esta categoría nos alertan sobre la posibilidad de que *F. ochoterena* podría llegar a encontrarse amenazada por factores que afectan negativamente su viabilidad, por lo que es necesario realizar acciones para proteger a esta especie, tales acciones podrían ser:

- Brindar educación ambiental a los pobladores
- Sugerir a los pobladores el uso de este árbol como cerco vivo para limitar el acceso de su ganado a los sembradíos.
- Sugerirle a los pobladores la utilización de los árboles muertos para la elaboración de productos artesanales (tallado)

Este trabajo puede ser la base para futuras investigación acerca de esta especie poco estudiada pero seguramente con un gran impacto ecológico. Podrían hacerse estudios para determinar si es una especie que evita erosión, funciona como nodriza o cuáles son sus polinizadores.

PERSPECTIVAS

Este trabajo cumplió con el objetivo de aportar información general de la especie, aunque es importante resaltar que aún hay mucho por hacer ya que esta especie tiene prácticamente nulas investigaciones y la considero muy importante a nivel ecológico por que existen interacciones con otros organismos pero con mas estudios podrían sustentarse mis hipótesis, debido a esto sugiero realizar más estudios como interacción con otras especies, conocer detalladamente sus polinizadores o también estudios a nivel molecular para conocer los posibles usos que podría tener la especie.

Planteo que tal vez en un futuro que espero no sea muy lejano se realicen talleres para los habitantes de las localidades donde se encuentra *F. ochoterenae* y en estos se les pueda brindar la información necesaria de la especie y hablarles de los posibles usos de esta ya que actualmente muchos pobladores no la consideran importantes o útil y prefieren eliminarla para poner en sus cultivos que no siempre son viables

En resumen sugiero continuar con la investigación de *F. ochoterenae* que aparte de ser muy atractiva a la vista es una es las especies endémicas de la familia *Fouquieriaceae*

BIBLIOGRAFÍA

- Luis M. Cervantes S. y Patricia Ramírez R (2002). Ensayos de germinación en semillas de *Fouquieria purpusii* Brandegee, Cactáceas y Suculentas Mexicanas Tomo XLV Num.3
- Arenas Navarro Maribel. (2010). Evaluación de conservación de *Opuntia decumbens* en la reserva de la biósfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. FESI-UNAM. Tesis para obtener el grado de Biólogo.
- González, R.A.V. (2010). Evaluación preliminar del estado de conservación de *Mammillaria napina* (Cactácea). FESI-UNAM. Tesis para obtener el grado de Biólogo.
- González, V.F. (2009). Evaluación de conservación de *Stenocactus crispatus* en la reserva de la biósfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. FESI-UNAM. Tesis para obtener el grado de Biólogo.
- Gutiérrez, G. K. (2007). Evaluaciones preliminares de conservación: estudio de caso de *Ferocactus haematacanthus* (Salm-Dyck) Bravo (Cactaceae). FESI-UNAM. Tesis para obtener el grado de Biólogo.
- Guizar Nolasco E. et al (2010) Flora y vegetación en la porción sur de la Mixteca Poblana, Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales 16(2): 101-105
- Henrickson J. 1972 A taxonomic revision of the Fouquieriaceae. *Aliso* 7. (4): 439-537
- Aguirre Liguori, J. A. (2012). Genética de poblaciones y filogeografía de *Fouquieria shrevei* (Familia Fouquieriaceae), especie gipsófila endémica de Coahuila. Facultad de Ciencias UNAM. Tesis para obtener el grado de Biólogo.
- Primack, R; Roíz, R; Feinsinger, P; Dirzo, R; Massardo, F. 2001. Fundamentos de conservación biológica. México DF.
- Peters E. y C. Martorell, 200. Conocimiento y conservación de las mamilarias endémicas del Valle de Tehuacan-Cuicatlan. CONABIO. Mexico, D.F.
- Rzendowski J. y Calderón de R. G. 2010. Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO. México D.F. pp.540-540
- SEMARNAT. 2010. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 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, segunda sección. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Diario Oficial, México D.F. 30 de diciembre de 2010, 1-77.
- Extención Territorial (<http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/extension/default.aspx?tema=T>)

UICN,2012,Programa de la UICN 2013-1016,
https://cmsdata.iucn.org/downloads/programa_de_la_uicn_2013_2016_final_29_nov_12.pdf

ANEXO NORMATIVO II

MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE EXTINCIÓN DE PLANTAS EN MÉXICO

Este método se aplicará exclusivamente para Plantas.

I. ÍNDICE DE RAREZA

Criterio A. Características de la distribución geográfica

1) Extensión de la distribución (los porcentajes se determinaron considerando la extensión territorial de los biomas en el país). La extensión de la distribución debe considerar el área de ocupación (el área dentro de su extensión de presencia que es ocupada por el taxón, ya que esta última puede contener hábitats no adecuados, UICN, 1994) y no sólo la extensión de presencia (área contenida dentro de los límites continuos o imaginarios más cortos que pueden dibujarse para incluir todos los sitios conocidos en los que un taxón se halla presente).

- a) El área de distribución es menor o igual a 1 km² = 4
- b) El área de distribución ocupa más de 1 km² pero <1% del Territorio Nacional = 3
- c) El área de distribución ocupa >1-<5% del Territorio Nacional = 2
- d) El área de distribución ocupa >5-<40% del Territorio Nacional = 1
- e) El área de distribución ocupa >40% del Territorio Nacional = 0

2) Número de poblaciones o localidades conocidas existentes (en el caso de localidades se trata de puntos (3 mm de diámetro) que pueden ser discernibles en un mapa a una escala de 1:4 000 000).

- a) 1-3 = 3
- b) 4-8 = 2
- c) 9-25 = 1
- d) Mayor o igual que 26 = 0

3) Número de provincias biogeográficas (CONABIO, 1997) en las que se encuentra el taxón (o que abarcaba su distribución histórica). El mapa que debe ser utilizado para determinar las provincias biogeográficas donde se presenta un taxón es el de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1997), "Provincias biogeográficas de México", escala 1:4 000 000, México.

Si la especie se encuentra únicamente en el límite entre dos provincias, para fines del MER-Plantas, se le asigna el valor máximo (3). Por ejemplo, *Clowesia rosea* se distribuye entre 750 y 1420 m de altitud en la zona de contacto de la provincia de Planicie Costera del Pacífico con la Sierra Madre del Sur, dada su restricción, se le asigna el valor máximo de 3 puntos.

- a) 1 = 3
- b) 2-3 = 2
- c) 4-5 = 1
- d) Mayor o igual que 6 = 0

4) Representatividad de la distribución del taxón en el Territorio Mexicano. Se refiere a la importancia que pueden tener las poblaciones mexicanas dentro de la distribución geográfica de la especie. Por ejemplo, *Pinus attenuata* tiene más del 95% de su distribución en la costa oeste de Estados Unidos mientras que en México sólo se han reportado dos localidades en Baja California Norte. En este caso se dice que la distribución es periférica o extralimital.

- a) Distribución periférica o extralimital = 1
- b) Distribución no periférica o extralimital = 0

Subtotal del Criterio A = Suma del puntaje obtenido / 11

Criterio B. Características del hábitat.

1) ¿En cuántos tipos de vegetación se presenta? (sensu Rzedowski, 1978) (No deben considerarse presencias accidentales).

El mapa que debe ser utilizado para determinar el o los tipos de vegetación donde se presenta un taxón es el de Vegetación Potencial de Rzedowski (1990). IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México

Si la especie se encuentra únicamente en un ecotono entre dos tipos de vegetación, para fines del MER plantas, se le asigna el valor máximo (3). Por ejemplo, *Euphorbia colligata* crece en el ecotono entre bosque tropical subcaducifolio y bosque de pino-encino (Olson et al., 2005). Por su amplitud ecológica reducida, se asignaría un valor de 3 a esta especie.

- a) 1 = 3
- b) 2 = 2
- c) 3 = 1
- d) Mayor o igual que 4 = 0

2) ¿El taxón tiene un hábitat especializado? Se refiere a la presencia del taxón sólo en un hábitat especializado permanente (si el hábitat es especializado pero temporal ver inciso 4). Ejemplos: *Geohintonia mexicana* es una cactácea endémica del norte de México restringida a afloramientos de yeso cristalizado en paredes casi verticales (Anderson et al., 1994). *Mammillaria luethyi* es otra cactácea endémica del norte de México y se encuentra únicamente en un afloramiento de fluoruro asociado a lajas de roca calcárea (Hinton 1996). *Polypleurum prostratum* es una Podostemaceae que sólo habita en corrientes con sustrato de rocas con silicatos cuya disolución provoca una considerable dureza total del agua (Mathew et al., 2003).

- a) Sí = 1
- b) No = 0

3) ¿La permanencia de la población es dependiente de un hábitat primario? Ejemplo: *Poulsenia armata* (Moraceae) y *Psychotria* spp. (Rubiaceae) son especies arbóreas que habitan en selvas altas perennifolias y su permanencia se reduce a los remanentes de esa formación cuando la selva se tala para establecer potreros, pues dependen esencialmente del comportamiento de dispersores frugívoros del bosque original, ausentes en los potreros y en los acahuales (Guevara et al., 1994).

- a) Sí = 1
- b) No = 0

4) ¿La permanencia de la población requiere de regímenes de perturbación particulares o está asociada a etapas transitorias en la sucesión? Ejemplos: Las orquídeas de los géneros *Mormodes*, *Cynoches* y *Catasetum* se establecen en troncos en descomposición y requieren de la alta iluminación producto de la apertura de claros en un bosque cerrado. Un bosque donde la caída de árboles es infrecuente implica necesariamente poco reclutamiento (Hágsater et al., 2005). *Cypripedium irapeanum* es una orquídea restringida a etapas iniciales de la sucesión secundaria de los bosques de encinos de climas semicálidos. Su permanencia en una localidad requiere forzosamente de un programa de manejo que incluye la remoción de la cubierta vegetal densa, pues la planta es muy escasa en el bosque maduro excepto en sitios particulares como laderas abruptas y pedregales.

- a) Sí = 1
- b) No = 0

5) Amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón.

- a) Menor que 200 m = 3
- b) 200 m - < 500 = 2
- c) 500 m - <1000 m = 1
- d) Mayor o igual que 1000 m = 0

Subtotal del Criterio B = Suma del puntaje obtenido / 9

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca.

C-1. Demografía.

1) Número total de individuos (si no se tienen estimaciones asignar un valor de 0).

- a) Menor o igual que 500 = 3
- b) 501 – 5,000 = 2
- c) 5,001 – 50,000 = 1
- d) Mayor o igual que 50,001 = 0

2) Reclutamiento (si no existe información, asignar un valor de 0). Se refiere al fenómeno en el que nuevos individuos se unen a la población, y muchas veces hace referencia a los individuos

derivados de un proceso de reproducción sexual. Un bajo reclutamiento puede manifestarse de varias maneras. Por ejemplo, como resultado de perturbación muchas especies no presentan plántulas y la población consiste únicamente de individuos adultos. En otros casos, las plántulas pueden ser abundantes pero la alta mortalidad de las mismas impide que la población reproductiva se mantenga (como en *Quercus fusiformis* y *Q. buckleyi* en Texas según Russel y Fowler, 1999). Algunas especies desérticas muy longevas reclutan en ciclos largos y presentan cohortes separadas por edad (e.g., el saguaro, *Carnegie gigantea*, según Pierson y Turner, 1998).

- a) Hay observaciones de reclutamiento en todas las poblaciones = 0
- b) Hay observaciones de reclutamiento en algunas poblaciones = 2
- c) Hay observaciones de la ausencia de reclutamiento en todas las poblaciones = 4

3) Atributos demográficos (si no existe información, asignar un valor de 0).

a) ¿Hay evidencia de densodependencia en la reproducción? Ejemplo: Muchas Plantas mimetizan a las flores de otras especies sin producir néctar. Si la densidad de la población de la especie mimetizada es baja los insectos aprenden a reconocer y a evitar las flores sin néctar, dejando a la población severamente limitada en cuanto a su polinización.

Sí = 1
No = 0

b) ¿Hay clonalidad (capacidad de generar nuevos individuos independientes por medio de reproducción asexual)? Algunos estudios sugieren que la clonalidad permite la permanencia de algunas especies (ej. *Stenocereus eruca*, Clark-Tapia et al. 2005).

Sí = 0
No = 1

c) ¿Hay evidencia de decrecimiento de las poblaciones en el país?

Sí = 1
No = 0

d) ¿Hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad? En algunas especies los individuos reproductivos muy grandes contribuyen desproporcionadamente a la fecundidad de la población.

Sí = 1
No = 0

e) ¿El taxón es dioico, los individuos son dicógamos o autoincompatibles?

Sí = 1
No = 0

El taxón no es dioico por lo que se le da valor de 0.

f) ¿La floración es sincrónica o gregaria?

Sí = 1

No = 0

g) ¿El taxón produce pocos propágulos (en comparación con otros miembros de su linaje)?

Sí = 1

No = 0

No se tiene información de esto se le da valor de 0.

C-2. Genética (donde no existe información asignar un valor de 0).

Para asignar valores en esta sección, se deberá evaluar los criterios 1 y 2 cuando se cuente con información molecular, de lo contrario evaluar los criterios 3 y 4 que son estimaciones indirectas.

1) Variación molecular (heterocigosis). Se refiere a la cantidad de variación genética detectada usando indicadores de diversidad genética o heterocigidad. Su nivel depende del marcador utilizado. Por ejemplo, para isoenzimas se considera baja variación una heterocigidad esperada menor de 10% mientras que para microsatélites de cloroplasto en coníferas una diversidad haplotípica menor a 20% se considera un valor bajo.

Si se tienen los datos de otros marcadores se recomienda usar estimados comparables en taxa cercanos para evaluar si la variación es baja. Los valores aquí expresados como bajo y alto son guías que ayudan a tomar una decisión y no deben de considerarse valores generales (véase la revisión en Esparza-Olguín, 2004).

a) Baja (= 10%) = 1

b) Alta (> 10%) = 0

2) Estructura genética molecular (Fst, Gst, proporción de la variación genética encontrada entre poblaciones). Este estimador es menos sensible al marcador utilizado y en este caso se consideran niveles bajos a aquellos por debajo de 20%. Se recomienda comparar los valores con especies cercanas. Los valores aquí expresados como bajo y alto son guías que ayudan a tomar una decisión y no deben de considerarse valores generales (si sólo existe una población asignar un valor de 1).

a) Baja (= 20%) = 0

b) Alta (> 20%) = 1

3) Cantidad de variación genética (estimada indirectamente mediante otros caracteres). Cuando no se cuente con información genética molecular se puede estimar la cantidad de variación genética evaluando la variación en caracteres morfológicos, susceptibilidad a patógenos, etc. Por ejemplo, el agave tequilero sufrió varias enfermedades que resultaron en una baja de la producción. Esto es evidencia de un bajo nivel de variación genética que en el caso de agave está apoyado por su propagación clonal así como estudios moleculares.

- a) Baja = 1
- b) Alta = 0

4) Nivel de diferenciación entre poblaciones (estimada indirectamente mediante otros caracteres). Cuando no haya estimadores de diferenciación genética, se puede usar el grado de diferenciación fenotípica (morfológica, fisiológica, de susceptibilidad a patógenos, etc.). También se ha encontrado en Plantas una relación entre la tasa de entrecruzamiento y el grado de diferenciación poblacional, de tal forma que si la especie preferentemente se autofecunda, probablemente tenga una alta diferenciación y viceversa (si sólo existe una población asignar un valor de 1).

- a) Baja = 0
- b) Alta = 1

C-3. Interacciones bióticas especializadas. ¿Se ha observado (o inferido) la presencia de las siguientes interacciones bióticas en el taxón? (si no existe información, asignar un valor de 0).

1) ¿El taxón requiere una “nodriza” para su establecimiento?

- a) No = 0
- b) Sí = 1

2) ¿El taxón requiere un hospedero o forofito específico (en el caso de holoparásitas o hemiparásitas y epífitas o hemiepífitas, respectivamente)? Ejemplo: *Laelia speciosa* es una orquídea que se ha reportado como epífita sobre encinos (*Quercus deserticola*, *Q. laeta*), algunas otras Plantas como *Opuntia* y *Yucca*, e incluso creciendo sobre rocas. Sin embargo, estudios cuantitativos en una localidad de Michoacán (donde existen los otros sustratos) indican que prácticamente 100% de varios miles de individuos registrados en una hectárea crecían sobre *Quercus deserticola* y que el 96% de ellos germinaba directamente sobre líquenes del género *Parmelia*. Estos datos sugieren que *Quercus deserticola* y *Parmelia* constituyen el forofito específico de *Laelia speciosa* y que los otros sustratos son más bien accidentales (Hernández, 1997).

- a) No = 0
- b) Sí = 1

3) ¿El taxón requiere un polinizador específico? Ejemplo: Las orquídeas del género *Stanhopea* son polinizadas por abejas macho de la tribu Euglossini que recolectan fragancias florales. *Stanhopea hernandezii* es polinizada exclusivamente por machos de la especie *Eufresia*

coerulescens y nunca se ha observado a ningún otro polinizador, en un periodo de muchos días de observaciones. Evidentemente la reproducción de *Stanhopea hernandezii* se vería interrumpida si desapareciera su polinizador (Soto Arenas, 2003).

- a) No = 0
- b) Sí = 1

4) ¿El taxón tiene un dispersor específico?

- a) No = 0
- b) Sí = 1

5) ¿El taxón presenta mirmecofilia obligada? Ejemplo: La orquídea *Coryanthes picturata* vive exclusivamente en los nidos arbóreos de varios géneros de hormigas y al parecer es dependiente de las condiciones fisicoquímicas del hormiguero y la protección continua de las hormigas para prosperar (Hágsater et al., 2005).

- a) No = 0
- b) Sí = 1

6) ¿El taxón presenta dependencia estricta de la micorriza? Ejemplo: Las Plantas de varios géneros de orquídeas son micoheterótrofas estrictas, careciendo de la función fotosintética y dependiendo completamente para su nutrición de sus hongos simbioses (Hágsater et al., 2005).

- a) No = 0
- b) Sí = 1

7) ¿El taxón sufre una afectación importante por depredadores, patógenos (incluyendo competencia muy intensa con especies alóctonas o invasoras)?

- a) No = 0
- b) Sí = 1

Subtotal del Criterio C = Suma del puntaje obtenido / 23

II. ÍNDICE DE IMPACTO ANTROPOGÉNICO

Criterio D. Impacto de la actividad humana

1) ¿Cómo afecta al taxón la alteración antrópica del hábitat? Ejemplo: Muchas especies, incluso algunas ubicadas en alguna categoría de riesgo, incrementan sus números poblacionales con la alteración de su hábitat que resulta de las actividades humanas. *Cecropia obtusifolia* es un árbol pionero que coloniza claros de gran tamaño en la selva alta perennifolia. Sin embargo, es aún más abundante en la vegetación secundaria de la selva en acahuales y orilla de caminos. Al menos en ciertas áreas, el árbol es actualmente más abundante que en el pasado.

- a) Es beneficiado por el disturbio = -1
- b) No le afecta o no se sabe = 0
- c) Es perjudicado por el disturbio = 1

2) ¿Cuál es el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón (impacto = fragmentación, modificación, destrucción, urbanización, pastoreo o contaminación del hábitat y se refiere tanto a la intensidad como a la extensión)?

Ejemplo: *Carpinus caroliniana* es un árbol abundante en algunos bosques mesófilos de montaña. La apertura de caminos y aclaramiento del bosque en zonas de barrancas parece afectarles al crear condiciones más secas y expuestas que las preferidas por esta especie. Por otro lado, hay observaciones que sugieren que esta especie es favorecida por el aclaramiento de algunos bosques por extracción selectiva madera si la perturbación no ha sido muy intensa. Esta misma especie además parece tener buen reclutamiento y sus poblaciones son estables en zonas con asentamientos humanos de muchos años, como las barrancas de Mexicapa, Morelos. Todo parece indicar que en esta especie el disturbio humano afecta negativamente algunas poblaciones, beneficia a otras y no parece afectar a otras más, dependiendo de la intensidad de la perturbación. Otras especies son afectadas negativamente por el disturbio derivado de las actividades humanas. El aclaramiento de la selva mediana perennifolia en las laderas del cerro Teotepec, Guerrero y el Volcán Tacaná, Chiapas para el establecimiento de cafetales ha modificado la estructura del dosel y algunas especies ombrófilas y con altos requerimientos de humedad atmosférica, muy sensibles a los cambios ambientales, muestran un claro decremento en sus poblaciones. Tal es el caso de *Kefersteinia tinschertiana*, una orquídea sin pseudobulbos con hojas delgadas y delicadas que se queman al estar expuestas al sol directo.

- a) El hábitat remanente no permite la viabilidad de las poblaciones existentes = 4
- b) El impacto es fuerte y afecta a todas las poblaciones = 3
- c) El impacto es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones = 2
- d) El impacto es moderado y sólo afecta algunas poblaciones = 1
- e) No hay impacto significativo en ninguna población = 0

3) ¿Existe evidencia (mediciones, modelos o predicciones) que indique un deterioro en la calidad o extensión del hábitat como efecto de cambios globales (e.g., sensibilidad a cambio climático) o se prevé un cambio drástico en el uso del suelo?

- a) No = 0
- b) Sí = 1

4) ¿Cuál es el impacto del uso sobre el taxón? Se refiere tanto a la intensidad como a la extensión; el uso puede implicar la extracción, la cosecha de propágulos o la remoción de parte de la biomasa de un individuo. El uso por la población humana de ciertas especies es un factor de riesgo que puede llevarlas a la extinción, pero hay muy distintas intensidades de uso. El impacto de uso puede ser observado en el decremento o remoción de algunas poblaciones o en la disminución del vigor de los individuos, que podría tener efectos negativos en su fecundidad, dependiendo de la forma de extracción. La gran mayoría de las Plantas no son usadas en absoluto por los humanos, por lo que el impacto del uso es inexistente. Las hojas de *Litsea glaucescens*, el laurel mexicano, son recolectadas en ciertas cantidades de las poblaciones silvestres para satisfacer la demanda nacional, pero es un arbusto o árbol abundante en muchas comunidades y no se ha observado un decremento de las poblaciones y en general los arbustos no muestran signos graves de deterioro por la cosecha de las hojas.

- a) El impacto de uso implica la remoción de las poblaciones = 4
- b) El impacto de uso es fuerte y afecta a todas las poblaciones = 3
- c) El impacto de uso es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones = 2
- d) El impacto de uso es moderado y sólo afecta algunas poblaciones = 1
- e) No hay impacto de uso significativo en ninguna población = 0

5) ¿El es cultivado o propagado ex situ? (a nivel nacional o internacional). La propagación disminuye la presión de colecta sobre muchas especies de importancia comercial, además de que el material cultivado puede llegar a ser fuente de especímenes en programas de conservación ex situ.

- a) Sí = -1
- b) No = 0

Subtotal del Criterio D = Suma del puntaje obtenido / 10