



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

“Evaluación del estado de conservación de *Euphorbia cyri* y determinación de sitios potenciales para su conservación y/o posible reintroducción en zonas cercanas al valle de Oaxaca, México.”

T É S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A :

Odette Hernández Paredes

TUTOR :

Dr. Mark Earl Olson



Ciudad Univesitaria, CD.MX,

2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

1. Datos del alumno:

Apellido paterno Hernández
Apellido materno Paredes
Nombre(s) Odette
Teléfono 5555451962
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Carrera Biología
Número de cuenta 092501575

2. Datos del tutor

Grado Dr
Nombre(s) Mark Earl
Apellido paterno Olson
Apellido materno

3. Datos del sinodal 1

Grado Dra.
Nombre(s) Mariana
Apellido paterno Hernández
Apellido materno Apolinar

4. Datos del sinodal 2

Grado Dra
Nombre(s) Emma Cristina
Apellido paterno Mapes
Apellido materno Sanchez

5. Datos del sinodal 3

Grado Dr
Nombre(s) César Antonio
Apellido paterno Ríos
Apellido materno Muñoz

6. Datos del sinodal 4

Grado Dra
Nombre(s) Laura
Apellido paterno Trejo
Apellido materno Hernández

7. Datos del trabajo escrito.

Título: Evaluación del estado de conservación de *Euphorbia cyri* y determinación de sitios potenciales para su conservación y/o posible reintroducción en zonas cercanas al valle de Oaxaca, México.”

Número de páginas 67

Año 2023

Agradecimientos:

A tod@s l@s que hicieron posible la realización de este trabajo.

Dedicatorias

A aquellos que no importa las veces que caigan, se vuelven y volverán a levantar, aquí o allá.

Y a l@s médic@s de vocación que ejercen su profesión con verdadera pasión, tornándola en casi un ministerio.

Particularmente al Dr Ernesto Marinez Duhart, por haber sido el instrumento que me devolviera a mi vida dos veces

A mis padres quienes todo me dieron.

“Advertir la vida mientras se vive, alcanzar a vislumbrar su grandeza;
Disfrutar del tiempo, la naturaleza y de las personas;
Celebrar la vida y el sueño de vivir, ése, es un arte”.

Modificado de Domenico
Cieri Estrada

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	8
II.	MARCO CONCEPTUAL	
2.1	Degradación del hábitat y extinción de especies	9
2.2	Desarrollo Sostenible: Agenda 21 y Agenda 2030	10
2.3	Estado de Conservación de las Especies:UICN y NOM 059	11
2.4	Áreas de Conservación de las Especies.	14
2.5	Utilidad de los modelos de nicho ecológico en la protección de especies y su hábitat	15
III.	ANTECEDENTES	16
3.1	Particularidades de <i>Euphorbia cyri</i> y el estado de Oaxaca	17
3.2	Casos similares a <i>E. cyri</i> en el estado de Oaxaca	19
IV.	OBJETIVOS	21
V.	DESARROLLO EXPERIMENTAL	21
5.1	Marco Teórico	21
5.1.1	Relación entre el clima y la vegetación	21
5.1.2	Biología de <i>Euphorbia cyri</i>	22
5.1.3	Modelado de nichos ecológicos usando GARP	30
5.2	Área de Estudio	
5.2.1	El estado de Oaxaca	31
5.2.2	Loa Valles Centrales	34
5.3	Síntesis Metodológica de campo y gabinete	35
5.3.1	Registros Históricos	35
5.3.2	Registros de Campo	35
5.3.3	Análisis GARP	36
VI	RESULTADOS	37
6.1	Registros Históricos	37
6.2	Registros de Campo	39
6.3	Análisis Espacial	42

VII	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
7.1	Investigación documental	45
7.2	Investigación de campo	46
7.3	Sobre el análisis espacial.	46
VIII	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
	CONSIDERACIONES FINALES	49

Apéndice I

Descripción de las localidades visitadas

ANEXO I

Categorías de gestión de las áreas protegidas de la UICN

ANEXO II

Temas fundamentales de la Agenda 21

ANEXO III

Objetivos del Desarrollo Sustentable

Apéndice II

Mapas turísticos

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA

I. INTRODUCCIÓN

La definición de conservación más frecuentemente utilizada y aceptada fue presentada en el año 1980 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), organismo internacional dedicado a la conservación de los recursos naturales:

"La utilización humana de la biosfera para que rinda el máximo beneficio sostenible, a la vez que mantiene el potencial necesario para las aspiraciones de futuras generaciones".
(UICN, 1980; Miller, 1984)

El propósito último de la conservación es entonces mantener a la biosfera en una condición saludable, siendo esto algo esencial para la propia supervivencia humana. Desde esta perspectiva, sin embargo, el valor de la conservación si bien es indiscutible, resulta con frecuencia difícil de demostrar en forma inmediata. Así por ejemplo, aunque las algas microscópicas que viven en el océano (fitoplancton) tienen económicamente un valor directo menor, su valor ecológico es incalculable; la eliminación de estas pequeñas especies de la trama alimentaria traería consigo cambios globales importantes como la pronta destrucción de las pesquerías marinas del mundo, que resultan una fuente importante de alimentos hoy en día. Adicionalmente, se vería también disminuido el oxígeno en la atmósfera y con ello el suministro de este gas a los seres vivos aerobios en todo el mundo (Pinet, 2000).

Así, la conservación implica necesariamente un conocimiento amplio de la ecología; involucra además al conocimiento ancestral, creencias, sentimientos y actitudes de la sociedad, que a veces resultan complementarias y otras contrapuestas; así como diferentes disciplinas científicas y tecnologías diversas. El incremento poblacional demanda tecnología para su provisión de alimentos, bienes de consumo y demás servicios, y al mismo tiempo provoca una serie de problemas adicionales como la producción y acumulación de desechos y contaminación ambiental (Odum, 1995). Sin embargo, el progreso tecnológico suele resultar en conflictos importantes en materia de conservación; por lo que, si bien la tecnología resulta imprescindible, su uso inadecuado puede ser causa de grandes y rápidos cambios medioambientales en un sentido negativo.

Esta situación genera entonces una tensión entre producción y generación de bienes y la conservación. Por fortuna, cada vez se tiene una mayor claridad en distintos sectores, instituciones, comunidades así como organizaciones sociales sobre la necesidad de dedicar importantes espacios naturales a la conservación, a fin de preservar ecosistemas que destacan por los servicios ambientales que prestan en la regulación climática y del ciclo hidrológico, así como por sus características estéticas o particular rareza, por encontrarse amenazados o considerarse de interés para la investigación científica (García-Romero y Muñoz-Jiménez, 2002). Más que una alternativa, la conservación es hoy una necesidad para resguardar tanto el entorno como a la humanidad misma, protegiendo los espacios naturales que hacen posible la vida en el planeta (Vázquez-Yañes y Segovia-Orozco, 1989).

II. MARCO CONCEPTUAL

2.1 *Degradación del hábitat y la extinción de especies.*

Durante todo el tiempo geológico, las extinciones se han producido tanto por cambios climáticos y del medio ambiente, como por la aparición de tipos nuevos de organismos mejor adaptados que desplazaron a los que antes existían. El estudio de tales extinciones masivas es relevante, no solo por aspectos meramente teóricos, sino también prácticos y de planeación dado que la destrucción actual de hábitats pudiera estar generando una nueva extinción masiva. La cantidad de especies amenazadas está creciendo con rapidez en casi todas las partes del mundo y el ritmo de extinción es probable que se eleve de forma importante conforme siga incrementándose la población humana (<https://www.iucnredlist.org>). El número de hábitats desaparecidos es aún más elevado en las zonas tropicales donde la diversidad de especies es también mayor (Vázquez-Yañez y Segovia-Orozco, 1989).

En México, como en otras regiones del mundo, las especies de plantas y animales que se encuentran en peligro de desaparecer se encuentran en esta situación por dos motivos principales: 1) la sobreexplotación de los individuos de una determinada especie, que consiste básicamente en tomar de las poblaciones silvestres más individuos de los que pueden ser reemplazados por la fertilidad natural de la especie, y 2) por la destrucción de su hábitat natural. En este sentido, muchos de los conflictos en los planteamientos económicos para la conservación tienen su origen en las diferencias existentes entre intereses a corto y largo plazo de toda la población.

Bajo una presión demográfica fuerte, se empiezan a utilizar terrenos que no son en realidad aptos para la explotación agrícola o el pastoreo, lo que da lugar al rápido deterioro de las condiciones del suelo y a una baja productividad. Las consideraciones económicas a corto plazo llevan a los individuos o comunidades a aprovechar indebidamente estos recursos naturales para una ganancia inmediata con un “mínimo costo”, siguiendo adelante y dejando atrás una tierra y un entorno deteriorado que difícilmente llega a recuperarse, volviéndose indispensable la educación en temas ambientales para evitar este tipo de aprovechamiento que por un lado es poco lucrativo y por el otro da como resultado una gran destrucción del entorno natural, con las consecuencias ecológicas que conlleva (Barahona y Almeida-Leñero, 2006).

En comparación, los beneficios de la economía de conservación a largo plazo incluyen la estabilidad productiva de las tierras, bosques y animales, contrastando con el aprovechamiento puntual y muchas veces, poco eficiente de los recursos. Los ecosistemas alterados, que en principio pudieran regenerarse, de manera natural, a largo plazo mediante la sucesión ecológica, pocas veces lo hacen, debido al grado de deterioro del lugar cuando éste deja de ser utilizado por el hombre (Sanchez-Vélez, 1987).

La destrucción o reducción del hábitat natural es quizá el principal factor que está poniendo en peligro la sobrevivencia de la mayoría de las especies, pues una vez destruido el medio ambiente al cual se han adaptado, la posibilidad de recuperarlas queda virtualmente eliminada (Soberon, 1989).

2.2 Desarrollo Sostenible: Agenda 21 y Agenda 2030

Durante las décadas de 1970 y 1980 empezó a quedar cada vez más claro que los recursos naturales estaban siendo agotados en nombre del ‘desarrollo’. Se estaban produciendo cambios imprevistos en la atmósfera, los suelos, las aguas, entre las plantas y los animales, y en las relaciones entre todos ellos. Fue necesario reconocer que la velocidad del cambio era tal que superaba la capacidad científica e institucional para compensar o invertir el sentido de sus causas y efectos. Estaba claro que los límites para el desarrollo no eran absolutos, sino que son impuestos por el nivel tecnológico y de organización social, así como su impacto sobre los recursos del medio ambiente y la capacidad de la biosfera para absorber sus efectos.

El desarrollo sostenible, se plantea así, como el desarrollo económico y social que permite hacer frente a las necesidades del presente, sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Propone que es posible mejorar los procesos tecnológicos como a las organizaciones sociales, para abrir paso a una nueva era de crecimiento económico sensible a las necesidades ambientales. (Bustos-Flores y Chacón-Parra, 2009).

El desarrollo del Programa 21 o Agenda 21 como se le conoce más comúnmente, se inició con la aprobación en la asamblea extraordinaria de las Naciones Unidas en Nueva York, el 22 de diciembre de 1989. De una conferencia sobre el medio ambiente y el desarrollo, que fuera recomendada por el informe Brundtland en 1983, y con la elaboración de borradores del programa, luego de un complejo proceso de revisión, consulta y negociación, culminó la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo* mejor conocida como *Cumbre de Río o Cumbre de la Tierra*, llevada a cabo del 3 al 14 de junio de 1992 en Río de Janeiro. Representantes de 179 gobiernos acordaron adoptar el programa. Muchos de los miembros signatarios del Programa 21 ratificaron los acuerdos y organizaron sus propios programas a nivel nacional y local, siguiendo las guías que para tal fin, desarrollaron diversas entidades asociadas a las Naciones Unidas. Los temas fundamentales de la Agenda 21 se tratan en 40 capítulos organizados en cuatro secciones (ANEXO II):

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la suscribieron y será la guía de referencia para el trabajo de la institución en pos de esta visión durante los próximos años. En la actualidad estamos frente a un cambio de época en el que la opción de continuar con los mismos patrones ya no es viable, haciéndose necesario transformar el paradigma de desarrollo actual en uno que nos lleve por la vía del desarrollo sostenible, inclusivo y con visión de largo plazo. Se establecieron así 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y 169 metas que integran dimensiones económica, social y ambiental (ANEXO III).

La Agenda 2030 es una agenda transformadora, que pone la igualdad y dignidad de las personas en el centro y llama a cambiar nuestro estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente. Es un compromiso universal adquirido tanto por países desarrollados como en desarrollo, en el marco de una alianza mundial reforzada, que toma en cuenta los medios de implementación para realizar el cambio y la prevención de desastres por eventos naturales extremos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático. El presente trabajo se relaciona de manera más, o menos directa, con las metas planteadas para los objetivos 11, 12, 13, y principalmente 15 de la misma (Ver ANEXO III).

(Naciones Unidas, 2016)

2.3 Estado de Conservación de las Especies: UICN y NOM-059

El estado de conservación de una especie es un indicador de las posibilidades de que una especie dada continúe existiendo en el futuro, en vista no sólo del volumen de su población actual, sino también de las tendencias que haya mostrado a lo largo del tiempo, de la existencia de depredadores u otras amenazas, de las modificaciones previstas en su hábitat, entre otras variables que pudieran condicionar o afectar su existencia (UICN, 1980). La más difundida de las clasificaciones para los estados de conservación es la elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que compila la llamada Lista Roja de especies amenazadas en la que distingue ocho diferentes categorías de riesgo.

La Lista Roja de la UICN se actualiza cada 4 ó 5 años, y es actualmente el inventario más completo del estado de conservación de las especies de animales y vegetales a nivel mundial. Por su solidez científica, es considerada como la relación de mayor autoridad sobre el estado de la diversidad biológica. El objetivo de la Lista Roja es transmitir la urgencia y magnitud de los problemas de conservación a toda la sociedad y a las autoridades, motivando de este modo a la comunidad mundial para tratar de reducir la extinción de las especies animales y vegetales. A continuación se describen las diferentes categorías de riesgo de la Lista Roja:

- No evaluado (NE: del inglés “Not Evaluated”)

Un taxón se incluye en esta categoría cuando no se ha efectuado ningún estudio sobre la viabilidad de una especie, y no ha sido por tanto, clasificado con relación a estos criterios.

- Datos insuficientes (DD: del inglés “Data Deficient”)

Un taxón se incluye en esta categoría cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población.

Esto no quiere decir que la especie esté fuera de riesgo; en muchos casos, la imposibilidad de obtener datos proviene justamente de la escasez de ejemplares.

- Riesgo bajo (LR: del inglés “Low Risk”)

La especie ha sido evaluada, y los resultados no indican que haya razones para considerarla en alguna de las categorías más preocupantes. Con excepción de los animales domésticos y el ser humano, no comprendidos en la clasificación, todas las especies no amenazadas se encuentran en esta categoría, que a su vez se divide en tres subcategorías:

- De mínima preocupación (LC: del inglés “Least Concern”): La especie no requiere de medidas de protección especial, ni se aproxima a ninguno de los parámetros para ser incluida en una categoría de mayor riesgo. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

- Próxima a la vulnerabilidad (NT: del inglés “Near Threatened”): La especie no es objeto de medidas de protección especial, pero su población es escasa, está concentrada en un hábitat muy restringido o amenazado de restricción, o se espera que se presente reducción en la población en los próximos años.

- Dependiente de medidas de conservación (CD: del inglés “Conservancy Dependent”): La especie sería posible de clasificación en alguna categoría de mayor riesgo si no fuera por programas específicos de mantenimiento de población o hábitat.

- Vulnerable (VU: del inglés “Vulnerable”)

La especie está amenazada de extinción, sea a causa de un descenso de la población, de la degradación de su hábitat, de la introducción de parásitos o competidores, de la fragmentación de sus núcleos poblacionales o de cualquier otra causa que haga posible que eventos ulteriores o catástrofes la exterminen a mediano plazo.

- En peligro (EN: del inglés “Endangered”)

La especie está amenazada de extinción a corto plazo, sea por un descenso observado o estimado de la mitad de su población en la última década, por la existencia de menos de 2500 ejemplares adultos, por la restricción de su hábitat a menos de 5000 km² u otra causa.

- En peligro crítico (CR: del inglés “Critically Endangered”)

La especie está amenazada de extinción en el futuro inmediato, sea por la desaparición de un 80% de su población, por la existencia de menos de 250 ejemplares adultos, por la restricción a un área de 100 km² o menos, o por cualquier otra causa.

- Extinto en estado silvestre (EW: del inglés “Extinct in the Wild”)

La especie no ha sido hallada por estudios exhaustivos de su hábitat natural, y parece haber desaparecido de él, conservándose sólo en cultivo o cautividad.

- Extinto (EX: del inglés “Extinct”)

Tras estudios exhaustivos de su hábitat anterior, no queda ninguna duda razonable de que el último ejemplar de la especie haya muerto. Se presume que un taxón está Extinto cuando la realización de prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no ha podido detectar un solo individuo.

Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.

(UICN, 2012)

En relación a los tratados y convenios internacionales firmados por México en materia de conservación y medio ambiente, se establecen en el año 2001 los criterios relativos a la misma en la Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059-SEMARNAT-2001), con una actualización *in extenso* en 2010 (NOM-059-SEMARNAT-2010), participando en su elaboración más de 50 entidades de distinta índole relacionadas con la conservación y el manejo de especies, y una más en 2019 al Anexo Normativo III de la misma que contiene la lista de especies en las diferentes categorías de riesgo (DOF 2020).

La NOM-059-SEMARNAT-2010 establece los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción (MER), e indica las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en alguna categoría de riesgo en la República Mexicana mediante la integración de listas que se actualizan continuamente. En el Anexo Normativo II de la Norma, se establece el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de Plantas en México.

2.4 Áreas de conservación de las especies

En la conservación de especies y, en general, de la diversidad biológica, las áreas protegidas siguen siendo la piedra angular de prácticamente todas las estrategias nacionales e internacionales. La creación de sitios de protección en miras a mantener poblaciones viables de las especies, santuarios que se encuentran protegidos de la influencia humana en diverso grado. Los criterios para definir estos lugares han sido muy variados y, en ocasiones, subjetivos. Una estrategia que busca ser más efectiva y ampliamente utilizada, consiste en el diseño de redes de reservas que tienden a maximizar la cobertura de los distintos paisajes, hábitats, eco-regiones o ecosistemas presentes en un territorio dado. Desde esta visión holística, los aspectos abióticos de estas grandes unidades ambientales deben considerarse también parte de la diversidad biológica, puesto que resultan indispensables para su correcto funcionamiento (Lee y Middleton, 2003). Además, estos sitios de protección cuentan con el apoyo de gobiernos e instancias internacionales como el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB); primer acuerdo global para abordar todos los aspectos de la diversidad biológica: recursos genéticos, especies y ecosistemas, siendo el primero en reconocer que la conservación de la diversidad biológica es "una preocupación común de la humanidad", y una parte integral del proceso de desarrollo. Tales áreas constituyen el núcleo fundamental de los esfuerzos para proteger las especies amenazadas del mundo y cada vez más se reconoce su papel esencial no sólo como proveedores fundamentales de servicios de ecosistema y recursos biológicos, sino como elementos fundamentales en las estrategias de mitigación al cambio climático.

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) establece también las categorías de manejo de las áreas de protección de especies y su ambiente, cuyos objetivos principales son en general:

1. Conservar para el uso presente y futuro la diversidad e integridad de las comunidades bióticas, dentro de los ecosistemas naturales y salvaguardar la diversidad genética de las especies de flora y fauna.
2. Proporcionar áreas para la investigación ecológica y del medio ambiente, que incluyan particularmente estudios de referencia, consistentes con el punto anterior.
3. Proveer medios para la educación y el entrenamiento.

Adicionalmente, en ocasiones han resultado fundamentales para proteger ciertas comunidades humanas amenazadas y lugares de gran valor cultural y espiritual.

Las categorías de gestión de las áreas protegidas de la UICN (ANEXO I) constituyen un marco internacional de referencia, reconocido por el Convenio sobre la Diversidad Biológica, para organizar y jerarquizar la variedad de modos de gestión de las áreas protegidas. Las categorías de la UICN se emplean hoy en día para objetivos tan diversos como la planificación, el establecimiento de normativas, y la negociación de usos del suelo y agua (Dudley, 2008).

Toda reserva de la biosfera incluirá una o más de las siguientes características:

Representatividad de biomas; contener especies raras de interés excepcional; paisajes armoniosos; ecosistemas modificados, pero con posibilidad de restaurarse con armonía ecológica; ser lo suficientemente grandes para constituir una unidad integral de conservación efectiva sin conflictos; así como presentar posibilidades para la investigación, y/o entrenamiento, además de un estatus legal que garantice su existencia a largo plazo. (Sánchez-Vélez, 1987).

La Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas (WDPA por sus siglas en inglés), establecida en 1981, es el mayor conjunto de datos sobre las áreas protegidas terrestres y marinas del mundo; contiene más de 200,000 áreas protegidas, con registros que abarcan 245 países y territorios en todo el mundo (Badman y Bomhard, 2008).

2.5 Utilidad de los modelos de nicho ecológico en la protección de especies y su hábitat

Una óptima estrategia de conservación de la diversidad biológica debe estar sustentada en criterios racionales, por lo que es necesario que el diseño de las redes de reservas se realice teniendo en cuenta la distribución natural de las especies y buscando maximizar la variabilidad ambiental del territorio. Sin embargo, cuando se recopila la información disponible en las colecciones y publicaciones científicas sobre la distribución de un grupo de especies en particular, suele ocurrir que extensas porciones del territorio se encuentran insuficientemente representadas.

Para paliar este desconocimiento, la realización de modelos de predicción de la distribución de especies -utilizando diversas herramientas estadísticas, informáticas y geográficas- resulta una alternativa eficaz que permite estimar la distribución más probable de una entidad biológica o *distribución potencial* en ausencia de datos exhaustivos, ya sea de manera natural (*nicho ecológico*) o dadas unas determinadas condiciones supuestas. (Guisan y Thuiller, 2005).

El área de distribución potencial será la inferencia acerca de cuál es el área de mayor probabilidad en la que un taxón pudiera estar presente (Espinosa et al., 2001).

De acuerdo con Soberón y Peterson (2005), los factores que determinan que una especie se encuentre en un área determinada o no son principalmente: (1) las condiciones abióticas como el clima, el ambiente físico, las condiciones edáficas, etc., en general aquellos factores que limitarían fisiológicamente la sobrevivencia de un taxón en un área en particular; (2) los factores bióticos; interacciones con otras especies que modifican la capacidad de mantener poblaciones; (3) la dispersión hacia áreas accesibles a cada taxón; y (4) las capacidades evolutivas de las poblaciones para adaptarse a nuevas condiciones. Un modelo de nicho ecológico puede así estar sobrerrepresentando el área de distribución geográfica de una especie lo que debe tenerse siempre presente.

La predicción de las distribuciones geográficas de especies obtenida mediante el modelado de sus nichos ecológicos, representa una línea de investigación en expansión, la cual ha sido aplicada en múltiples áreas de conocimiento tales como ecología, sistemática y salud pública. (Ortega-Huerta y Peterson, 2008)

III. ANTECEDENTES

Dentro de la familia *Euphorbiaceae*, una de las más vastas de las angiospermas, el género *Euphorbia* es un taxón muy extenso, variable, que se distribuye a lo largo del mundo, principalmente en las zonas tropicales y subtropicales. Con más de 8000 especies, constituye uno de los géneros botánicos más diversos. Presenta biotipos desde pequeños árboles o arbustos, hasta plantas herbáceas diversas. Un significativo porcentaje de éstas son suculentas, de las cuales algunas parecen cactus, siendo éste un ejemplo de evolución convergente. Con excepción de unas pocas especies, el género es monoico (Cronquist, 1997).

Los clados *Bernardia*, *Cnidoscolus* y *Pedilanthus* tienen su centro de diversidad en México. Con más de 100 especies, los Estados con mayor diversidad en orden de importancia son: Oaxaca, Veracruz, Chiapas, Jalisco, Guerrero, Michoacán, Sonora, Sinaloa, Puebla, Nayarit y Tamaulipas (Martinez-Godillo et al., 2002).

El biotipo más común del género *Euphorbia* es el de una hierba o mata foliosa, con tallos al menos algo gruesos y hojas simples, el cual se asocia a zonas templadas. Sin embargo, estas plantas en los trópicos secos suelen ser suculentas- espinosas, a veces de varios metros de altura, como en África, donde representan el equivalente ecológico a los cactus de los desiertos americanos (Lomelí-Sención, 2006).

Una característica particular del género es que la sección o corte de los tallos libera un látex, por lo general irritante, que contiene entre sus componentes ésteres di o tri terpenos que pueden variar en su composición según la especie, y por lo que se les conoce también como “lechetrezna”. Esta combinación de ésteres determina cuan cáustico e irritante es este látex para la piel, y que al contacto con las mucosas (ojos, nariz y boca), puede producir inflamaciones bastante dolorosas (Abdel-Fattah, 1987).

Las euforbias tienen una alta especialización en la inflorescencia: el *ciato*, estructura que agrupa a flores unisexuales en característicos pseudantios. En muchas especies, esta estructura consiste en una flor central pistilada rodeada de cinco grupos de flores con estambres. Todas las flores están en un involucre, frecuentemente con cuatro glándulas en los márgenes. La flor central femenina abre antes que las demás masculinas, funcionando cada *ciato* como una flor protoginia hermafrodita. Las glándulas del ciatio producen néctar, siendo la polinización principalmente

zoófila. Con frecuencia, el ciatio semeja una flor verdadera, sin embargo, se trata de una inflorescencia, a veces protegida por vistosas brácteas (Cronquist, 1997).

Las euforbias han tenido usos diversos (Abdel-Fattah., 1987), siendo el uso ornamental el más conocido. *Euphorbia pulcherrima* o flor de Noche Buena dio origen a un mercado internacional de plantas de ornato en época decembrina. Por otra parte, el látex de la euforbias ha sido usado con fines medicinales y como aditivo; éste es un polímero disperso en agua que consiste en una emulsión compleja formada por proporciones variables de compuestos terpénicos, gomas, resinas, taninos, y alcaloides, además de proteínas, almidones, azúcares y aceites. El látex de muchas euforbias frecuentemente presenta propiedades eméticas, por lo que solía usarse como purgante. En la industria, el látex de *Euphorbia resinífera*, conocido comúnmente como “euforbio”, se usaba antiguamente en las pinturas para recubrir el casco de los barcos; por su fuerte toxicidad evitaba el crecimiento de especies sésiles,

3.1 Particularidades de *Euphorbia cyri* y el estado de Oaxaca

A pesar de que *Euphorbia* es un género muy extendido, presenta especies cuya distribución es más bien restringida, lo que las ha llevado al borde de la extinción debido a la destrucción de su hábitat. Actualmente se encuentran en la lista roja de la UICN más de 150 especies pertenecientes a este género. Sin embargo, no todas las especies en peligro han sido registradas en esta lista, ya que en muchos de los casos se carece de datos suficientes para poder establecer con claridad su categoría de riesgo. Tal es el caso de *Euphorbia cyri*, antiguamente clasificada como *Pedilanthus tomentellus*, la cual tuvo que cambiar su nombre al ser incluido el género *Pedilanthus* dentro de *Euphorbia* con base en evidencias genéticas, según fue sugerido por Steinmann en el 2003.

Cabe mencionar que, *Euphorbia* era previamente considerado un grupo parafilético, y *Pedilanthus*, un género satélite de éste (Steinmann, 2003). Específicamente, el clado *Pedilanthus*, con tan sólo 13 especies y casi todas endémicas de México, es altamente diverso en cuanto a sus formas de vida, por lo que ofrece un modelo sistémico ideal para estudios de filogenia, biodiversidad y especiación, así como de patrones de vulnerabilidad ecológica (Olson et al., 2005).

Euphorbia cyri es un árbol-arbusto (mata), suculento de varios metros de altura con inflorescencias apicales de color rojizo (Figura 1), originaria y endémico del Valle de Oaxaca. Dada la forma particular y abundancia de esta mata, antiguamente era utilizada como elemento separador de viviendas y terrenos, *seto* o cerca viva, según lo refieren las personas que habitan en la región. Se distribuía en forma de matorrales en planicies secas, dentro de un rango de altitud de los 1525 a los 1800 msnm. En los Valles Centrales Oaxaca, *E. cyri* era muy abundante, pero fue mermada de modo importante debido a la urbanización. En la actualidad, algunas plantas de *E. cyri* se conservan cultivadas en huertos y traspatios (Olson et al., 2005).

Las plantas de “cordobán” se cultivan tanto por sus inflorescencias vistosas, poco comunes, así como por el látex amarillo que producen. El látex, abundante a lo largo de tallos y hojas, se ha utilizado como medicina por los pobladores, incluso desde tiempos prehispánicos. Hoy en día se utiliza como laxante, para tratar el dolor de anginas (amigdalitis), como adhesivo, y para extraer más fácilmente las espinas que se han introducido en la piel (testimoniales). Presenta además propiedades desinfectantes y cicatrizantes (Lomeli-Senci3n, 2006).

Olson et al. (2005), mencionan que, recientemente no han sido referidas poblaciones silvestres, asimismo, siguiendo la metodolog3a de evaluaci3n de riesgo (MER) de la NOM-059, estos autores han se3alado que la categor3a de riesgo para *E. cyri* corresponde a: *en peligro grave y probablemente extinta en medio silvestre* (EW), por lo que sugieren la b3squeda de poblaciones en medio silvestre.

En cuanto al estado de Oaxaca, a3n cuando sigue siendo el de mayor biodiversidad en M3xico por sus diferentes ambientes, que promueven un alto 3ndice de endemismos, enfrenta diversos problemas que afectan la conservaci3n de las especies.

Para el caso de las especies vegetales, de acuerdo con la SEMARNAT (2010), el estado presenta unas 309 especies de plantas en alguna categor3a de riesgo, de las cuales, el 65% se concentran en 7 familias, sobresaliendo Orquidaceae y Cactaceae por el n3mero de especies (Tabla 1).

La p3rdida de especies se asocia a la urbanizaci3n extensiva; particularmente, los Valles Centrales de Oaxaca han sufrido un gran deterioro y afectaci3n ambiental debidos a cambios en el uso del suelo que implican deforestaci3n y erosi3n, r3pido crecimiento demogr3fico y desintegraci3n social.

Tabla 1. N3mero de especies vegetales por familia presentes en Oaxaca bajo alguna categor3a de riesgo (ECUSBEO 2018)

Familia	pbE	A	PtE	PE	Total
Orchidaceae	-	31	38	7	76
Cactaceae	-	9	19	4	32
Crassulaceae	-	4	4	24	32
Arecaceae	-	15	1	2	18
Zamiaceae	-	3	1	14	18
Bromeliaceae	-	11	2	-	13
Agavaceae	1	3	5	2	11
Todas las familias vegetales	2	119	113	75	309

pbE – Probablemente Extinta A – Amenazada PtE – Protecci3n Especial PE – Peligro de Extinci3n

3.2 Casos similares a *E. cyri* en el estado de Oaxaca.

Otros casos similares a *E. cyri*: plantas de distribución restringida, raras, o en peligro, extintas en medio silvestre, pero que persisten en zonas de cultivo o áreas de conservación, son los de *Agave lurida*, *Agave nizandensis*, *Echeveria laui* y *Fucrea magdougalli*. Todas ellas endémicas del estado de Oaxaca. (Acosta-Castellanos, 2002)

Agave lurida

Llamada maguey de la luna, se trata de un agave de gran talla que crece sobre suelos de roca volcánica, en laderas abiertas, lomeríos altamente erosionados, campos de cultivo y zonas de pastoreo de Oaxaca, Puebla y Veracruz.. Es una especie endémica de México, de distribución restringida, escaso número de individuos dada la alteración de su hábitat por actividades humanas como el sobrepastoreo.

Las inflorescencias jóvenes se cortaban para alimentar al ganado lo que mermó sus poblaciones. Esta catalogada como en peligro de extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, pese a su endemismo y categoría de riesgo, no ha sido clasificado como prioritaria.

<https://www.naturalista.mx/taxa/206679-Agave-lurida>

Agave nizandensis

Conocida como maguey de nizanda, se trata de una pequeña roseta de pocas hojas aguzadas, endémica del estado de Oaxaca; es una especie rara, también de distribución restringida y de escaso número de individuos, principalmente debido a la modificación y destrucción de su hábitat por la extracción de piedra caliza, pastoreo y la extracción de plantas con fines comerciales.

Se encuentra catalogada como en peligro de extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2010

El área de distribución de *A. nizandensis* está restringida a un cuadro de 1° de latitud por 1° de longitud cerca de Ixtepec, que representa una superficie aproximada de 10 000 km², lo que la convierte en una especie microendémica (García-Mendoza, 1995, obs. pers.).

<https://www.naturalista.mx/taxa/204920-Agave-nizandensis>

Se han probado nuevas estrategias de conservación para los agaves, tales como la preservación *in vitro* de germoplasma (Pérez-Molphe Bach et al., 2012).

Según estos autores, el germoplasma (tejidos almacenados en condiciones de crecimiento retardado) puede ser transferido a medios de regeneración para el desarrollo de la cantidad de plantas requerida en cualquier momento.

Señalan que de esta forma podría ser posible contar con una fuente ilimitada de material vegetal para diversos fines, como el establecimiento de cultivos para su explotación o su uso ornamental, sin necesidad de recurrir a la colecta de ejemplares silvestres.

Echeveria laui

Comúnmente llamada Roseta; se trata de una pequeña roseta de hojas redondeadas terminadas en punta, de color verde oscuro con tintes rojizos, catalogada como en peligro de extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2010; es igualmente una especie endémica de distribución restringida en el estado de Oaxaca, con especificidad de hábitat, el cual se ha visto alterado por el saqueo de especies con potencial ornamental.

La especie crece dentro de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, área que cuenta con una superficie de 490, 186 ha, administrada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la SEMARNAT, sin embargo, la protección de *E. laui* está en función de la conservación del área natural protegida en su conjunto, ya que no existen proyectos o estrategias de conservación y de manejo específicas.

<https://www.naturalista.mx/taxa/206754-Echeveria-lau>

Fucraea magdougalli

Conocida como falso maguey grande o maguey de pescadillo, es una planta arborescente considerada como extinta en medio silvestre dentro de nuestro país, según la actualización de la NOM-059-2010 de 2019; encontrándose solo en zonas cultivadas cerca de las casas alrededor del área de distribución original de Oaxaca y Puebla, y en jardines botánicos.

La época de floración se presenta de septiembre a diciembre; las cápsulas y bulbillos aparecen en los meses de febrero a mayo.

Uno de los principales factores de riesgo para su conservación es la destrucción y fragmentación de su hábitat por desmonte, incendios, y cambio del uso de suelo.

En 1998, un individuo de aproximadamente 40-45 años de edad, floreció en el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM, infiriéndose que seguramente en su área de distribución natural tardan más tiempo.

El ejemplar produjo cerca de 15 000 bulbillos, lo cual fue un gran logro, dado que este tipo de plantas florecen una sola vez en la vida.

Los bulbillos, en tanto, podrían ser usados para la propagación y reintroducción de la especie a su hábitat natural.

<https://www.naturalista.mx/taxa/204937-Furcraea-macdougallii>

En este contexto y dado el estado de conservación definido para *E. cyri* por Olson et al., (2015), en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

IV. OBJETIVOS:

- Verificar el estado de conservación de *Euphorbia cyri*.
- Buscar poblaciones silvestres con base en los registros previos de su ubicación.
- De encontrarse poblaciones silvestres, determinar el grado de protección que requieran.
- Si no existieran ya poblaciones silvestres, identificar sitios potenciales para su posible reintroducción en zonas cercanas al valle de Oaxaca, México.

V. DESARROLLO EXPERIMENTAL

5.1 *Marco Teórico*

5.1.1 *Relación entre el clima y la vegetación*

Como se mencionó, con frecuencia se ha considerado al clima uno de los factores que determinan la distribución de las especies vegetales. Se observa a plantas adaptadas a un régimen climático particular con morfología similar o ciertas formas particulares de crecimiento, tales como las hojas grandes y delgadas típicas de las selvas tropicales y las hojas aciculares de los bosques de regiones frías. Es así que se tiene que en general existe una asociación próxima entre el tipo de clima y el de vegetación que se establece en una región.

Para el caso del estado de Oaxaca se han encontrado las siguientes asociaciones típicas:

Cuadro 1. Relación entre los tipos de vegetación que se encuentran en Oaxaca y las condiciones climáticas en las que se encuentran.

Tipo de vegetación ¹	Tipo de clima ²	Temperatura media anual (°C)	Lluvia anual (mm)
Bosque de oyamel	Cb'(w2), Cb'(m)	8 a 12	800-2 500
Bosque de pino	C(w2), C(w1), Aw2, (A)C(w2)	14 a 18	600-2 500
Bosque de pino-encino	C(w1), C(w2), (A)C(w1), (A)C(w2)	16 a 20	800-2 500
Bosque mesófilo de montaña	(A)Cf, (A)C(m), C(m), (A)C(w2)	16 a 20	2 000-4 500
Bosque de encino	C(wo), (A)C(wo), C(w1), (A)C(w1)	14 a 20	600-1 200
Bosque de táscate	BS1kw, C(wo), BS1hw, C(w1)	16 a 18	400-1 000
Chaparral	C(wo), BS1kw, C(w1)	14 a 18	600-1 200
Pradera de alta montaña	C(m), C(w2), Cb'(m), Cb'(w2)	10 a 14	1 500-2 500
Pastizal natural	BS1kw, C(wo)	14 a 18	400- 800
Selva alta y mediana perennifolia	Am, (A)C(m), A(f)	22 a 26	2 000-4 500
Selva alta y mediana subperennifolia	Aw2, Aw1, (A)C(w2)	22 a 28	1 000-2 000
Selva mediana caducifolia	Awo, Aw1	24 a 28	800-1 500
Selva baja caducifolia	Awo, (A)C(wo), BS1(h')w	20 a 28	500-1 500
Selva baja espinosa	Aw1, Awo	26 a 28	800-1 200
Matorral crasicaule	(A)C(wo), BS1kw, BW(h')w	18 a 22	300- 800
Matorral desértico rosetófilo	(A)C(wo), BS1kw	16 a 20	600- 800

¹ De acuerdo con la nomenclatura utilizada en el Inventario Nacional Forestal 2000 (derivado de INEGI).

² De acuerdo con la simbología del sistema de Köppen, modificado por García (1988).

Activar Windows
García-Mendoza et al. 2004

5.1.2 Biología de *Euphorbia cyri*

El cordobán, cordobancillo, cordobén, gordobahn o cuantié, como se conoce comúnmente a *Euphorbia cyri* (Martínez, 1994), es una especie fanerógama de la familia Euphorbiaceae. La especie es un árbol-arbusto (mata) de 1.6 a 4 m de alto, ramificado desde la base, caducifolio, con látex de color amarillo pálido de tallos suculentos verde oscuros. Las hojas son lanceoladas, suculentas, duras y presentan estípulas (Lomelí-Senci6n, 2006).

Al incluirse el género *Pedilanthus* en el de *Euphorbia*, para renombrar a *Pedilanthus tomentellus* B.L. Rob. & Greenm., dado que ya existía previamente *E. tomentella* Engelm. ex Boiss., 1862, hubo que buscar un nombre alternativo. Steinmann le asigna el de *E. cyri*, en honor de Cyrus Guernsey Pringle (1838-1911), botánico americano que estudió las floras de Norteamérica y México, y quien recolectara el holotipo de la especie. (Sánchez de Lorenzo-Cáceres, 2013)

Morfológicamente es similar a *E. bracteata* Jacq. Las brácteas (hojas modificadas) son de color rosado y envuelven al ciato; con glándulas en las inflorescencias. Presenta flores masculinas y femeninas. Las flores estaminadas son alrededor de 19, con anteras de color del vino-tinto y polen amarillo.

La flor pistilada con pedicelo de hasta 1.5 cm de largo; estilo de 5-6 mm de largo de color vino-tinto; estigmas de 1-2.5 mm de largo escasamente vilosos o tomentosos y bífidos por espacio de 0.5-1 mm. (Dressler, 1957). El fruto es una cápsula globosa, de hasta 1.2 cm de diámetro, de color rosado a vino; produce escasas semillas, de forma subglobosa, de hasta 7 mm de largo y 5 mm de diámetro, la testa es grisácea a parda (Cacho et al., 2010).

Clasificación Taxonómica de E. cyri:

Reino: Plantae
División: Tracheophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Malpighiales
Familia: Euphorbiaceae
Género: Euphorbia
Especie: *E. cyri* V. W. Steinm., 2003

<https://datosabiertos.unam.mx/IBUNAM:MEXU>



Figura 1 Aspecto general de *Euphorbia cyri* (época de lluvias)



Figura 2 Detalle de hojas lanceoladas y tallos suculentos

Figura 3 Brácteas envolviendo al ciato
Se muestra también (abajo a la derecha)
el aspecto de las mismas cuando se deshidratan

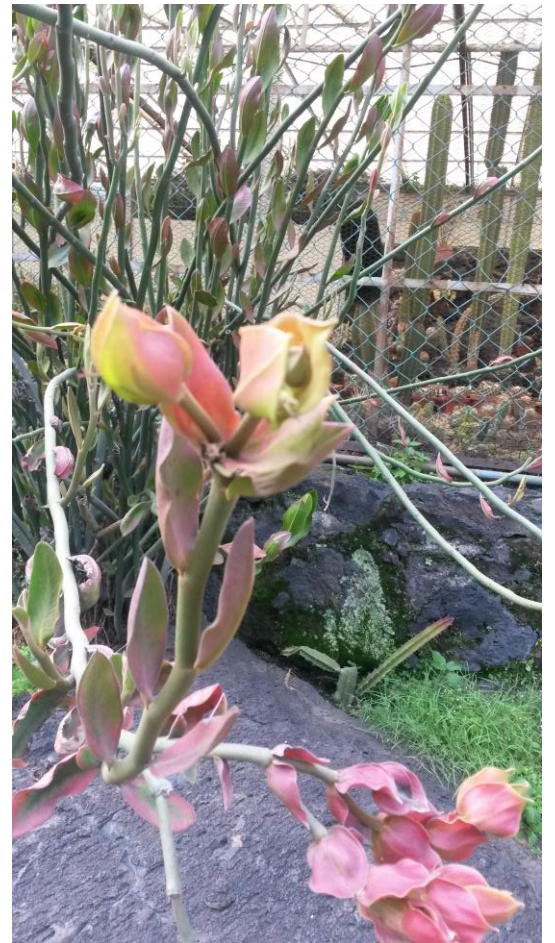




Figura 4. Detalle de brácteas y ciato



Figura 5. Aspecto general de *E. cyri* en vías de deshidratación (época de secas)



Figura 6. Detalle donde se observa el cambio de aspecto de las hojas y tallos según el grado de hidratación.



Figura 7. Ejemplar herborizado de *E. cyri* (MEXU)

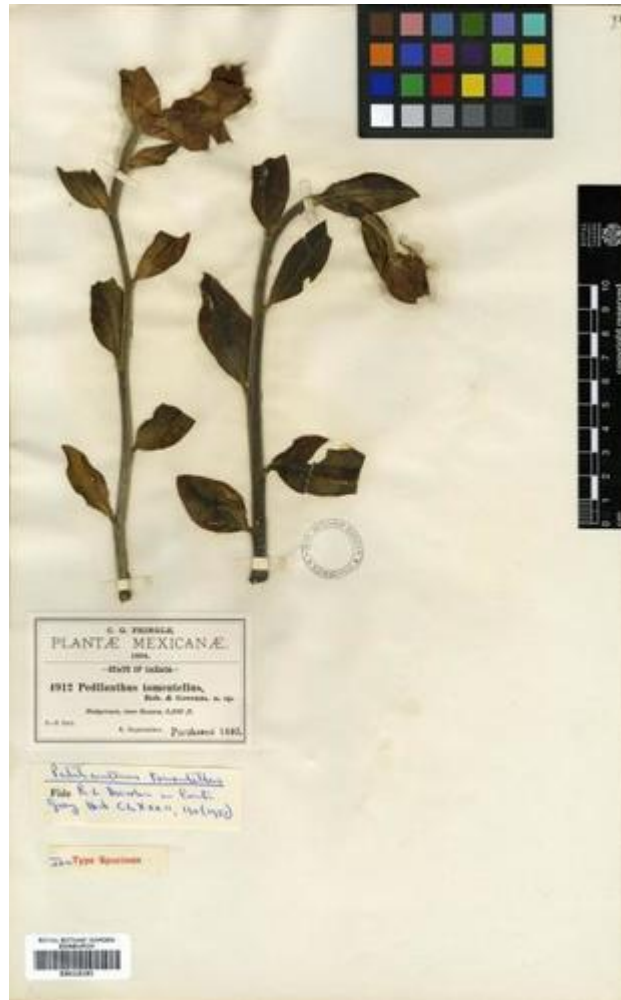


Figura 8. Ejemplar Tipo de *E. cyri* (Royal Botanic Garden Edinburgh en <https://www.naturalista.mx/photos/10251747>)

5.1.3 Modelado de nichos ecológicos usando GARP

Según Fuller et al (2006), GARP (Por sus siglas en inglés: *Genetic Algorithm for Rule Set Production*) es un programa de uso frecuente en la predicción de las distribuciones geográficas de especies. Este programa permite la optimización de un modelo de distribución por medio de operaciones computacionales lógicas, análogas a mecanismos genéticos como el entrecruzamiento, las mutaciones y el reemplazo, que van mejorando el modelo predecesor hasta la obtención de uno óptimo. Emplea para su análisis tanto variables climáticas como otras del medio físico, así como las obtenidas de los sitios de colecta de los ejemplares de la especie que se desean evaluar; ya que cada ejemplar está asociado a características ecológicas determinadas del sitio en el que se colectó, estas características las utiliza el programa para generar otras áreas de similitud ecológica en donde potencialmente se podría distribuir la especie en cuestión.

Dado que GARP genera soluciones estocásticamente, es indispensable efectuar (*correr*) más de 100 simulaciones o iteraciones (n) por conjunto de datos, para luego superponerlas y obtener así un número entero (entre 0 y n) que describe el grado de consenso del algoritmo para identificar regiones similares a las de las ocurrencias y disimilares al fondo o "background". El resultado de un análisis GARP se puede usar para mapear y desplegar la predicción, que permite dilucidar qué tan similares son las zonas de la región de referencia con aquellas donde la especie fue observada (Stockwell. y Peters., 1999).

El modelo GARP no proporciona "probabilidades" de ningún tipo, sino un índice de qué tan favorables resultan los ambientes a los requerimientos de la especie. Este modelo se recomienda para el caso en que se cuente con pocos datos de presencia (< 10 puntos) (Peterson et al., 2011 en: nicho.conabio.gob.mx 2020).

5.2 Área de Estudio

5.2.1 El estado de Oaxaca

El estado de Oaxaca se encuentra ubicada en la parte sureste de la República Mexicana, colindando al Norte con los estados de Puebla y Veracruz; al sur con el Océano Pacífico; al este con el Estado de Chiapas y al Oeste con el Estado de Guerrero. Su superficie o extensión territorial es de 95.364 km² y la población del estado de 3.432.180 habitantes (INEGI, 2000). Tradicionalmente, por sus características propias, se le ha dividido en ocho regiones: *Mixteca, Cañada, Papaloapan, Sierra Norte, Istmo, Sierra Sur, Costa y Valles Centrales*. Se ubica entre los paralelos 15° 39' y 18° 42' de latitud norte y los Meridianos 93° 38' y 98° 32' longitud oeste a partir del meridiano de Greenwich. La capital del estado es la Ciudad de Oaxaca de Juárez, la cual se encuentra en la latitud norte 17° 03'' y 96° 43' longitud oeste, a una altitud de 1,550 metros sobre el nivel del mar.

El estado está formado básicamente por la convergencia de la sierra Madre del Sur, la sierra Madre Oriental, la sierra Madre de Chiapas y la Sierra Norte de Oaxaca conocida como Sierra de Juárez. Los cursos fluviales más importantes son el Papaloapan, Coatzacoalcos, Mixteco, Verde, Juchitán, Atoyac y Tehuantepec. El clima de Oaxaca es semiseco-semicálido en los valles de los ríos, templado subhúmedo en la sierra Madre del Sur y las montañas de la Mixteca y cálido subhúmedo en la llanura costera del Pacífico. La zona más húmeda del estado es la sierra Madre Oriental.

Las condiciones naturales que derivan de su localización geográfica y de su historia geológica hacen que el estado registre una gran cantidad de endemismos, tanto vegetales como animales e incluso la presencia de sistemas ecológicos únicos y relictuales, como los bosques de *Oreomunnea mexicana* y *Ticodendron incognitum* en la Sierra Norte.

La vegetación y la fauna presente en el estado son de las más variadas del país. El estado presenta las once formaciones forestales consideradas a nivel nacional, siendo ampliamente distribuidas las selvas altas y medianas, seguidas por las coníferas y latifolias, y finalmente las selvas bajas.

En cuanto al uso de suelo se tiene el 14.69% agrícola (de temporal 12.78%, de riego 1.85%, de humedad 0.07%), 65.56% forestal (bosque de pino encino 12.79%, selva baja caducifolia 11.93%, selva alta perenifolia 9.95%, bosque mesófilo de montaña 5.71%; los más importantes en cuestión de cobertura), 15.59% pastizal 1.59%, urbano, y un 2.56% de Otros (cuerpos de agua, manglar, vegetación de dunas costeras, tular, y vegetación de galería)

Entre las especies vegetales más destacadas cabe mencionar: el oyamel (*Abies religiosa*), pino ocotero (*Pinus teocote*), fresno (*Fraxinus*), encino (*Quercus xalapensis*), enebro (*Juniperus communis*), ahuehuete (*Taxodium huegelii*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), framboyán (*Delonix regia*), salvia (*Salvia officinalis*), hinojo (*Foeniculum vulgare*), palo mulato (*Bursera*

simaruba), tomillo (*Thymus vulgaris*), huamuche (*Vachellia pringlei*), cazahuate (*Ipomoea arborescens*), laurel (*Laurus nobilis*), mangle (varias especies) , guayacán (varias especies), coquito (*Calliandra houstoniana*), palma de coco (*Cocos nucifera*), piña (*Ananas comosus*) y zapote (grupo parafilético con varias especies) .

(ECUSBEO 2018).
<https://enciclovida.mx/>

Con respecto a la fauna presente en Oaxaca, el Estado destaca por la presencia de un gran número de artrópodos, que representan el 18.8% de los respectivos a la república mexicana, con endemismos en el bosque mesófilo y de coníferas (González et al., 2004)

El grupo de los vertebrados se distribuye según sus biomas característicos: En la Selva húmeda se ubica a especies diversas como el tapir (gen. *Tapirus*), la salamanquesa (*Tarentola mauritanica*), puerco espín tropical (*Sphiggurus mexicanus*), nauyaca (*Porthidium dunnii*) y cecilia oaxaqueña (*dermophis mexicanus*) .

La Selva seca alberga a: musarañas (Soricidae), armadillos (Dasypodidae), mapache (*Procyon lotor*), urraca (*Pica pica*), calandria (*Mimus saturninus*), colibrí (Trochilidae), y chachalacas (gen. *Ortalis*).

En el Bosque se encuentran: ardillas voladoras (Pteromyini), lince (gen. *Lynx*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*), puma (*Puma concolor*), murciélagos (O. Chiroptera), culebras (Colubridae) , tlaconete (*Pseudoeurycea cochranae*) , víbora de cascabel (*Crotalus durissus*), búho (O. Stringiformes), gavilán (*Accipiter stratus madrensis*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) .

En tanto que en la región de la costa habitan: garza blanca (*Ardea alba*), águila (*Aquila chrysaetos*) , iguana (*Ctenosaura oaxacana*) y cocodrilo (*Crocodylus acutus*); entre otros .

Los animales en alguna categoría de riesgo, según la lista roja de la UICN, más representativos son: el jaguar (*Panthera onca*) - cerca de la amenaza, mono aullador (*Alouatta palliata*) - vulnerable, ocelote (*Leopardus pardalis*) - preocupación menor, tigrillo (*Leopardus tigrinus*) - vulnerable y la tortuga caguama (*Caretta caretta*)-vulnerable .

http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/oax/territorio/recursos_naturales
(<https://n9.cl/hyi9b>)

En total, se han reportado para Oaxaca unas 8, 431 especies de plantas vasculares, 1431 de vertebrados y más de 3 mil de invertebrados, de las cuales, 702 especies de plantas son endémicas, así como 128 de vertebrados.

Se han decretado a la fecha cinco áreas naturales protegidas en el estado que abarcan una superficie de unas 919.000 hectáreas, entre las que destacan los parques nacionales de Benito Juárez y Lagunas de Chacahua y la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, lo que pone de manifiesto la importancia ecológica que presenta la región. Mas pese a los esfuerzos realizados, en años recientes se ha observado una drástica reducción de la cubierta vegetal; en los bosques de encino de más del 20.7% y en el bosque tropical caducifolio de más del 21%, así como de manera paralela, un incremento de las zonas perturbadas, pastizales y zonas agrícolas (Flores-Villela y Gerez, 1994).

Oaxaca no sólo es uno de los estados de la República con mayor diversidad biológica, es también la entidad de mayor diversidad cultural, donde viven más grupos étnicos y se hablan más lenguas indígenas, muchas de ellas en peligro de desaparecer.

El estado cuenta con 10.511 localidades que pertenecen a los 570 municipios en que se divide política y administrativamente, los cuales a su vez se agrupan en 30 distritos: Silacayoápam, Huajuapán, Coixtlahuaca, Teotitlán, Cuicatlán, Tuxtepec, Choapam, Juxtlahuaca, Teposcolula, Nochixtlán, Etlá, Benemérito Distrito de Ixtlán de Juárez, Villa Alta, Mixe, Putla, Tlaxiaco, Zaachila, Zimatlán, Centro, Tlacolula, Jamiltepec, Juquila, Sola de Vega, Ejutla, Ocotlán, Miahuatlán, Yautepec, Tehuantepec, Juchitán, Pochutla. (INEGI, 2000).

La agricultura del estado de Oaxaca se basa en el cultivo de maíz, caña de azúcar, frijol, arroz, sorgo, trigo, ajonjolí, tabaco, café (3º lugar nacional), algodón, alfalfa y jitomate; además de frutales como: piña, melón, sandía, mango (1º lugar nacional), guayaba, aguacate, naranja, limón agrio, papaya y plátano. También se cría ganado: bovino, caprino, porcino, ovino, mular, asnal y caballo. La actividad pesquera se realiza igualmente, pero ésta todavía no significa una fuente importante de recursos para el estado (INEGI, 2007).

Las artesanías (alfarería, textiles, orfebrería y jarciería), se realizan en talleres familiares y ocupan un lugar importante en la economía del estado. Los vestidos de los indígenas, los utensilios de barro, palma, madera, piel y entre otros, se utilizan en su vida diaria.

Desde el punto de vista turístico, las regiones más visitadas son los Valles Centrales, la Mixteca, Papaloapan y la zona costera. Se han reconocido 278 atractivos naturales y culturales en el Estado, entre los que destacan: las zonas arqueológicas de Mitla y Monte Albán; hermosas playas como las de Bahías de Huatulco, y las bahías de Puerto Ángel, además de La Escobilla, Zipolite, Mazunte; y Puerto Escondido, donde se practican deportes acuáticos y torneos internacionales de surf

https://www.voyagesphotosmanu.com/economia_estado_oaxaca.html

5.2.2.. *Los Valles Centrales*

La región de los Valles Centrales de Oaxaca, conocida típicamente como “Los Valles” es una región de características geográficas y culturales particulares al centro del Estado. Se trata de un conjunto de tres valles ubicados entre el Nudo Mixteco, la Sierra Norte de Oaxaca o Sierra de Juárez y la Sierra Madre del Sur. Al noroeste se encuentra el valle de Etla; al oriente, el valle de Tlacolula; y al sur, el valle de Zimatlán-Ocotlán o valle Grande; Estos tres valles conforman, en su conjunto, una especie de Y. A toda esta región también se le da el nombre de Valle de Oaxaca, pues en ella se localiza la ciudad de Oaxaca de Juárez.

Topografía e hidrografía: Cerca del 60% de la superficie está debajo de los 1600m; el resto pertenece a las rampas de piedemonte, con terrenos más altos que presentan un sistema escalonado de llanuras y pendientes predominantes de entre los 0 y los 12°

Geología y geomorfología: Consiste en una planicie acumulativa de sedimentos continentales de edad reciente, constituidos por unidades carbonatadas, aluvión, gravas, arenas, limos y arcillas. Hay afloramientos de rocas metamórficas del tipo de los *gneis* de edad precámbrica y de calizas en la porción meridional. La morfoestructura de los valles es de carácter tectónico, lo que es evidente en los horsts del flanco norte. (García-Mendoza et al., 2004)

Vegetación: La diferencia altitudinal y en relieve, facilita la distribución en pisos de la vegetación. En las llanuras existen cultivos y formaciones herbáceas, mientras que en las cerranías y cadenas se desarrollan bosques de *Quercus* y *Pinus*, así como selvas medianas, extensos territorios de bosque tropical caducifolio, bosque espinoso y una asociación compleja de cactáceas, matorrales y chaparral.

Climas: Los climas en los valles de Oaxaca resultan más secos y más cálidos en los lechos de los valles que en las laderas que los rodean, por el efecto de sombra hidrográfica que las montañas producen. A medida que la altitud aumenta los climas se vuelven más frescos y húmedos. La transición de climas cálidos a templados en las laderas bajas de las montañas se hace a través de climas semicálidos subhúmedos (A)Cw (Vidal-Zepeda, 2005)

En los Valles Centrales se desarrolló la cultura zapoteca, que tuvo como su principal centro urbano a Monte Albán. Hacia el final de la historia precolombina de Mesoamérica, Los Valles recibieron la influencia de la cultura mixteca y posteriormente de los mexicas

En cuanto a las actividades económicas; en la zona urbana se basan en el comercio y los servicios turísticos, mientras que en el área rural en agricultura, actividades forestales y ecoturismo.

https://www.ecured.cu/Valles_de_Oaxaca

5.3 Síntesis metodológica de campo y de gabinete:

- 5.3.1 Se efectuó una revisión documental de los registros históricos de *Euphorbia cyri*, antes *Pedilanthus tomentellus*, en catálogos de diferentes herbarios, para establecer los sitios potenciales de su ubicación actual.
- 5.3.2 Con base en dichos registros, se planteó una ruta y estrategia de búsqueda en campo y se efectuó un recorrido por los Valles Centrales de Oaxaca, México, del 11 al 18 de Julio del 2007 para ubicar poblaciones silvestres de *E. cyri*.
- 5.3.3 Los datos recabados se organizaron en tablas de información con las que se efectuó un análisis GARP para estimar, con ayuda del programa ArcView GIS 3.2, el espacio geográfico (nicho ecológico) de *E. cyri*.

5.3.1 , Registros Históricos.

Para la obtención de los registros históricos se consultó la “Red Mundial de Información Sobre Biodiversidad” (REMIB) mediante la revisión de la página electrónica de la CONABIO. Así mismo, se efectuó la revisión de los ejemplares del herbario del Instituto de Biología-UNAM (MEXU) y el catálogo CBIF (Global Biodiversity Information Facility). En la REMIB sólo se tiene un registro del Jardín Botánico de Missouri, que reporta al ejemplar como obtenido en Oaxaca en 1984. Sin embargo, los datos se encuentran incompletos por lo que no fue posible su ubicación exacta.

En el herbario del Instituto de Biología se tienen registrados varios ejemplares; todos colectados en el Estado de Oaxaca, la mayoría clasificados como *Pedilanthus tomentellus*, algunos de los cuales ya han sido reclasificados y reubicados en la colección. El más reciente corresponde a la Sierra Sur, dos anteriores a la región mixteca y uno intermedio en la región de los valles centrales.

5.3.2 Registros en campo

Para los registros en campo, se realizó un recorrido estratégico en la región de los Valles Centrales de Oaxaca, durante la época de lluvias. Se seleccionaron, con base en lo encontrado en los registros históricos, las estaciones o puntos de muestreo (Figura 9).

En los sitios de observación seleccionados, se realizaron entrevistas libres a lugareños (personas adultas mayores), por considerarse un sector con conocimiento etnobiológico y por tanto estratégico. Asimismo, mediante el uso de un ejemplar vivo de *Euphorbia cyri*, se preguntaba por el posible avistamiento y ubicación de la especie. Los ejemplares así encontrados, fueron georreferenciados mediante el uso de un GPS *etrex* manual.

Con los datos de presencia obtenidos se elaboró posteriormente una tabla de Excel, en la cual se indicó: Localidad, coordenadas geográficas en grados, y altitud (msnm).

5.3.3. Análisis GARP

Para el análisis GARP, se importó la tabla de datos de los registros de campo al programa Desktop Garp 1.1.6 para Windows, y se siguió la metodología recomendada comúnmente para este tipo de análisis (Ortega-Huerta y Townsend-Peterson, 2008):

1. La configuración de "rule types" como aparece por default.
2. "At least 20 training points"
3. Por lo reducido de los datos, el 100% se usaron para "training"
4. Se realizaron 10 "corridas" con 1000 iteraciones.
5. El límite de convergencia utilizado fue 0.01

Como fuente de datos ambientales, se utilizaron las coberturas de World Clim, de elevación, temperaturas: media anual, máxima y mínima, anual y diaria, y precipitación media anual, las cuales se encuentran en formato raster con una resolución espacial de 1 Km², disponibles en la página institucional de la Conabio. Además, se emplearon, los datos "shape" correspondientes a Oaxaca y a la República Mexicana para la elaboración de los mapas. Los resultados obtenidos en GARP, así como las coberturas, se importaron al programa Arc View GIS 3.2 para la obtención de mapas.

En el programa ArcView 3.2 se sumaron los 10 mejores modelos (mediante la selección de la opción "Best subset" con un umbral de error de omisión $\leq 10\%$ y un umbral del índice de comisión del 50%) para obtener un mapa de consenso donde la omisión de puntos de presencia fuera menor al 10%. Por otra parte, se utilizó el programa Google Earth para la ubicación espacial de las localidades.

VI: RESULTADOS

6.1. Registros históricos:

A continuación se resumen los registros históricos encontrados:

Tabla 2. Registros históricos del herbario IB-UNAM (MEXU) y otras fuentes

Localidad/ Municipio/ Distrito	Región	Año	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Observaciones.	Colector
Oaxaca (CJBG)	VC	1894	16°56'08''N	96°12'39''W	1700	CJBG/T	C.G. Pringle
Oaxaca (SEINet)	V.C	Sept 1894	17°03'15.75''N	96°43'27.40''W	1676	SEINet/GE/T	
Oaxaca (CBIF1)	V.C	Sept 1894	17°0'N	96°24'W	2095	GE	
Oaxaca (CBIF2)	V.C	Sept 1894	16°54'0''N	96°12'W	1609	GE	
Oaxaca; Camino a San Felipe	V.C.	Sep.1895	17°05'15.38''N	96°43'12.36''W	1600	GE/SO	C. Conzatti
Sto. Domingo Tomaltepec	V.C.	1978	17°03'20.08''N	96°37'20.95''W	1590	-	
Miahuatlán	S. S.	1998	16°17'38.03''N	96°35'23.7''W	1725	-	
Sn. Juan Mixtepec*	M*	1840	17°18'23.93''N	97°49'33.06''W	1745	-	
Miahuatlán	VC	1840	16°16'36'' N	96°18'06'' W	2100	Se recibe en 1998	E. Hunn
Sn Sebastian Tecomaxtlahuaca ^b Santiago Juxtahuaca	M	Oct.1995	17°20' N	98°02' W	1525	C/R	J. I. Calzada
Santiago Tecomoxtlahuaca	M	Ene. 2002	17°19'37.1''N	98°03'40.3''W	1762	C	M. Olson/ I.Cacho
El Ciervo/Ezequiel Montes	Qro.	Nov 1994	20°30'18.15''N	99°50' 35.14''	2100	GE/PC/Rv	R. Hdz., J. Orozco, C. Orozco
Tonatico (Villa Guerrero)	Edo. Mex	1970	18.42N	99.35W	1500	PC/Rv	G.L. Webster, G.J. Breckson

Nota: La región se refiere a la correspondiente socio-cultural de Oaxaca, a menos que se indique algo distinto.

Abreviaturas:

V.C.- Valles Centrales ; S.S. – Sierra Sur ; M – Mixteca; C – Cultivada; PC –Se presume cultivada;
GE – Sus coordenadas fueron aproximadas con Google Earth a partir de la altitud y alguna referencia
geo-espacial. ; SO – Sin observaciones o descripción adicional ; R – Fue Reclasificada; Rv – Se sugiere
revisión; SEINet – Catálogo de biodiversidad de Arizona y Nuevo México; T – Ejemplar Tipo.
CJBG – Conservatorio y Jardín Botánico de Ginebra; CBIF – Global Biodiversity Information Facility.

*Reclasificada, antes *Pedilanthus tomentellus*.

El año indicado se refiere al momento en que se informa fue colectado. Éste puede diferir en
varios años al momento en que fue adquirido e incorporado a la colección del MEXU

En total se encontraron 13 ejemplares, todos se ubicaron en México, la mayoría dentro del estado de Oaxaca, solo dos fuera de éste. En la Tabla 2 se muestra una síntesis de lo encontrado.

En la “Plant List Encyclopedia of Life” se reporta un registro de 1894 cerca de la ciudad de Oaxaca. Por su parte, el ejemplar colectado en la localidad de El Ciervo, corresponde al Estado de Querétaro, el cual se encuentra clasificada de forma preliminar como *Pedilanthus tithymaloides*, pero se presume puede tratarse de *Pedilanthus tomentellus* por su aspecto y por su descripción. Se sugiere la revisión de este ejemplar, con número de registro 1199269, Colecta No. 10 965.

La colecta de 1995 en Santiago Juxtlahuaca, con número de registro 897351, Colecta No. 20316, se clasificó inicialmente como *Pedilanthus bracteatus* (Jacq.) Boiss. por J. I. Calzada en 1998. En 2001, J. A. Lomeli S. la reclasifica como *P. tomentellus*, no obstante, dado que el ejemplar no presenta ni hojas, ni ramificaciones a lo largo del tallo, se dificulta su identificación. Sin embargo, se indica en la descripción una altura de cerca de 3m y *P. bracteatus* no es, por lo general, tan grande, como sí lo es *Euphorbia cyri* (antes *P. tomentellus*), además de que ésta última pierde sus brácteas en el tallo fácilmente al desecarse.

Un caso similar se tiene con el ejemplar 772593, Colecta No. 16190, clasificado antiguamente como *Pedilanthus spectabilis*, actualmente *Euphorbia bracteata* Jaq. que se indica como de Guerrero. Este ejemplar fue reclasificado como *Pedilanthus tomentellus* en 2017; no obstante, presenta escasas ramificaciones, sin hojas, lo que dificulta su diferenciación. Se indica en la descripción, una altura de 1-1.5m, por lo que se considera pudiera haber estado bien clasificada como *Euphorbia bracteata*, aunque pudiera tratarse también de un juvenil de *E. cyri*. Se sugiere por tanto, nuevamente su revisión. Cabe señalar que, este ejemplar fue colectado cerca de Tonicaco, por lo que corresponde al Estado de México; la confusión surge quizá, del nombre del municipio, “Villa Guerrero”. Este ejemplar fue donado por el departamento de botánica de la Universidad de California (Nov. 1970).

6.2 Registros de Campo:

Con base en los registros históricos encontrados, se decidió tomar como referencia para la prospección y planeación de los probables sitios de búsqueda de *E. cyri* en el campo, al ejemplar correspondiente a Sto. Domingo Tomaltepec (1978), ya que coincide con los registros más antiguos de los Valles Centrales. Los ejemplares de otras regiones no se consideraron suficientemente confiables dado que se indican en general asociados a zonas de cultivo, y no se encontraron otras referencias antiguas en ellas.

Para la selección de los puntos de muestreo se consideró además la accesibilidad a la zona, así como su importancia cultural y turística, que pudieran favorecer programas de protección. En cada localidad visitada se realizaron entrevistas libres a colaboradores clave: de 3 a 5 personas adultas mayores que vivieran en la localidad desde hacía tiempo.



Figura 9 Ubicación geográfica de ejemplares de *E. cyri*.

Tabla 3. Ubicación relativa de las localidades visitadas de los Valles Centrales

Localidad	Región	Distancia* (Km)	Presencia de <i>E. cyri</i>	No.de ejemplares
Tlalixtac de Cabrera	V. T.	10 (NE)	NO	-
Sta. Ma. del Tule	V.T.	14 (E)	SI	1**
Mitla	V.T.	40 (SE)	SI	1
Sta. Ana del Valle	V.T.	39 (SE)	NO	-
San Miguel del Valle	V.T.	50 (E)	SI	3
Zaachila	V. Z-O	14 (SO)	NO	-
San Bartolo Coyotepec	V. Z-O	14 (S)	NO	-
Santo Tomas Jalietza	V. Z-O	25 (S)	NO	-
Monte Alban	V. Z-O	11 (SO)	NO	-

*Distancia aproximada a la ciudad de Oaxaca de Juárez. **Referido en entrevista

V.T. – Valle Tlacolula V. Z-O – Valle Zimatlán-Ocotlán.

Tabla 4. Resumen de los registros de campo (presencias) de *E. cyri* en 2007*

Localidad	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
San Miguel del Valle	17°03'04.7"N	96°36'5"W*	1918
San Miguel del Valle	17°01'14"	96°25'7.9"W	1779
San Miguel del Valle	17°03'00.5"N	96°25'39.7"W	1932
El Tule ("Los Arcos")	17°02'51.3"N	96°37'43.7"W	1580
Mitla	16°55'37.2"N	96°21'32.5"W	1702

*Todos corresponden a los Valles Centrales (Tlacolula)

6.3 Análisis Espacial

Con los datos de campo recabados se procedió a efectuar un análisis espacial, con el fin de estimar el espacio ecológico o nicho de la especie. Se empleó el programa GARP para la obtención del algoritmo, y el programa ArcView 3.2 para la visualización de la distribución espacial potencial más probable de la especie.

Para el desarrollo del algoritmo se emplearon las coberturas climáticas de WORLDCLIM-BIOCLIM referentes a las variaciones de temperatura y precipitación en México, con una resolución de 30 arcos segundo ($\sim 1\text{Km}^2$) correspondientes al estado de Oaxaca. (Hijmans et al., 2005)

Figura 10 Distribución espacial de los puntos de colecta en campo.

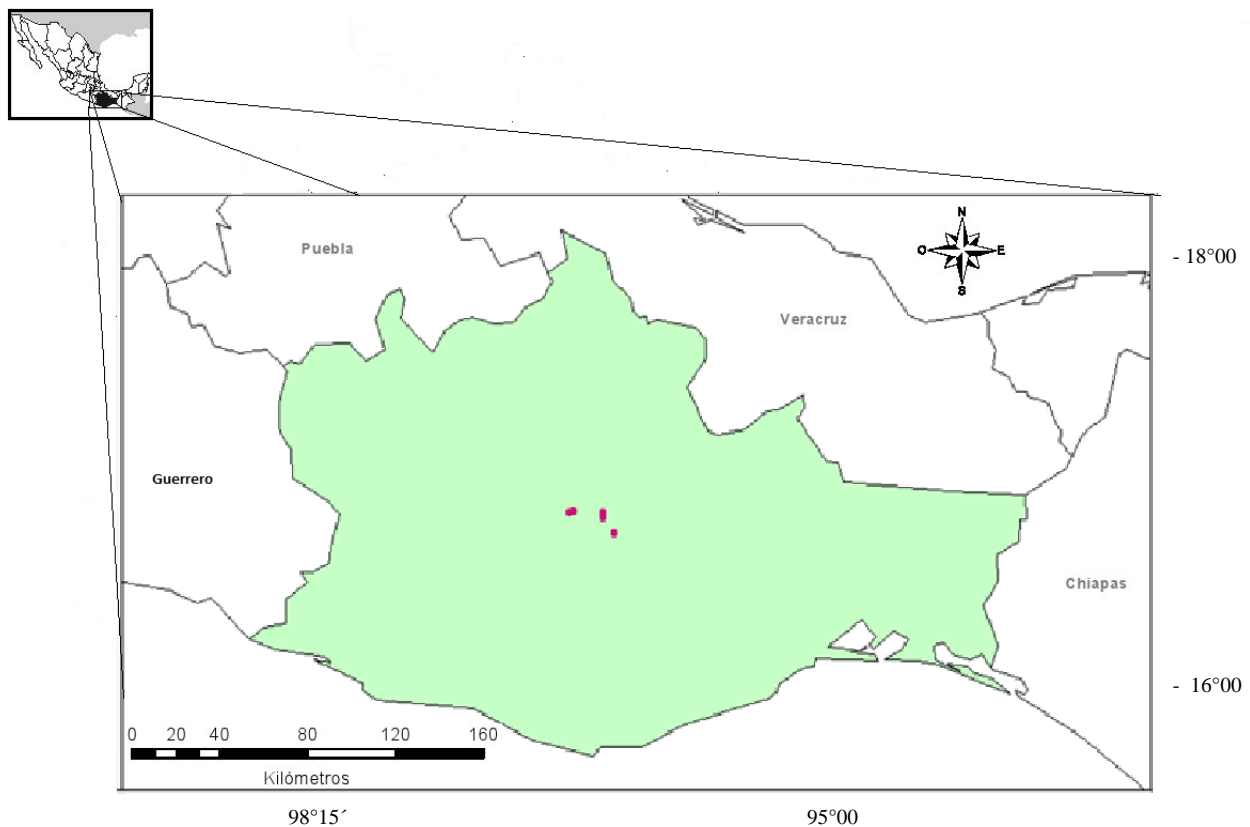


Figura 11 Distribución ecológica potencial de *E.cyri* obtenida del análisis GARP en ArcView3.2

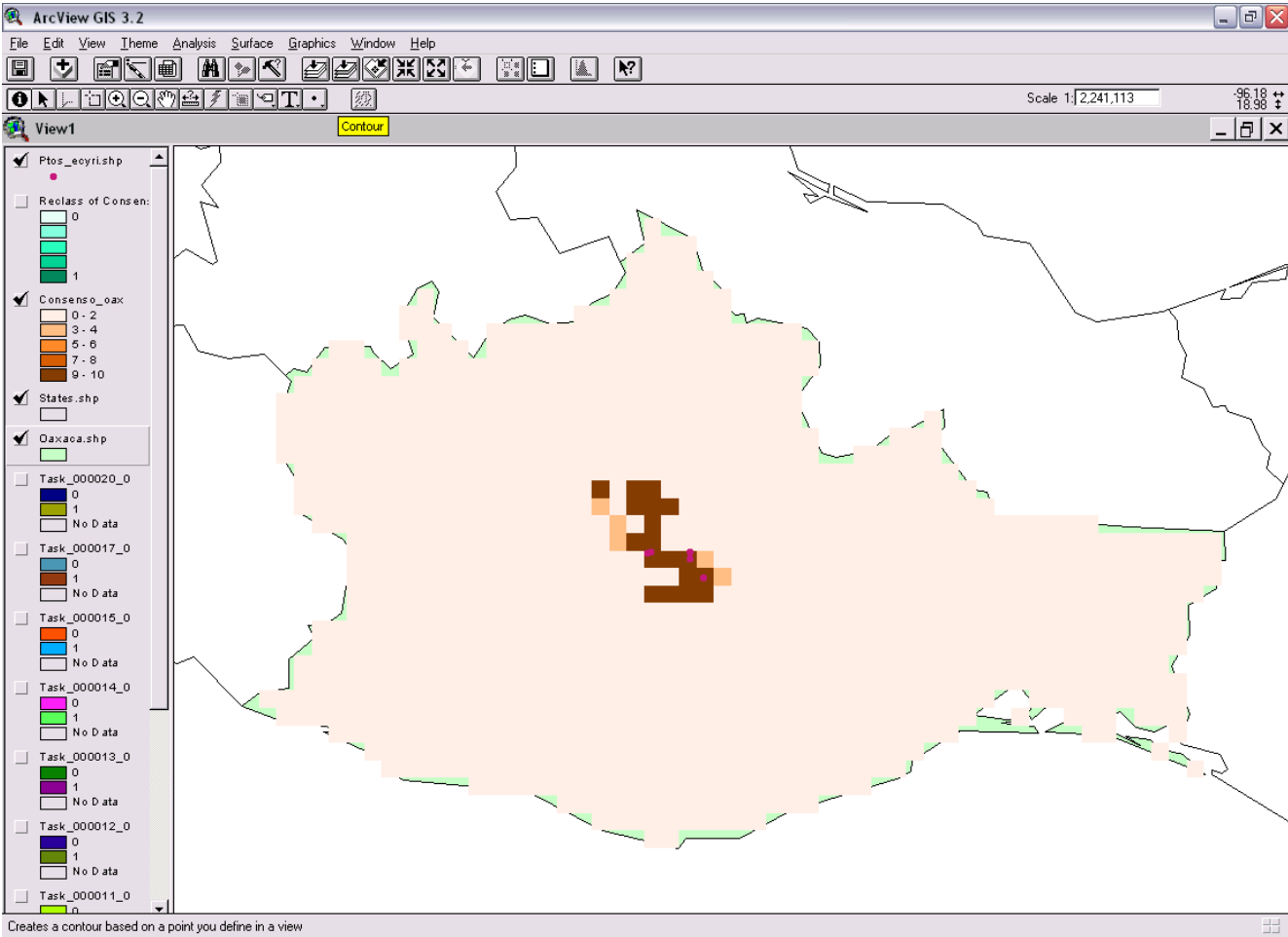


Figura 12 Mapa de Consenso obtenido para la distribución ecológica potencial de *E. cyri*.

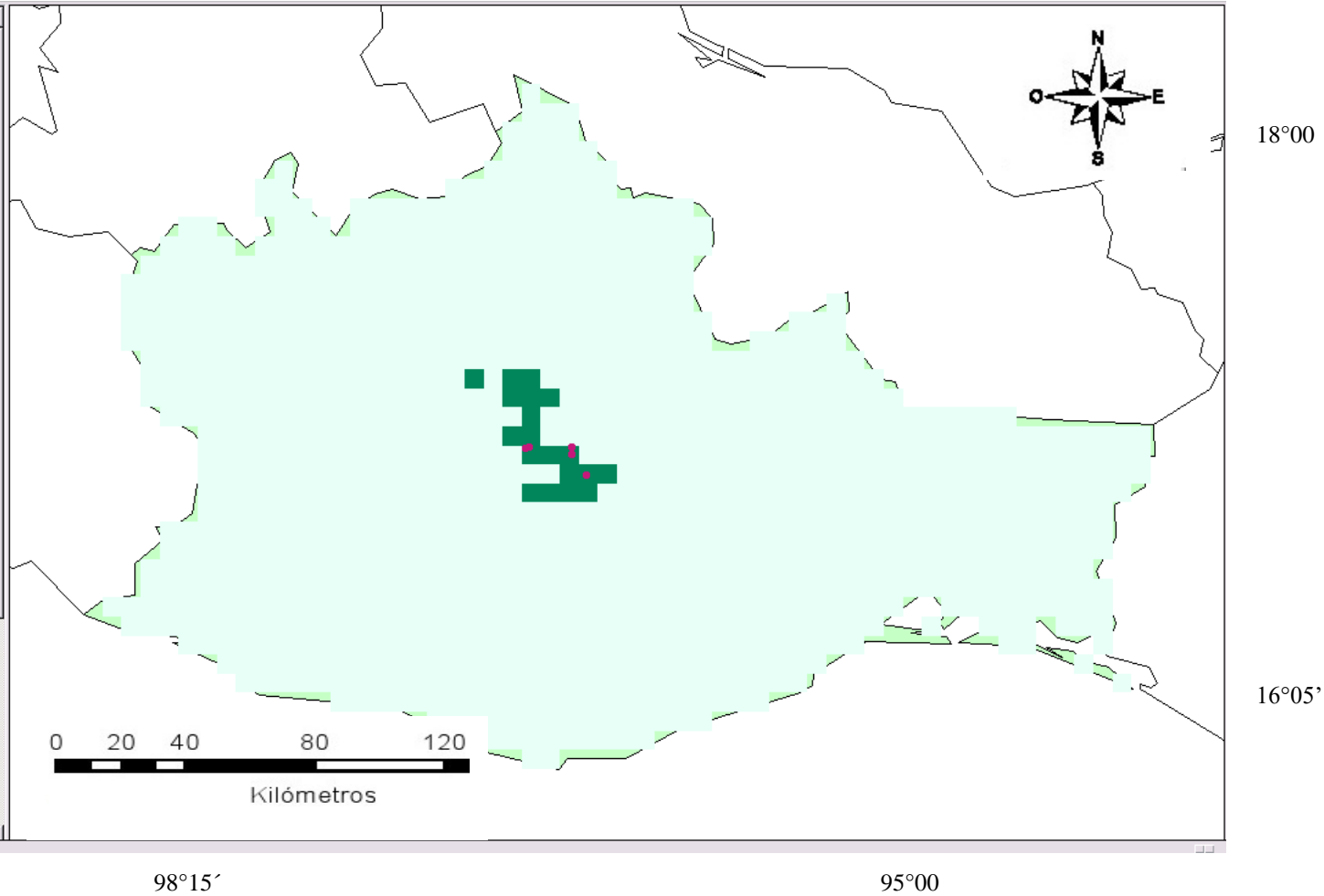
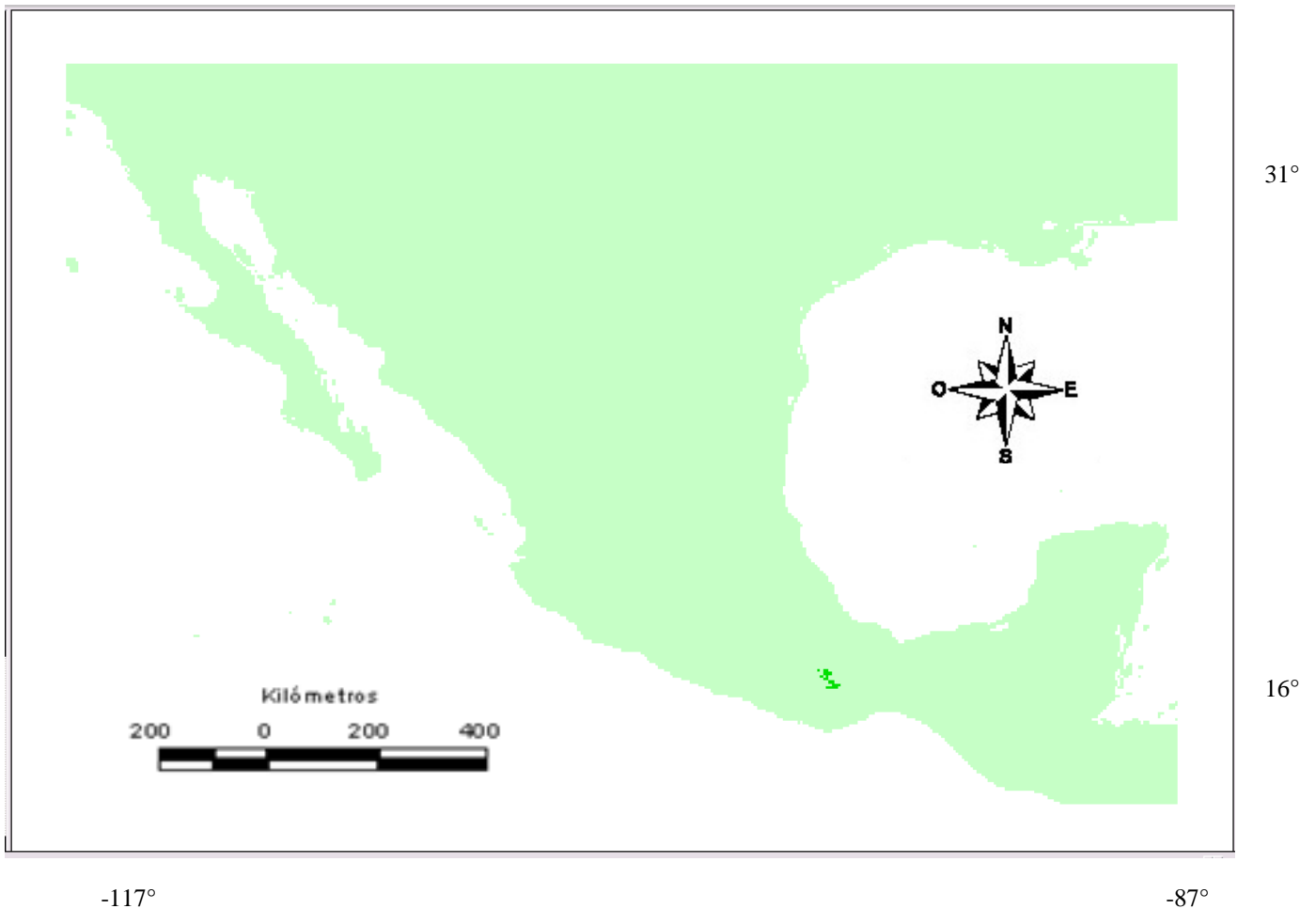


Figura 13. Proyección a toda la República de la distribución ecológica potencial de *E. cyri*.



VII ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Investigación documental

De las fuentes consultadas se puede decir que en general existe un escaso registro de la especie, situación que se agudiza tanto por su presumible endemismo como por su exterminio reciente. Los catálogos y herbarios consultados apoyan la idea de que la especie era endémica de la región de los Valles Centrales de Oaxaca, sin embargo, se encontraron aparentes registros recientes en localidades que corresponden a distintas regiones de Oaxaca como la Mixteca y la Sierra Sur. En este sentido, dado lo encontrado en campo, y por las descripciones de algunos de ellos como asociados a tierras de cultivo, se puede sospechar se trate de ejemplares introducidos y cultivados posteriormente.

7.2 Investigación de campo

En la visita a la región, se pudieron obtener indicios de que la especie fue en efecto, en un tiempo abundante en la zona correspondiente a los Valles Centrales de Oaxaca, con una amplia distribución que pudiera considerarse que cubría el norte del valle de extremo a extremo, es decir, desde la región Mixteca, hasta la región de la Sierra Norte, correspondiendo ésta a los valles de ETLA y Tlacolula, hipótesis que resultó consistente con el análisis espacial efectuado, en cuyo mapa resultante, correspondiente a la distribución ecológica potencial de la especie, se aprecian ambos “brazos” de los Valles Centrales (Fig. 12).

Actualmente, sin embargo, se pudo constatar que la especie se encuentra prácticamente extinta del medio silvestre, aun cuando todavía existen diversos ejemplares distribuidos entre algunos de los pobladores, quienes han conservado las plantas en buen estado.

7.3 Sobre el análisis espacial

En el análisis espacial realizado se obtuvieron resultados consistentes, que en efecto apoyan la idea primaria del endemismo de *E. cyri*, que como se mencionó, se presume, era endémica de la región de los Valles Centrales de Oaxaca (de acuerdo con la literatura consultada y algunos de los registros de herbario encontrados), donde resultó efectivamente ubicada su distribución potencial. Sin embargo, la interpretación de los resultados obtenidos debe hacerse con cautela, debido a que el modelo de predicción empleado (GARP) se basa en la formulación y prueba de algoritmos genéticos, que pueden incrementarse o disminuir drásticamente su variación con base tanto en el número, como en la distribución espacial de los puntos de colecta.

Al realizarse una proyección a toda la República (Fig. 13) se observó de nuevo la distribución potencial para *E. cyri* en la zona de los Valles Centrales, lo que es consistente al modelo, así como al hecho de que el microclima en la región del valle de Oaxaca analizado es en efecto único para esta zona del país.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en lo encontrado en la presente investigación y lo reportado por Olson et al. (2005), se puede decir que la especie *Euphorbia cyri*, antes *Pedilanthus tomentellus*, se encuentra prácticamente extinta de su medio silvestre (categoría EW según la clasificación de la UICN). Sin embargo, considerando su importancia como especie endémica de los Valles Centrales, como especie de tradición cultural (ya que se usaba como remedio en la medicina tradicional por lo que fue conservada en diferentes hogares de las localidades visitadas), su potencial como atractivo turístico, así como el hecho de que algunos ejemplares fueron hallados en buen estado en la región, sin un aparente cuidado antrópico, se puede contemplar la posibilidad de su recuperación por reintroducción y protección en la zona, puesto que tanto la ecología como el ámbito social, lo

favorecen. Sin embargo, habría que hacer un análisis profundo e integrador de la viabilidad y sostenibilidad de tal empresa.

En este sentido, dado que los mejores ejemplares con mayor potencial se pudieron observar en la localidad de San Miguel del Valle, y dada su ubicación relativa con respecto a lugares de valor cultural y rutas turísticas establecidas actualmente en la región (ver apéndice), así como el hecho de que en esta zona se ubica una importante población indígena (principalmente zapoteca) que aún conserva sus tradiciones y su lengua, el lugar presenta un alto potencial para ser propuesto como área protegida. Adicionalmente, se cuenta con un Centro Ecoturístico que si bien no funcionaba óptimamente; con una estrategia adecuada podría constituir una opción viable para el desarrollo y la protección de la zona mediante la creación de un parque nacional (o alguna otra estrategia disponible para el Estado, ver Anexo I). El sitio podría ser además de un centro de conservación, un lugar para la promoción de una cultura ambiental, que incluyera un sendero interpretativo para mostrar a los visitantes la vegetación de la región, con el paisaje como unidad biológica integral; así como algunos ejemplares particulares propios del lugar, tanto plantas medicinales que todavía se utilizan para remedios, como ejemplares de *E. cyri* recuperados, describiéndose su importancia ecológica y tradicional (De la Masa Elvira et al., 1997). Constituiría un atractivo turístico adicional a los ya existentes en los Valles Centrales, tal como es el caso de Santa María del Tule, donde se protegió a un solo ejemplar, un ahuehuete milenario con características sumamente particulares que aún reverdece a un costado de la Iglesia de este municipio, situado a solo 13 km de la ciudad de Oaxaca, y que se volvió un atractivo turístico más de la región, siendo conocido en la actualidad incluso a nivel internacional.

Análogamente a lo sucedido en Santa María del Tule, este nuevo parque, podría ser además de un sitio turístico, un sitio de recreación y educación ambiental (Barahona y Almeida-Leñero, 2006).

Adicionalmente, podría servir de modelo para el estudio fenológico de la vegetación, con la posible instalación de una estación meteorológica de bajo costo, dado que no hay actualmente una en las cercanías; se podrían detectar y registrar así los cambios y evolución de las poblaciones vegetales y las condiciones ambientales (Barradas, 1994), lo cual sería de interés para establecer posibles riesgos y escenarios biológicos con base en los cambios de clima debidos al presumible calentamiento global. En este sentido, la conservación de áreas verdes como “secuestradoras” de carbono atmosférico, resulta mundialmente favorecido, por lo que tan solo por este hecho, es recomendable apoyar la recuperación y protección de estos ecosistemas. Adicionalmente, este parque vendría a complementar las ocho áreas de conservación que ya se cuentan en Oaxaca, dado que la mayoría de ellas se ubican hacia el oeste del Estado (Martínez Sánchez et al., 2009)

Una alternativa quizá más ambiciosa, pero posible, es el establecimiento de un área de conservación de mayor extensión, considerando a la región como patrimonio de la humanidad, pues se trataría de conservar ya no solo a una especie endémica de singulares características, sino a toda una región ecológica y culturalmente importante, sus tradiciones y sus costumbres (Sánchez-Vélez, 1987).

Actualmente se ha puesto énfasis en la relevancia de la conservación de espacios naturales (Flores-Villela y Gerez, 1994), así como del estudio de paisajes como unidades biológico-funcionales que evolucionan en conjunto por lo que es de suma importancia su conservación como unidad integradora (García-Romero y Muñoz-Jiménez, 2002). En este sentido, la región límite entre la Sierra Norte y los Valles Centrales de Oaxaca, donde se encuentra San Miguel del Valle, constituye una región basta en biodiversidad, que, sin embargo, se encuentra en riesgo, amenazada por la tala y erosión que actualmente se produce por la necesidad y búsqueda de nuevos terrenos de cultivo (Crouzeillesa. et al., 2013; Fuller. et al., 2006)

Con la protección de esta región, se podría proteger y recuperar no solo a un organismo de interés sumamente particular, sino un paisaje único y ecológicamente valioso (Geldman et al., 2013), lo mismo que a una cultura autóctona de tradición y orgullo mexicano. Dada la actual accesibilidad y atractivo turístico que presenta la región (De la Masa Elvira y et al., 1997), podría atraer así a una cantidad importante de turistas interesados tanto en la tradición cultural de México (turismo cultural), como en su riqueza biológica (turismo ecológico), con el consecuente beneficio económico para los habitantes de la región y para el resto del país.

Para lograr tal proyecto ambicioso, habría que hacer, sin embargo, un esfuerzo importante previo, que implicaría de inicio reunir los ejemplares de *E. cyri* que aún persistan en la región y practicarles un análisis genético para establecer el grado de diversidad que aún se tenga en la especie, determinando si sería todavía posible su recuperación poblacional (Frankham, 2003). De ser éste el caso, se haría una colecta de los diferentes genotipos, una resiembra y distribución estratégica en la región, que permitiera su recuperación, para que en un futuro incluso se le pudiera cultivar y explotar como especie de ornato a nivel nacional e internacional.

De no encontrarse diferencia suficiente, se podría plantear la protección de ejemplares particulares, dado que se trata de una planta longeva. Para tal caso se pudiera considerar una AVDC (Área Voluntariamente Destinada a la Conservación (Anexo I) para apoyar la protección y la conservación de la colección de plantas de la Señora Lucía (Ver Anexo I), pues se encuentra ubicada en un punto estratégico, en colindancia con la zona arqueológica de Mitla; y utilizarse así como un atractivo turístico más, un jardín etnobotánico de plantas medicinales de la región..

Es así como en este trabajo se ha partido de la búsqueda y reconocimiento de una especie escasamente representada, hacia la creación de un modelo sustentable de recuperación mediante el uso de herramientas modernas de análisis geográfico, metodología que puede ser de utilidad para el abordaje de especies en su misma condición.

CONSIDERACIONES FINALES

En general, existe actualmente un aprecio y reconocimiento de la naturaleza salvaje, y un creciente interés en el uso de tierras y recursos animales y vegetales como fuente de placer estético y recreativo, considerándose éste como uno de los valores más importantes de la conservación. Actividades recreativas al aire libre como pescar, cazar, nadar, navegar, esquiar, caminar o simplemente tomar el sol, se ha visto, resultan ahora de gran importancia tanto sociológica como psicológica, pues contribuyen a recuperar la salud en el ser humano que ha quedado confinado a las grandes urbes. Favorecer, por tanto, el acercamiento humano a un ámbito más sano, mediante el mantenimiento de ambientes naturales, regenera su bienestar; de ahí el acrecentamiento y demanda de estos espacios. Esta cultura del regreso a la naturaleza como verdadera necesidad humana, será el mejor estímulo para que el ser humano la defienda, por encima de beneficios inmediatos, al valorarse una calidad de vida más sana y perdurable.

Además de su valor estético, se debe tener presente también que existen muchos recursos naturales cuyos alcances científicos y tecnológicos resultan aún desconocidos, al menos parcialmente. Dado que cada planta y animal silvestre contiene un almacén genético y una información bioquímica característicos, la desaparición de una sola especie podría significar una pérdida de información de gran valor para el bienestar en mayor o menor medida de la humanidad. Es entonces evidente que debe procurarse un desarrollo verdaderamente sustentable, que promueva al mismo tiempo una economía sostenible así como la conservación y renovación de los recursos naturales, que permita su mantenimiento a lo largo del tiempo. En este sentido, varios países, incluyendo el nuestro, han adoptado al ecoturismo como una alternativa real para la obtención de recursos económicos y al mismo tiempo se promueve una cultura de conservación y respeto a la naturaleza. Sin embargo, aún esta propuesta debe manejarse con cautela, manteniendo siempre presente la idea de la conservación, pues se corre el riesgo de sobre explotar los recursos por manejos inadecuados de las áreas de conservación.

Es así como debe buscarse el equilibrio entre la protección de la naturaleza y el atractivo tanto financiero como social que su mantenimiento y conservación pueda representar para las diferentes poblaciones, pues pese a que a nivel global resulten más evidentes diversas justificaciones, localmente se pueden encontrar controversias por los intereses particulares de los directamente involucrados, que deberán conciliarse para el desarrollo de proyectos que a la postre resulten verdaderamente sostenibles además de sustentables.

APÉNDICE I

Descripción de las localidades Visitadas

Tlalistac de Cabrera

Se ubica al sureste de la Ciudad de Oaxaca. Siguiendo la carretera 190, pasando la desviación hacia la carretera 175, a unos 8 Km de la ciudad de Oaxaca de Juárez, se encuentra una segunda desviación hacia un camino de terracería que conduce a esta pequeña población. En ella se efectuó desde alto, una inspección visual del paisaje predominante, el cual se integraba principalmente por zonas de cultivo y algunas construcciones urbanas y rurales. Se efectuaron también entrevistas libres a informantes clave: lugareños de mayor edad; tres en esta localidad, quienes comentaron que por esa región habían habido efectivamente poblaciones de *E. cyri*, pero que: “hacía mucho que no se había vuelto a ver, que quizá más para adelante”.

En esta misma localidad se ubicaron y visitaron los invernaderos regionales, pero en ellos no se cultivan para la venta ejemplares de *E. cyri*; se cultivan principalmente flores.

Sta. María del Tule

Se encuentra apenas unos kilómetros delante de la desviación hacia la localidad anterior, siguiendo por la carretera 190. Este municipio del Estado es famoso por albergar a un ahuehuate (*Taxodium mucronatum*) milenario de grandes dimensiones, conocido a nivel mundial como “el árbol del Tule”. Reconocido por la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) como el árbol más notable del Estado de Oaxaca, es famoso nacional e internacionalmente por las siguientes características particulares:

Este *Taxodium mucronatum* es de excepcionales dimensiones; su tronco que con un diámetro de unos 14 metros alcanza una circunferencia de 58 metros ha sido rodeado por más de 30 personas con los brazos extendidos para apenas abarcarlo, imagen que ha dado la vuelta al mundo; su altura en tanto, supera los 42 metros. Se le ha calculado una edad de más de 2000 años; Con un volumen de 816,829 m³ y un peso de 636.107 toneladas, se considera uno de los árboles más grandes y antiguos del mundo.

El particular ejemplar se puede visitar en el atrio de la Iglesia de Santa María de la Asunción. De distintas regiones del mundo llegan turistas a este pequeño lugar, a admirarlo, pues pese a su edad de más de 2000 años, el ejemplar sigue reverdeciendo cada año.

Esta localidad se encuentra a escasos kilómetros de Santo Domingo Tomaltepec, cerca también de la ciudad de Oaxaca, lo que la hace accesible al turismo nacional e internacional, constituyendo un atractivo más en el corredor turístico de los Valles Centrales (Arq. Mex. 2007).

En esta localidad se efectuaron nuevamente entrevistas a colaboradores clave, quienes indicaron que en efecto, en el terreno que corresponde ahora a una escuela hubieron ejemplares de *E. cyri*, pero que éstos fueron desechados cuando se “limpió” el terreno para su construcción. Este poblado se encuentra en la actualidad completamente urbanizado

Zaachila

Se ubica al suroeste de la ciudad de Oaxaca de Juárez, siguiendo por la carretera 131. En esta localidad, el paisaje está representado principalmente por pastizales inducidos, probablemente para la cría de ganado. Se presentan también áreas de construcción, rurales y, en menor proporción, urbanas. En esta localidad no se obtuvieron referencias sobre *E.cyri*.

San Bartolo Coyotepec

De regreso a la ciudad, por la carretera 175, se visitó también San Bartolo Coyotepec, famoso por la fabricación del tradicional barro negro; cuenta también con un importante vivero, sin embargo, tampoco se cultiva *E. cyri*, y no se obtuvieron referencias de la misma.

Santo Tomas Jalietza

Algo más al sur, siguiendo por la carretera 175, se encuentra esta población; dedicada a la elaboración de artesanías en telares tradicionales, típicas de Oaxaca. En esta pequeña localidad el paisaje es de tipo urbano y no se obtuvieron referencias de *E.cyri*.

Mitla

Muy cerca de la carretera 190, a unos 40Km de la ciudad de Oaxaca, se encuentra esta antigua ciudad zapoteca, que constituye uno de los principales atractivos turísticos de los valles centrales. Se le preguntó a una mujer de edad por la planta y dijo que: “había habido mucha de camino a las ruinas”, pero que cuando hicieron los accesos a las mismas, “las habían arrancado todas”.

Caminamos en busca de la planta por los alrededores; unas personas dijeron haberla visto, más no ahí, uno de ellos mencionó que era originario de San Lucas y que “por allá todavía había” que había que ir hacia Tlacolula y preguntar en “la casa de ecoturismo”.

Por referencias obtenidas en una cocina de los alrededores, pudimos conocer a “Don Bonifacio”, el guía mayor de las ruinas, quien además, según dijeron, “sabía de las plantas para curar”.

Al conocerlo refirió que efectivamente, bastante tiempo “trabajó con las plantas” y que por lo mismo sabía de *E.cyri*, pues la usaban para “aliviar a las mujeres de sus dolores”. También comentó que en la parte de atrás de las ruinas había una planta viva, la cual se fotografió y registró desde el interior de las ruinas; el ejemplar, refirió pertenecía a una mujer que tenía en su casa varias plantas de las que se usaban “para curar”, así que se le realizó, bajo su guía, una visita.

La Sra. Lucía, dueña de la casa, contó que su suegro había sembrado varias plantas debido a que había sido curandero, pero que ella las siguió conservando. En efecto, en el traspaso de su casa,

que colinda con las ruinas, se pudo observar y coleccionar parte del ejemplar de *E.cyri*, que aunque se encontraba en buenas condiciones, incluso con algunas inflorescencias, éstas eran poco numerosas y estaban algo descoloridas. También comentó, igual que Don Bonifacio, que el nombre zapoteco de *E.cyri* era Yajg-binni, puesto que ambos conocían la lengua.

Monte Alban

Por lo encontrado en las ruinas de Mitla, se decidió investigar también en Monte Alban, igualmente ruinas zapotecas, muy cerca de la ciudad de Oaxaca hacia el suroeste; pero en esta región no hubo indicios de que *E. cyri* hubiera existido en los alrededores de manera importante.

Santa Ana del Valle

Como sugirieron las personas entrevistadas en Mitla, se realizó un recorrido hacia Tlacolula en busca de poblaciones de *E.cyri*. Siguiendo por la carretera 190 se llega a Tlacolula, por la desviación a Santa Ana del Valle. Esta pequeña localidad se dedica a trabajar tejidos de manera artesanal, con pinturas naturales derivadas de plantas y animales. También cuentan con un pequeño museo de sitio, el cual se puede visitar por un mínimo costo. Ahí se obtuvo información sobre cómo llegar a “la casa de ecoturismo”.

Se efectuó así mismo, una búsqueda, por las ruinas de Yagul, también zapotecas, pero no hubieron referencias sobre *E.cyri*. Los alrededores consisten en planicies y terrenos agrícolas.

Cabe señalar que este sitio arqueológico que incluye la zona de cuevas, y el área arqueológica vecina propiamente dicha, junto con las respectivas de Mitla, fueron nombrados Patrimonio Mundial de la Humanidad por la Unesco en 2010, bajo el nombre de "Cuevas Prehistóricas de Yagul y Mitla en los Valles Centrales de Oaxaca"*

*www.cnca.gob.mx/cnca/inah/zonarq/yagul.html

San Miguel del Valle

Para llegar a esta población, se sigue el camino hacia el municipio de Díaz Ordaz, a partir de donde se continúa por un camino de terracería hasta la plaza municipal, dónde además del palacio municipal de San Miguel del Valle, se encuentra la iglesia, una de las escuelas que hay en el pueblo y el centro de ecoturismo.

Antes de que nos pudieran atender los responsables del centro de ecoturismo, nos indicaron que cerca de ahí vivía la Sra. Francisca, quien tenía un ejemplar de *E. cyri* en su casa, por lo que fuimos a visitarla. Al llegar, la Sra. Francisca nos comentó que antes “había mucha por ahí” y que ella había sembrado su planta desde hacía mucho. La planta de la Sra. Francisca aun cuando presentaba

algunas inflorescencias, estaba algo descompuesta, muy delgada y poco erguida, pues nos comentaba que tenía que regarla mucho porque si no “no se paraba”.

Posteriormente regresamos al centro de ecoturismo, donde nos atendieron los encargados. Nos informaron que efectivamente cerca de ahí se encontraban algunos ejemplares de *E. cyri*, pero que había que ir en carro un tramo y caminar otro tanto hacia la sierra. Nos acompañaron dos de los señores del centro y nos fueron indicando el camino por la sierra casi 2.5Kms cuesta arriba. Mientras caminábamos nos indicaban que ahí crecían de manera silvestre diferentes tipos de plantas “para remedio”, las cuales sabían identificar muy bien, así como los nombres con los que conocían a cada una y sus diferentes usos.

En esta localidad, en la parte alta, rumbo a la Sierra Norte, fue donde encontramos a los mejores ejemplares, que, aunque nos indicaron que muy probablemente habían sido sembrados por lugareños que vivieran antes ahí, en la actualidad se encuentran bien sin que nadie las cuide, incluso pudimos observar juveniles, lo que sugiere que la especie se encuentra bien en esta región.

Otros lugares visitados

Adicionalmente, se visitó el Jardín Etnobotánico de la Ciudad de Oaxaca de Juárez, donde efectivamente, se encuentran presentes 2 ejemplares de *E. cyri*, sin embargo, éstos provienen, según lo sugiere su registro en la base de datos del Jardín, de la región Mixteca, área donde se piensa fueron introducidos algunos ejemplares (Olson et al., 2005).

ANEXO I

Categorías de gestión de las áreas protegidas de la UICN

Según sus características particulares, la UICN clasifica a las áreas de protección en:

I – Áreas de Protección Estricta

Ia – Reserva Natural Estricta

Un área de tierra o mar que posee un ecosistema excepcional o representativo, características geológicas o fisiográficas, y/o especies de interés primario, que están disponibles principalmente para su estudio científico y/o seguimiento ambiental.

Ib – Áreas Silvestres

Grandes espacios de tierra o mar sin modificaciones o con pequeñas modificaciones, que mantienen su carácter natural e influencia, sin presencia o con poca presencia humana, que son protegidos y manejados de manera de preservar su condición natural.

II – Parque Nacional

Un área natural de tierra o mar destinada a:

Proteger la integridad ecológica de uno o más ecosistemas para las generaciones presentes y futuras; Excluir la explotación u ocupación no ligadas a la protección del área; Proveer las bases para que los visitantes puedan hacer uso espiritual, científico, educacional o recreativo, de forma compatible con la preservación y la cultura.

III – Monumento Natural

Un área que contiene uno o más sitios específicos de valor e importancia natural o cultural excepcional debido a su rareza, cualidades estéticas inherentes o significado cultural.

IV – Área de gestión de Hábitat o Especies

Un área de tierra o mar sujeta a la intervención activa con propósitos de gestión para preservar el mantenimiento de hábitats o para cubrir las necesidades de especies específicas.

V – Paisajes terrestres o marinos protegidos

Un área de tierra, costa o mar donde la interacción de las personas con la naturaleza a través del tiempo ha producido un área de carácter distintivo con gran valor estético, ecológico o cultural, y frecuentemente con diversidad biológica. El resguardo de la integridad de esta interacción tradicional es vital para la protección, mantenimiento y evolución de esta área.

VI – Área protegida con gestión sostenible de recursos

Área que contiene predominantemente sistemas naturales sin modificación, manejados para garantizar la protección a largo plazo y el mantenimiento de la diversidad biológica, y para proveer al mismo tiempo un flujo sostenible de productos y servicios necesarios y útiles para satisfacer las necesidades de la comunidad.

(Badman. y Bomhard., 2008)

Además de la clasificación de la IUCN, existen una serie de iniciativas globales y regionales para definir áreas de conservación, terrestres y de agua, que incluyen:

- UNESCO Patrimonio Mundial – Sitios naturales y mixtos (naturales-culturales) inscritos por el Comité del Patrimonio Mundial con “el más alto valor universal”;
- UNESCO el Hombre y la Biosfera (MAB) – las reservas de la biosfera son zonas en las que la conservación se combina con un uso sostenible.
- Zonas Ramsar – Humedales y zonas de marea importantes, reconocidas por el Convenio de Ramsar; entre otros.

La vinculación específica entre una denominación y otra, suele no ser directa dada la variedad de criterios con que se definen unas y otras (Dudley, 2008).

En particular para el estado de Oaxaca la ECUSBEO menciona además diferentes instrumentos de planeación, conservación y uso sustentable de la biodiversidad, tales como:

- Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC); permite a la sociedad civil sumarse a las tareas de conservación de ecosistemas, sus especies y servicios. Actualmente Oaxaca tiene el mayor número de ADVC del país, bajo el manejo de sus dueños y propietarios comunales (CONANP 2016) Entre las regiones donde se encuentran distribuidas las ADVC en el estado destacan en número y superficie: El Istmo, Papaloapan, Costa y los Valles Centrales (CONANP 2014). Para el caso de Oaxaca, la red de áreas protegidas decretadas a nivel nacional no incluye todos los tipos de vegetación presentes en el estado, por tanto, las ADVC contribuyen de manera importante a la representatividad de los mismos (Monroy Gamboa et al., 2015)
- Unidades de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA): Buscan promover esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente, a través del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales renovables, frenando o revirtiendo los procesos de deterioro ambiental. En algunos casos permiten obtener recursos económicos y en otros son destinadas al mantenimiento de poblaciones de especies vegetales y animales.
- Pago por servicios ambientales (PSA): Las comunidades que reciben PSA por biodiversidad y por servicios hidrológicos muestran una superposición importante con las áreas voluntarias de conservación (Monroy-Gamboa et al 2015); la conciliación de diferentes instrumentos en una sola área representa una importante ventaja tanto para la conservación como para la gestión de proyectos por parte de los beneficiarios.
- Ordenamientos territoriales comunitarios: Una parte esencial de éstos es el establecimiento de políticas de manejo de los recursos naturales, entre ellas la de conservación. Aunque han sido financiados por diferentes instituciones nacionales e internacionales, predominan los apoyados económicamente por la CONAFOR.

- Por último, el programa general o Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO): Es un instrumento de planeación ambiental de los usos del territorio. La cartografía generada es de gran utilidad para la planeación en la ejecución de proyectos por parte de los diferentes sectores de la sociedad oaxaqueña.

ECUSBEO 2018

En el estado de Oaxaca se tienen tres sitios culturales declarados Patrimonio de la Humanidad: El Centro Histórico de Oaxaca, la Ciudad Prehispánica de Monte Albán, y las Cuevas Prehistóricas de Yagul y Mitla en los Valles Centrales, éste último incluido a partir de agosto de 2010. (elorienten.net, Oax, Oax, 3 de julio de 2013) (<https://n9.cl/1pgf8>)

En 1972 la UNESCO realizó una convención referente a los sitios considerados como herencia mundial o Patrimonio de la Humanidad, donde se formularon los preceptos básicos de esta categoría de protección, dado que consideró a algunos sitios como de un alto valor universal, de patrimonio mundial.

Estas áreas excepcionales cumplen tres finalidades básicas según Miller (1980) :

1. Proteger a perpetuidad los lugares de inestimable valor cultural o natural
2. Hacer disponibles sus recursos con fines educativos a nivel mundial
3. Compartir con todos los países firmantes los beneficios y las responsabilidades de la dirección de estas áreas, y de las actividades educativas relacionadas con éstas, así como de cooperar en los gastos que la preservación de estas mismas ocasiona.

Menciona también que los criterios para considerar un sitio como patrimonio mundial son:

- a) Contener ejemplos de importancia representativa de las principales etapas de la historia evolutiva de la tierra, procesos geológicos o fenómenos naturales únicos, raros o superlativos, de belleza excepcional.
- b) Preservar hábitats naturales de especies de animales o plantas raros y en peligro de extinción que necesitan protegerse, siendo de un tamaño que garantice su sobrevivencia, así como su protección legal.
- c) Ser sitios arqueológicos, arquitectónicos o ciudadelas, con logros artísticos o estéticos, únicos, conteniendo poblaciones humanas que vivan en equilibrio con su medio.

ANEXO II

Temas fundamentales de la Agenda 21

Sección I. Dimensiones sociales y económicas

1. Preámbulo
2. Cooperación internacional para acelerar el desarrollo sostenible de los países en desarrollo y políticas internas conexas
3. Lucha contra la pobreza
4. Evolución de las modalidades de consumo
5. Dinámica demográfica y sostenibilidad
6. Protección y fomento de la salud humana
7. Fomento del desarrollo sostenible de los recursos humanos
8. Integración del medio ambiente y el desarrollo en la adopción de decisiones

Sección II. Conservación y gestión de los recursos para el desarrollo

9. Protección de la atmósfera
10. Enfoque integrado de la planificación y la ordenación de los recursos de tierras
11. Lucha contra la deforestación
12. Ordenación de los ecosistemas frágiles: lucha contra la desertificación y la sequía
13. Ordenación de los ecosistemas frágiles: desarrollo sostenible de las zonas de montaña
14. Fomento de la agricultura y del desarrollo rural sostenible
15. Conservación de la diversidad biológica
16. Gestión ecológicamente racional de la biotecnología
17. Protección de los océanos y de los mares de todo tipo, incluidos los mares cerrados y semicerrados y de las zonas costeras y protección, utilización racional y desarrollo de sus recursos vivos
18. Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce
19. Gestión ecológicamente racional de los productos químicos tóxicos, incluida la prevención del tráfico internacional ilícito de productos tóxicos y peligrosos
20. Gestión ecológicamente racional de los desechos peligrosos, incluida la prevención del tráfico internacional ilícito de desechos peligrosos
21. Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales
22. Gestión inocua y ecológicamente racional de los desechos radiactivos

Sección III. Fortalecimiento del papel de los grupos principales

23. Preámbulo
24. Medidas mundiales en favor de la mujer para lograr un desarrollo sostenible y equitativo
25. La infancia y la juventud en el desarrollo sostenible
26. Reconocimiento y fortalecimiento del papel de las poblaciones indígenas y sus comunidades
27. Fortalecimiento del papel de las organizaciones no gubernamentales asociadas en la búsqueda de un desarrollo sostenible
28. Iniciativas de las autoridades locales en apoyo del Programa 21
29. Fortalecimiento del papel de los trabajadores y sus sindicatos
30. Fortalecimiento del papel del comercio y la industria
31. La comunidad científica y tecnológica
32. Fortalecimiento del papel de los agricultores

Sección IV. Medios de ejecución

33. Recursos y mecanismos de financiación
34. Transferencia de tecnología ecológicamente racional, cooperación y aumento de la capacidad
35. La ciencia para el desarrollo sostenible
36. Fomento de la educación, la capacitación y la toma de conciencia
37. Mecanismos nacionales y cooperación internacional para aumentar la capacidad nacional en los países en desarrollo
38. Arreglos institucionales internacionales
39. Instrumentos y mecanismos jurídicos internacionales
40. Información para la adopción de decisiones

(Bustos-Flores y Chacón-Parra, 2009)

ANEXO III

Objetivos de Desarrollo Sostenible:

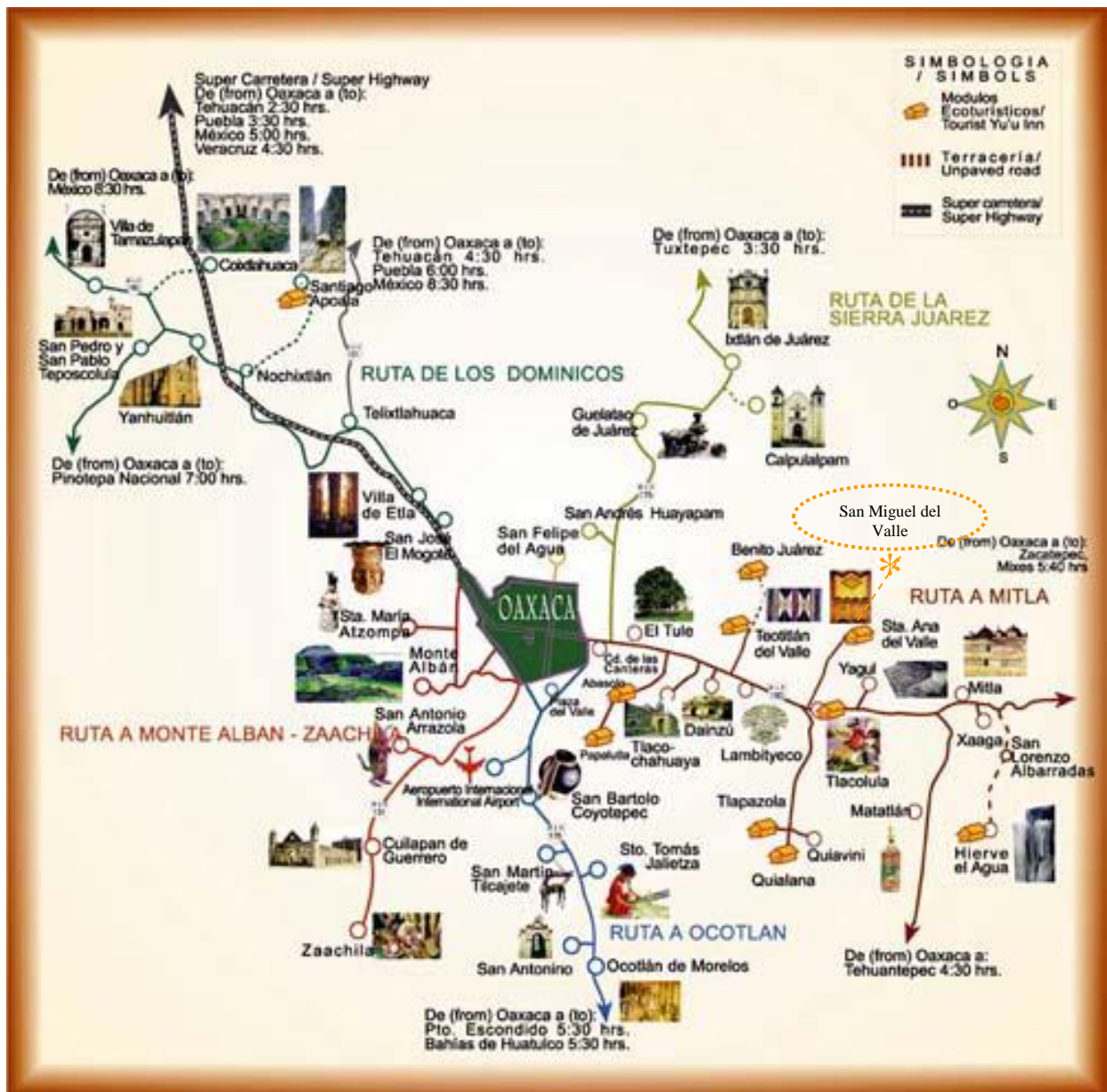
1. Fin de la pobreza: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
2. Hambre cero: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, la mejora de la nutrición, y promover la agricultura sostenible.
3. Salud y bienestar: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades
4. Educación de calidad: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
5. Igualdad de género: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas la mujeres y las niñas
6. Agua limpia y saneamiento: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos
7. Energía asequible y no contaminante: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos
8. Trabajo digno y crecimiento económico: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos
9. Industria, innovación e infraestructura: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación
10. Reducción de las desigualdades: Reducir la desigualdad en y entre los países
11. Ciudades y comunidades sostenibles: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles (7 metas)
12. Producción y consumo responsable: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles (11 metas)
13. Acción por el clima: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (3 metas)
14. Vida submarina: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible
15. Vida de ecosistemas terrestres: Promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica (9 metas)
16. Paz, justicia e instituciones sólidas: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles
17. Alianzas para lograr los objetivos: Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible

(Naciones Unidas 2016)

APÉNDICE II

Figura 1

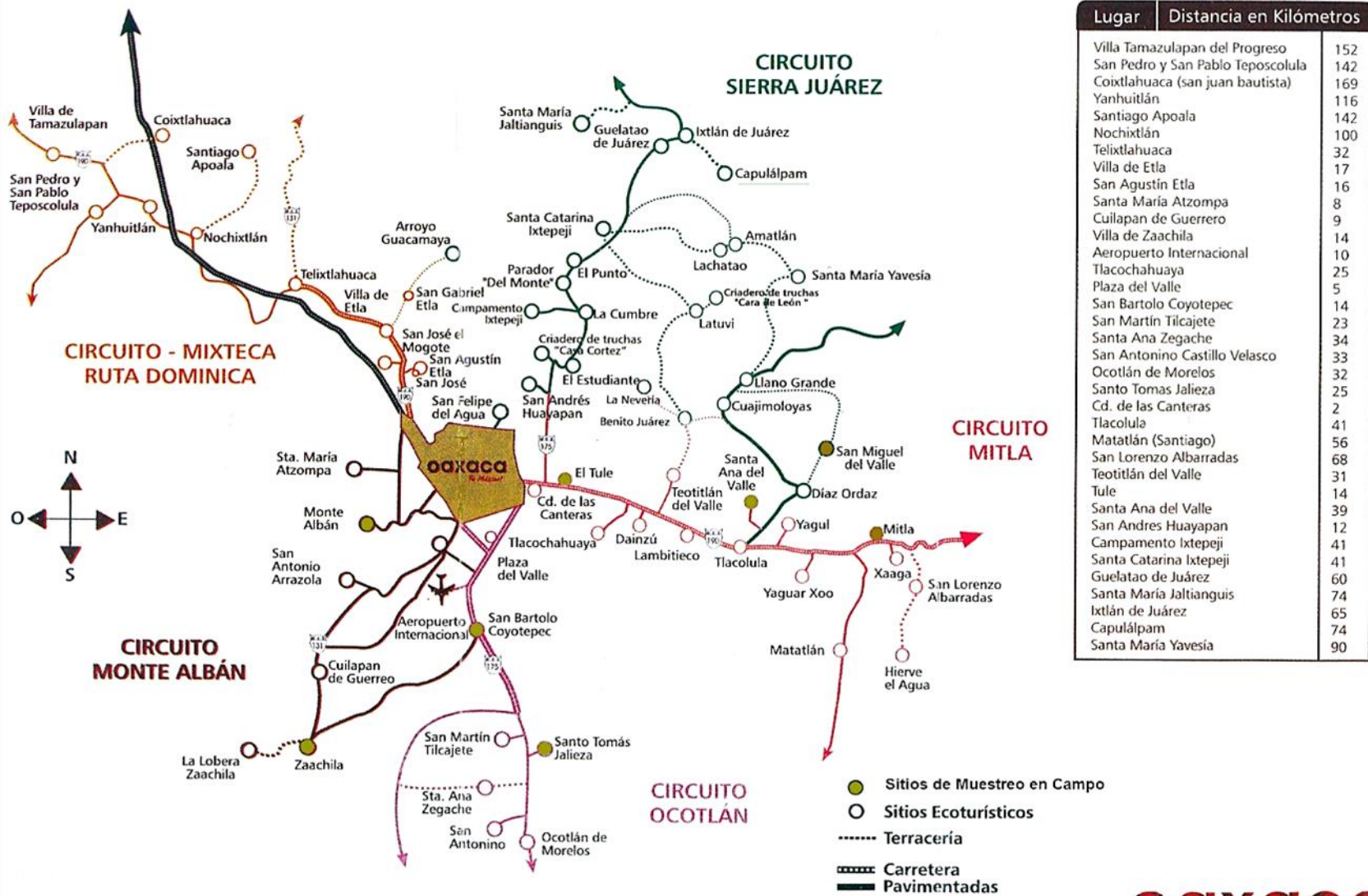
Relación espacial de sitios turísticos (Rutas recomendadas) de los Valles Centrales de Oaxaca.



Nota: Obsérvese la proximidad de los destinos Yagul (Declarado Patrimonio de la Humanidad), Santa Ana del Valle (famoso por sus textiles artesanales) y San Miguel del Valle (Sitio propuesto).

Fig.2. Relación espacial de localidades y recorridos turísticos de los Valles Centrales con respecto a la ciudad de Oaxaca.

Los Valles Centrales, Mixteca y Sierra Norte



REFERENCIAS

- Abdel-Fatteh, M. R. (1987). The chemical constituents and economic plants of the Euphorbiaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 94(1-2), 293–326. doi.org/10.1111/j.1095-8339.1987.tb01052.x
- Acosta-Castellanos, S. (2002). Plantas vasculares raras, amenazadas o en peligro de extinción del estado de Oaxaca, un panorama preliminar. *Polibotánica*, (13), 47-82. redalyc.org/articulo.oa?id=62101303
- Anónimo. (2007). Recorridos por Oaxaca. Valles Centrales. *Arqueología Mexicana*, (24). arqueologiamexicana.mx/ediciones-especiales/24-recorridos-por-oaxaca
- Anta-Fonseca, S., Piña Espallargas, I., Sánchez Benítez, G., García Ramírez, F., Gutiérrez Bailón, R., y Sánchez García, A. (2005). *Estrategias para la conservación de áreas naturales protegidas en el estado de Oaxaca*. Instituto Nacional de Ecología.
- Badman, T. y Bomhard, B. (2008). *World Heritage and Protected Areas*. IUCN. portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2008-006.pdf
- Barahona, A. y Almeida-Leñero, L. (Coords.) (2006). *Educación para la conservación*. Coordinación de Servicios Editoriales, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Barradas, V. L. (1994). *Instrumentación biometeorológica*. Ediciones Científicas Universitarias UNAM-Fondo de Cultura Económica.
- Bustos-Flores, C. y Chacón-Parra G. B. (2009). El desarrollo sostenible y la agenda 21. *Telos*, 11(2), 164-181. redalyc.org/pdf/993/99312517003.pdf
- Cacho, N. I., Berry, P. E., Olson, M. E., Steinmann, V. W., y Baum, D. A. (2010). Are spurred cyathia a key innovation? Molecular systematics and trait evolution in the slipper spurge (Pedilanthus clade: Euphorbia, Euphorbiaceae). *American Journal of Botany*, 97(3), 493-510. doi.org/10.3732/ajb.0900090
- Cartas Topográficas INEGI 1:250,000: E14-8, E14-9, E14-12.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2014). Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación. Foro de Conservación Voluntaria. Oaxaca de Juárez 13 y 14 de noviembre del 2014. Dirección Regional Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur.
- CONANP, México. Actualización. 2016
- Cronquist, A. (1977). *Introducción a la botánica*. CECSA.
- Crouzeilles, R., Lorini, M. L., y Viveiros Grelle, C. E. (2013). The importance of using sustainable use protected areas for functional connectivity. *Biological Conservation*, 159, 450-457. doi.org/10.1016/j.biocon.2012.10.023

Cruz Angón, A. y Solís Jerónimo, S. J. (Coord.) (2018). *Estrategia para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad del Estado de Oaxaca (ECUSBEO)*. CONABIO-SEMARNAT. bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15091.pdf

De la Maza, E. J. (Coord.) (1997). *Natura mexicana. Ecoturismo*. Fondo Editorial de la Plástica Mexicana.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 4 de marzo de 2020.

Dressler, R. L. (1957). The genus *Pedilanthus* (Euphorbiaceae). *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University*, 182, 1-188.

Dudley, N. (Ed.) (2008). *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas*. UICN. portals.iucn.org/library/efiles/documents/paps-016-es.pdf

Espaciomapa Oaxaca 1:250,000 INEGI (2000) (Impreso).

Espinosa Organista, D., Aguilar Zúñiga, C., y Escalante Espinosa, T. (2001). Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. En J. Llorente Bousquets, y J. J. Morrone (Eds.), *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones* (pp. 31-37). Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. libros.unam.mx/digital/V8/40.pdf

Flores-Villela, Ó. y Gerez, P. (1994). *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. CONABIO-UNAM. biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/biodiversidadConservacion.pdf

Frankham, R. (2003). Genetics and conservation biology. *Comptes Rendus Biologies*, 326, Suplemento 1, 22-29. doi:10.1016/S1631-0691(03)00023-4

Fuller, T., Munguía, M., Mayfield, M., Sánchez-Cordero, V., y Sarkar, S. (2006). Incorporating connectivity into conservation planning: A multi-criteria case study from central Mexico. *Biological Conservation*, 133(2), 131-142. doi:10.1016/j.biocon.2006.04.040

García-Mendoza, A. J., Ordóñez, M. J., y Briones-Salas, M. (Eds.) (2004). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund.

García-Romero, A. y Muñoz-Jiménez, J. (2002). *El paisaje en el ámbito de la geografía*. Instituto de Geografía, UNAM.

Geldmann, J., Barnes, M., Coad, L., Craigie, I. D., Hockings, M., y Burgess, N. D. (2013). Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. *Biological Conservation*, 161, 230-238. doi.org/10.1016/j.biocon.2013.02.018

González, G., Briones-Salas, M., y Alfaro, A. M. (2004). Integración del Conocimiento Faunístico del Estado. En A. J. García-Mendoza, M. J. Ordoñez, y M. Briones-Salas (Eds.), *Biodiversidad de Oaxaca* (pp. 449-466). Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund.

Guisan, A. y Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8, 993-1009. doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x

Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G, y Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25(15), 1965-1978. doi.org/10.1002/joc.1276

INEGI (2007) Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca (Disco Compacto).

Lee, T. y Middleton, J. (2003). *Guidelines for management planning of protected areas*. IUCN. portals.iucn.org/library/efiles/documents/pag-010.pdf

Lobo, J. M y Hortal, J. (2003). Modelos predictivos: un atajo para describir la distribución de la diversidad biológica. *Ecosistemas*, 12(1), 1697-2473. revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/332

Lomelí-Sención, J. A. (2006). *Revisión de Euphorbia subgénero Pedilanthus (Euphorbiaceae)*. [Tesis de doctorado, Universidad de Guadalajara]. Repositorio Dspace CUCBA. repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4711/Lomeli_Sencion_Jose_Aquileo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martínez, M. (1994). *Catálogo de nombres vulgares y científicos de las plantas mexicanas*. Fondo de Cultura Económica-Compañía Editorial Continental.

Martínez-Gordillo, M., Jiménez-Ramírez, J., Cruz-Durán, R., Juárez-Arriaga, E., García, R., Cervantes, A., y Mejía-Hernández, R. (2002). Los Géneros de la Familia Euphorbiaceae en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 73(2), 155-281. redalyc.org/pdf/400/40073205.pdf

Martínez-Sánchez, N., Pérez-Crespo, V. A., y Vázquez-Mendoza, S. (2009). La problemática de las áreas protegidas en Oaxaca. *Ciencias*, (96), 24-27. revistacienciasunam.com/images/stories/Articles/96/B2/B2.pdf

Miller, K. R. (1980). *Planificación de parques nacionales para el ecodesarrollo en Latinoamérica*. Barcelona, Fundación para la Ecología y la Protección del Medio Ambiente.

Miller, K. R. (1984, 5 de noviembre). La estrategia mundial de conservación de la naturaleza. *El País*. elpais.com/diario/1984/11/06/sociedad/468543601_850215.html

Monroy Gamboa, A.G, Sánchez-Cordero, V., Briones-Salas, M., Lira-Saade, R., y Maass-Moreno, J. M. (2015). Representatividad de los tipos de vegetación en distintas iniciativas de conservación en Oaxaca, México. *Bosque*, 36(2), 199-210.
[dx.doi.org/10.4067/S0717-92002015000200006](https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000200006)

Naciones Unidas (2015) Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe.
un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-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.
profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf

Odum, E. P. (1995). *Ecología: el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales*. CECSA.

Olson, M. E., Lomelí, J. A., y Cacho, N. I. (2005). Extinction threat in the *Pedilanthus* clade (Euphorbia, Euphorbiaceae), with special reference to the recently rediscovered *E. Conzattii* (*P. Pulchellus*). *American Journal of Botany*, 92(4), 634–641.
doi.org/10.3732/ajb.92.4.634

Ortega-Huerta, M.A. y Townsend-Peterson, A. (2008). Modeling ecological niches and predicting geographic distributions: a test of six presence-only methods. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79(1), 205- 216. redalyc.org/pdf/425/42558786024.pdf

Pérez-Molphe Balch, E., Esparza-Araiza, M. J., y Pérez-Reyes, M.E. (2012). Conservación *in vitro* de germoplasma de *Agave* spp. bajo condiciones de crecimiento retardado. *Revista Fitotecnía Mexicana*, 35(4), 279-287.
scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802012000400004

Peterson, A., Soberón, J., Pearson, R., Anderson, R., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., y Araújo, M. (2011). *Ecological niches and geographic distributions (MPB-49)*. Princeton University Press.

Pinet, P. R. (2000). *Invitation to oceanography*. Jones and Bartlett Publishers.

Sánchez, Ó., Vega, E., Peters, E., y Monroy-Vilchis, O. (Eds.) (2003), *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México*. INE-SEMARNAT.
buyteknet.info/fileshare/data/analisis_lect/Conservaci%C3%B3n%20de%20ecosistemas%20templados%20de%20monta%C3%B1a%20en%20M%C3%A9xico.pdf

Sánchez de Lorenzo-Cáceres, J. M. (2013). Epónimos del género *Euphorbia* L. *Bouteloua*, (14), 3-40. bit.ly/2IrZkRZ

Sánchez-Vélez, A. (1987). *Conservación biológica en México: perspectivas*. Universidad Autónoma de Chapingo.

SEMARNAT (2010) Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010.

Soberón, J. (1989). *Ecología de poblaciones* (La ciencia desde México, No. 82). Fondo de Cultura Económica.

Soberón, J. y Peterson, A. T. (2005). Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics*, 2, 1-10. doi.org/10.17161/bi.v2i0.4

Steinmann, V. W. y Porter, J. M. (2002). Phylogenetic relationships in Euphorbieae (Euphorbiaceae) based on ITS and ndhF sequence data. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89(4), 453-490. doi.org/10.2307/3298591

Steinmann, V. W. (2003). The submersion of *Pedilanthus* into *Euphorbia* (Euphorbiaceae). *Acta Botanica Mexicana*, (65), 45-50. redalyc.org/pdf/574/57406504.pdf

Stockwell, D. y Peters, D. (1999). The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Science*, 13(2), 143-158. doi.org/10.1080/136588199241391

UICN. (1980). *Estrategia mundial para la conservación. La conservación de los recursos vivos para el logro de un desarrollo sostenido*. UICN-PNUMA-WWF. portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/WCS-004-Es.pdf

UICN. (2012). *Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN* (2a ed. versión 3.1). Gland-Cambridge. portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RL-2001-001-2nd-Es.pdf

Van Dobben, W. H. y Lowe-McConnell, R. H. (Eds.) (1980). *Conceptos unificadores en ecología*. Blume.

Vázquez-Yañes, C. y Orozco-Segovia, A. (1989). *La destrucción de la naturaleza* (La ciencia desde México, No. 83). Fondo de Cultura Económica.

Vidal-Zepeda, R. (2005). *Las regiones climáticas de México*. Instituto de Geografía, UNAM.

Villaseñor, J. L. (1991). Las Heliantheae endémicas a México: una guía hacia la conservación. *Acta Botánica Mexicana*, (15), 29-46. doi.org/10.21829/abm15.1991.619

BIBLIOGRAFIA

SOBRE TURISMO SOSTENIBLE

1.- SECTUR. (2004). *Guía de apoyos federales para proyectos de ecoturismo*. Secretaría de Turismo. cedocvirtual.sectur.gob.mx/janium/Documentos/006918_Pri00005.pdf

2.- Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). (1997). *Estudio para la formulación de estrategias de desarrollo y promoción para destinos turísticos seleccionados en México* (Documentos 1, 2, 3 y 4). JICA-SECTUR México.

Documento 1: openjicareport.jica.go.jp/pdf/11352572_01.pdf

Documento 2: openjicareport.jica.go.jp/pdf/11353281_01.pdf

Documento 3: openjicareport.jica.go.jp/pdf/11353299_01.pdf

Documento 4: openjicareport.jica.go.jp/pdf/11352580_01.pdf

3. Rainforest Alliance. (s.f.). *Buenas prácticas para turismo sostenible. Una guía para el pequeño y mediano empresario*. Rainforest Alliance.

blog.espol.edu.ec/ricardomedina/files/2009/03/tourism_practices_guide_spanish.pdf

4.- Memelsdorff, F. (1998). Marketing estratégico en turismo: branding, identidad y cultura corporativa. *Revista valenciana d'estudis autonòmics*. (25), 73-82.

5.- SECTUR. (2010, 23 de abril). *Cómo desarrollar productos turísticos competitivos*. ISSUU. issuu.com/diplomadoturismo/docs/c_mo_desarrollar_productos_tur_sticos_competitivos

Referencias electrónicas:

mobot.org/MOBOT/research/APweb/

un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/

iucn.org

iucnredlist.org

conabio.gob.mx

ecured.cu/Valles_de_Oaxaca

inegi.gob.mx

cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/oax/territorio/recursos_naturales

sectur.gob.mx

cdi.gob.mx

lifemapper.org/desktopgarp

nationalgeographic.com/travel/sustainable

enciclovida.mx/especies/6013046#cite_note-Lomeli1-1

oaxaca.gob.mx/semaedeso/ecusbeo

bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15091.pdf (ECUSBEO)

n9.cl/1pgf8

redalyc.org/articulo.oa?id=62101303