



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA**

**DISEÑO DE UNA UNIDAD DE MANEJO PARA LA  
CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE (UMA) EN  
TAXCO, GUERRERO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I Ó L O G A**

**P R E S E N T A:**

**MAGALI MONCADA RAMÍREZ**

**DIRECTORA DE TESIS:  
M. en C. BALBINA VÁZQUEZ BENÍTEZ**



**CIUDAD DE MÉXICO, 2016**



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.

*A mi familia*

*“Escribir es cosa buena, pero mejor es pensar. La prudencia es buena, pero la  
paciencia es mejor”.*

*H. Hesse*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la M. en C. Balbina Vázquez Benítez por la orientación y apoyo que me brindó durante el proceso de elaboración de este trabajo, sin ella esto no hubiera sido posible. Por su siempre amabilidad y su entusiasmo por el mundo de las plantas que me contagia y que me ha motivado para seguir adelante.

A todos los sinodales que se tomaron el tiempo para revisar mi escrito y por las valiosas aportaciones para enriquecerlo: Dr. Efraín Reyes Ángeles Cervantes, Biól. Maricela Arteaga Mejía, M. en C. Alberto Méndez Méndez y Biól. Leonardo Ulises Guzmán Cruz.

Al Biól. Leonardo Ulises Guzmán Cruz por apoyarme durante las salidas al campo en la búsqueda de algunas especies de este trabajo y por los conocimientos compartidos acerca de las cactáceas que hacen que me fascine con su estudio. También por las experiencias durante el viaje a Coahuila, en el que aprendí mucho y compartí con personas bien bonitas.

Al Sr. Agustín Pineda y a su esposa por recibirnos en la granja y por la deliciosa comida y dulces que nos preparaban.

A los niños de la localidad de La Cascada por su apoyo en la identificación de plantas. Sin duda, unos biólogos innatos.

A todos mis profesores de la carrera por enseñarme el maravilloso mundo de la biología en todas sus áreas. Hago una mención especial a la Biól. Maricela Arteaga Mejía con quien, durante los últimos semestres, aprendí mucho y tuve gratas experiencias durante las salidas al campo y en el congreso, así como buenas charlas. También quiero agradecer a Mabel, Tere, mamá Fany, Britany, Massiel, César y Carlos por los buenos momentos en el laboratorio y en campo, y por hacerme reír mucho.

A todos mis amigos de la facultad y a aquellos que tomaron otro rumbo, les agradezco por los momentos compartidos, los viajes, las experiencias y las palabras de aliento que en algún momento me han dedicado. Por compartir su amor y pasión por lo que hacen, por su resistencia, pero sobre todo porque seguimos en el camino y por hacer de este mundo mejor, o por lo menos intentarlo.

Pero sobre todo agradezco infinitamente a mi madre y a mi padre por su cariño y apoyo incondicional y por permitirme ser como soy. A mi tía y segunda madre, Chabe, por estar siempre en los buenos y malos momentos. Les amo.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MARCO TEÓRICO.....	3
Historia de las UMA.....	3
Base jurídica.....	4
Situación de las UMA en México.....	6
Conservación y educación ambiental.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	12
Objetivos particulares.....	12
MATERIAL Y MÉTODO.....	13
RESULTADOS.....	15
PLAN DE MANEJO INTENSIVO DE LA UMA “GRANJA DIDÁCTICA DOS PUERTAS” .....	15
I.    Objetivo general:.....	15
II.   Metas.....	15
III.  Indicadores de éxito.....	16
IV.  Información biológica de las especies sujetas a plan de manejo.....	17
V.   Descripción física y biológica del área y su infraestructura.....	34
VI.  Métodos de muestreo.....	37
VII.  Calendario de actividades.....	38
VIII. Medidas de manejo del hábitat, poblaciones y ejemplares.....	39
IX.  Medidas de contingencia.....	40
X.   Los mecanismos de vigilancia.....	41
XI.  Medios y formas de aprovechamiento y el sistema de marca para identificar los ejemplares, partes y derivados que sean aprovechados de manera sustentable.....	41
ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE DEL MUNICIPIO TAXCO DE ALARCÓN.....	42
ACTIVIDAD DE EDUCACIÓN AMBIENTAL “RALLY ECOLÓGICO”.....	45
REFERENCIAS.....	52
Referencias electrónicas.....	58
ANEXO.....	60

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fenología reproductiva de <i>Sideroxylon capiri</i> .....	19
Cuadro 2. Fenología reproductiva de <i>Carpinus caroliniana</i> .....	22
Cuadro 3. Fenología reproductiva de <i>Juglans pyriformis</i> . ....	27
Cuadro 4. Actividades relacionadas con la UMA.....	39
Cuadro 5. Estrategias establecidas para las UAB relacionadas con el medio ambiente. .	43
Cuadro 6. Aspectos bióticos de la RTP Sierras de Taxco-Huautla y su valor para la conservación. ....	44
Cuadro 7. Aspectos antropogénicos de la RTP Sierras de Taxco-Huautla y su valor para la conservación. ....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de las UMA registradas al 15 de septiembre de 2014.....	7
Figura 2. Ubicación de la “Granja Didáctica Dos Puertas”, Taxco El Viejo, Guerrero.....	12
Figura 3. <i>Sideroxylon capiri</i> en Las Granadas.....	18
Figura 4. Ejemplar de herbario (FCME). ....	21
Figura 5. Individuo de <i>Juglans pyriformis</i> en La Cascada. ....	26
Figura 6. Individuos de <i>Mammillaria spinosissima</i> subsp. <i>pilcayensis</i> en el camino viejo a Pilcaya, Guerrero.....	31
Figura 7. Ubicación de la localidad Taxco el Viejo. ....	35
Figura 8. Relación de las UAB Depresión del Balsas y Sierras y Valles Guerrerenses con el municipio Taxco de Alarcón, Guerrero.....	42
Figura 9. Relación de la RTP Sierras de Taxco-Huautla con el municipio Taxco de Alarcón, Guerrero. ....	44
Figura 10. Actividades del Rally Ecológico.....	46

## **RESUMEN**

Guerrero junto con Chiapas, Oaxaca y Veracruz, forma el grupo de estados con mayor biodiversidad del país. El municipio Taxco de Alarcón, posee una alta riqueza de especies de flora y fauna y diversos tipos de vegetación que proveen importantes servicios ambientales. El objetivo de este estudio fue promover un esquema de conservación y aprovechamiento sustentable para cuatro especies de flora nativas de la región con alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se elaboró un plan de manejo para cada una de las especies, siguiendo las especificaciones de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS). Se recopiló y analizó información acerca de la biología de las especies y sus requerimientos para su manejo en condiciones controladas. Con base en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y en las Regiones Terrestres Prioritarias establecidas por la CONABIO, se analizaron las condiciones del medio ambiente de la zona donde se diseñará la UMA. Asimismo, se diseñó un evento de educación ambiental para reforzar los valores de conservación del ambiente y divulgar información sobre especies de flora y fauna nativas. En una región con una biodiversidad importante, el establecimiento de una UMA y la realización de actividades de educación ambiental juegan un papel importante en la conservación y aprovechamiento sustentable de especies nativas y con categorías de riesgo.

## INTRODUCCIÓN

México alberga una diversidad biológica excepcional. Poco más del 1% de la superficie posee al menos 10 por ciento de la diversidad biológica del mundo. Una gran parte de esa biodiversidad es exclusiva de nuestra nación, lo que constituye un privilegio y representa una amplia cantidad de opciones para el desarrollo, una responsabilidad hacia nuestra sociedad y hacia el mundo, así como un reto para su manejo. Hasta ahora, la gran diversidad de los recursos genéticos, especies y ecosistemas y los servicios ambientales que nos brindan y que son esenciales para el desarrollo de la humanidad, no han sido valorados apropiadamente (Sarukhán *et al.* 2012).

Las diferentes políticas de uso del suelo y aprovechamiento de los recursos naturales, desde la Colonia hasta el presente, han ocasionado en nuestro país una pérdida severa de ecosistemas y de sus servicios ambientales (Ramírez & Mondragón, 2010). El potencial de los recursos naturales no se ha aprovechado para el desarrollo económico y social (Sarukhán *et al.* 2012). El país se ha enfrentado ante una crisis ambiental ocasionada por actividades que no resultan sustentables en el largo plazo, como el cambio de uso de suelo, deforestación, degradación ambiental, cambio climático global, introducción de especies exóticas, entre otros factores. Ante esto, la conservación de la biodiversidad y el aprovechamiento de oportunidades para el desarrollo económico se vuelven una prioridad nacional, que necesita del esfuerzo y participación de diversos sectores de la sociedad, entidades gubernamentales y de los marcos normativos vigentes, con el propósito de integrar las estrategias ambientales, económicas, sociales y legales enfocadas a la vida silvestre (Delfín-Alonso, 2011). Dentro de las políticas ambientales, en materia de conservación y aprovechamiento, se encuentra el Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. Se trata de una herramienta, orientada a la conservación de especies, ecosistemas y servicios ambientales bajo un esquema de sustentabilidad. De esta manera se pretende contribuir a la disminución de extinción de especies de alto significado, fomentando su recuperación al propiciar la continuidad de procesos naturales en los ecosistemas, con la participación de la sociedad (Delfín-Alonso, 2011).

Las UMA son instrumentos de conservación particularmente importantes para los estados que tienen índices mayores de biodiversidad. Así para Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz cobra especial importancia por la riqueza de especies que contienen (Neyra & Durand, 1998).

Como una vía para modificar la manera de producir satisfactores y contribuir a la construcción de un modelo de desarrollo sustentable que integre el aprovechamiento, la conservación ecológica y que además genere actitudes y conocimientos a través de la participación social, se desarrollará una propuesta para el establecimiento de una UMA en la localidad Taxco El Viejo, Guerrero.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Historia de las UMA**

Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) surgen a finales del siglo XX. A través de esta herramienta se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos de los recursos de la vida silvestre. Antes de su creación se habían probado otras figuras, como los ranchos cinegéticos, los cotos de caza, e incluso viveros de plantas de ornato. El enfoque de manejo y conservación que plantean las UMA ha dado lugar a una profunda modificación en la forma en que el Estado encara su responsabilidad como garante de la permanencia del patrimonio natural de la nación. Esta nueva aproximación contribuye a la conservación de la naturaleza en tanto que incorpora a los actores sociales en la toma de decisiones acerca de qué especies merece la pena aprovechar y cómo debe de hacerse, y abre la posibilidad de que las comunidades efectúen procesos de apropiación de paisaje (Robles de Benito, 2009).

Las UMA nacieron con la presentación de la Estrategia Nacional para la Vida Silvestre, partiendo de la premisa de que a las comunidades o propietarios de la tierra se les ha limitado o prohibido (a través de vedas, reglamentaciones, normas y controles culturales) aprovechar gran parte de los recursos silvestres existentes en sus predios y defender el derecho de dominio sobre ellos. Esto trajo como principal consecuencia la pérdida de la biodiversidad (Robles de Benito, 2009).

La SEMARNAT estableció el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural, que constituyó la primera estrategia nacional de manejo integral de la biodiversidad mexicana. El componente primordial del Programa fueron las UMA, cuya base legal quedó definida en la Ley General de Vida Silvestre, promulgada el 3 de julio de 2000 (Ramírez & Mondragón, 2010). Las UMA, junto con los Ordenamientos Ecológicos del Territorio (OET) y la creación de Áreas Naturales Protegidas (ANP), constituyen los principales instrumentos para la conservación de la biodiversidad del país (Gallina-Tessaro *et al.* 2009).

Las UMA buscan promover esquemas de producción compatibles con el cuidado del ambiente, a través del uso racional de los recursos naturales renovables, frenando o revirtiendo los procesos de deterioro ambiental. Modifican substancialmente las prácticas de subvaloración y el uso abusivo tradicionalmente empleados en el país para la explotación de la vida silvestre. Asimismo, esta propuesta de manejo sustentable pretende lograr en los propietarios y legítimos poseedores de tierras, una nueva percepción en cuanto a los beneficios derivados de la conservación de la biodiversidad (SEMARNAT, 2014a).

### **Base jurídica**

La base legal de las UMA está definida en la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) (SEMARNAT, 2014b). En el Artículo 3º, fracción XLVIII se define a las UMA como “los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado de hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen”; en el Capítulo VIII, Artículo 39, se menciona que las UMA tendrán como objetivo general la conservación de hábitat natural, poblaciones y ejemplares de especies silvestres. Podrán tener objetivos específicos de restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable.

De acuerdo al tipo de manejo las UMA se clasifican en: a) de hábitat y desarrollo de poblaciones en vida libre (extensivas) y b) de poblaciones o individuos

de especies en cautiverio (intensivas) (SEMARNAT, 2014a) con tipos de aprovechamiento extractivo y no extractivo. En el Artículo 3º, fracción I y II de la LGVS se define al aprovechamiento extractivo como “la utilización de ejemplares, partes o derivados de especies silvestres, mediante colecta, captura o caza”, y aprovechamiento no extractivo como “las actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural que no impliquen la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que, de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres”. De acuerdo con la SEMARNAT (2014a), el aprovechamiento extractivo incluye: cacería, mascotas, ornato, insumos para la industria y la artesanía, exhibición y colecta, mientras que el aprovechamiento no extractivo abarca actividades de ecoturismo, investigación, educación ambiental, fotografía, video y cine.

El Artículo 40 establece que, para registrar los predios como unidades de manejo para la conservación de vida silvestre, la SEMARNAT integrará un expediente con los datos generales, los títulos que acrediten la propiedad o legítima posesión del promovente sobre los predios; la ubicación geográfica, superficie y colindancias de los mismos; y un plan de manejo. El plan de manejo deberá contener objetivos, metas, indicadores de éxito, información biológica de la o las especies sujetas a plan de manejo, descripción física y biológica del área, así como su infraestructura, métodos de muestreo, calendario de actividades, medidas de manejo de hábitat, poblaciones y ejemplares, medidas de contingencia y mecanismos de vigilancia, y los medios y formas de aprovechamiento.

El plan de manejo rige las actividades de conservación y aprovechamiento sustentable que se realicen en la UMA. Asimismo, los titulares de la UMA deberán presentar informes periódicos sobre sus actividades, incidencias y contingencias, logros con base en los indicadores de éxito y, en el caso de aprovechamiento, datos socioeconómicos. El otorgamiento de autorizaciones relacionadas con las actividades que se desarrollen en la UMA, estará sujeto a la presentación de los informes. El personal acreditado de la SEMARNAT realizará visitas de supervisión

técnica a la UMA de forma aleatoria, o cuando se detecte alguna inconsistencia en el plan de manejo.

En el anexo se muestra el formato de registro para Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).

### **Situación de las UMA en México**

Las UMA se han ido transformando y fortaleciendo, tanto conceptualmente como en términos de cobertura y eficacia.

Se ha registrado un total de 6,595 UMA para el periodo comprendido de 1997-2008, siendo 5,748 en vida libre y 847 intensivas (CONABIO, 2012). Sin embargo, Gallina-Tessaro *et al.* (2009), mencionan que el establecimiento, hasta abril de 2008 era de 8,255 UMA, cubriendo 28.95 millones de hectáreas, que equivalen al 14.74% del territorio nacional. Para el año 2014, se indica que existen 12,321 UMA, que representan una extensión de 38.52 millones de hectáreas y que equivalen a 19.6% del territorio nacional (Fig. 1) (SEMARNAT, 2014a). Estos datos confirman que las UMA han superado en número y superficie a las ANP, cuyo registro corresponde a 176 áreas con una superficie de 25.61 millones de hectáreas y 373 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC), con una superficie de poco más de 417,274 hectáreas (CONANP, 2015).

El esquema UMA aún no ha podido implantarse de igual manera en todo el territorio nacional. La mayor concentración se encuentra en el norte del país, a diferencia de lo que sucede en el centro y sur. Entre las causas que propicia esta situación se encuentra la forma de tenencia de la tierra, el nivel socioeconómico de los dueños de la tierra, las capacidades técnicas especializadas en las distintas regiones, el tipo de especies explotadas y la falta de estudios de mercado para encauzar el manejo sobre las especies o productos demandados, entre otras (Ramírez & Mondragón, 2010).

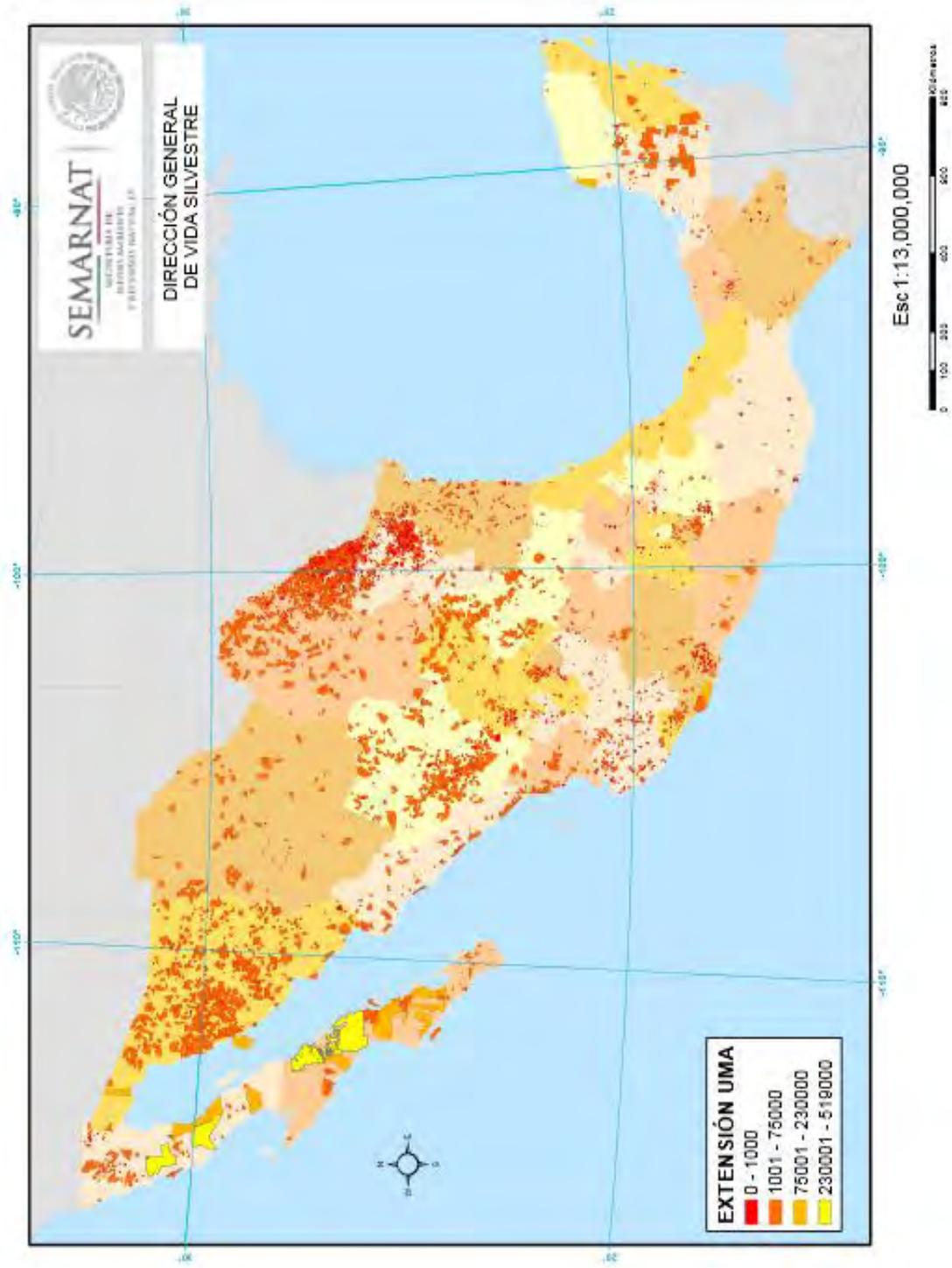


Figura 1. Distribución de las UMA registradas al 15 de septiembre de 2014 (SEMARNAT, 2014a).

## **Políticas Institucionales para la conservación de la biodiversidad en Guerrero**

De acuerdo con la SEMARNAT (2014a), en Guerrero hay registradas 29 UMA extensivas y 50 intensivas. La información de estas unidades es limitada ya que no todas cuentan con datos disponibles. La Agencia de Noticias Guerrero (2012) indicó que en la entidad hay un mariposario, veinte venadarios e iguanarios, seis cocodrilarios y tres jabaliarios. De las UMA intensivas registradas en el estado, se obtuvo información de siete, de las cuales una maneja exclusivamente flora, otra maneja flora y fauna, y el resto maneja sólo fauna. Para las UMA extensivas no se encontró información disponible relevante. Las principales especies de fauna que se manejan en estas UMA son *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Iguana iguana* (iguana verde), *Ctenosaura pectinata* (iguana negra), *Pecari tajacu* (pecarí de collar o “jabalí”) y especies exóticas en las UMA que operan como zoológicos. Dentro de la flora se encuentran especies de cactáceas y crasuláceas. Este instrumento de política ambiental es aún insuficiente en su aporte de conservación de los recursos naturales para Guerrero, un estado que de acuerdo con Neyra & Durand (1998) ocupa el cuarto lugar de biodiversidad en México.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) indica que Guerrero se conforma de cuatro Regiones Ecológicas. La zona norte del estado se ubica en la Región Ecológica 18.19 y las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que la componen son: Depresión del Balsas y Sierras y Valles Guerrerenses. Este instrumento regula el uso del suelo y las actividades productivas con el fin de lograr la preservación del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (SEMARNAT, 2012). La localidad en donde se establecerá la UMA se ubica dentro de la UAB Sierras y Valles Guerrerenses.

La CONABIO ha identificado para Guerrero seis Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), sitios con un alto valor de biodiversidad: Infiernillo, Sierra Madre del Sur de Guerrero, Cañón del Zopilote, Sierra Nanchititla, Sierras Triqui-Mixteca y Sierras de Taxco-Huautla (Arriaga *et al.* 2000). El sitio donde se llevarán a cabo los objetivos de la UMA se encuentra en la RTP Sierras de Taxco-Huautla. El sistema

montañoso que compone la RTP ocasiona que se mantengan los niveles de integridad ecológica ya que presentan bajas densidades poblacionales y, por lo mismo, poca alteración (Arriaga *et al.* 2009). La importancia de esta región radica en la riqueza biológica de las cañadas y la Sierra de Taxco, así como a la alta integridad ecológica de la Sierra de Huautla, que constituyen un reservorio de especies endémicas y representan una amplia variedad de ecosistemas, lo que ha permitido el decreto de esta última como una ANP a nivel estatal. Ambos conjuntos de sierras representan un continuo, por lo que se agruparon en una sola RTP. El tipo de vegetación predominante es el de bosque de encino con diferente proporción de asociación con pino, aunque la diversidad de ecosistemas incluye también selva baja caducifolia, así como áreas perturbadas (Arriaga *et al.* 2000).

En el municipio Taxco de Alarcón se encuentra una porción de territorio de la ANP Grutas de Cacahuamilpa y tiene cercanía con la ANP Sierra de Huautla. Además, se encuentra la ADVC Cerro de Los Manantiales. Las áreas protegidas se caracterizan por ser porciones en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado, que producen beneficios ecológicos (CONANP, 2015) y que están sujetas a regímenes especiales de protección. Éstas áreas no son sistemas cerrados, ya que su funcionalidad está determinada por los procesos que suceden en los ecotonos como la resiliencia de los ecosistemas que incluyen, su capacidad de generación de servicios ambientales y las probabilidades de supervivencia de las especies silvestres que alojan (Robles de Benito, 2009). Lo que ocurre fuera de estas áreas representa una presión frecuentemente amenazadora. La tarea de conservación, entonces, no puede simplemente concentrarse en el territorio que ocupa el polígono de las áreas protegidas, sino que debe permear hacia un territorio periférico (Robles de Benito, 2009). Así, esquemas de conservación como las UMA, juegan un papel importante al evitar la realización de actividades que implican el cambio de uso de suelo, ocasionando la fragmentación de los ecosistemas. Asimismo, sus objetivos y metas pueden complementar las funciones de las áreas protegidas dentro de una región.

## **Conservación y educación ambiental**

Desde su constitución como movimiento institucional, la educación ambiental ha tenido entre sus objetivos el de contribuir a la formulación y difusión de modelos de desarrollo centrados en el equilibrio ecológico y social (Novo, 2005), así como transmitir conocimientos, formar valores, desarrollar competencias y comportamientos que puedan favorecer a la comprensión y solución de los problemas ambientales (Macedo & Salgado, 2007).

La aparición de la educación ambiental en el marco de las políticas educativa y ambiental ha sido dispar en México y en otras partes de América Latina (Castillo *et al.* 2009; Castillo & González-Gaudiano, 2009). Por educación ambiental se han entendido tanto posturas asociadas a la enseñanza de las Ciencias Naturales (educación ambiental formal), como proyectos de actividades fuera del aula (educación ambiental no formal). La primera de éstas, en el contexto escolar, ha desempeñado un papel marginal, puesto que ha sido tratada más como contenido que como proceso (Castillo & González-Gaudiano, 2009). La segunda ofrece una faceta contraria, y se ha llevado a cabo, en general, como un diálogo con el entorno próximo, con la realidad local, tanto natural, como social. Este diálogo es especialmente importante porque permite interpretar en el terreno la información y aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas (Novo, 2005).

La educación ambiental no formal, ha sido asumida como uno de los instrumentos de gestión ambiental y se encuentra integrada a otros programas de mayor alcance, como de conservación, reforestación (Castillo & González-Gaudiano, 2009), de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como en los de desarrollo comunitario. Esta situación conlleva mayores posibilidades no solo de dar continuidad a las acciones, sino de obtener mejores efectos en la modificación de hábitos, costumbres culturales y patrones productivos (Castillo *et al.* 2009).

De esta manera, se considera que las actividades de educación ambiental son un elemento fundamental que no debe faltar en un plan de manejo orientado a la conservación y aprovechamiento sustentable de recursos naturales y que, deben estar dirigidas tanto a pobladores locales, como a aquellos que tienen influencia en

el área de interés. Asimismo, se relacionan, particularmente, con los objetivos dispuestos para el establecimiento y fortalecimiento de las UMA.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio y sitio donde se establecerá la UMA intensiva recibe el nombre de “Granja Didáctica Dos Puertas” y se localiza al norte del estado de Guerrero en la localidad de Taxco El Viejo, municipio Taxco de Alarcón (Fig. 2). Esta localidad se ubica en la cuenca alta noroccidental del Río Balsas (Martínez-Gordillo *et al.* 2004). En la región se encuentran los arroyos Huertas, Chirimoyos y Taxco, y algunas corrientes estacionales (Martínez-Gordillo *et al.* 2004). El clima de la zona es cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (INEGI, 2009).

Se han registrado cinco tipos de vegetación en la región de la Sierra de Taxco: bosque tropical caducifolio, bosque de *Quercus* (incluyendo las asociaciones con coníferas), bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña y bosque de galería. Además, existen pastizales inducidos y zonas de agricultura (Martínez-Gordillo *et al.* 2004). La zona donde se establecerá la UMA, se ubica en el bosque tropical caducifolio (BTC), éste se caracteriza porque la gran mayoría de las especies vegetales que lo componen pierden sus hojas en la época seca del año durante un lapso variable, pero que por lo general oscila alrededor de seis meses (Rzedowski, 2006). El BTC suele desarrollarse en suelos someros y pedregosos, que no son los mejores para la agricultura (Rzedowski, 2006), sin embargo, la región de la Sierra de Taxco está sometida a fuertes presiones por parte de las comunidades humanas que extraen madera para construcción y leña. También se han observado prácticas de tala con fines de cambio de uso de suelo para desarrollar actividades agropecuarias (Martínez-Gordillo *et al.* 2004).

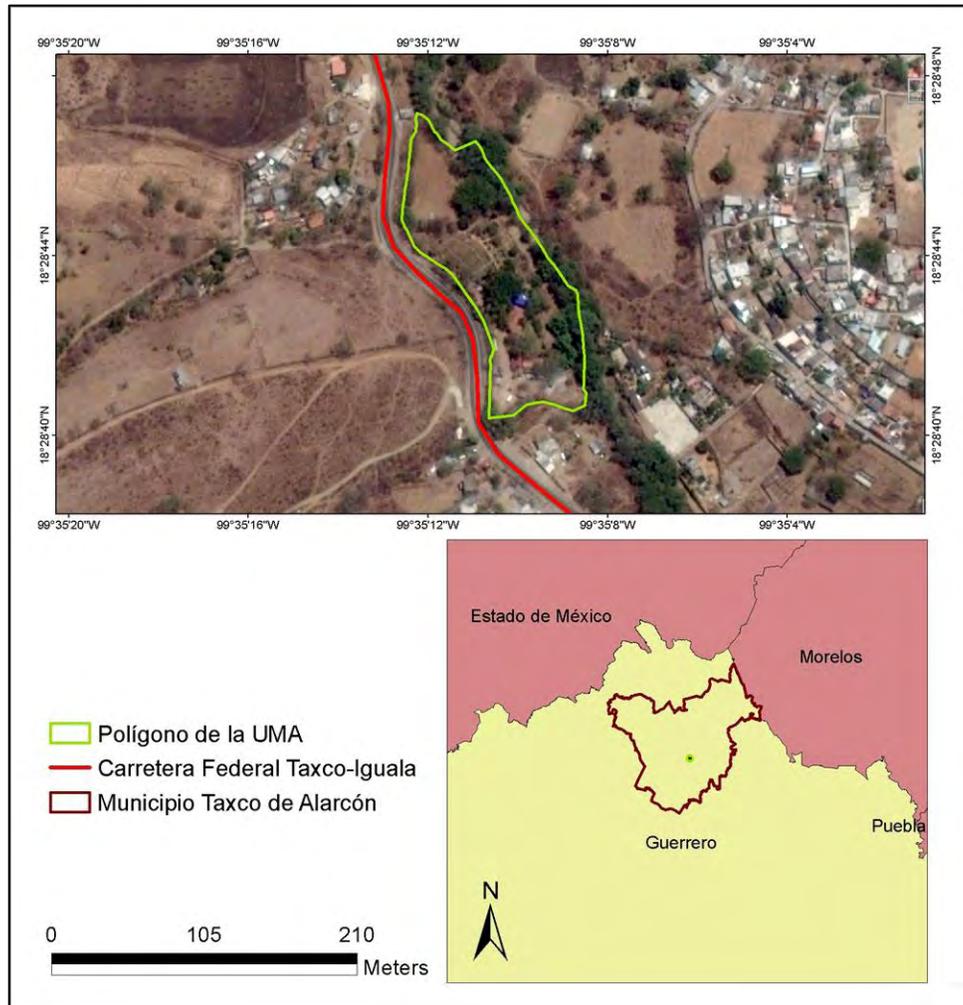


Figura 2. Ubicación de la “Granja Didáctica Dos Puertas”, Taxco El Viejo, Guerrero.

## OBJETIVO GENERAL

Proponer un esquema de conservación y aprovechamiento sustentable para especies de flora nativas de la región listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 por medio del diseño de una UMA.

## Objetivos particulares

- Elaborar un plan de manejo intensivo para la conservación y aprovechamiento de especies de flora nativas de Taxco.

- Conocer el estado del medio ambiente del municipio Taxco de Alarcón mediante el Ordenamiento Ecológico del Territorio y las Regiones Terrestres Prioritarias.
- Promover valores de conservación ambiental y conocimiento de especies de flora y fauna nativa a través de una actividad de educación ambiental para niños y niñas de la localidad.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

### **Selección de especies**

Las especies de flora se seleccionaron de acuerdo a los siguientes criterios: a) distribución nativa en Taxco y b) pertenencia a alguna categoría de riesgo establecida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2015). De acuerdo al listado florístico registrado para la Sierra de Taxco (Martínez-Gordillo *et al.* 2004) se seleccionaron cuatro especies con categorías de riesgo A (amenazadas) y Pr (sujetas a protección especial), las cuales fueron *Sideroxylon capiri* (A), *Carpinus caroliniana* (A) *Juglans pyriformis* (A) y *Mammillaria spinosissima* subsp. *pilcayensis* (Pr). Se hizo una búsqueda de información para las especies elegidas en literatura especializada y en el Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME) que incluyó la descripción de la especie, distribución, fenología, hábitat y usos. Con los datos obtenidos se procedió a elaborar el plan de manejo intensivo para cada una de las especies, teniendo como base los requisitos establecidos en el artículo 40 de la Ley General de Vida Silvestre.

La información extraída de etiquetas de herbario y la obtenida de la literatura especializada se contrastó con los individuos encontrados en diferentes localidades de la región donde se distribuyen las especies de este proyecto.

### **Evaluación del estado del medio ambiente**

Para conocer el estado del medio ambiente del municipio Taxco de Alarcón se realizó una revisión de publicaciones de la SEMARNAT y la CONABIO, destacando el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y las Regiones Terrestres Prioritarias. Se utilizó el programa ArcMap 10.3 para identificar en un

mapa las Unidades Ambientales Biofísicas y las Regiones Terrestres Prioritarias en las que está contenido el municipio Taxco de Alarcón, a partir de estas fuentes se identificó la problemática de estas unidades y las estrategias para la conservación, protección y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad.

### **Actividad de educación ambiental**

Se llevó a cabo un Rally Ecológico titulado “*En busca de un tesoro de...*” como actividad de educación ambiental dirigida a niños de entre 6 y 11 años de edad. Se formaron equipos de 3 a 5 niños. El rally consistió en colocar una serie de pistas expresadas a manera de adivinanzas, versos o conceptos cortos que aludían a especies de flora y fauna nativas. Las pistas fueron ordenadas sistemáticamente, de tal modo que una llevara a la otra hasta encontrar un cofre de cartón adornado manualmente con motivos florales y en cuyo interior contenía monedas de chocolate que simulaban un tesoro y una tarjeta de felicitación por haber culminado la secuencia de pistas y haber adquirido un tesoro de conocimientos. Entre cada pista se realizó una actividad cultural o deportiva diferente. Las pistas estuvieron relacionadas con la flora y fauna de México y del BTC. Así, entre las actividades se incluyeron juegos de memorama y lotería relacionada con la vegetación del BTC, la elaboración de un portarretrato con material reciclado y un separador de libros con hojas y flores previamente deshidratadas, se decoraron piedras de río con imágenes de animales y pintaron mitades de “cirian” (*Crescentia alata*) para utilizarse como macetas, se les mostró en un esquema las partes de una flor y como se lleva a cabo la polinización entomófila, posteriormente se les vendaron los ojos a los niños y debían colocar las estructuras de la flor en el lugar indicado, se les entregó una hoja con un laberinto para resolver y colorear, se resolvieron sopas de letras, en el huerto se colocaron productos comestibles y los niños tuvieron que relacionarlos con la planta de origen; y por último, se les dio una plántula de un árbol de guayaba que tenían que colocar en una botella de PET a manera de un pequeño invernadero. Estas ocupaciones que se realizaron entre pista y pista fueron enriquecidas con actividades físicas que incluyeron carreras, atravesar un puente tibetano y una tirolesa.

Al finalizar la actividad se formó un diálogo entre los niños participantes, padres de familia, organizadores y los guías de los equipos en donde se expresaron opiniones acerca de las actividades realizadas. Asimismo, se realizó una encuesta a cada uno de los educadores que incluyó preguntas relacionadas con las dificultades que tuvieron en las actividades, estrategias de trabajo con los niños, comportamiento de los participantes en las actividades y su experiencia.

Con esta propuesta se pretendió transmitir conocimientos a los niños de la región a efecto de formar valores y comportamientos positivos hacia el medio ambiente. De esta manera se complementó el modelo de la UMA, adquiriendo un enfoque integral.

## **RESULTADOS**

### **PLAN DE MANEJO INTENSIVO DE LA UMA “GRANJA DIDÁCTICA DOS PUERTAS”**

#### **I. Objetivo general:**

Planear la propagación y producción de cuatro especies nativas de la región listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para su conservación y aprovechamiento sustentable.

#### **Objetivos específicos:**

- Registrar la fenología reproductiva de las cuatro especies a estudiar.
- Caracterizar morfológicamente las semillas o diásporas de cada especie.
- Determinar la calidad fisiológica de las semillas de las cuatro especies.
- Establecer protocolos de propagación y producción masiva de las cuatro especies.

#### **II. Metas**

A corto plazo:

- Registro de la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre.
- Identificar y ubicar geográficamente las cuatro especies sujetas a manejo.
- Registro fenológico reproductivo de cada taxón.

A mediano plazo:

- Recolecta y análisis del germoplasma seminal de las cuatro especies.
- Establecimiento de un vivero para lograr la propagación de las especies comprometidas.
- Producir plantas sanas para ejecutar acciones de conservación y restauración.

A largo plazo:

- Colaborar con otras UMA para participar en la conservación de especies nativas.
- Obtener incentivos económicos con la venta de ejemplares.
- Documentación de los eventos y divulgación científica en la localidad sobre los usos, la biología e importancia ecológica de cada una de las especies.

### **III. Indicadores de éxito**

Ecológicos:

- Establecer los protocolos de germinación para las cuatro especies.
- Producir 100 ejemplares de cada especie que superen la etapa de desarrollo plantular.
- Aportar el 40% de individuos producidos de cada especie a actividades de conservación, investigación y divulgación científica.

Económicos

- Creación de diez empleos permanentes y seis temporales para hombres y mujeres de la región.
- Obtención de ingresos mediante la comercialización del 60% de los ejemplares producidos por especie.
- Incremento de ingresos a través de visitas guiadas a la UMA y propuestas de talleres relacionados con la propagación y producción de especies vegetales.

Sociales

- Capacitación de al menos 15 personas en temas de conservación, aprovechamiento sustentable y educación ambiental por jornada.

- Capacitar al 100% de los trabajadores en temas de conservación, aprovechamiento sustentable y educación ambiental.
- Aumento en el número de participantes en actividades o jornadas ambientales promovidas por la UMA.

#### IV. Información biológica de las especies sujetas a plan de manejo

##### *Sideroxylon capiri* (A. DC.) Pittier

**Familia:** Sapotaceae

**Nombre común:** cosahuico, tempisque, capire.

##### **Descripción:**

**Árbol** perennifolio, de 10 a 25 m de alto, sin espinas. **Corteza** agrietada o fisurada, sin lenticelas, ramas jóvenes tomentosas, con pelos grises a pardos, pubérulas o glabras. **Hojas** arregladas en espiral, pecíolo de (2.7)4 a 8 cm de largo, tomentoso a glabro, fuertemente acanalado, márgenes decurrentes a menudo fusionados encima del pecíolo formando un sáculo, lámina anchamente elíptica, oblonga u oblongo-lanceolada, de 6.2 a 19.2 cm de largo, de 4 a 9 cm de ancho, ápice agudo, obtuso o redondeado, cortamente acuminado o cuspidado, base angostamente atenuada, obtusa o truncada. **Flores** bisexuales, en fascículos de 5 a 25, pedicelos de (3)5 a 12 mm de largo, densamente pubescentes a esparcidamente pubérulos, rara vez glabros, anchamente ovados a suborbiculareas, ápice obtuso o redondeado, por fuera densamente pubescentes a esparcidamente pubérulos, el interior glabro; corola de (5.5)6 a 8.5 mm de largo, tubo de 0.8 a 2.5 mm de largo, glabro, lóbulos (4) 5 (7), elípticos u oblongo elípticos, redondeados; estambres (4) 5 (7), filamentos de 2.5 a 4(5.5) mm de largo, glabros, anteras lanceolado-sagitadas, de 2 a 3.5 mm de longitud, estaminodios 5 o 6, ocasionalmente ausentes, o a manera de estambres vestigiales con pequeñas anteras lanceolados, por lo general de 1.5 a 2.5 mm de largo, erosas o irregulares o raramente con algunos pelos en el ápice; ovario angostamente ovoide, (4) 5 (6)-locular, por lo común glabro, ocasionalmente adpreso-pubérulo, estilo capitado o truncado. **Fruto** carnosos,

anchamente elipsoide a globoso, de 2.5 a 4 cm de largo, ápice y base redondeados, liso, glabro. **Semilla** solitaria, elipsoide a globosa, de 1.6 a 2.5 cm de largo, testa dura, lisa, brillante, cicatriz basi-ventral o basal, de 5 a 9 mm de largo, embrión vertical u oblicuo, cotiledones foliáceos y delgados, radícula excerta, endospermo abundante (Carranza-González, 2005).

### **Distribución:**

Se distribuye en México y Centroamérica (excepto Belice y Panamá), inclusive en las Antillas. En México se encuentra en los estados de Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca y Puebla (Newman, 2008). Se observaron individuos en las localidades de Taxco El Viejo y Las Granadas (Fig. 3), en el municipio Taxco de Alarcón.



Figura 3a y 3b. *Sideroxylon capiri* en Las Granadas.

### **Fenología:**

Floración y fructificación de enero a junio (Newman, 2008). García & Di Stéfano (2005) señalan que la floración es abundante entre diciembre y mayo de cada año. Los frutos maduran a las tres o cuatro semanas después de la floración. La época de fructificación va de febrero a julio (Cuadro 1) (Molina *et al.* 1996). La floración y fructificación no se presentan siempre en una época determinada (García y Di Stéfano, 2005). Hay variaciones ambientales como la temperatura y la humedad que modulan el tiempo de floración y por consiguiente de fructificación.

Cuadro 1. Fenología reproductiva de *Sideroxylon capiri*.

Evento	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Floración	X	X	X	X	X	X						X
Fructificación		X	X	X	X	X	X					

### Hábitat y usos:

Vegetación riparia en bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo, sobre roca caliza. En elevaciones entre 610-2240 m. Los frutos se usan como condimento de guisados (Newman, 2008), también son consumidos por monos, murciélagos y venados (García y Di Stéfano, 2005). Su madera, considerada como dura, ha sido utilizada para distintos propósitos y en una forma indiscriminada, causa por la que la especie está amenazada (García y Di Stéfano, 2005).

### Estatus de conservación:

Se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie amenazada (SEMARNAT, 2015).

### Manejo:

Los frutos, que son indehiscentes, al madurar se tornan de un color amarillento y se desprenden del árbol por lo que la recolección se puede hacer directamente del suelo (Molina *et al.* 1996). Los frutos también se pueden recolectar de los árboles en pie (William, 1991), aunque este método conlleva la dificultad del ascenso a los árboles.

Los frutos contienen una sola semilla, un kilogramo contiene 280 semillas en promedio, y muestra una viabilidad del 80%. Por ser una semilla de testa dura y poco permeable se le puede almacenar por períodos de hasta un año en condiciones naturales en sitios frescos y secos (Molina *et al.* 1996) y hasta dos años en recipientes herméticos a 4°C y 6.8% de humedad.

Se puede lograr entre un 40 y un 60% de germinación, si las semillas son escarificadas mecánicamente con agua caliente, y hasta un 80% de germinación con semillas no escarificadas. A los 5 días inicia la germinación. La máxima germinación se alcanza a los 30 días de sembradas las semillas. Las temperaturas más favorables para que ocurra la germinación oscilan entre 30 y 35°C, a temperaturas no óptimas de germinación pueden producirse plántulas con patrones de crecimiento anómalos. Las tasas promedio máximas de crecimiento radicular ocurren a 30°C (Di Stéfano & García, 2000).

En siembra directa se requiere de sombra para el proceso de germinación y desarrollo temprano. No se han reportado problemas con ninguna plaga. Esta especie es de lento desarrollo, en promedio se requiere de 12 a 18 meses para alcanzar el tamaño de latizal y que pueda ser trasplantado (Molina *et al.* 1996).

### ***Carpinus caroliniana* Walter**

**Familia:** Betulaceae

**Nombre común:** moralillo, alisillo, capillero, palo barranco, pipinique, tzaráracua (lengua purépecha).

**Descripción:**

**Árbol** caducifolio de hasta 25 m o más de altura, tronco hasta de 60 cm de diámetro, acanalado. **Corteza** lisa a rugosa o algo fisurada en árboles viejos. **Hojas** simples, alternas, con pecíolos pilosos, de 5 a 12(17) mm de largo, margen doblemente serrado, haz glabro con pelos adpresos esparcidos en la nervadura principal, envés casi glabro, con algunos pelos adpresos en las nervaduras principales y en las axilas de éstas, lámina oblonga a largamente ovada, de (5) 6 a 12 cm de largo y de (2) 3 a 4.5 cm de ancho, ápice largamente acuminado a agudo, base redondeada a truncada, ocasionalmente subcordada (Carranza-González & Madrigal-Sánchez, 1995). **Flores** unisexuales agrupadas en amentos en el mismo árbol (Burns & Honkala, 1990), amentos masculinos solitarios, de (1.5)3 a 7 cm de largo, brácteas ovadas, de aproximadamente 3 mm de largo; amentos femeninos solitarios, laxos,

de 2 a 6(8) cm de largo, raquis piloso, brácteas foliáceas, trilobadas, enteras o dentadas, de 1.5 a 2.5 (3.5) cm de largo, glabras o con las nervaduras pilosas; flor masculina con 6 a 10 estambres, filamentos cortos, anteras escasamente pilosas en el ápice; las flores femeninas con el estilo corto y los dos estigmas lineares (Carranza-González y Madrigal-Sánchez, 1995). **Fruto** es una nuez ovoide, de 5 a 8 mm de largo y de 3.4 a 3.6 mm de ancho, acanalado (Burns & Honkala, 1990), envuelto en una bráctea acrescente de 2 a 3 cm de largo, color verde, trilobada (Salazar & Soihet, 2001). **Semilla** solitaria, ovoide o elíptica, de 2 a 2.5 mm de largo, testa de color pardo oscuro, lisa, lustrosa, membranosa y muy delgada, embrión recto, cotiledones grandes, gruesos, carnosos y elípticos, radícula corta, superior y dirigida al hilo, carece de endospermo (Salazar & Soihet, 2001).

### Distribución:

Ampliamente distribuido desde el suroeste de Canadá, el este de Estados Unidos de América hasta el centro y sur de México, Guatemala, Honduras y El Salvador (Burns & Honkala, 1990; Niembro-Rocas *et al.* 2010). En México habita en San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz, Puebla, Tlaxcala, México, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas (Niembro-Rocas *et al.* 2010). Se ha registrado en el Parque El Huixteco y en la carretera a Tenería en el municipio Taxco de Alarcón, de acuerdo a información obtenida de ejemplares de herbario.

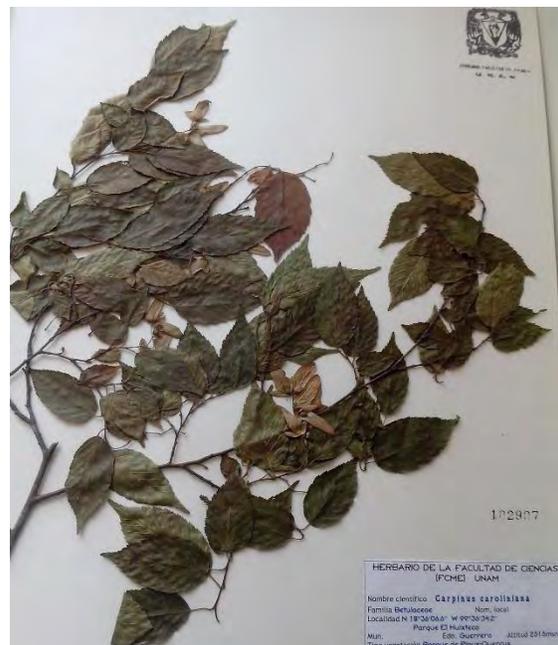


Figura 4. Ejemplar de herbario (FCME).

### Fenología:

La especie es monoica, con amentos femeninos y masculinos separados. El polen madura y es dispersado por viento en la primavera (Burns & Honkala, 1990). Florece

entre enero y junio y se le encuentra con fruto de abril a octubre (Cuadro 2) (Carranza-González & Madrigal-Sánchez, 1995; Salazar & Soihet, 2001). La producción de frutos es cíclica, un año de buena cosecha seguido de dos a cuatro años de baja producción (Salazar & Soihet, 2001).

Cuadro 2. Fenología reproductiva de *Carpinus caroliniana*.

Evento	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Floración	X	X	X	X	X	X						
Fructificación				X	X	X	X	X	X	X		

### Hábitat y usos:

Crece en bosques de encino o de pino, en ambientes con alta humedad, principalmente en cañadas a orilla de arroyos, o bien en el bosque mesófilo de montaña. En elevaciones entre 1350-2400m (Carranza-González & Madrigal-Sánchez, 1995). En la Sierra de Taxco se encuentra en bosque de *Quercus* (Martínez-Gordillo *et al.* 2004).

Los frutos son consumidos por la fauna silvestre. La madera se utiliza como leña y ocasionalmente para hacer carbón (Carranza-González & Madrigal-Sánchez, 1995), en la elaboración de mangos para herramientas agrícolas y para la construcción de viviendas. En algunos lugares es destinada para la manufactura de artesanías, palancas, cuñas y mazos (Niembro-Rocas *et al.* 2010).

*Carpinus caroliniana* puede utilizarse para rehabilitar fragmentos de bosque perturbados y en los bordes, porque es una especie con tolerancia intermedia a la luz y de rápido crecimiento respecto a otros árboles del bosque de niebla (Pedraza-Pérez & Williams-Linera, 2005; Ramírez-Marcial *et al.* 2003).

### **Estatus de conservación:**

Se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie amenazada (SEMARNAT, 2015).

### **Manejo:**

El indicador físico de la madurez de los frutos es el cambio en la coloración de verde a verde claro o marrón (Burns & Honkala, 1990), éstos deben ser colectados rápidamente del árbol en pie antes de que el viento los disperse (Niembro-Rocas *et al.* 2010) cuando aún no se hayan secado y las brácteas o involucros presenten una coloración café verdosa clara (Salazar & Soihet, 2001). La época de recolección de semillas es en otoño (Pedraza-Pérez & Williams-Linera, 2005). Después de recolectados los frutos, se deben secar, colocar en sacos y agitar o golpear para separarlos del involucro (Salazar & Soihet, 2001). Los residuos son separados de las semillas empleando tamices o en sopladoras de corriente vertical (Niembro-Rocas *et al.* 2010).

Los frutos contienen una sola semilla y es considerada recalcitrante, sin embargo, presentan un comportamiento ortodoxo bajo condiciones de almacenamiento (Niembro-Rocas *et al.* 2010). Conservadas en recipientes herméticos en cámaras frías a temperaturas de 2 a 7°C y con un contenido de humedad de 8 a 10% permanecen viables por cinco años (Salazar & Soihet, 2001; Niembro-Rocas *et al.* 2010). Un kilogramo contiene de 66,000 a 88,000 semillas en promedio. Las grandes cosechas de semillas se producen a intervalos de 3 a 5 años (Burns & Honkala, 1990).

El método de propagación más adecuado es por semilla (Ramírez-Marcial *et al.* 2003). La capacidad de germinación varía de 5 a 60% y se puede obtener el 100% utilizando semillas inmaduras (Burns & Honkala, 1990; Salazar & Soihet, 2001). En condiciones controladas se puede lograr un 35% de germinación. Las semillas presentan latencia fisiológica por lo que su almacenamiento durante dos a diez meses en condiciones secas y a 4°C acelera la germinación, las semillas con un periodo de almacenamiento más largo empiezan a germinar alrededor del día dos (Pedraza-Pérez & Williams-Linera, 2005). Otros tratamientos que se

recomiendan son la estratificación en frío e inmersión en ácido giberélico, escarificación mecánica e inmersión en ácido giberélico (Burns & Honkala, 1990; Salazar & Soihet, 2001) y, remojo de las semillas en agua fría o caliente (Ramírez-Marcial *et al.* 2003).

El manejo de la especie en vivero consiste en sembrar las semillas en camas germinadoras a una profundidad de siembra de 6 mm. Las camas se cubren con paja o algún otro material vegetal. Se debe mantener suficiente humedad hasta después de la germinación y un sombreado parcial hasta después del establecimiento de las plantas (Salazar & Soihet, 2001). No se han reportado problemas de enfermedades y plagas (Burns & Honkala, 1990; Salazar & Soihet, 2001). La tasa de crecimiento de la especie es lenta (Ramírez-Marcial *et al.* 2003).

El mejor crecimiento y desarrollo se produce en suelos arcillosos, ricos en humedad, pero con suficiente drenaje para evitar la saturación y la mala aireación del suelo. Prospera bien en suelos con pH ácidos entre 4.0 a 5.6, aunque puede fluctuar hasta a 7.4. Es importante controlar las condiciones de humedad del suelo a través de la época de crecimiento, ya que la especie es moderadamente tolerante a las inundaciones (Burns & Honkala, 1990).

*Carpinus caroliniana* es poco tolerante a la sombra. La tolerancia es mayor entre las plántulas y disminuye con la edad de los árboles, por lo que la luz es un factor importante para mantener la población de plántulas y para alcanzar la madurez (Burns & Honkala, 1990; Pedraza-Pérez & Williams-Linera, 2005).

### ***Juglans pyriformis* Liebm.**

**Familia:** Juglandaceae

**Nombre común:** nogal, nogal cimarrón, cedro nogal.

**Descripción:**

**Árbol** caducifolio de 10 a 25 m de alto; tronco erecto, ramificado por la parte superior. **Corteza** escamosa o con fisuras longitudinales irregulares, de color pardo-oscuro; ramas con lenticelas abundantes de color pardo claro, fácilmente visibles,

las cicatrices foliares notorias. **Hojas** alternas, en ocasiones casi espiraladas, imparipinnadas o paripinnadas, de 27 a 58 cm de longitud y 14 a 25 cm de ancho, pecíolo de 3 a 8.1 cm de largo, levemente estriado, pubescente a escasamente piloso, con pelos multicelulares y glandulosos, en ocasiones fasciculados o rectos, con pequeñas escamas anaranjado-oscuro; raquis con el mismo indumento que el pecíolo o glabrescente; peciólulos hasta de 1 mm de largo, puberulentos, con pelos fasciculados o estrellados y escamas; margen entero o aserrulado; folíolos lanceolados u oblongo-lanceolados, opuestos, subopuestos o alternos, sésiles o con un peciólulo corto, de 3.8 a 16.2 cm de largo y de 1.1 a 4.8 cm de ancho, los basales reducidos en tamaño, haz glabrescente, con algunos pelos simples, multicelulares y estrellados o fasciculados sobre el nervio medio, el envés con pelos estrellados y fasciculados sobre el nervio medio y la base, y algunas escamas transparentes o anaranjado oscuro, ápice acuminado, la base asimétrica, cuneada, en ocasiones redondeada o truncada, los folíolos jóvenes con escamas abundantes, anaranjado-oscuro en el envés. **Flores** unisexuales, inflorescencia masculina un amento o racimo en las axilas de las cicatrices foliares, declinado, frecuentemente varios amentos superpuestos, cada uno de 9.5 a 23 cm de largo, con 38 a 78 flores; pedúnculo con la superficie estriada, glabrescente, con algunos pelos fasciculados y escamas; bráctea en la parte media o apical del pedicelo de cada flor, triangular-redondeada de 0.5 a 1.5 mm de largo, tomentosa; inflorescencia femenina una espiga terminal de 4 cm de largo, con 3 flores; pedúnculo liso, en ocasiones puberulento o viloso; bráctea floral y las 2 bractéolas fusionadas al ovario hasta su ápice, libres en las puntas; flores masculinas con 34 a 95 estambres, anteras sésiles o con un filamento diminuto, la superficie con pequeñas ampollas, dehiscencia longitudinal, el conectivo pardo oscuro; colocadas de forma irregular, de color verde amarillentas, de 5-8 mm de largo y de 4 a 6 mm de ancho; envoltura floral de 6 a 8 segmentos, con 2 bractéolas y 4 a 6 sépalos de 2.4 mm de largo; flores femeninas con el estilo bifurcado, los estigmas plumosos, carinales; alternas, de color verde; sépalos 4, oblongo-lanceolados, de 3 a 4 mm de largo y 1.5 a 2 mm de ancho, glabrescentes, con el margen entero. **Fruto** una pseudodrupa, globosa a subglobosa, de 3.4 a 5.4 cm de largo y de 3.5 a 4.5 cm de ancho, algunas veces

con un cuello de 0.4 a 1 cm de largo en la base y/o el ápice, glabrescente, con algunos pelos estrellados y escamas pequeñas, amarillas, con abundantes verrugas abiertas de color pardo claro; cáliz persistente (Narave-Flores, 1983). **Semilla** solitaria, es una nuez globosa con canales longitudinales, de 2.2 a 3.7 cm de largo y 2.2 a 3.6 cm de ancho, ligeramente rostrado, de color castaño claro, testa delgada, embrión con los cotiledones lobulados y sinuosos, carece de endospermo (Narave-Flores, 1983; Niembro-Rocas *et al.* 2010).

### **Distribución:**

Especie endémica de México (Narave-Flores, 1983). Se distribuye de manera preferencial en las zonas serranas de los estados de Veracruz, Hidalgo y Oaxaca, pero también se puede encontrar en Jalisco (Luna-Vega, 2003; Niembro-Rocas *et al.* 2010) y en Guerrero (Martínez-Gordillo *et al.* 2004). Se observaron individuos en la localidad La Cascada en el municipio Taxco de Alarcón.



Figura 5a. Individuo de *Juglans pyriformis* en La Cascada. 5b. Semillas de *Juglans pyriformis*.

## Fenología:

La especie es monoica, con inflorescencias masculinas y femeninas separadas. Esta especie presenta cierto grado de dicogamia en donde inicia primero la floración masculina (Perusquía-Chávez, 2015). Generalmente, la floración femenina ocurre en febrero y es polinizada en abril, y la masculina inicia en febrero y finaliza en marzo. La fructificación oscila entre abril y septiembre (Cuadro 3) (Pedraza-Pérez, 2003; Lascurain *et al.* 2010; Niembro-Rocas *et al.* 2010; Perusquía-Chávez, 2015). La maduración de los frutos ocurre entre septiembre y octubre, época en donde los árboles pierden sus hojas (Pedraza-Pérez, 2003; Perusquía-Chávez, 2015). La fructificación es anual y asincrónica (Perusquía-Chávez, 2015).

Cuadro 3. Fenología reproductiva de *Juglans pyriformis*.

Evento		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Floración	Femenina		X	X	X								
	Masculina		X	X									
Fructificación					X	X	X	X	X	X			

## Hábitat y usos:

Bosque mesófilo de montaña, se le puede encontrar en laderas con pendientes pronunciadas (Luna-Vega, 2003), en la Sierra de Taxco se encuentra en bosque de *Quercus* (Martínez-Gordillo *et al.* 2004). En elevaciones entre 1200-1450 m (Narave-Flores, 1983).

La madera es considerada como preciosa por su atractivo color. Se utiliza con fines decorativos, en la gabinetería y como recubrimiento de muebles e instrumentos musicales, por lo cual adquiere precios elevados en el mercado.

También se cultiva la especie para proporcionar sombra a las plantaciones tradicionales de café (Narave-Flores, 1983; Niembro-Rocas *et al.* 2010). La semilla o nuez suele consumirse a nivel local (Pedraza-Pérez, 2003).

Debido a sus características, sus poblaciones naturales han sido diezmadas y en la actualidad solo pueden encontrarse algunos individuos aislados y en lugares de difícil acceso (Narave-Flores, 1983). Se recomienda para rehabilitar áreas degradadas de bosques debido a que presenta altas tasas de sobrevivencia en sitios adversos (Niembro-Rocas *et al.* 2010).

### **Estatus de conservación:**

Se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie amenazada (SEMARNAT, 2015).

### **Manejo:**

Los frutos se recolectan directamente del suelo cuando presentan un color verde amarillento, indicador físico de madurez. Después de recolectados los frutos, se debe retirar el pericarpio dejándolos remojar en agua por 12 a 24 horas, posteriormente se lavan las nueces y se dejan secar al aire (Niembro-Rocas *et al.* 2010).

Los frutos contienen una sola semilla y posiblemente tienen un comportamiento ortodoxo o subortodoxo (Rojas, 1995; Niembro-Rocas *et al.* 2010), sin embargo, Perusquía-Chávez (2015) menciona que las semillas sólo permanecen viables por dos meses durante su almacenamiento, característica de las semillas recalcitrantes. En *Juglans neotropica*, un kilogramo contiene de 57 a 114 semillas en promedio dependiendo del tamaño de la semilla (Gómez-Restrepo, 2010).

Se puede lograr entre un 43 a un 70% de germinación bajo condiciones controladas en vivero, en donde la germinación inicia después de dos meses (Pedraza-Pérez, 2003; Cornú-García, 2014). Se desconoce el tipo de latencia que presenta *Juglans pyriformis*. Para alcanzar un mayor porcentaje de germinación se recomienda que las semillas sean sembradas lo antes posible después de su

colecta, incluso, la imbibición de la semilla en agua por siete días ha resultado ser el tratamiento pregerminativo más eficiente. Asimismo, se pueden aplicar tratamientos combinados (imbibición en agua, en ácido giberélico y estratificación) a diferentes niveles para eliminar los posibles tipos de latencia (Cornú-García, 2014).

El manejo de la especie en vivero consiste en sembrar las semillas en semilleros o en bolsa negra forestal de 8x20 cm. El sustrato puede ser tierra negra y tepezil en proporción 1:1 (Cornú-García, 2014). Los semilleros se cubren con alguna cubierta impermeable o material vegetal para proteger contra la pérdida de la humedad y de la pérdida de semillas. El factor determinante para la emergencia de plántulas es la humedad (Pedraza-Pérez, 2003), por lo que el riego se debe mantener constante dependiendo de las condiciones del ambiente. Se ha demostrado la alta capacidad de la especie para resistir condiciones de deterioro ambiental provocado por la deforestación, la herbivoría e incluso la compactación del suelo. Las plántulas alcanzan más de 10 cm al mes de emergidas, momento en el cual pueden ser trasplantadas en bolsas de vivero (Pedraza-Pérez, 2003).

### ***Mammillaria spinosissima* subsp. *pilcayensis* (Bravo) D. R. Hunt**

**Familia:** Cactaceae

**Nombre común:** biznaga de Pilcaya.

**Descripción:**

**Planta globosa**, cortamente columnar, frecuentemente con brotes en la base, de alrededor de 14 cm de longitud hasta cerca de 30 a 40 cm, de 4 cm de diámetro; ápice oculto por las espinas. **Tubérculos** dispuestos en 13 y 21 o en 21 y 34 series espiraladas, cónicos, pequeños, de 5 mm de altura y de 2 mm de diámetro, con jugo lechoso. **Axilas** con lana muy corta y con 8 a 10 cerdas tenues, muy delgadas, blancas, de la misma longitud que los tubérculos. **Aréolas** circulares, de 2 mm de diámetro, todas con lana blanca. **Espinas** radiales y centrales semejantes, 18 a 30 o más, todas de 5 a 6 mm de longitud, aciculares, muy delgadas, suaves, no

pungentes, de color blanco algo amarillento, traslúcidas, divergentes, dirigidas en todas direcciones; las centrales cerca de 14. **Flores** en corona cerca del ápice, campanuladas, rojo púrpura, de 2 cm de longitud; segmentos exteriores del perianto anchamente lineares, obtusos, algo pubescentes, con el margen finamente ciliado; segmentos interiores del perianto oblanceolados, de 6 mm de longitud, acuminados, con el margen apenas ciliado; filamentos blancos, anteras crema; estilo blanco, lóbulos del estigma 6, de 2.5 mm, de color verde claro. **Fruto** una baya oblonga, claviforme, de color verdoso a rojo púrpura opaco, de 20 mm de longitud. **Semillas** encorvado-piriformes de color café rojizo, brillantes; hilo lateral cerca de la base; testa finamente foveolada (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada, 1991).

#### **Distribución:**

Estados de México y Guerrero, Barrancas de Malinaltenango y Pilcaya respectivamente (Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada, 1991; Pilbeam, 1999; Anderson, 2001) (Fig. 6).

#### **Fenología:**

Existen muy pocos trabajos de biología floral en el género *Mammillaria* (Flores-Martínez *et al.* 2013) particularmente de *M. spinosissima* subsp. *pilcayensis*. Dentro del complejo que integra a *M. spinosissima* se encuentra *M. haasii*, especie estrechamente relacionada con la primera (Meyrán, 1993; Pilbeam, 1999).

*M. haasii* florece en mayo y el fruto madura en 13 meses. Ha sido colectada al suroeste de Tejupilco en el Estado de México a 1500 m de altitud. Esta especie, a diferencia de *M. spinosissima* subsp. *pilcayensis*, es una planta cespitosa, con un tallo entre 4 a 4.5 cm de longitud; tubérculos dispuestos en 8 y 13 series de 6 a 7 mm de largo; axilas desnudas o con escasa lana amarillenta; espinas radiales de 20 a 23, finamente pubescentes, de 4 a 5 mm de largo, blancas con la base amarillenta, espinas centrales 6, más gruesas que las radiales, pubescentes, base ensanchada, de 5 a 9 mm de largo, amarillentas a blanquecinas hacia la base, café rojizas hacia la punta; en la flor presenta filamentos color lila en la parte superior y blanco en la parte inferior, anteras blanquecinas, estilo color lila y blanco hacia la

base, 4 lóbulos del estigma verdosos, de 1.5 mm de largo; las semillas con testa café claro finamente punteada, hilo lateral cerca de la punta (Meyrán, 1993).



Figura 6a y 6b. Individuos de *Mammillaria spinosissima* subsp. *pilcayensis* en el camino viejo a Pilcaya, Guerrero.

### **Hábitat y usos:**

Bosque tropical caducifolio, se le encuentra en acantilados calcáreos de difícil acceso. En elevaciones de hasta 1500 m (Pilbeam, 1999).

No se han reportado usos específicos, sin embargo, las poblaciones de *M. spinosissima* subsp. *pilcayensis* han sido diezmadas debido a la recolecta indiscriminada de ejemplares en el campo y el deterioro de su hábitat.

### **Estatus de conservación:**

Es una especie endémica de México sujeta a protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2015).

### **Manejo:**

La colecta de frutos se hace directamente de la planta y cuando el fruto ha alcanzado su madurez fisiológica. Se recomienda recolectar entre 10 a 15 frutos por ejemplar que deben cosecharse de individuos sanos y vigorosos. Una vez colectados se almacenan en bolsas de papel y se conservan dentro del mismo fruto durante su transporte. Posteriormente los frutos se despulpan y las semillas se separan y secan a temperatura ambiente (Sánchez-Martínez *et al.* 2006).

De acuerdo con Sánchez-Martínez *et al.* (2006), individuos de *Mammillaria spp.* producen entre 10 a 50 semillas por fruto dependiendo del origen de la planta, ya sea silvestre o cultivada y el tipo de especie.

El procedimiento recomendado por Sánchez-Martínez *et al.* (2006) para la propagación por semillas para *Mammillaria* consiste en 3 etapas:

1. Germinación. La desinfección de las semillas se realiza con una solución de hipoclorito de sodio comercial al 25% y la escarificación, si es necesaria, se efectúa con ácido sulfúrico. Las semillas limpias y lotificadas se reparten superficialmente en charolas de germinación, las cuales deben contener sustrato de peat moss, mismo que debe mantenerse constantemente húmedo. En *Mammillaria spp.* se ha obtenido un 80 a 97% de germinación en un periodo de 7 a 15 días. En semillas que requieren de tratamientos pregerminativos se ha obtenido hasta un 82% con escarificación. Las temperaturas, idealmente deben ser de incubación, mantenidas alrededor de los 25 a 28°C; o alternadas día/noche 25/15°C promedio. Las semillas quedan expuestas a la luz natural.

2. Desarrollo inicial. En esta etapa se debe mantener una humedad ambiental superior al 40% y la intensidad luminosa inicialmente baja, pero aumentando hasta que el endurecimiento de las plantas sea completo. La temperatura diurna óptima es de 20 a 25°C y en la noche de 10 a 15°C. Cuando las plántulas se vean limitadas por el espacio al ocurrir el crecimiento, que puede ocurrir entre los primeros 15 días

y los primeros 3 meses, será necesario un primer trasplante a charolas de tipo “speedling” con sustrato de peat moss. Una vez trasplantadas permanecerán un tiempo variable, entre 6 a 12 meses, hasta que aproximen 1cm de diámetro o de altura. El riego debe asegurar la humedad continua del sustrato para evitar la desecación, crítica en esta fase. La mortalidad tolerada debe ser menor al 10%.

3. Desarrollo final. En esta etapa se favorece el crecimiento acelerado. La humedad relativa debe ser menor al 40% (según la condición ambiental) y una intensidad luminosa alta, aumentando el máximo posible según la radiación local. La temperatura diurna promedio se debe mantener entre 25 y 35°C y se cuidarán también las temperaturas extremas mínimas de los meses invernales. El riego debe mantener al sustrato constantemente húmedo. En esta fase ocurre un segundo trasplante a macetas individuales de tamaño variable, según el tamaño deseado y la velocidad de crecimiento que se quiera inducir. Las mezclas de sustrato sugeridas se compondrán de peat moss y otros materiales que le otorguen porosidad a la mezcla como arenas, gravillas, perlita, pomocita o tezontle en proporción 2:1:1 o 1:1:1. Las plantas alcanzan tallas aceptables entre los 6 y 12 meses de estancia en esta fase, de acuerdo con los cuidados y los estimulantes químicos empleados. Las plagas y enfermedades en esta etapa son pocas, aunque debe tenerse cuidado en su control oportuno. La mortalidad tolerada en esta fase será entre el 1 y 5%.

Los riegos se realizan a saturación (capacidad de campo). Es preferible regar en periodos cuando la temperatura sea superior a los 20°C y que pueda sostenerse por varias horas (Sánchez-Martínez *et al.* 2006). En verano la especie necesita disponer de mucha agua y en invierno debe suspenderse, manteniéndola casi completamente seca (Oudshoorn, 1977).

En verano, durante la época de crecimiento, se les debe proporcionar dosis abundantes y regulares de fertilizantes (Oudshoorn, 1977). Sánchez-Martínez *et al.* (2006) recomiendan fertilizar cada 15 a 30 días, en dosis de 0.5 g/l (100 ppm de N) para las plantas en desarrollo inicial y, 2.0 g/l (400 ppm de N) para las plantas que han terminado el desarrollo plantular. La composición química del fertilizante puede variar según el objetivo deseado. Una fórmula general empleada con éxito en este

método es el empleo de fertilizantes solubles con fórmulas 20-10-20, 20-20-20, 9-45-15 o similares.

La separación de brotes puede ser un mecanismo adicional para la reproducción asexual de este cactus. Se recomienda emplear aquellos brotes cuyo diámetro sea menor de 2 cm, debido a que enraízan mejor; la producción de raíces es espontánea cuando los brotes se mantienen en un sustrato húmedo y bien aireado, incluso con mezclas que incluyan materia orgánica (Sánchez-Martínez *et al.* 2006).

## **V. Descripción física y biológica del área y su infraestructura**

El predio donde se establecerá la UMA (ver Figura 2) pertenece a la localidad Taxco El Viejo y se localiza a 14 km aproximadamente de la cabecera municipal de Taxco de Alarcón, Guerrero (Fig. 7).

### **Descripción física y biológica del área**

El municipio se encuentra en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur y en las subprovincias Sierras y Valles Guerrerenses y Depresión del Balsas (INEGI, 2009). El clima del área es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con un rango de temperatura entre 12-26°C y precipitación de 800-1500 mm (INEGI, 2009).

Las topoformas dominantes de estas dos subprovincias se componen de sierras altas con cañadas y el tipo de roca es sedimentaria. El tipo de suelo dominante en el área es el Phaeozem. La zona pertenece 100 por ciento a la región hidrológica del Balsas y a la cuenca del Río Balsas-Mezcala. Se ubica en la subcuenca del Río Cocula o Iguala (INEGI, 2009).

El área donde se establecerá la UMA pertenece al bosque tropical caducifolio; sin embargo, el uso de suelo agrícola y el pastizal inducido cubren gran parte del área (INEGI, 2009). Los ecosistemas originales se encuentran sometidos a fuertes presiones por parte de las comunidades humanas, quienes usan a los bosques para extraer madera o los talan por las prácticas agropecuarias, lo que ocasiona que la cobertura vegetal se pierda aceleradamente y la perturbación sea alta. En las regiones que rodean el área donde se llevará a cabo el manejo intensivo

de las especies se encuentran grandes extensiones de bosque templado y bosque tropical seco (INEGI, 2009). Particularmente la región que ocupa la sierra de Taxco, se encuentra mejor conservada, en donde el tipo de vegetación predominante es el bosque de *Quercus*, frecuentemente asociado con coníferas; sin embargo, se encuentra también bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas, y algunas porciones de bosque de galería (Martínez-Gordillo *et al.* 2004).

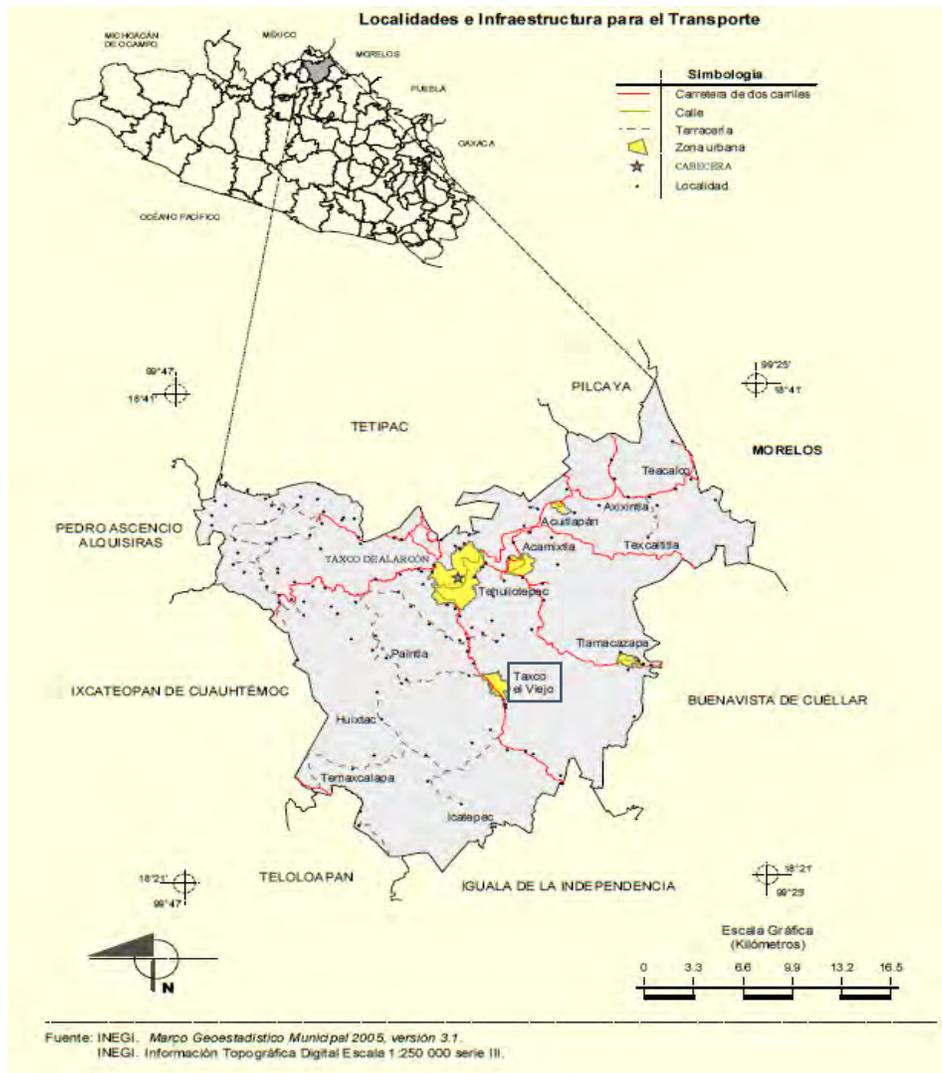


Figura 7. Ubicación de la localidad Taxco el Viejo (Fuente: INEGI, 2009).

Los bosques de la sierra de Taxco presentan una flora rica, constituida por 1,384 especies contenidas en 57 géneros y 150 familias de plantas vasculares, lo que representa el 6% de la riqueza florística estimada para México (Martínez-Gordillo *et al.* 2004). Entre las especies endémicas cuya distribución se restringe al estado de Guerrero y que se encuentran en la sierra de Taxco están: *Tetramerium glutinosum*, *Perymenium macrocephalum*, *Bursera lancifolia*, *Bursera longipes*, *Manihot rhomboidea subsp. rhomboidea*, *Tephrosia abbotiae*, *Hauya barcenae* y *Tripogandra amplexans*, mientras que *Brongniartia abbottiae*, *Lobelia flexicaulis* y *Tauschia sp.* son taxa restringidos a la región de la sierra de Taxco (Martínez-Gordillo *et al.* 2004). Especies como *Enterolobium cyclocarpum*, *Annona diversifolia*, *Taxodium mucronatum*, *Crescentia alata*, *Muntingia calabura*, *Byrsonima crassifolia*, *Sideroxylon capiri*, *Pithecellobium dulce*, *Cassimiroa edulis* y *Begonia gracilis* son nativas de la zona.

Entre las especies de fauna que se han registrado en la sierra norte de Guerrero se encuentran nueve especies de aves endémicas de México: *Ortalis poliocephala*, *Streptoprocne semicollaris*, *Cynanthus sordidus*, *Melanerpes chrysogenys*, *Vireo hypochryseus*, *Melanotis caerulescens*, *Melozone kieneri*, *Aimophila humeralis* y *Buteo jamaicensis*; y cinco especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Accipiter striatus*, *A. cooperii*, *Streptoprocne semicollaris*, *Melanotis caerulescens* y *Buteo jamaicensis* (Almazán-Núñez, 2009). Además, mamíferos como *Nyctinomops femorosaccus*, *Nyctinomops macrotis*, *Spermophilus variegatus variegatus*, *Sigmodon leucotis*, y *Herpailurus yagouaroundi* (Almazán-Catalán *et al.* 2005).

### **Infraestructura en el área**

El área de la UMA se localiza en el Km 101+200 de la carretera federal 95, en el tramo Taxco-Iguala. El predio en el que se establecerá la UMA es una granja ecológica, la cual cuenta con áreas destinadas a la producción de aves de corral, conejos y cerdos; un pequeño establo y un corral para cabras. Cuenta con un restaurante y una vivienda de adobe con servicio sanitario para varias personas; además de un sistema de captación pluvial y un humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales.

## VI. Métodos de muestreo

El muestreo de las cuatro especies de bosque tropical caducifolio agrupa las siguientes actividades: 1) determinación taxonómica correcta de cada una de las especies, 2) localización de las plantas que funcionarán como progenitoras, 3) obtención de información sobre la fenología reproductiva de cada especie<sup>1</sup>, 4) establecimiento de calendarios de recolecta para frutos o semillas, 5) manejo de las semillas y 6) elaboración de un programa de producción.

Se recolectarán ejemplares de cada una de las especies para su herborización y determinación taxonómica empleando las claves contenidas en Carranza-González (2005), Carranza-González & Madrigal-Sánchez (1995), Newman (2008), Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada (1991) y Narave-Flores (1983). Una vez determinadas las especies, se procederá a ubicar sitios en donde se distribuyan para que funcionen como áreas semilleras.

Se obtendrá germoplasma primario de los especímenes reproductivos en las épocas correspondientes de acuerdo a la fenología reproductiva. Los frutos de *Sideroxylon capiri* y *Juglans pyriformis* que son indehiscentes se recolectarán del piso forestal una vez que son dispersados. Los frutos de *Carpinus caroliniana* y *Mammillaria spinosissima* subsp. *pilcayensis* serán recolectados de la planta en pie. Los frutos de *Sideroxylon capiri* se remojarán por periodos de 24 a 26 horas para ablandar la pulpa y las semillas se extraerán manualmente una a una. El mismo procedimiento se hará para *Juglans pyriformis* en el caso de que los frutos conserven el exocarpo y mesocarpo. Cuando estas estructuras han sido degradadas, se dejará a la diáspora (semilla + endocarpo) como unidad de propagación. Las diásporas secas de *Carpinus caroliniana* se desinfectarán y colocarán a germinar con estructuras frutales. Los frutos de *Mammillaria spinosissima* subsp. *pilcayensis* se pondrán a secar en condiciones de sombra y después se abrirán longitudinalmente para extraer las semillas con ayuda de una espátula. Las semillas beneficiadas se mezclarán y se obtendrán diferentes muestras para evaluaciones. Las semillas restantes se almacenarán durante

---

<sup>1</sup> Corresponde a las descripciones del apartado cuatro del plan de manejo intensivo.

tiempos y en condiciones variables de humedad y temperatura de acuerdo a la condición ortodoxa o recalcitrante de la semilla de cada especie. Las semillas de *S. capiri*, *C. caroliniana* y *M. spinosissima* subsp. *pilcayensis* se almacenarán de 1 a 5 años en condiciones secas y de refrigeración, de 4 a 7°C. Las semillas de *J. pyriformis* se almacenarán por espacios no mayores a dos meses, William (1991) recomienda el almacenamiento en recipientes con buena ventilación a temperaturas entre 20 y 35 °C, y manteniendo su contenido de humedad para evitar la desecación.

Una muestra de al menos 50 semillas de cada especie se caracterizará morfológicamente, la cual consistirá en evaluar cualitativa y cuantitativamente los rasgos exteriores y se indicará el peso de las semillas y el número de estas por unidad de peso. Asimismo, se determinará la calidad fisiológica de las semillas a través de pruebas de viabilidad, germinación y detección de latencia, las cuales se harán con al menos una repetición. Se documentarán todos los datos obtenidos para cada especie.

El conocimiento sobre la morfología y fisiología de las semillas de cada especie permitirá establecer las bases para la propagación de estos taxones y elaborar un programa de producción. Posteriormente se podrán emprender trabajos experimentales con otros métodos de propagación.

## **VII. Calendario de actividades**

El programa de actividades para el funcionamiento de la UMA se muestra en el Cuadro 4. Las actividades son imprescindibles para cumplir con las metas propuestas. Los datos obtenidos se registrarán en una bitácora.

Cuadro 4. Actividades relacionadas con la UMA.

<b>Actividades</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Determinación taxonómica de las especies	X		
Localización de especies progenitoras	X		
Registro de eventos fenológicos	X	X	X
Recolección y manejo de germoplasma primario	X	X	X
Caracterización morfológica y evaluación fisiológica de las semillas de cuatro especies	X	X	
Establecimiento de protocolos de germinación	X	X	
Programa de producción masiva		X	X
Monitoreo del desarrollo plantular de las cuatro especies	X	X	X
Registro de plagas, enfermedades, polinizadores y dispersores	X	X	X

### **VIII. Medidas de manejo del hábitat, poblaciones y ejemplares**

El manejo intensivo consistirá en el establecimiento de un vivero en el que serán producidas y manejadas las plantas.

Al momento de la recolección de semillas, se asegurará mantener la identidad del lote de las semillas, etiquetando correctamente cada recipiente. Deben emplearse etiquetas que no se deterioren con el agua y la información recogida en ellas debe comprender como mínimo la especie, el número de lote, nombre de la fuente de la semilla y la fecha de recolección.

Dentro de las labores culturales que comprenden la producción y manejo de las especies se encuentran la limpieza del terreno para la preparación de camas de germinación y charolas de germinación, utilizando el sustrato adecuado para cada especie. Posteriormente se realiza la siembra atendiendo a las consideraciones de temperatura, luz y humedad especificadas en la descripción biológica de las especies. Asimismo, se deberán realizar actividades de control de malezas, plagas y enfermedades. Para facilitar el proceso, se deberán establecer letreros en almácigos y camas de crecimiento y se deberá contar con una bitácora donde

deberán registrarse la cantidad de semillas puestas a germinar y si presentan algún tratamiento pregerminativo, sustrato utilizado, cantidad de sustrato, fecha del inicio de germinación y de emergencia de plántulas, así como eventos reproductivos, observaciones de polinizadores y dispersores e identificación temprana de plagas y enfermedades.

Se elaborarán fichas técnicas de las cuatro especies, que incluirán información acerca de sus requerimientos ambientales, asociación con otras especies y factores que limitan su desarrollo.

En función del número de individuos progenitores, de la cantidad de germoplasma primario recolectado (número de semillas/kg) y del porcentaje de germinación registrado para cada especie, se plantea un escenario en el cual se obtendría un mínimo de 27, 49 y 224 individuos aproximadamente de *Carpinus caroliniana*, *Juglans pyriformis* y *Sideroxylon capiri*, respectivamente. Para el caso de *Mammillaria spinosissima* subsp. *pilcayensis*, atendiendo a la recomendación de Sánchez-Martínez *et al.* (2006) para la recolecta de frutos, se obtendría un mínimo de 270 a 405 individuos aproximadamente.

Del total de plantas producidas en cada ciclo, el 60% serán potencialmente comercializables a mediano y largo plazo. Al 40% restante se les dará seguimiento en términos de su crecimiento para aprovechar su germoplasma, así como reintroducirlos en distintas áreas de la UMA o de la región. Estos datos pueden variar en función del número de ejemplares producidos, de las necesidades específicas de la UMA o de los proyectos que se estén gestionando (reintroducción, reforestación, entre otros). Para cada especie se harán inventarios del número de ejemplares producidos y, en el caso de venta, deberá registrarse la fecha, la cantidad de ejemplares vendidos, el costo, y el comprador.

## **IX. Medidas de contingencia**

El vivero se establecerá en una zona alejada a fuentes combustibles a efecto de evitar incendios. Asimismo, dentro de la señalización en el predio, habrá una donde se especificará que se prohíbe el uso de fuego. Se instalarán extinguidores en diferentes áreas para que se utilicen en caso de accidentes con fuego. Las

actividades, en caso de incendios, estarán encaminadas a disminuir los daños y evitar su expansión, mientras se espera al personal capacitado para realizar un combate de incendio.

Se monitoreará periódicamente la salud de las plantas en el vivero para erradicar las amenazas presentes y minimizar los daños que puedan ser ocasionados en los sentidos ambiental y económico.

Se incluirá en la señalización rutas de evacuación en caso de accidentes o presencia de fenómenos naturales.

## **X. Los mecanismos de vigilancia**

El área donde se establecerá la UMA está cercada con una barda de concreto con el objeto de restringir y controlar las actividades dentro de la UMA y así evitar saqueos de ejemplares y otras eventualidades. Se realizarán recorridos frecuentes por el predio para supervisar las actividades y evitar riesgos.

## **XI. Medios y formas de aprovechamiento y el sistema de marca para identificar los ejemplares, partes y derivados que sean aprovechados de manera sustentable.**

El aprovechamiento de semillas será inicialmente de plantas silvestres, con las cuales se producirán las plantas en el vivero de la UMA. Cuando los organismos producidos hayan alcanzado el estado reproductivo, se marcarán con una placa acrílica indicando el nombre científico de la especie, el nombre común y el número de ejemplar a aquellos cuyo germoplasma será aprovechado.

Para la comercialización de ejemplares, partes y derivados se implementará un sistema de marcaje individual, en el que se les colocará una etiqueta con la información de la especie, número de ejemplar, edad y procedencia.

## ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE DEL MUNICIPIO TAXCO DE ALARCÓN

El municipio Taxco de Alarcón forma parte de las UAB Depresión del Balsas y Sierras y Valles Guerrerenses del POEGT (SEMARNAT, 2012) (Fig. 8).



Figura 8. Relación de las UAB Depresión del Balsas y Sierras y Valles Guerrerenses con el municipio Taxco de Alarcón, Guerrero.

Ambas UAB se caracterizan por tener degradación media de los suelos y alta deforestación, uso de suelo forestal y agrícola, y por presentar un porcentaje de cuerpos de agua muy baja, alta marginación social, y un desarrollo importante de la actividad minera y ganadera. Se prevé que el estado del medio ambiente oscile de inestable a muy crítico en un escenario al 2033 (SEMARNAT, 2012), por lo que se han establecido estrategias para alcanzar el estado deseable de las UAB (Cuadro 5).

Cuadro 5. Estrategias establecidas para las UAB relacionadas con el medio ambiente.

Estrategias		UAB	
		Depresión del Balsas	Sierras y Valles Guerrerenses
Dirigidas a lograr la sustentabilidad del Territorio	Preservación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.</li> <li>• Recuperación de especies en riesgo.</li> <li>• Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</li> </ul>	
	Aprovechamiento sustentable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</li> <li>• Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</li> <li>• Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</li> <li>• Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</li> <li>• Valoración de los servicios ambientales.</li> </ul>	
	Protección de los recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de los ecosistemas.</li> <li>• Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</li> </ul>	
	Restauración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</li> </ul>	
Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	Planeación del ordenamiento territorial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</li> </ul>	

Una parte de la superficie del municipio de Taxco de Alarcón pertenece a la RTP Sierras de Taxco-Huautla (Figura 9). Arriaga *et al.* (2000) han descrito los aspectos bióticos y antropogénicos de la región (Cuadros 6 y 7) y les asignaron un valor para la conservación, información que es relevante para la toma de decisiones en materia de biodiversidad.



Figura 9. Relación de la RTP Sierras de Taxco-Huautla con el municipio Taxco de Alarcón, Guerrero.

Cuadro 6. Aspectos bióticos de la RTP Sierras de Taxco-Huautla y su valor para la conservación.

<b>Aspectos bióticos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor para la conservación</b>
Diversidad ecosistémica	Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son: selva baja caducifolia (41%), Bosque de encino (33%), Agricultura, pecuario y forestal (16%), y Otros (10%).	3 (alto)
Integridad ecológica funcional	Hay grandes extensiones de áreas perturbadas rodeando áreas en relativo buen estado de conservación.	4 (alto)
Función como corredor biológico	Las partes bajas presentan perturbación por lo que es difícil que operen como corredor biológico.	2 (medio)
Presencia de endemismos	Para vertebrados terrestres es alto y en plantas no parece ser muy importante.	2 (medio)
Riqueza específica	Sobre todo, en vertebrados y plantas. Existen numerosas especies endémicas de flora de la cuenca del río Balsas, destacando los cuajilotes, copales, copalillos, palo zopilote, órgano de mezcala y amate amarillo. Cuenta con un número importante de especies faunísticas relevantes como mariposa de barón, guacamaya verde, escorpión, primavera del Balsas, leoncillo, falsa coralillo del Balsas, entre otras.	3 (alto)

Cuadro 7. Aspectos antropogénicos de la RTP Sierras de Taxco-Huautla y su valor para la conservación.

<b>Aspectos antropogénicos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor para la conservación</b>
Función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles	No hay información disponible.	0 (no se conoce)
Pérdida de superficie original	Como consecuencia de la actividad minera y la pequeña industria maderera local en Taxco e Ixcateopan.	3 (alto)
Nivel de fragmentación	La fragmentación de la región es muy alta.	3 (alto)
Cambios en la densidad poblacional	Principalmente la parte sur presenta aumentos en la densidad poblacional.	2 (bajo)
Presión sobre especies clave	Debido principalmente a la explotación por parte de la industria maderera local.	2 (medio)
Concentración de especies en riesgo	Debido a la extracción de especies maderables.	2 (medio)
Prácticas de manejo inadecuado	Principalmente por la industria maderera, pastoreo y crecimiento urbano.	3 (alto)

## **ACTIVIDAD DE EDUCACIÓN AMBIENTAL “RALLY ECOLÓGICO”**

Se logró completar en su totalidad las actividades previstas en el Rally Ecológico. De acuerdo con las encuestas realizadas a los educadores, el 80% de los niños expresaron su agrado hacia la actividad, resaltando la actividad de la tirolesa, el 20% restante no opinó. Dos educadoras expresaron haber tenido dificultades debido a la diferencia de edades y personalidades en el grupo que manejaban, ya que estuvieron presentes niños inquietos y tímidos y, en ocasiones, los niños mayores eran más participativos que los menores, sin embargo, todos los educadores tuvieron la labor de integrarlos para lograr la participación de todos, así como promover el trabajo en equipo y el compañerismo.

El lugar permitía recorrer distancias en un área aproximada de 1.8 ha para la búsqueda de pistas y la realización de las actividades. La combinación de

actividades lúdicas con contenido científico y esfuerzo físico resultó favorable, ya que se mantuvo la atención constante de los niños.

Dos educadores refirieron haber notado una buena comunicación en su equipo para tomar acuerdos o expresar sus opiniones respecto a la búsqueda de pistas. Por otra parte, los cinco educadores observaron interés del 91% de los participantes en las tareas ejecutadas, particularmente durante la búsqueda de pistas al cuestionar constantemente, en la tirolesa, en las actividades didácticas con el uso de colores y pinturas y, en los juegos de memorama y lotería, ya que se les incentivaba con dulces. El 9% restante mostraba indiferencia y falta de atención en las actividades.



Figura 10a y 10b. Actividades didácticas con los niños y niñas en el Rally Ecológico, 10c. Preparación para la tirolesa, 10d. Equipo morado al concluir el Rally Ecológico.

## DISCUSIÓN

A pesar del crecimiento que han tenido las UMA, se desconoce su desempeño y las implicaciones que han tenido en el país. Gran número de UMA han dirigido sus objetivos hacía la reproducción de fauna con fines comerciales (cacería y alimento), centrando su atención en el manejo de unas cuantas especies, tales como *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Odocoileus hemionus* (venado bura), *Meleagris gallopavo* (guajolote silvestre), *Pecari tajacu* (pecarí de collar o “jabalí”) (Gallina-Tessaro *et al.* 2009), *Iguana iguana* (iguana verde), y *Ctenosaura pectinata* (iguana negra), entre otras. En cuanto al manejo de flora, la información aún es insuficiente, sin embargo, se encontró que existen varias UMA dedicadas a la propagación de cactáceas con fines comerciales. La nueva visión de las UMA toma en cuenta especies nativas y listadas en la NOM-059-SEMARNAT como prioritarias para su manejo. Los proyectos a subsidiar serán exclusivamente de especies nativas de México, de la localidad o región donde se pretende ejecutar el proyecto en particular para el manejo en vida libre y en caso intensivo, sólo las especies listadas por la SEMARNAT (SEMARNAT, 2016). El plan de manejo intensivo de las especies de flora que se pretenden manejar en Taxco El Viejo es compatible con los nuevos requisitos para establecer una UMA, ya que las especies elegidas son nativas de la región y se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT.

La propagación de especies nativas en la Granja Didáctica Dos Puertas aportará nuevos conocimientos, ya que en especies como *Mammillaria spinosissima* subsp. *pilcayensis* y *Juglans pyriformis*, aún hay campos poco investigados como la fenología y fisiología de las semillas respectivamente. Se ha reportado que algunas especies de *Mammillaria* presentan serotinia (Rodríguez-Ortega *et al.* 2006) y otras especies de la subfamilia Cactoideae presentan viviparidad (Cota-Sánchez, 2004), el estudio de estas estrategias adaptativas en *Mammillaria spinosissima* subsp. *pilcayensis* puede contribuir a su conservación.

En el plan de manejo se prevé la comercialización de los ejemplares para la obtención de ingresos económicos, por lo que se recomienda realizar estudios de mercado y establecer estrategias de mercadotecnia que garanticen la rentabilidad

del proyecto. *Sideroxylon capiri* y *Juglans pyriformis* son especies forestales importantes por su aprovechamiento maderable y no maderable; *Mammillaria spinosissima* subsp. *pilcayensis* es una planta de ornato; asimismo existe la posibilidad de emplear a *Carpinus caroliniana* y *Juglans pyriformis* para restaurar ecosistemas fragmentados debido a sus características de desarrollo en sitios adversos (Pedraza-Pérez & Williams-Linera, 2005; Ramírez-Marcial *et al.* 2003; Niembro-Rocas *et al.* 2010). Al tratarse de especies forestales, tendrá que pasar más de un año para obtener beneficios económicos y para llevar a cabo actividades de restauración. Lo mismo ocurre con *M. spinosissima* subsp. *pilcayensis* ya que alcanza tallas aceptables pasados al menos dos años (Sánchez-Martínez *et al.* 2006).

La importancia de la RTP Sierras de Taxco-Huautla radica en el valor de los servicios ambientales que presta, así como en la diversidad de tipos de vegetación y la riqueza específica (Arriaga *et al.* 2000), no obstante, el nivel de fragmentación es alto, existe degradación de los suelos y alta deforestación (SEMARNAT, 2012), por lo que se hace necesario llevar a cabo acciones de conservación. Aunque el sistema de ANP es el instrumento más importante de conservación en el país, muchas regiones no tienen protección, como en Guerrero, uno de los estados con mayor biodiversidad del país y con un número importante de RTP.

Este estado tiene una baja representatividad de sus ecosistemas naturales en las ANP (Arriaga *et al.* 2009). Aunado a esto, Guerrero no cuenta con un Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) regional ni local, éste último en el municipio Taxco de Alarcón. A pesar de que el POEGT traza la regionalización ecológica del territorio nacional y marca los grandes lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y la regulación de actividades productivas, es necesario establecer el OET regional y local ya que comprenden diferentes niveles de aproximación y pretenden resolver necesidades específicas de planeación y desarrollo (INAP, 1999).

Debido al reducido número de ANP en la región y a la ausencia de un OET regional o local, las UMA cumplen un papel importante al ser instrumentos de

conservación y aprovechamiento complementarios y han logrado un incremento significativo del territorio nacional sujeto a un proceso de conservación (Ramírez & Mondragón, 2010). Si bien, las características de la zona donde se establecerá la UMA no permiten registrar superficies considerables de tierra destinadas a la conservación *in situ* y a la construcción de corredores biológicos, los objetivos de la UMA son compatibles con las estrategias establecidas en el POET para las UAB Depresión del Balsas y Sierras y Valles Guerrerenses, y con las regionalizaciones CONABIO, en términos de recuperación de especies en riesgo, en el conocimiento acerca de la biodiversidad nativa y el aprovechamiento sustentable de especies.

El Rally Ecológico, como actividad de educación ambiental, contribuye a fortalecer valores de conservación, a mejorar el sistema de UMA y a darle mayor viabilidad a esta modalidad de política ambiental (Gallina-Tessaro *et al.* 2009), y es esencial en todo proceso de ecodesarrollo (Macedo & Salgado, 2007).

La adopción de una actitud consciente ante el medio ambiente depende en gran medida de la enseñanza y la educación en la niñez y la juventud, mediante estrategias didácticas divertidas que le permitan al niño y a la niña el desarrollo de un aprendizaje significativo, propiciando valores fundamentales como el amor, el respeto, la cooperación y la solidaridad hacia el ambiente (Herrera-Pereira, 2011). En este sentido, el rally ecológico fue un instrumento de aprendizaje ya que, con las actividades, los niños ejercitaron sus cuerpos, su intelecto y su creatividad, así como la cooperación y el trabajo en equipo, en donde se observó en repetidas ocasiones la manera en que se comunicaban y tomaban acuerdos.

Es importante que los niños y niñas se eduquen ambientalmente y participen en su hogar, escuela y comunidad desde temprana edad, ya que a medida que estos crecen, van descubriendo los elementos e interacciones del ambiente y los van relacionando con sus vidas y ambiente que les rodea. En esta etapa, la educación puede desarrollar esa sensibilidad por el ambiente (Herrera-Pereira, 2011). Aunque en el rally ecológico no se había contemplado la inclusión de los padres de familia en las actividades, en ocasiones ellos apoyaban a sus hijos, compartiendo y reforzando el aprendizaje. Novo (1996) señala que en los programas de educación ambiental en que se ha trabajado con las familias al mismo

tiempo que con los niños y jóvenes, se ha visto cómo hay un reforzamiento mutuo de los mensajes educativos externos y los de la familia, muy beneficioso para imprimir coherencia a los programas.

Herrera-Pereira (2011) define el juego como un medio de educación que despierta el interés y motiva hacia el aprendizaje. Entonces, como metodología didáctica, en el juego no puede contemplarse ganar o perder ya que de esta manera se coacciona al individuo y por consiguiente el desarrollo cognitivo. Esta premisa fue considerada para el rally ecológico, donde todos los equipos recibían un premio el cual debían compartir, asimismo, no había ninguna presión, en términos de competencia, para concluir las actividades. Esto se complementa con lo que menciona Herrera-Pereira (2011), quien refiere que en el juego no debe contemplarse jugar contra los demás, sino con los demás, y de esta manera fomentar la unión y la solidaridad; no obstante, no todos los niños reaccionaron de una manera colaborativa y de unidad, ya que han sido educados de manera diferente; se observaron niños a quienes se les ha enseñado a ganar, y otros que, por su personalidad, se sintieron intimidados ante los mayores o ante los más participativos.

Existen casos de éxito de programas de educación ambiental en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán (García-Ruvalcaba *et al.* 2009) y en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (Dorado *et al.* 2009), que forman parte de un proceso amplio de organización y participación social. Entre los proyectos de educación ambiental, destacan los dirigidos al análisis y la reflexión sobre problemas ambientales sentidos por los pobladores, y los dirigidos a sensibilizar a la gente. En este sentido es importante que la educación ambiental esté dirigida tanto a niños como a jóvenes y adultos. Asimismo, la participación de actores locales permite trabajar bajo una perspectiva basada en la solución de problemas con implicaciones locales o regionales.

## CONCLUSIONES

La meta de la investigación consistió en definir las bases técnicas sobre las que se construirá una UMA que tenga como base la preservación de especies con algún grado de amenaza, mediante su reproducción *ex situ*, difusión y educación ambiental, con fines de reintroducción o de comercialización. A pesar de que este trabajo proporciona los elementos técnicos para su establecimiento, la operación y seguimiento del proyecto requiere supervisión y capacitación técnica.

El establecimiento de la UMA tendrá beneficios sociales como la generación de empleos. Asimismo, se obtendrán ingresos mediante la venta de ejemplares, sin embargo, es importante recalcar que los beneficios económicos son factibles a mediano o largo plazo, dada la biología de las especies.

El estado de Guerrero cuenta con una riqueza biológica importante, no obstante, carece de figuras federales conservacionistas, por lo que el establecimiento de una UMA contribuirá a promover y difundir la conservación, así como a frenar la pérdida de especies nativas, al ser un instrumento de conservación complementario.

El rally ecológico contribuyó a la sensibilización de valores ambientales y a la adquisición o reorientación de hábitos y valores tanto personales como sociales en el grupo de niños participantes, sin embargo, es importante la constancia en las actividades de educación ambiental, ya que de esta manera se podrán generar las actitudes y conocimientos hacia el medio ambiente deseados.

Con una planeación más detallada, se podrían incluir a los padres de familia en las actividades de educación ambiental con los niños, asimismo es recomendable desarrollar y fomentar programas de educación ambiental a jóvenes y adultos que estén orientados tanto en el ámbito conservacionista como en el de la sostenibilidad, en el que se formulan y difunden modelos de desarrollo centrados en el equilibrio ecológico y social, e incluir entre sus contenidos el conocimiento de las leyes y reglamentos en materia ambiental.

## REFERENCIAS

- Almazán-Catalán, J.A., Sánchez-Hernández, C. & Romero-Almaraz, M.L. 2005. Registros sobresalientes de mamíferos del Estado de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana* 21(3): 155-157.
- Almazán-Núñez, R.C. 2009. Información adicional sobre la avifauna de la Sierra Norte de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana* 25(3): 537-550.
- Anderson, E. 2001. *The cactus family*. Portland, Oregon. Timber Press.
- Arriaga, L., Aguilar, V. & Espinoza, J.M. 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad. En: *Capital natural de México*, vol. 2: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, pp. 436-437.
- Bravo-Hollis, H. & Sánchez-Mejorada, H. 1991. *Las cactáceas de México*, vol. 3. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México.
- Burns, R. & Honkala, B. (coords.). 1990. *Silvics of North America: 2. Hardwoods*. Agriculture Handbook 654. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, D.C. vol. 2, 877 p.
- Carranza-González, E. 2005. Fascículo 132: Sapotaceae. En: Rzedowski, G., y Rzedowski, J. (eds.). *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Segunda edición. Instituto de Ecología, A.C. y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, pp. 15-16.
- Carranza-González, E. & Madrigal-Sánchez, X. 1995. Fascículo 39: Betulaceae. En: Rzedowski, G. y Rzedowski, J. (eds.). *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Segunda edición. Instituto de Ecología, A.C. y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, pp. 14-17.
- Castillo, A., Corral-Verdugo, V., González-Gaudiano, E., Paré, L., Paz, M.F., Reyes, J. & Schteingart, M. 2009. Conservación y sociedad. En: *Capital natural de México*, vol. 2: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, pp. 761-801.

- Castillo, A. & González-Gaudiano, E. 2009. La educación ambiental para el manejo de ecosistemas: el papel de la investigación científica en la construcción de una nueva vertiente educativa. En: Castillo, A. & González-Gaudiano, E. (coords.). Educación ambiental y manejo de ecosistemas en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Instituto Nacional de Ecología, México. 268 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. Proyecto de Evaluación de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (1997-2008). Resultados de la Fase I: Gestión y Administración. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 46 p.
- Cornú-García, J.D. 2014. Tratamientos pregerminativos en semillas de *Juglans pyriformis* Liebmann procedentes de Coacoatzintla, Veracruz. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana, México. 44 p.
- Cota-Sánchez, J.H. 2004. Vivipary in the Cactaceae: Its taxonomic occurrence and biological significance. *Flora* 199: 481-490.
- Delfín-Alonso, C. 2011. Elaboración de un proyecto de manejo de fauna silvestre: un acercamiento a su diseño y evaluación. En: Gallina-Tessaro, S. & López-González, C. (eds.). Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna, Vol. 1. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A.C, México. 377 p.
- Di Stéfano, J. & García, E. 2000. Germinación y desarrollo radicular del tempisque (*Sideroxylon capiri*) a diferentes temperaturas. *Agronomía Costarricense* 24(1): 93-97.
- Dorado, O., Arias, D., Alonso, G. & Maldonado, B. 2009. Educación para la biodiversidad a través de la universidad pública en áreas naturales protegidas: el caso de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos. En: Castillo, A. & González-Gaudiano, E. (coords.). Educación ambiental y manejo de ecosistemas en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Instituto Nacional de Ecología, México. 268 p.

- Flores-Martínez, A., Manzanero, G., Golubov, J. & Mandujano, M. 2013. Biología floral de *Mammillaria huitzilopochtli*, una especie rara que habita acantilados. *Botanical Sciences* 91(3): 349-356.
- Gallina-Tessaro, S., Hernández-Huerta, A., Delfín-Alfonso, C.A. & González-Gallina, A. 2009. Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación Ambiental* 1(2): 143-152.
- García, E. & Di Stéfano, J. 2005. Fenología del árbol *Sideroxylon capiri* (Sapotaceae) en el Bosque Seco Tropical de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 53(1-2): 5-14.
- García-Ruvalcaba, S., Jardel-Peláez, E., Graf-Montero, S., Santana-Castellón, E., Martínez-Rivera, L. & Pérez-Carrillo, G. 2009. Educación ambiental y manejo de ecosistemas en la región de la Sierra de Manantlán, Jalisco. En: Castillo, A. & González-Gaudiano, E. (coords.). Educación ambiental y manejo de ecosistemas en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Instituto Nacional de Ecología, México. 268 p.
- Gómez-Restrepo, M. 2010. Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su conservación. Vol. 1. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA, Medellín, Colombia, 130-132 pp.
- Herrera-Pereira, D. 2011. Diseñar un programa de estrategias ambientales, dirigido a las docentes para promover la educación ambiental en los niños y niñas de 4 años del Centro de Educación Inicial Vicente Salias. Propuesta de Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Técnico superior en Educación Inicial. Instituto Universitario de Tecnología "Rodolfo Loero Arismendi", Maturín, Venezuela. 41 p.
- Instituto Nacional de Administración Pública, A.C. (INAP). 1999. La gestión pública de las políticas ambientales. *Revista de Administración Pública* 102: 131-153.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Taxco de Alarcón. México. 9 p.

- Lascurain, M., Avendaño, S & Niembro, A. 2010. Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz. Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal, CONAFOR-CONACYT, México. 100 pp.
- Luna-Vega, M.I. 2003. *Juglans pyriformis*. Taxones del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Madre Oriental incluidos en la norma oficial mexicana. Herbario FCME, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. México, D.F. 5 p.
- Macedo, B. & Salgado, C. 2007. Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina. Forum de Sostenibilidad, Cátedra UNESCO 1: 29-37.
- Martínez-Gordillo, M., Cruz-Durán, R., Castrejón-Reyna, J., Valencia-Ávalos, S., Jiménez-Ramírez, J. & Ruíz-Jiménez, C. 2004. Flora vascular de la porción guerrerense de la Sierra de Taxco, Guerrero, México. Serie Botánica 75(2): 105-189.
- Meyrán, J. 1993. *Mammillaria haasii*, sp. nov. del grupo *M. spinosissima*. Cactáceas y suculentas mexicanas 38(2): 27-30.
- Molina, M.A., Brenes, G. & Morales, D. 1996. Descripción y viverización de 14 especies forestales nativas del Bosque Seco Tropical. Vol. 1, Editorial Esfera, Costa Rica, pp. 75-79.
- Narave-Flores, H. 1983. Juglandaceae. Fascículo 31. En: Gómez-Pompa, A. (ed.). Flora de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). Xalapa, México, pp. 21-25.
- Newman, M. 2008. Fascículo 57: Sapotaceae. En: Medina-Lemos, R. (ed.). 2008. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Primera edición. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 9 p.
- Neyra, G., L. & Durand, S., L. 1998. Biodiversidad. En: La diversidad biológica de México: Estudio de país, parte II: Recursos Naturales. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, pp. 92-93.
- Niembro-Rocas, A., Vázquez-Torres, M. & Sánchez-Sánchez, O. 2010. Árboles de Veracruz. 100 especies para la reforestación estratégica. Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, Comisión del

- Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, Centro de Investigaciones Tropicales, México. 256 p.
- Novo, M. 1996. La Educación Ambiental formal y no formal: dos sistemas complementarios. *Revista Iberoamericana de Educación* 11: 75-102.
- Novo, M. 2005. Educación ambiental y educación no formal: dos realidades que se realimentan. *Revista de Educación* 338: 145-165.
- Oudshoorn, W. 1977. 126 Cactus y plantas crasas en color. Instituto Parramón Ediciones. Barcelona, España, pp. 86.
- Pedraza-Pérez, R.A. 2003. Germinación en condiciones de vivero y campo del nogal (*Juglans pyriformis* Liebm.). *Amaranto* 16(3): 2-11.
- Pedraza-Pérez, R.A. & Williams-Linera, G. 2005. Condiciones de microhábitat para la germinación y establecimiento de dos especies de árboles del bosque mesófilo de montaña en México. *Agrociencia* 39(4): 457-467.
- Perusquía-Chávez, J.S. 2015. Calendario fenológico, beneficiado y almacenamiento de frutos y semillas de *Juglans pyriformis* Liebmann (cedro nogal). Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana, México. 52 p.
- Pilbeam, J. 1999. *The Cactus File Handbook 6: Mammillaria*. Nuffield Press, Oxford, pp. 278-279.
- Ramírez, F. & Mondragón, M.E. 2010. Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre. En: Carabias, J., Sarukhán, J., De la Maza, J. y Galindo, C. (coords.). *Patrimonio Natural de México. Cien casos de éxito*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 94-96.
- Ramírez-Marcial, N., Camacho-Cruz, A. & González-Espinosa, M. 2003. Guía para la propagación de especies leñosas nativas de los Altos y montañas del Norte de Chiapas. *El Colegio de la Frontera Sur, México*. 41 p.
- Robles de Benito, R. 2009. Las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre y el Corredor Biológico Mesoamericano México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 134 p.

- Rodríguez-Ortega, C., Franco, M. & Mandujano, M.C. 2006. Serotiny and seed germination in three threatened species of *Mammillaria* (Cactaceae). *Basic and Applied Ecology* 7: 533-544.
- Rojas, R. F. 1995. Almacenamiento y manejo del contenido de humedad en semillas forestales tropicales: principios y procedimientos. Curso regional sobre recolección y procesamiento de semillas forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica, pp. 77-86.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Primera edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 504 p.
- Salazar, R. & Soihet, C. (coords.). 2001. Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica, pp. 123-124.
- Sánchez-Martínez, E., Chávez-Martínez, R.J., Hernández-Oria, J.G. & Hernández-Martínez, M.M. 2006. Especies de cactaceae prioritarias para la conservación en la zona árida queretano hidalguense. Jardín Botánico Regional de Cadereyta, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, México. 98 p.
- Sarukhán, J., Carabias, J., Koleff, P. & Urquiza-Haas, T. 2012. Capital natural de México: Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México. 91 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. En: Diario Oficial de la Federación. México. 296 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2014b. Ley General de Vida Silvestre. En: Diario Oficial de la Federación. México. 66 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2015. Proyecto de Modificación del Anexo Normativo III. Lista de especies en riesgo de la 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, publicada el 30 de diciembre de 2010. En: Diario Oficial de la Federación. México. 87 p.

### **Referencias electrónicas**

Agencia de Noticias Guerrero. 2012. "Se destinarán 20 mdp para apoyar UMAS en Guerrero; Semarnat". Agencia de Noticias Guerrero. [En línea]. México, disponible en: <http://angro.com.mx/2012/02/se-destinaran-20-mdp-para-apoyar-umas-en-guerrero-semarnat/> [Accesado el día 12 de enero de 2015].

Arriaga, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. & Loa, E. (coords.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. [En línea]. México, disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tlistado.html> [Consultado el 15 de mayo de 2015]

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2015. Áreas Protegidas Decretadas y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación. [En línea]. México, disponible en: [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/) [Consultado el 19 de abril de 2015]

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2014a. Sistema de Unidades de Manejo. [En línea], disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/vida-silvestre/sistema-de-unidades-de-manejo> [Consultado el 7 de octubre de 2014]

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2016. Lineamientos para otorgar subsidios de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre nativa en UMA. [En línea], disponible en: <http://www.gob.mx/semarnat/documentos/lineamientos-para-otorgar-subsidios-de-conservacion-y-aprovechamiento-sustentable-de-la-vida-silvestre-nativa-en-uma-2016> [Consultado el 25 de mayo de 2016]

William, R.L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales en Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [En

línea],

disponible

en:

<http://www.fao.org/docrep/006/ad232s/ad232s00.htm#TOC>

[Consultado el 2 de febrero de 2015]

## ANEXO

### Formato de registro o renovación de UMA.

<b>gob mx</b>	
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental Dirección General de Vida Silvestre	

#### Registro o renovación de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA)

Homoclave del formato	1 Lugar de la solicitud
FF-SEMARNAT-009	Taxco de Alarcón, Guerrero
Fecha de publicación en el DOF	2 Fecha de la solicitud
03 / 09 / 2015	DD / MM / AAAA

#### I. Datos generales

3 CURP (persona física):	10 Domicilio y medios de contacto
4 RFC:	Código postal:
5 RUPA (opcional):	Calle: (Por ejemplo: Avenida Insurgentes Sur, Boulevard Ávila Camacho, Calzada Corredor, etc.)
6 Persona física	Número exterior:      Número interior:
Nombres(s):	Colonia: (Por ejemplo: Ampliación Juárez, Residencial Hidalgo, Fraccionamiento, Sección, etc.)
Primer apellido:	Municipio o Delegación:
Segundo apellido:	Estado o Distrito Federal:
7 Persona moral	Clave lada:      Teléfono:      Ext:
Denominación o razón social:	Correo electrónico:
8 Representante legal (de ser el caso)	
Nombres(s):	
Primer apellido:	
Segundo apellido:	
9 Persona(s) autorizada(s) para oír o recibir notificaciones	
Nombres(s):	
Primer apellido:	
Segundo apellido:	

"De conformidad con los artículos 4 y 69-M, fracción V de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, los formatos para solicitar trámites y servicios deberán publicarse en el Diario Oficial del al Federación (DOF)."

  	<b>Contacto:</b> Av. Ejército Nacional #223, Col. Anáhuac, Delegación Miguel Hidalgo Distrito Federal CP. 11320 Tel. (55) 5 624-3309 y 10
---	---

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental  
Dirección General de Vida Silvestre

**II. Datos para recibir notificaciones**  
(llenar sólo si los datos son diferentes a los anteriores señalados)

Código postal:		Municipio o Delegación:		
Calle: (Por ejemplo: Avenida Insurgentes Sur, Boulevard Ávila Camacho, Calzada Corredor, etc.)		Estado o Distrito Federal:		
Número exterior:	Número interior:	Clave lada:	Teléfono:	Ext:
Colonia: (Por ejemplo: Ampliación Juárez, Residencial Hidalgo, Fraccionamiento, Sección, etc.)		Correo electrónico:		

**III. Datos de información del trámite**

<sup>12</sup> Petición que se formula:     Registro     Renovación

<sup>13</sup> Seleccione el tipo de manejo:     En vida libre     Intensivo

<sup>14</sup> **En caso de renovación**  
Indicar el número de registro de UMA correspondiente:

---

**En caso de registro indicar:**

<sup>15</sup> Coordenadas latitud: 438060.2823    longitud: 2043365.0623

<sup>16</sup> Zona UTM: 14

<sup>17</sup> Indique la superficie en hectareas a registrar: 1.8 ha

<sup>18</sup> **Domicilio**

Código postal: 40200

Calle: Km 101+200 carretera federal 95, tramo Taxco-Iguala.

Número exterior:    Número interior:

Colonia: Localidad Taxco El Viejo

Municipio o Delegación: Taxco de Alarcón

Estado o Distrito Federal: Guerrero

Clave lada:    Teléfono:    Ext:

Correo electrónico:

<sup>19</sup> Nombre y firma del solicitante o representante legal	<sup>20</sup> Firma de quien recibe, fecha y sello de acuse de recibo
--	---