

**PROGRAMA DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE:  
ZAPOTE PRIETO, *Diospyros xolocotzii***

## I. INTRODUCCIÓN

El zapote prieto es una especie endémica de la cuenca de Cuitzeo, en Morelia, Michoacán de la cual se tiene poca información como resultado del desinterés y desconocimiento de la especie, lo que ha hecho que se vea sometida a una serie de factores que amenazan su permanencia en el medio silvestre.

A la fecha, los esfuerzos realizados por conservar a esta especie han sido limitados, sin embargo se han dado avances importantes como su inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de “En Peligro de Extinción”, un factor que permitió que la especie fuera considerada dentro del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) y a su vez atendida mediante la elaboración de su propio Programa de Acción para la Conservación de Especies (PACE).

El PACE: zapote prieto, contiene una síntesis de lo que hasta el momento se conoce sobre la biología de la especie, incluyendo aspectos básicos como su morfología, hasta un análisis sobre su estado de conservación y las principales amenazas que enfrenta, convirtiéndose en el primer documento que integra tal cantidad de información, resultado de un esfuerzo coordinado con expertos en la especie e instituciones y ONG´s interesadas en la conservación del zapote prieto.

No obstante, la parte medular del PACE: zapote prieto, consiste en la identificación y establecimiento de las acciones que permitirán contribuir con la permanencia de la especie en el medio silvestre, éstas se encuentran agrupadas en seis estrategias de conservación (Protección, Restauración, Manejo, Conocimiento, Cultura y Gestión), e involucran acciones que van desde la generación de información que apoye la toma de decisiones, hasta el trabajo social con las comunidades aledañas al área de distribución del zapote prieto o la implementación de acciones de educación ambiental.

El programa pretende ser un documento rector a través del cual: 1) se programen y coordinen estratégicamente las acciones a implementar, 2) se conjunten los esfuerzos de conservación que hasta el momento, de manera independiente, vienen realizando las instituciones académicas y de investigación, los gobiernos municipales, estatales y federales, así como diversas ONG, 3) se optimice los recursos disponibles y 4) se asegure el alcance de las metas y objetivos planteados.

Finalmente, se espera que con la implementación del PACE: zapote prieto, se incida también en la conservación de su hábitat en “la microcuenca de Cuitzeo” y de manera particular en la Zona Sujeta a Preservación Ecológica “Manantial la Mintzita” principal fuente de abastecimiento de agua y de otros servicios ambientales de la ciudad de Morelia, lo que permitirá acrecentar el interés por la conservación de esta especie.

## II. ANTECEDENTES

El zapote prieto (*Diospyros xolocotzii*), fue descrito por primera vez en la revista Acta Botánica Mexicana del mes de abril de 1988 por Xavier Madrigal y Jerzy Rzedowski (Madrigal-Sánchez y Rzedowski, 1988). Esta planta es endémica de México y específicamente de la microcuenca de Cuitzeo, ubicándose hacia el sur y principalmente hacia el suroeste de Morelia, Michoacán en el Manantial de la Mintzita (Periódico Oficial del Estado de Michoacán, 2005; Arizaga *et al.*, 2010) donde se ubica más del 90% de su población natural (Alberto Rojas, *Com. pers.*, 2010).

Para proteger esta región, su vegetación y su fauna; el 31 de enero de 2005, se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, el decreto que anunció una nueva área natural protegida (ANP) con el carácter de Zona Sujeta a Preservación Ecológica conocida como “Manantial La Mintzita, y su zona de amortiguamiento”. El sitio protegido cuenta con una superficie de 419-60-64.62 hectáreas (Periódico Oficial del Estado de Michoacán, 2005).

Ese mismo año, las prospecciones identificaron únicamente 45 individuos sobrevivientes de la especie, según lo asentado en los estudios de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y el Instituto de Ecología, A.C (Madrigal-Sánchez, *Com. pers.*, 2007).

En 2008, el representante (Secretario Técnico) de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la H. Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, Alberto Rojas Rueda, junto con personal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (DGVVS-SEMARNAT), la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente de Michoacán (SUMA), el Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIECO-UNAM), la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), y el Instituto Nacional de Ecología INECOL A. C. unidad Pátzcuaro, realizaron la identificación, georreferenciación y caracterización de 56 árboles de zapote prieto en La Mintzita. Como resultado, se integró un documento que da fe pública de la ubicación exacta de los árboles y sus características físicas, a modo de un *acta destacada fuera de protocolo* con número 1,203, efectuada ante el Lic. Emilio Solorzano Solís, notario público número 87, del estado de Michoacán de Ocampo, el día 30 de junio de 2008.

En 2009, personal CIECO – Campus Morelia, identificó que en el norte del estado de Michoacán, existían condiciones ecológicas iguales a los sitios en los que actualmente ocurre y se desarrolla adecuadamente la especie por lo que este podría ser un buen sitio para efectuar acciones de introducción y conservación de la misma. En ese mismo estudio, se realizaron nuevos recorridos documentándose que para ese año en la Mintzita, existía un total de 54 individuos vivos más 61 zapotes en estado de plántula (Oyama *et al.*, 2009).

Aún cuando el ANP Manantial La Mintzita es un área oficialmente decretada, hasta el momento ésta no cuenta con un programa de manejo ni recursos presupuestarios para su administración, protección y vigilancia. Del mismo modo, hasta 2008 no existía un plano de ubicación georreferenciado de la población de *D. xolocotzii* respecto al polígono de dicha área. Por otra parte, la población de Morelia y de las comunidades circunvecinas a la zona, desconocían la existencia de este árbol y su estado de conservación. Lo anterior ha derivado en la carencia de interés en la conservación de la especie.

En materia de protección legal a escala nacional, en el año 2002, el zapote prieto fue inscrito en la categoría de especie “Sujeta a Protección Especial” dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2002). No obstante, cabe citar que la secretaría técnica de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la LX Legislatura del H. Congreso de la Unión (la cual operó de 2006 a 2009), encabezó una propuesta para la inclusión del zapote prieto como especie en peligro de extinción, en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Alberto Rojas *Com.*, *pers.*, 2010). Actualmente, el zapote es una especie considerada en Peligro de Extinción dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, publicada en diciembre de ese año (SEMARNAT, 2010), documento que sustituye a la norma emitida en 2002.

En el aspecto internacional, Alberto Rojas Rueda y Xavier Madrigal lideraron en 2007 y 2008 una propuesta de inclusión de la especie en la Lista Roja de Especies en Riesgo de la UICN (Alberto Rojas *Com. pers.* 2010). Esta fue aceptada e incluida en dicha lista en la versión del año 2009, no obstante, en la lista de 2010, la especie ha sido eliminada sin justificación alguna (IUCN, 2009; 2010, Arizaga *Com. pers.*, 2010).

Mediante un estudio con información recabada durante 2008, en el cual se aplicó el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER), se confirmó la necesidad de considerar a *D. xolocotzii* como una especie en Peligro de extinción (Oyama *et al.* 2009). Este estudio arrojó el mismo resultado cuando se aplicó el MER más recientemente elaborado para plantas (Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

Por otra parte, el 2 de febrero de 2009, 56.9 hectáreas del Manantial la Mintzita, fueron declaradas como un humedal prioritario a nivel internacional por la Convención Ramsar (CONANP, 2009) con el propósito de fomentar su conservación y uso racional así como de proteger los últimos individuos de zapote prieto que existen (León y Ferrer, 2009). Es importante mencionar que el manantial forma parte de la subcuenca del Lago de Cuitzeo, tributario de la Cuenca Lerma-Chapala, proporcionando alrededor del 33.09% del agua que se consume en la ciudad de Morelia. Su decreto como sitio Ramsar fue debido a su integración de los criterios 2 y 7, el primero referente a la presencia de especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas y el segundo pro sustentar una proporción significativa de las subespecies, especies o familias de peces autóctonas, etapas del ciclo biológico, interacciones de especies y/o poblaciones que son representativas de los beneficios y/o los valores de los humedales y contribuye de esa manera a la diversidad biológica del mundo (Ramsar, 1999, Ensenada.net, 2009).

### III. Descripción de la especie y problemática

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Ebenales

**Familia:** Ebenaceae

**Nombre científico:** *Diospyros xolocotzii*; Madrigal-Sánchez y Rzedowski, 1988

**Nombre común:** Zapote prieto

#### Descripción de la especie

El zapote prieto es un árbol que, en etapa adulta, mide de 4 a 7 metros de altura y posee un tronco que va de 15 a 35 cm de diámetro. Su corteza es de color café grisáceo y se muestra escamosa en la parte inferior. Es una planta dioica (presenta ambos sexos) y sus hojas son de forma cuneado-obovadas, las cuales miden de 2 a 3.5 cm de largo, con aproximadamente 1 cm de ancho. Su textura es coriácea, para evitar la desecación, el haz es más brillante que el envés y pueden estar provistas de pelusas. Las hojas tienen el ápice retuso (la punta distal con la forma de la parte superior de un corazón). El haz tiene nervaduras secundarias inconspicuas y las nervaduras secundarias del envés son poco salientes y visibles. Asimismo, la planta produce muchas flores, mecanismo que probablemente ayude a asegurar la reproducción (Madrigal-Sánchez, y Rzedowski, 1988).

Las flores se encuentran asociadas como inflorescencias fasciculadas, axilares y a veces solitarias, ubicadas en ramillas terminales. Poseen el cáliz campanulado, la corola urceolada (en forma de olla) y tienen 5 lóbulos, de color blanco-amarillento. El cáliz de las flores masculinas mide de 4 a 5 mm de largo, y de 3 a 4 mm de ancho. Se forma por cinco segmentos triangulares, con una glándula café-rojiza en el ápice, puberulenta por fuera y con pocas pelusas por dentro. La corola es de 7 a 8 mm y posee 20 estambres, que miden de 1 a 2 mm de largo, que son puberulentos y los cuales a menudo se encuentran dispuestos por pares, insertos en el tubo de la corola. Las flores crecen en pedicelos de 4 a 8 mm de largo. Las anteras son basifijas, de más o menos 2 mm de largo y con aperturas longitudinales (Madrigal-Sánchez y Rzedowski, 1988).

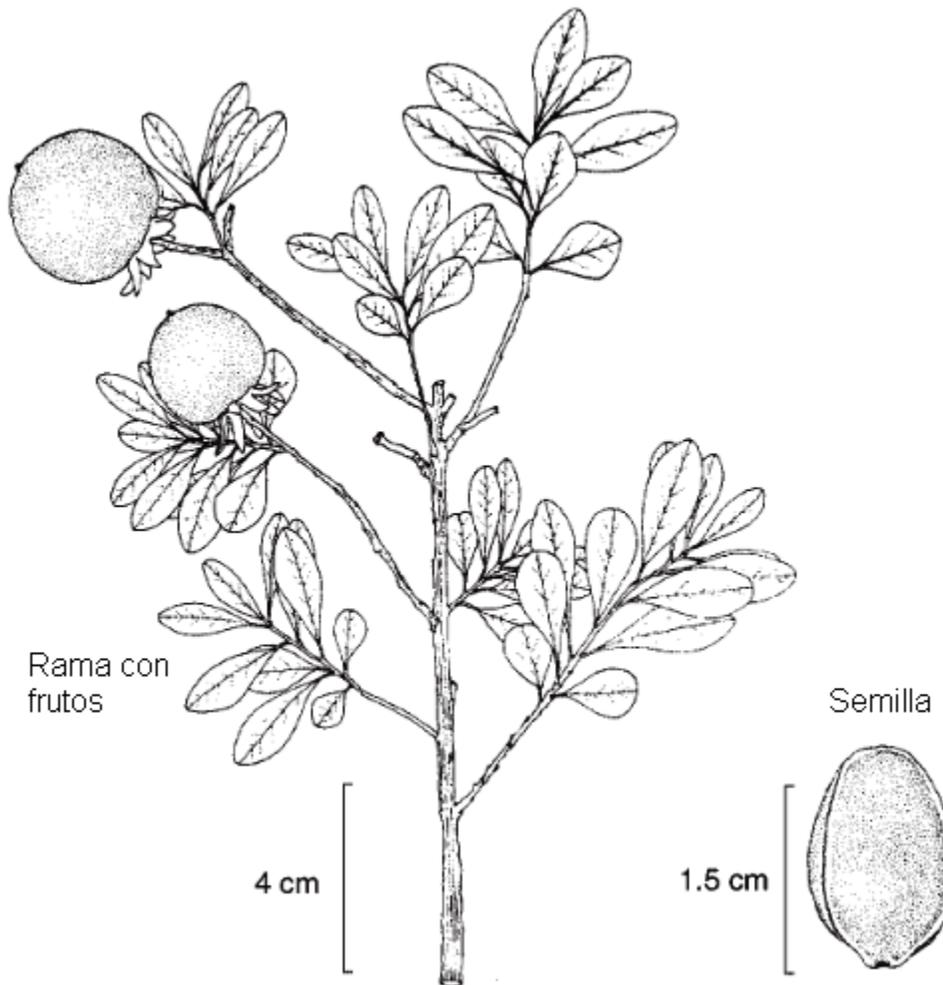


Figura 1. Ilustración: Miguel Carmona V. Tomada de: Carranza, 2000.

Las flores femeninas se encuentran en pedicelos puberulentos de 7 a 12 mm de largo. Poseen un cáliz de 7 a 10 mm de largo y de 1 a 2 cm de ancho. Este es persistente y acrescente (continúa siempre creciendo) en la fructificación y se forma por cinco a siete segmentos lanceolados (en forma de lanza) a oblongos (más largos que anchos, con los extremos redondeados), con una pequeña glándula café-rojiza en su extremo. La corola es urceolada y blanquecina, de 8 a 10 mm de largo y de 10 a 12 mm de diámetro; con

cinco a siete lóbulos ovados a suborbiculares extendidos (Madrigal-Sánchez y Rzedowski, 1988).

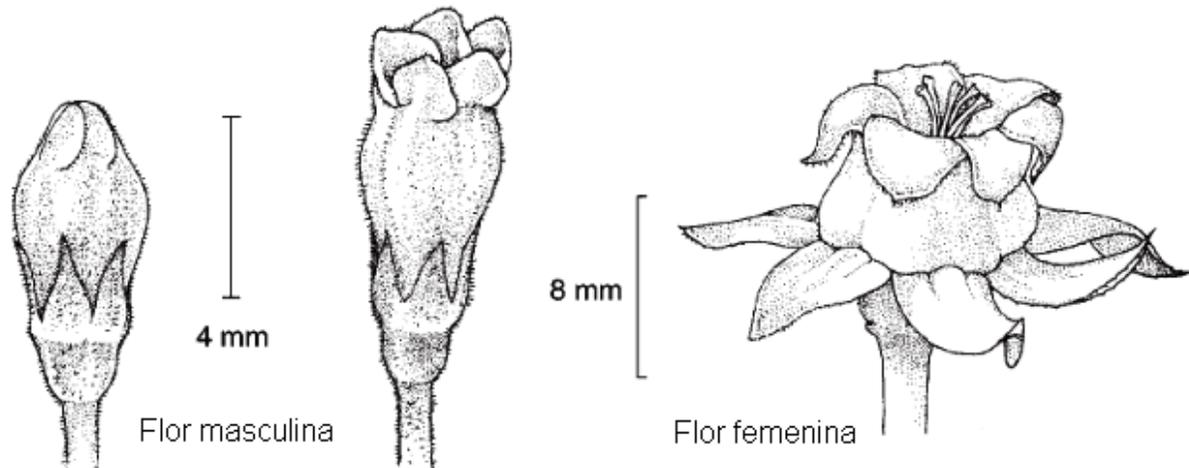


Figura 2. Ilustración: Miguel Carmona V. Tomada de: Carranza, 2000.

El ovario es globoso y sin pelusa, el estilo mide unos 4 mm de largo, dividido en la parte media en cinco a siete ramas puberulentas. Posee cinco a siete lóbulos que presentan un óvulo en cada cavidad. La base del estilo es persistente. Esta flor desarrolla un fruto subgloboso de 3 a 4.5 cm de largo y de 2.5 a 3.5 cm de diámetro. Es liso y brillante, de color café oscuro, casi negro al madurar (Madrigal-Sánchez, y Rzedowski, 1988), no posee pelusas, tiene el mesocarpio abundante y suave y es de sabor dulce. Posee de 1 a 7 semillas (Oyama *et al.*, 2011) café claro de 1.5 a 1.8 cm de largo por 1.0 a 1.1 cm de ancho en la parte media. La testa es dura, ligeramente rugosa y brillante (Carranza, 2000).

Las ramas también poseen pelusas. La madera de la planta, recién cortada, es de color amarillo, que cambia a castaño grisáceo claro con vetas más claras cuando se seca; el reducido duramen es castaño grisáceo oscuro. El olor se percibe con dificultad y es comparable al del cuero curtido. Su sabor es ligeramente amargo. La textura es de fina a mediana y se trata de madera dura y muy pesada (Guridi-Gómez y García-López, 1998).

Recientes investigaciones han arrojado nuevas descripciones del zapote prieto. De acuerdo a estudios fenológicos realizados en 2008, se corroboró que se trata de una especie perennifolia y no caducifolia como había sido descrita originalmente (Oyama *et al.*, 2011). La defoliación que sufre la planta parece ser resultado de invasiones de hormigas arrieras (*Atta* sp.), cuya actividad depredadora inclusive afecta de forma negativa la reproducción de la misma planta al ser cosechados tanto botones florales como flores funcionales (Sánchez-Atanacio, 2009; Arizaga *et al.*, 2010a).

En relación con la polinización, estudios recientes realizados en marzo de 2010, muestran que la frecuencia de visita de potenciales polinizadores es muy escasa, siendo las abejas exóticas (*Apis mellifera*) las más frecuentes. Su presencia sólo ha sido corroborada entre las flores estaminadas y muy esporádicamente entre las flores pistiladas. Por otro lado, polinizaciones manuales para inducir la fecundación han resultado fallidas. Al parecer, el grano de polen muestra una viabilidad muy reducida, ya que con las flores estaminadas maduras no se ha logrado fecundar la flor pistilada. Lo anterior sugiere que posiblemente recién inicia la dehiscencia (apertura y liberación del polen) de las flores estaminadas, es cuando el polen es viable y con el potencial de polinización, siendo el momento en el que debe de ser transportado hacia las flores pistiladas, por lo que el vector más idóneo debe de ser el viento, (cuya presencia es más constante que la de los insectos). Por lo tanto, la polinización en esta especie parece corresponder al tipo anemófila (Arizaga, *Com., pers.*, 2010).

No se conocen a detalle datos como la natalidad, mortalidad, genética de poblaciones y vectores de polinización de esta especie. El Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM está concluyendo los estudios sobre la genética poblacional y la dinámica de establecimiento de plántulas bajo condiciones naturales en el Manantial de la Mintzita (Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

Se ha estimado que los individuos pueden alcanzar hasta los 130 años de edad (Rojas, 2008).

### **Distribución**

El zapote prieto es endémico de México y su presencia ha sido registrada en tres localidades diferentes (Arizaga *et al.*, 2010). La primera, descrita como la localidad "original", se ubica en el noreste del Estado de Michoacán de Ocampo, y es conocida como manantial de "La Mintzita". Se localiza 10 km al Suroeste de la capital del estado: la ciudad de Morelia, y forma parte de la subcuenca del Lago de Cuitzeo, al igual que las otras dos. Pertenece geopolíticamente al municipio de Morelia el cual se encuentra dentro de la Región y Provincia Fisiográfica correspondiente al Eje Volcánico Transversal y a la Subprovincia Mil Cumbres (INEGI, 2000). La población de zapote prieto de este sitio se encuentra dividida en dos grupos, uno hacia el Norte y el otro hacia el Sur, separados por el manantial natural de la zona. En ambos sitios, los individuos guardan entre sí distancias muy variables que van desde 1m hasta 1566m con una media de  $434 \pm 3.13$  m (Oyama *et al.*, 2009; Sánchez-Atanacio, 2009). El área que ocupa la especie en La Mintzita es de aproximadamente 7 hectáreas (Oyama *et al.*, 2011).

A finales de 2009 se encontraron las otras dos localidades (Arizaga *et al.*, 2010). La primera se ubica en Santa María de Guido. Esta se halla a 2 km de Morelia, hacia el sur. Se trata de una población que en el pasado reciente (hace cerca de 80 años) formaba parte del matorral subtropical de esta localidad. Sin embargo, por el crecimiento humano del pueblo de Santa María de Guido, el matorral fue eliminado junto con todos sus demás elementos florísticos, para dar paso al crecimiento urbano, dando por resultado prácticamente su extinción local. En la actualidad sólo hay dos individuos masculinos relictos (Arizaga *et al.*, 2010; Torres *et al.*, 2010). La otra población se ubica en Las Pilas, Guanajuato, hacia el norte de la Cuenca de Cuitzeo. Se trata de una población aparentemente en buen estado de conservación, aunque igualmente hay perturbaciones antrópicas que aparentemente no están comprometiendo su preservación. Sin embargo, habrá que desarrollar su estudio básico para determinar el grado de conservación, la estructura poblacional y su distribución local (Arizaga *et al.*, 2010; Torres, *et al.*, 2010).

Con base en estos resultados, se puede concluir que *D. xolocotzii* es una especie microendémica de la Cuenca de Cuitzeo con tres poblaciones encontradas hasta la fecha. Sin embargo, una de estas poblaciones ya está prácticamente extinta localmente debido a diversos factores de tipo antrópicos, los cuales parecen estar repitiéndose en la localidad La Mintzita, lo que puede conllevar al mismo proceso en un futuro próximo (Arizaga, *Com., pers.*, 2010).

No existen datos sobre la distribución histórica de la especie (Oyama *et al.*, 2009). La información más antigua corresponde a la citada por Madrigal y Rzedowski en 1998, donde indicaron que la superficie total de distribución de la misma era de aproximadamente 10 hectáreas, al encontrarse únicamente 10 árboles de zapote prieto. Por ello, se considera que la especie tenía ya en estas fechas, una distribución muy restringida.

En 2007, se estimó que la superficie total de distribución de la especie no era mayor a 10 ha (Carranza, *Com. pers.* 2010). Estudios posteriores realizados en 2008 mostraron que la población estaba distribuida en una superficie aproximada de 67 ha, aunque la mayoría estaba concentrada en un área que no abarcaba más de 10 ha. La altitud del área de su distribución oscilaba entre los 1,930 y los 1,950 m s.n.m. (Oyama *et al.*, 2009). No obstante, los resultados más recientes realizados en junio de 2010 evidencian que ésta área de distribución total es cercana a las 200 ha, mientras que el 75% de los genets (colonias clonales) están concentrados en un área aproximada a las 20 ha (Arizaga *et al.*, 2010b), dentro de la región de la Mintzita.

Las coordenadas extremas del polígono del ANP Manantial La Mintzita y su área de influencia, son: 19° 37' 39.4'' - 19° 40' 1.4'' de latitud Norte y 101° 15' 22.2'' - 101° 17' 00'' de longitud Oeste (Medina *et al.*, 2007). El manantial, parte de la subcuenca del Lago de Cuitzeo, es tributario de la Cuenca Lerma-Chapala en el Estado de Michoacán. Colinda al Norte con pequeños asentamientos de San Isidro, al Sur con Uruapilla, el Este con la Tenencia Morelos y Cointzio, al Oeste con Lomas de Divisadero, San Antonio Parangueo y al Noroeste con San Lorenzo Itzícuaru (Arizaga *Com. pers.*, 2010; Medina *et al.*, 2007). La delimitación propuesta está hecha con base a criterios de protección de un humedal de agua dulce rodeado por una zona de vegetación terrestre con especies arbóreas de distribución muy restringida y poblaciones reducidas. El polígono del Área Natural Protegida de jurisdicción estatal, decretado el 31 de enero de 2005 bajo la categoría de Zona Sujeta a Preservación Ecológica, incluye 419.6 hectáreas. Abarca en su interior numerosas tierras de cultivo, los asentamientos humanos que ya existían antes de la declaratoria, el espejo de agua, la zona de humedales, nacimientos de agua, bosque de pino bosque de pino-encino, (Daniel Díaz, *Com. Pers.*), matorral subtropical (o bosque tropical caducifolio), bosque de galería, vegetación acuática y subacuática (Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. 2005).

Desafortunadamente la poligonal del ANP no cubre diversas zonas de interés prioritario de la región, incluyendo a extensas áreas que actualmente se encuentran totalmente degradadas por actividades agropecuarias y urbanas así como algunos individuos reproductivos de *D. xolocotzii* encontrados recientemente (Figura 3; Arizaga *et al.*, 2010b). Asimismo no hace referencia a la zona de recarga de acuíferos, definida por el Servicio Geológico Mexicano (2008) como la parte oriente del "Cerro del Águila". Cabe mencionar que de esta no existe un estudio de la cantidad de agua capaz de mantener el funcionamiento, composición y estructura del humedal en condiciones naturales (caudal mínimo ecológico), y mucho menos para asegurar el abasto de la cantidad de agua que recibe la ciudad de Morelia procedente de este sitio (SUMA, *Com. pers.*).

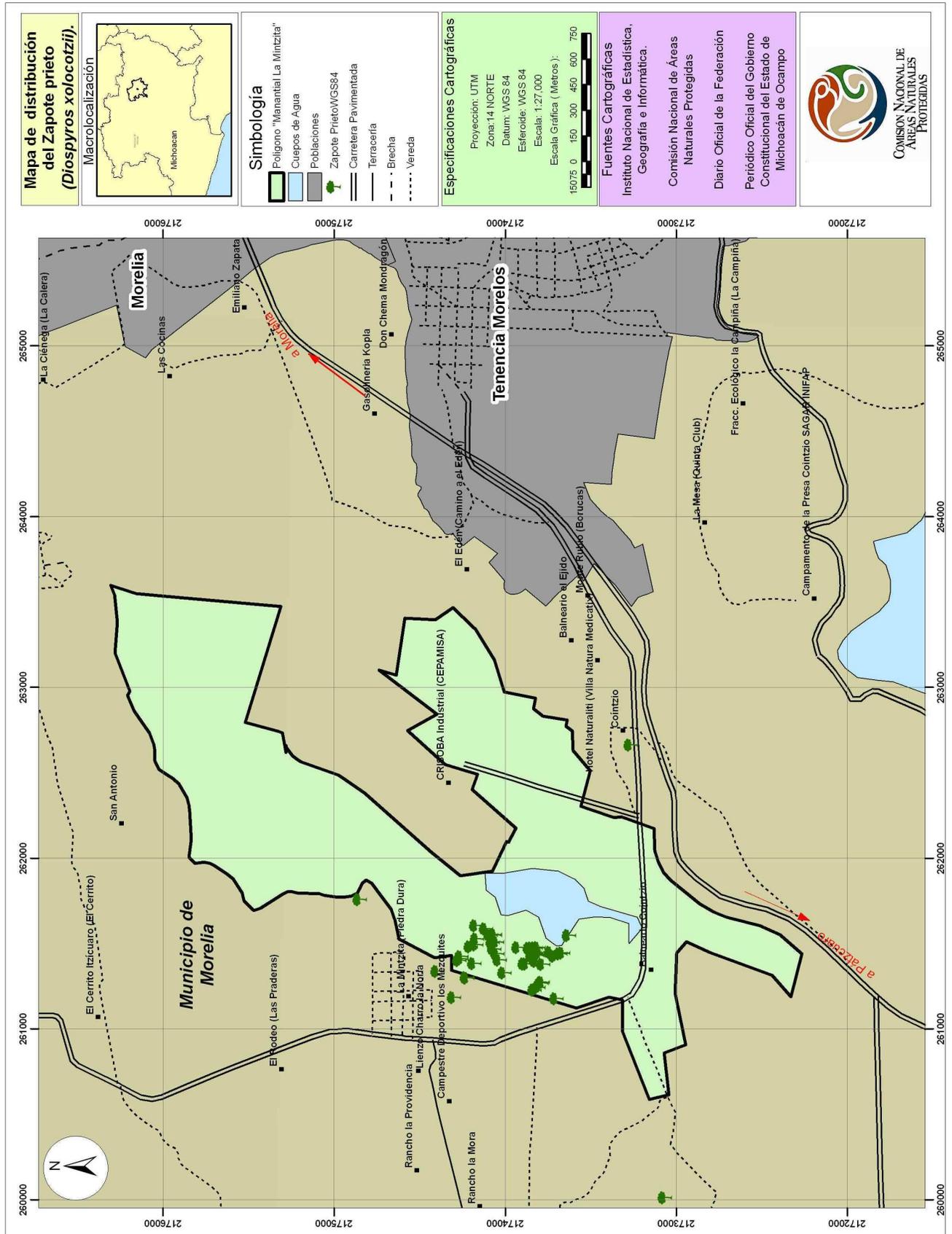


Figura 3. Distribución espacial de la población de *D. xolocotzii*. Fuente: (Arizaga et al. 2010b).

En lo que respecta a la distribución potencial, como se mencionó en los antecedentes de este documento, Ken Oyama y colaboradores (2009) así como Sánchez-Atanacio (2009) encontraron que todos los sitios en donde se hallan las mismas condiciones ambientales para el zapote prieto, se localizan hacia el norte de Michoacán, lo que consideran, implica realizar futuros trabajos de exploración para localizar nuevas poblaciones silvestres de *D. xolocotzii*.

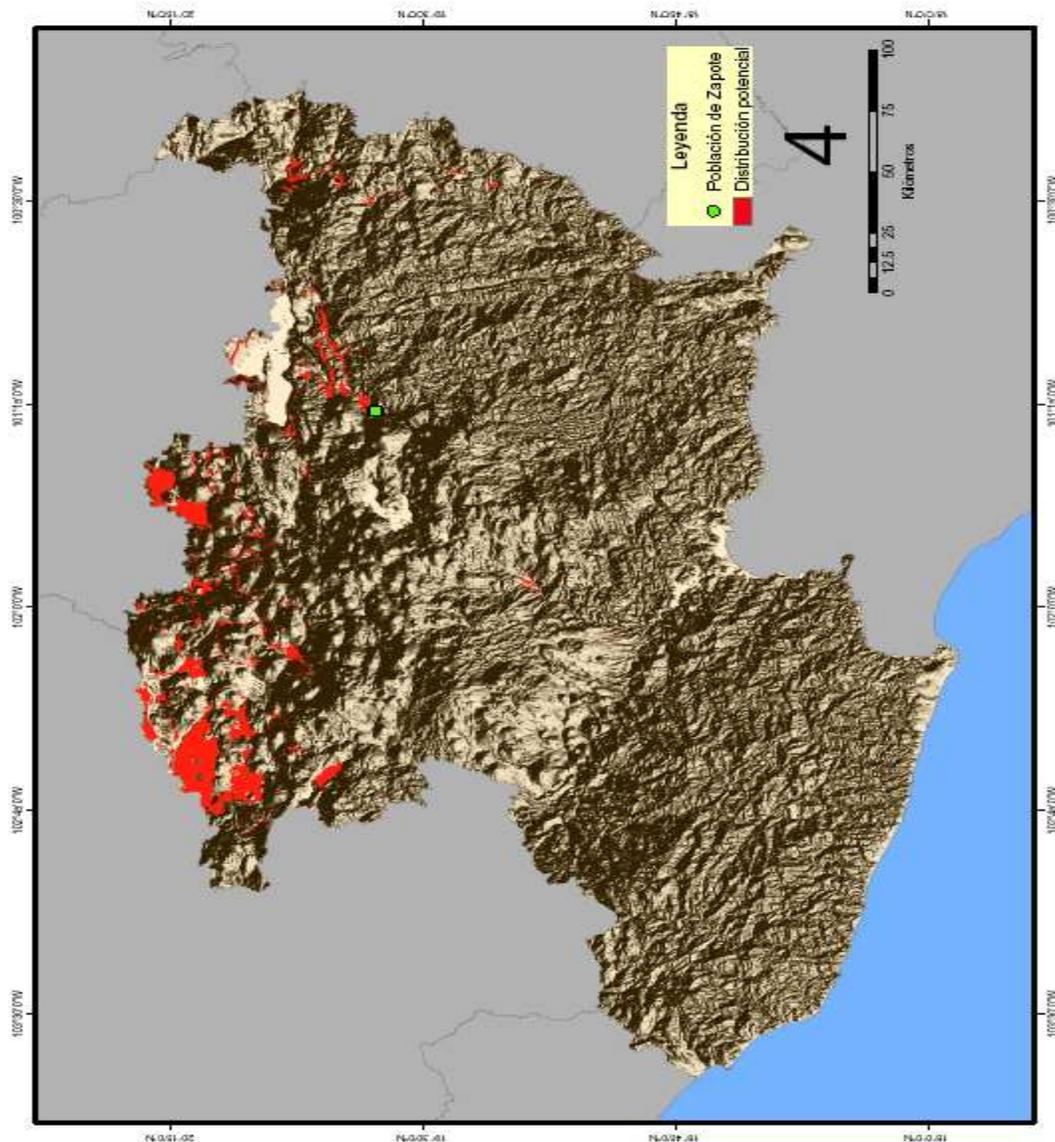


Figura 4. Distribución potencial del zapote prieto para Michoacán. Fuente: Oyama *et al.*, 2011.

## Reproducción

La especie se reproduce por semilla y también presenta reproducción vegetativa por brotes del tocón y de raíz. Las plantas presentan sexo de modo que hay individuos masculinos y femeninos. Se ha registrado que la floración de estas plantas ocurre desde la última semana de febrero hasta la primera semana de junio (flores femeninas) y desde

mediados de febrero hasta inicios de junio (flores masculinas). La efectividad reproductiva de las flores es baja observándose que la ventana de polinización tiene una duración aproximada de 15 semanas, que va desde inicios de marzo hasta la primera semana de junio (Oyama *et al.*, 2009; Sánchez-Atanacio, 2009). No obstante, se presenta una sincronía en el 94% del tiempo que dura la fase de receptibilidad entre las flores pistiladas y la fase de donación de polen entre las flores estaminadas (Oyama *et al.*, 2011). Estos autores indican que durante la temporada 2008 – 2009 se detectó la depredación del 12% de las flores pistiladas y/o primordios por parte de hormigas arrieras.

Los frutos comienzan a producirse durante la tercera semana de marzo y terminan hasta finales de la primera semana de julio, madurando desde la segunda semana de julio y finalizando durante el mes de febrero (Oyama *et al.*, 2011). Estos son consumidos por hormigas y aves (Oyama *et al.*, 2009; Sánchez-Atanacio, 2009) aunque de manera cualitativa se observó que esta depredación es muy reducida, y no compromete la capacidad de reproducción de la especie (Oyama *et al.*, 2011).

Se ha identificado que el número de semillas por fruto fluctúa entre uno y cinco, considerándose en ocasiones, 3 como el promedio (Madrigal-Sánchez. *Com pers.*, 2007; Arizaga *et al.*, 2010a) y el tiempo entre la floración y la maduración del fruto es de aproximadamente seis meses.

Para el periodo reproductivo de 2008, la población de la Mintzita estaba conformada únicamente por 9 hembras reproductivas, pero una de ellas sucumbió por el fuego en ese mismo año y murió. Sólo dos hembras fructificaron (Sánchez-Atanacio, 2009). Ese año, la hembra más robusta, un individuo maduro, de 6.5 metros de altura y de 10 metros de cobertura (Oyama *et al.*, 2011), produjo 1,114 frutos fértiles, mientras que la cantidad de semillas por fruto, en promedio fue de 4.5. Lo que significa que esta hembra produjo 5,011 semillas fértiles. La otra hembra, un individuo joven de 2.4 m de altura y 2m de cobertura, cuya vida reproductiva está en su inicio (Oyama *et al.*, 2011), produjo sólo 30 frutos lo que significa que su fecundidad fue de sólo 135 semillas (Sánchez-Atanacio, 2009; Arizaga *et al.*, 2010a). Para 2009 fueron tres hembras las que lograron producir semillas (Arizaga *et al.*, 2010a).

Por tratarse de una especie dioica, la población está conformada por individuos machos, hembras e individuos inmaduros o indefinidos. En el año 2008 se encontró que, el 43% de la población de la Mintzita correspondía a individuos sexualmente maduros. De ellos, el 29% eran masculinos (16 individuos) y el 16% eran femeninos (9 individuos) más recordemos que una hembra murió durante ese año. El porcentaje restante (55%) fueron

individuos indefinidos. Lo anterior indica que la proporción de sexos es desigual, ya que por cada dos plantas masculinas en esta localidad, hay prácticamente una planta femenina; es decir, se observó una proporción 1.7:1. Con respecto a la reproducción vegetativa, se ha observado que incluso los individuos jóvenes, con sexo indefinido, pueden producir plantas hijas (Oyama *et al.*, 2009, Sánchez-Atanacio, 2009).

En el periodo reproductivo de 2009, se encontró una nueva hembra en esta localidad; por lo tanto la cantidad de individuos reproductivos femeninos fue nuevamente de 9. Para ese año, 5 hembras entraron en fase de fructificación pero aún se considera como incierta su fecundidad, ya que es común la formación de frutos partenocárpicos, por lo que es necesario esperar hasta que alcancen su madurez y los frutos puedan cosecharse para efectuar su caracterización (Arizaga *et al.*, 2010a).

Estudios recientes evidencian que la fecundidad de la especie es muy variable. Arizaga y colaboradores (2011) refieren que en la temporada 2008 esta fue del 7% debido probablemente a dos factores: Uno de ellos pudiera ser la falta de polinización de flores, lo que ha de causar un alto porcentaje de frutos infértiles o su transformación a frutos partenocárpicos. Otra causa pudiera ser la depredación de flores y frutos.

Según resultados de los análisis realizados en el Laboratorio de Germoplasma de la Comisión Forestal de Estado de Michoacán (COFOM), los valores de germinación de las semillas colectadas de tres árboles por Xavier Madrigal Sánchez, varían de 80 al 100%, mientras que el porcentaje de germinación en vida libre es de 50 a 80%. Sin embargo no hay estudios más concretos sobre este tema.

## **Hábitat**

La localidad en donde se encuentra el zapote prieto se ubica aproximadamente a 1,950 metros sobre el nivel del mar y se trata de un relieve accidentado conformado primordialmente por roca basáltica. De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988); el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano Cb (w1) (w) (Muzquíz, 1989) y la temperatura promedio anual es de 17.6°C. Por su parte, la precipitación en el municipio de Morelia, oscila entre los 700 y los 1000 mm, con lluvias invernales máximas de 5 mm (SlideShare, 2011).

El tipo de vegetación predominante en el municipio de Morelia corresponde al matorral subtropical, al bosque de pino-encino y al bosque mesófilo de montaña (Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, 2005). La comunidad vegetal está compuesta por arbustos o árboles bajos, inermes o espinosos, la cual se

desarrolla en una amplia zona de transición ecológica entre la selva baja caducifolia y los bosques templados (de encino o pino-encino) y matorrales de zonas áridas y semiáridas (Oyama *et al.*, 2009; Sánchez-Atanacio, 2009). Aquí, abundan las especies de nogalillo (*Cedrela dugesii*), especie sujeta a protección especial y el colorín (*Erythrina coralloides*), especie amenazada. Otras especies arbóreas asociadas con el zapote prieto son la mora (*Morus celtidifolia*), el capulín blanco (*Ehretia latifolia*), el chivillo (*Zanthoxylum affine*), el zapote blanco (*Casimiroa edulis*), la palma (*Yucca filifera*), el pochote (*Ceiba aesculifolia*), el Granjeno (*Condalia velutina*), el cuáquil (*Celtis caudata*), el olivo (*Forestiera phyllireoides*), el encino (*Quercus glaucooides*), el aguacatillo (*Cinnamomum pachypodum*), los nopales (*Opuntia* spp.), la palmeadora (*Acnistus arborescens*), la hierba del zopilote (*Cestrum lanatum*), el copal (*Bursera cuneata*) y la borreguilla (*Bursera fagaroides*), entre otras y se incluyen también elementos de vegetación secundaria, que es una característica del grado de perturbación en el lugar, destacando el Huizache (*Acacia farnesiana*), el Casahuate (*Ipomoea murucoides*) y la Higuierilla (*Ricinus communis*) (Oyama *et al.*, 2009).

En el Bosque de galería, que se observa siguiendo los cauces de diversos canales en la zona de Tenencia Morelos hacia el manantial, destacan elementos de fresno (*Fraxinus uhdei*), el sabino (*Taxodium mucronatum*) y el sauce (*Salix bonplandiana*). En las áreas pantanosas de la presa y el manantial de La Mintzita, se identifican elementos de vegetación acuática y subacuática, como la chuspata (*Typha angustifolia*), el carrizo (*Phragmites australis*), el lirio acuático (*Eichcornia crassipes*), el tule (*Cyperus* spp.), y el tule Tambácuaro (*Nimphaea mexicana*) (SUMA, 2003; Madrigal-Sánchez y Guridi-Gómez, 2002).

En la zona destaca la presencia de elevaciones que señalan la actividad volcánica en el pasado, dando origen a extensos valles, ciénegas y sierras importantes. La Mintzita es un embalse natural, cuyo almacenamiento está formado por una serie de manantiales y cuya agua es utilizada para surtir a la ciudad de Morelia, así como a los poblados vecinos y a la industria papelera (CRISOBA; Ferreira, 1995).

Al parecer el zapote prieto tiene como requerimientos ecológicos naturales, ambientes semitropicales, coexistiendo con otras especies arbóreas y formando una estructura moderadamente densa, prefiriendo suelos profundos y muy pedregosos (Oyama *et al.*, 2009). No obstante, esta ubicación puede igualmente ser el resultado de la eliminación de árboles de los lugares planos que han sido transformados con fines agropecuarios (Arizaga, comunicación personal, 2010).

## Diagnóstico poblacional

Durante la descripción de *Diospyros xolocotzii* en 1988, Madrigal-Sánchez y Rzedowski (1988) contabilizaron 20 individuos en la población de la Mintzita, con sólo 8 reproductivos y el resto aún juveniles (Tabla 1). De acuerdo con los estudios de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y el Instituto de Ecología, A.C., realizados en el año 2005, la población de esta especie se calculó en sólo 45 individuos distribuidos en reductos de vegetación original dentro de un área severamente fragmentada de matorral subtropical. De los 45 individuos, se hallaron 21 en edad reproductiva ( $\geq 2.0\text{m}$  de altura aprox.) y 24 correspondían a renuevo, aparentemente algunos a partir de semilla y la mayoría a brotes de la base del tallo o de raíz. De los 21 individuos adultos, 9 eran plantas femeninas y 2 eran masculinas. En los 10 restantes, el sexo no pudo ser identificado porque no presentaban estructuras reproductoras (Madrigal-Sánchez, *Com. pers.*, 2007).

No obstante, en 2005 un boletín de prensa aseveró que la población estaba conformada por 36 individuos. Para 2006 y 2007, otras notas periodísticas anunciaban el decrecimiento de la población a 34 individuos como consecuencia de la muerte de 2 individuos por factores antrópicos. Un año después, como se mencionó en los antecedentes del presente documento, un equipo multidisciplinario realizó un censo poblacional *in situ* en el Manantial de la Mintzita en el que se detectaron 56 individuos (Tabla 1).

Actualmente sabemos que se trata de una especie clonal que se propaga tanto por medios vegetativos (clonación) a nivel de la base de las raíces y tallos, como por medio de semillas que dan origen a las plántulas. Los propágulos vegetativos o clones son conocidos dentro de la ecología poblacional como ramets, mientras que los individuos derivados de la reproducción vía semillas, se denominan genets (Arizaga, comunicación personal, 2010). Por lo tanto, desde 2009 comenzó a usarse este criterio, y a contar a los propágulos en toda el área de distribución de la especie, de manera que el censo poblacional evidenció que la población estaba formada por 121 individuos (Tabla 1).

Finalmente, en 2010 se encontraron nuevos registros de individuos y se censaron a todos los individuos reconociendo en cada uno de ellos su origen (genet o ramet), así como su género (femenino, masculino o no reproductivo). El resultado fue que se reconocieron 55 génetes y 163 ramets, lo que da como resultado una población formada por 218 individuos (Tabla 1).

No obstante, estas cifras no son estáticas en el tiempo debido a los daños que potencialmente pueden sufrir los individuos de zapote prieto, principalmente por factores de tipo antrópico, además de potenciales reclutamientos. De esta manera, se ha reportado la muerte de ejemplares debido al fuego antrópico, como parte de las actividades culturales de roza, tumba y quema que se practican dentro de las áreas agrícolas. Asimismo, a mediados de 2010 y fuera del censo poblacional del año en referencia, se encontró que durante la limpieza de un canal, se han dañado severamente varios ramets que crecen al costado del mismo, lo que puede conllevar a reducir las categorías de tamaño de los individuos o incluso hasta ocasionar su muerte, lo que no ha sido cuantificado. Lo anterior sugiere que debería monitorearse periódicamente la población silvestre (Arizaga *et al.*, 2010).

En relación con la estructura sexual, las cantidades han variado con el tiempo, como resultado de los diferentes enfoques poblacionales reconocidos (especie convencional vs especie clonal) y del hallazgo de nuevos individuos reproductivos. Los estudios más recientes (periodo reproductivo de 2010) evidencian que la cantidad total de individuos femeninos es de 21, que corresponden a 12 genets. Para el caso de los individuos masculinos, hay 27 individuos que corresponden a 13 genets. Lo anterior muestra la gran desproporción que hay a nivel de ramets, sobresaliendo los individuos masculinos sobre las hembras, aunque a nivel de genets la proporción es muy similar (Tabla 1; Arizaga *et al.*, 2010; Arizaga, *Com. pers.* 2010).

Con respecto a la forma de vida, el 49% de los individuos son arbustivos (0.26-2.0 m de altura), el 38% muestran una forma mas o menos arbórea (>2.0 m de altura), mientras que el 13% restante son plantas pequeñas (<25 cm de altura) y no se puede discernir con claridad si se tratan de genets o ramets (Arizaga *et al.*, 2010).

Por otro lado, el CIECO- UNAM cuenta con un banco de plántulas del zapote prieto derivadas de los estudios de la biología de la germinación y propagadas a partir de semillas colectadas en el área de distribución de la especie. Las cifras más recientes (provenientes de junio de 2010) indican que se tienen 439 plantas de 1 a 5 años de edad, el 87% de ellas son plantas juveniles de 1 y 2 años de edad (Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

Con fines de investigación el CIECO ha donado y/o facilitado un total de 27 plántulas entre el Laboratorio de Cultivo de Tejidos del Instituto de Biología de la UNAM, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y el Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, así como 15 plántulas donadas a la Comunidad y la Escuela Primaria local de la Mintzita (Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

Asimismo, el CIECO está cuantificando de manera experimental la capacidad de reclutamiento *in situ* del zapote prieto en la Mintzita bajo diferentes condiciones microambientales. Después de un año de monitorear la sobrevivencia de las plántulas, se han presentado numerosos decesos. No obstante, a la fecha (septiembre de 2010) hay 15 nuevas plántulas en la población que aún están en fase de reclutamiento en su hábitat natural en el Manantial de la Mintzita. Esto significa que la población se ha incrementado hasta 233 individuos, con 15 nuevos genets que robustece las acciones inmediatas para su conservación *in situ* (Tabla 1; Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

**Tabla 1. Cronología del conocimiento de la estructura Poblacional de *Diospyros xolocotzii* en el Manantial de la Mintzita, Michoacán.**

Año	Género (total de inds)			Origen		Individuos muertos	Totales de Individuos	Cita
	♀	♂	Indef	Genets	Ramets			
1988	5	3	12	-	¿	-	<b>20</b>	Madrigal-Sánchez y Rzedowski, 1988.
2005	-	-	-	-	-	-	<b>36</b>	Martínez, E. 2007.
2006	-	-	-	-	-	-	<b>34</b>	Anónimo, 2006; Martínez, E. 2007.
2007	-	-	-	-	-	2	<b>34</b>	Anónimo, 2007.
2008	9	16	31	-	-	2	<b>58</b>	Rojas, R.A. 2008.
2009	9	16	31	¿	65	2	<b>121</b>	Sánchez-Atanacio, 2009.
2010	21	27	170	55	163	6	<b>218</b>	Arizaga <i>et al.</i> , 2010.
2010 <sup>b</sup>	21	27	185	70	163	6	<b>233</b>	Arizaga <i>com. pers.</i> , 2010.

(-) = sin información. (¿) = datos imprecisos. (2010<sup>b</sup>) = Derivado de un estudio de reintroducción *in situ* en curso.

Fuente: Arizaga, S., F. Sánchez-Atanacio, E. Vega y J. Martínez-Cruz. 2010.  
Ecología poblacional de *Diospyros xolocotzii*. Manuscrito en preparación.

### Parámetros alométricos

En el periodo reproductivo 2008-2009, la población de la Mintzita fue sometida a un estudio para determinar las características morfométricas de los zapotes existentes en cuanto a sexo, altura, diámetro y cobertura (Oyama *et al.*, 2011). De los 9 árboles

hembras, 16 árboles machos y 30 juveniles, de sexo sin definir, que existían en ese momento, se reportaron en resumen los siguientes datos relevantes:

Altura: El 32% de la población se componía por individuos juveniles pequeños (< 2 m), el 40% correspondía a individuos adultos chicos (2-4 m), las plantas adultas medianas (de 4-6 m) equivalían al 17% y el 11% restante eran plantas adultas grandes (6-8 m).

Diámetro a la altura del pecho: 78% de la población eran individuos con diámetros pequeños (<5 cm) y 22% poseían diámetros de entre 10 y 50 cm.

Cobertura: El 52% de la población presentaba una cobertura menor a 2 metros. Para el 39%, este dato fue de 2-5 metros y sólo el 9% de los zapotes tuvieron coberturas grandes (de 7 a 10 metros).

Es importante citar que los árboles femeninos mostraron un tamaño significativamente mayor, con respecto a los individuos masculinos y juveniles (Oyama *et al.*, 2011).

**Tabla 2. Valores promedio y error estandar de algunos parámetros alométricos entre los individuos de *D. xolocotzii*, según su género.**

INDIVIDUOS	DAP (Cm)	ALTURA (Cm)	COBERTURA (Cm)
Femeninos	19.46 ± 3.64	496.56 ± 55.85	519.11 ± 81.34
Masculinos	11.81 ± 3.01	392.75 ± 30.97	334.25 ± 51.77
Indefinidos	5.06 ± 0.91	190.78 ± 19.26	128.92 ± 15.33

Fuente: Oyama *et al.*, 2011.

### Genética

Durante el año 2011, personal del CIECO desarrolló un proyecto en el que se describió el grado de parentesco que presentan 20 árboles de la Mintzita con la finalidad de poder establecer esquemas óptimos de entrecruzamiento entre ellos, tomando en cuenta su edad y su distanciamiento (Oyama *et al.*, 2011). El estudio demostró que existe una posibilidad de que estos árboles presenten poliploidías en sus cromosomas (más de 3 juegos de cromosomas en una sola célula), lo que abre la posibilidad de que la especie pudiera tener mayor variabilidad genética, de tal manera que la descendencia de estos árboles cuente con mayores probabilidades de sobrevivencia, incrementándose la posibilidad de recuperar a la especie a partir de una población pequeña.

### Evaluación de riesgo

Finalmente, cabe citar que durante 2010 y 2011, el equipo de Oyama y colaboradores (2011) aplicaron el Método de Evaluación de Riesgo (MER) para diagnosticar el estado de conservación de la especie. Los parámetros evaluados fueron la distribución (catalogada como restringida), el hábitat (descrito como limitante), la vulnerabilidad biológica (determinada como alta) y el impacto (considerado también alto). Las calificaciones asignadas a cada parámetro arrojan un resultado MER = 13, lo que posiciona al zapote prieto como una especie en Peligro de Extinción, situación concordante con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

### **Importancia de la especie**

El zapote prieto sirve como alimento para la fauna silvestre. Así también se sabe que pocas personas de la localidad colectan el fruto para su consumo. Desde el punto de vista antrópico, el zapote prieto es potencialmente un árbol frutal silvestre comestible que apenas es conocido por gente de la tercera edad, siendo ellos quienes han consumido los frutos. La gente adulta y joven que tiene pocos años de haber arribado a la zona la desconoce por completo. Aparentemente, esto es la causa de su desaprovechamiento (Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

Estudios bromatológicos (de los alimentos) muestran que el fruto de *D. xolocotzii* tiene mayor valor nutricional que *D. digina* que es el zapote domesticado que normalmente esta en el mercado. Este valor nutricional se refiere a un mayor aporte de proteínas, carbohidratos y minerales (Sánchez-Atanacio, 2009).

La madera del zapote prieto es dura y con una veta muy atractiva, situación típica de especies del género *Diospyros*, que comprende al ébano (*D. ebanaster*), que produce una madera muy conocida. De tal manera, la especie podría convertirse en un recurso de importancia forestal (Arizaga *et al.*, 2011).

En relación con la ecología, *D. xolocotzii* es una especie que está inserta en un conjunto de interesantes interacciones bióticas: Forma parte de la cadena trófica de algunos insectos a través de la interacción conocida como herbivoría. En este sentido, la planta es consumida por dos tipos de orugas de lepidópteros que se alimentan de las hojas. En las flores estaminadas abundan los escarabajos pertenecientes a la familia Staphilinidae. Algunas aves consumen parcialmente la pulpa (mesocarpio) de frutos maduros, mientras que las hormigas del género *Atta* cosechan hojas, flores y primordios de frutos para cultivar los hongos de los que se alimentan. Otro de los depredadores de hojas presentes son los chapulines (Sánchez-Atanacio, 2009; Arizaga *et al.* 2010a). En la población más conservada (al Norte de la Cuenca de Cuitzeo) se han encontrado

evidencias indirectas del consumo de los frutos maduros por parte de mamíferos medianos (posiblemente zorras y/o tejones) a través de semillas vistas en sus heces (Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

Por otra parte, el zapote es hospedero de otro conjunto de especies que encuentran en él las condiciones idóneas para sobrevivir sin afectarlo (comensalismo). El árbol sostiene a algunas plantas epífitas que viven tanto en la corteza (al menos dos especies de líquenes y una especie de tilansia) como entre las ramas (tilansias). Por otro lado, es soporte de al menos dos especies silvestres de bejucos, ambos con potencial alimenticio manejados de manera no sustentable por la gente local (Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

Entre las interacciones mutualistas, destaca la presencia de micorrizas entre las raíces del zapote, lo que probablemente le confiere a la planta la ventaja de facilitar la obtención de minerales nutritivos a través de las hifas del hongo quien igualmente se beneficia de esta interacción biótica (Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

Finalmente es el hábitat temporal de otras especies como el caso de lagartijas que seguramente usan el árbol tanto para protegerse de los depredadores como para buscar su alimento. Otro ejemplo son varias aves que se perchan entre sus ramas (Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

En relación con los servicios ecosistémicos que presenta, es obvio que su importancia radica en la fijación de CO<sub>2</sub> y liberación de O<sub>2</sub>, infiltración del agua, mitigación de la erosión del suelo y en la creación de un microclima más agradable (Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

### **Importancia del área**

Desde el siglo XX, La Mintzita ha sido un importante sitio de recreación familiar y a partir de las década de 1950, se convirtió en una de las principales zonas de abastecimiento de agua potable para las poblaciones cercanas (incluyendo, por supuesto a la Ciudad de Morelia) así como de la industria papelera CRISOBA (Medina *et al.* 2007). Este sitio es uno de los pocos refugios de fauna acuática endémica en la Cuenca Lerma-Chapala que aún existen (Zubieta *com. pers.* 2010).

La Zona Sujeta a Preservación Ecológica (ZSPE) manantial La Mintzita, es un sitio de gran importancia por los numerosos servicios que sus ecosistemas proporcionan a la ciudad de Morelia. Siendo un área con una problemática social y económica compleja que

funge como una de las principales fuentes de abastecimiento de agua potable al municipio (Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, 2004), el manantial La Mintzita es el que mayor cantidad de agua proporciona: 1,041.11 litros por segundo, que representan el 33.09% del agua que consume la ciudad de Morelia, un volumen mayor que el que aporta incluso la Presa Cointzio con 834.87 litros por segundo, que representa el 26.53% del agua que llega a la ciudad (H. Ayuntamiento de Morelia, 2009).

En el manantial existen cinco familias de peces con 13 especies, de las cuales nueve son nativas y cuatro introducidas. Asimismo se han listado 36 familias de aves con 117 especies, lo que representa el 21.5% de la avifauna estatal y el 10.5% de la avifauna registrada en el país; de las cuales diez especies se encuentran enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 (Medina *et al.* 2003, Salazar 2003 y Rubio 2003).

### **Principales amenazas**

Las principales amenazas que enfrenta el zapote prieto son el crecimiento urbano, la ampliación de tierras de cultivo y los incendios provocados (Oyama *et al.*, 2011). No obstante existen otras situaciones que también afectan a la especie y a su hábitat tales como:

#### I. Destrucción y modificación del hábitat

##### 1.1. Crecimiento urbano.

El crecimiento de la superficie utilizada para los asentamientos humanos ha ido en aumento en la región. El límite del crecimiento urbano se localiza aproximadamente a 100 m de la población del zapote e incluso dos individuos ya están dentro de propiedades rurales (Oyama *et al.*, 2009). Asimismo, los asentamientos humanos irregulares están agudizando la fragmentación del hábitat del zapote prieto al transformarlo, con consecuencias adversas sobre la biología de la polinización y afectando los procesos naturales de regeneración de la población (Arizaga *et al.*, 2010b). Aún cuando la población local ha tomado conciencia sobre la importancia de la conservación de la especie, paradójicamente sus actividades contribuyen a alterar el hábitat y, por ende repercuten en la población de zapote prieto (Oyama *et al.*, 2011).

##### 1.2. Ampliación de tierras de cultivo

El cambio de uso de suelo para establecer áreas de cultivo es uno de los principales problemas para esta especie. En 2005, el grupo de árboles localizado hacia el norte del manantial ya se encontraba inmerso en las parcelas agrícolas mientras que el grupo del sur aún se hallaba en una superficie remanente de matorral subtropical. En estos momentos, cerca del 70% de la vegetación original ya ha sido convertida en

parcelas agrícolas y se ha descrito que la frontera agrícola se ha ampliado de manera continua, de manera que gran parte de la composición arbórea del matorral está siendo derribada aunque los zapotes silvestres han sido aparentemente respetados. Lo anterior conlleva a modificar dramáticamente los microhábitat de la especie. Uno de los cultivos más comunes en esta área, corresponde al del maíz (Oyama *et al.*, 2009; Sánchez-Atanacio, 2009).

### 1.3. Incendios

Los incendios inducidos que van de la mano con el cambio de uso de suelo son otra de las principales amenazas para el zapote prieto y las otras especies vegetales que comparten hábitat con la especie. Se han provocado incendios para eliminar las malezas lo que ha ocasionado que siete individuos de zapote prieto hayan sufrido daños menores por el fuego (distribuidos tanto al norte como al sur del manantial). Asimismo se registró la pérdida de dos individuos del grupo sureño por causa de este disturbio (Oyama *et al.*, 2009; Sánchez-Atanacio, 2009; Arizaga, *et al.* 2010b).

### 1.4. Tala de árboles

Así también, la tala furtiva es un problema detectado e inclusive ya ha afectado al menos a uno de los individuos que existían anteriormente.

### 1.5. Introducción de especies exóticas

Además ocurre la introducción de especies exóticas como el limón, el níspero, entre otras, así como de algunas hortalizas que son cultivadas a expensas de la eliminación de las plantas nativas (como el nogalillo, el pochote y el cuaquil), lo que afecta dramáticamente el microclima con consecuencias adversas sobre el reclutamiento de nuevos individuos (Arizaga *et al.*, 2010b) .

### 1.6. Contaminación

Es probable que la contaminación atmosférica y el uso de compuestos tóxicos como los plaguicidas puedan ser factores adversos para los polinizadores en general, aunque plenamente se desconoce su efecto sobre el zapote prieto (Sánchez-Atanacio, 2009).

### 1.7. Ganado

Por otra parte, el pastoreo por parte del ganado está contribuyendo adversamente en el establecimiento de plántulas. Estudios preliminares sobre la dinámica de establecimiento de plántulas del zapote prieto han evidenciado que el ganado está afectando adversamente el microclima lo que ocasiona la mortalidad de las plántulas durante la estación seca (Arizaga *et al.*, 2010b).

### 1.8. Explotación de los mantos acuíferos

Otra de las problemáticas que enfrenta la especie es la extracción de agua en la zona, tanto legal como ilegal, que reduce los niveles freáticos de este líquido disponibles para la sobrevivencia del zapote y otras especies. El aprovechamiento más importante lo realizan Kimberly-Clark, Grupo Papelero Scribe y el H. Ayuntamiento de Morelia. Este se efectúa conforme a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales, es decir, por medio de concesiones que otorga la Comisión Nacional de Agua. Los ingresos obtenidos por este concepto corresponden a la propia Comisión, por lo que estos recursos no se destinan directamente de la conservación del manantial (SUMA, datos no publicados).

Dentro del ANP se ubica la Planta Potabilizadora La Mintzita, la cual ocupa una superficie de 20,000 m<sup>2</sup>, dentro de un predio con una superficie total de 39,746.268 m<sup>2</sup>. Esta planta utiliza diversas sustancias químicas en sus procesos de producción, por lo que su operación se considera una actividad que ha causado daños severos al ecosistema que la rodea (Martínez Elorriaga, 2007).

La actividad ilegal se desarrolla por organizaciones de “piperos” que de manera furtiva arriban al Manantial de La Mintzita a extraer, mediante bombeo, agua que se distribuye en las zonas marginadas de Morelia y municipios conurbanos, dejando a su paso residuos de aceites y lubricantes usados en el mantenimiento menor y la operación de las pipas. Dicha actividad es conocida y tolerada por los concesionarios del recurso (Alberto Rojas *Com. pers.*, 2010). Cabe resaltar que no se conocen con exactitud los volúmenes de agua adicionales que se extraen directamente del manantial por esta actividad. Cabe mencionar que la comercialización del agua no está sancionada por ninguna autoridad federal, estatal o municipal (SUMA, *Com. pers.*).

### 1.9. Vandalismo

El vandalismo también es un problema. Este consiste en la quema y marcado de árboles por los visitantes y lugareños (Zubiera, *Com. pers.*, 2010).

### 1.10. Extracción de recursos pétreos

Por último, se ha presentado extracción de piedra volcánica para la construcción en el área, la cual no se encuentra regulada. Aunque desconocemos cuanto tiempo tiene esta actividad que a la fecha continua de manera discreta, el resultado que tiene es agudizar aún más la transformación del hábitat al estar asociada con la eliminación de la vegetación natural, en la que potencialmente se incluye el zapote prieto como resultado de su nula importancia para la mayoría de la gente (Arizaga *et al.*, 2010b). La Secretaria

de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA) no cuenta con expediente ni autorización referente a bancos de material cercanos a la zona.

Como resultado de la destrucción y modificación del hábitat, el zapote prieto se encuentra prácticamente extinto de su hábitat natural, ya que estas alteraciones han ocasionado la reducción del número de individuos reproductivos y la disminución del número de parejas que intercambian información genética (Oyama *et al.*, 2011).

## II. Tenencia de la tierra

En el área existen numerosos conflictos por la posesión del manantial, los cuales se ven agravados por la indefinición legal que existe al respecto y las rivalidades que persisten entre los diferentes grupos sociales involucrados. Mientras los ejidatarios de San Nicolás Obispo junto con los de Cointzio se disputan los derechos sobre el manantial, los pequeños propietarios que se encuentran en la parte sur se ostentan como los verdaderos dueños y, por si fuera poco, los invasores de los predios cercanos, han comenzado a hacer ya sus propios reclamos. Estos afectan directamente a las poblaciones de zapote prieto, ya que con frecuencia ocurren incendios como resultado de las actividades agrícolas, además de que realizan diferentes acciones encaminadas a desecar el humedal, al que cada vez que tienen oportunidad, lo rellenan con escombros. Esto con la finalidad de integrarlo al mercado de la vivienda, a pesar de las restricciones propias de un Área Natural Protegida (SUMA, datos no publicados, 2010).

## III. Tamaño poblacional

La población silvestre de zapote prieto hallada hasta el momento (218 ejemplares) en el Manantial de la Mintzita (Arizaga, *Com. pers.*, 2010) es sumamente pequeña, lo que implica un alto riesgo en el desarrollo de enfermedades genéticas por falta de variabilidad o su extinción por cambios climáticos adversos (Arizaga, *Com. pers.*, 2010). Inclusive, es importante destacar que sólo el 25% de esa población es producto de un proceso de reproducción sexual (por semillas) por lo que la oportunidad de que exista variabilidad genética en los próximos descendientes se reduce significativamente aún más (Alberto Rojas, *Com. pers.*, 2010). No obstante, es necesario realizar un mayor número de estudios al respecto, con la finalidad de definir la posible poliploidía de los cromosomas de la especie, lo que podría disminuir esta amenaza.

De la misma manera, existe una fuerte vulnerabilidad de la especie ante eventos catastróficos tales como incendios, que fácilmente pueden acabar con todos los organismos de la población. Además, es importante resaltar que recientemente no se han detectado plántulas que tengan una longitud inferior a 20 cm de alto, lo que sugiere que

en los últimos años no ha habido reclutamientos naturales de individuos reproductivos (Oyama *et al.*, 2009; Arizaga *et al.* 2010b). No obstante, se debe considerar la nueva población de zapote prieto que se ubica hacia el norte de la Cuenca de Cuitzeo que aún no ha sido caracterizada (Torres *et al.*, 2010). Esta requiere ser estudiada tanto desde el punto de vista poblacional como genético para conocer su estado de conservación y establecer programas de protección y recuperación tanto para la población de la Mintzita como para la de Guanajuato (Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

#### IV. Distancia Relativa y polinización.

Dado que la distancia entre los diferentes individuos machos y hembras de zapote prieto oscila entre 1m hasta 1566m con un valor promedio de  $434 \pm 3.13$  m (Oyama *et al.*, 2009), se infiere que las distancias largas, pueden ser una limitante para facilitar la polinización, la cual puede ser favorecida por algún vector biótico, siendo los insectos uno de los candidatos (Sánchez-Atanacio, 2009) o alguno abiótico, como el viento (Arizaga, *Com. pers.* 2010).

Así también no se han detectado polinizadores potenciales para las flores femeninas, observándose sólo algunos himenópteros (como la abeja *Apis mellifera*) visitando las flores masculinas. Esto aunado a la contaminación constante del aire causada por la fábrica de papel ubicada a 1 km del área de distribución del zapote, y el uso de agroquímicos en los cultivos contiguos, abre la posibilidad de que el polinizador natural ya haya sido eliminado como consecuencia de la transformación del hábitat (Oyama *et al.*, 2009). No obstante lo anterior, se requiere profundizar los estudios sobre la biología de la polinización de este zapote silvestre (Arizaga, *Com. pers.*, 2010).

#### V. Proporción de sexos.

Como ya se explicó, el zapote prieto es una especie dioica que actualmente presenta una desproporcionada estructura de sexos medidos a través de los ramets, dominando los individuos machos (27 individuos) sobre las hembras (21 individuos). No obstante, cuando se caracterizan por genets, se encuentra que la proporción es muy similar (12 genets femeninos con 13 genets masculinos; Arizaga *et al.*, 2010b). Para el periodo reproductivo de 2008 se habían ubicado 9 genets femeninos, de los cuales sólo 2 produjeron frutos, la mayoría abortivos y otra parte importante fueron consumidos por hormigas (Sánchez-Atanacio 2009). Para el año reproductivo de 2009 se presentó la misma cantidad de hembras que participaron en el mantenimiento de la población, mientras que para 2010, la cantidad se incrementó hasta 21 hembras (Arizaga *et al.*, 2010b).

## IV. OBJETIVOS

### General:

- Efectuar acciones que permitan evitar la extinción del zapote prieto (*Diospyros xolocotzii*) así como procurar su propagación a través del manejo de sus ejemplares y su hábitat, y la difusión de su biología y sus amenazas, con el fin de garantizar su permanencia en el medio silvestre.

### Particulares:

1. Establecer y fortalecer mecanismos de protección del zapote prieto y sus áreas de distribución para evitar su desaparición en el medio silvestre.
2. Desarrollar metodologías que permitan conservar y recuperar el hábitat y las poblaciones silvestres de zapote prieto así como incrementar el número de sus individuos a través de su manejo *in situ* y *ex situ*.
3. Controlar, detener y revertir los procesos de pérdida de hábitat y de individuos de zapote prieto a través del desarrollo de mecanismos de prevención de impactos negativos y de restauración de ambos en áreas de distribución de la especie.
4. Generar información científica sobre la biología, genética y ecología de la especie para caracterizar las poblaciones existentes, determinar el estado de conservación de los individuos y sus poblaciones y apoyar la toma de decisiones para la implementación de acciones encaminadas a la protección, manejo, recuperación y conservación de la especie y su hábitat.
5. Transmitir información, a la sociedad mexicana, a través de diversos métodos y materiales, sobre la biología y la situación de riesgo que enfrenta el zapote prieto con la finalidad de que participe activamente en las acciones de protección, vigilancia, manejo, recuperación y conservación del zapote y su hábitat.
6. Efectuar las actividades necesarias para garantizar la implementación de las actividades previstas en el presente Programa a través del desarrollo de un entorno con condiciones financieras, técnicas, administrativas y organizacionales adecuadas.

## V. METAS

1. Implementar y operar mecanismos de protección que garanticen la conservación de la población de zapote prieto y su hábitat.
2. Contar con una población de zapote prieto con características demográficas y genéticas que les permitan asegurar la permanencia de la especie a largo plazo en

el medio silvestre.

3. Implementar estrategias de restauración de hábitat y de prevención y mitigación de impactos que afecten a la población de la especie.
4. Contar con información técnica y científica que permita conocer el estado actual de la población de zapote prieto además de generar y aplicar acciones para su conservación y recuperación.
5. Lograr la participación de los diferentes sectores de la sociedad en la implementación de las acciones descritas en este Programa.
6. Lograr la ejecución de las diversas actividades descritas en este Programa a través de la participación de los diferentes sectores de la sociedad.

## **VI. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN (SUBPROGRAMAS)**

### **1. PROTECCIÓN**

#### **1.1 Componente de Protección del Hábitat**

##### **Objetivo**

- Implementar y reforzar mecanismos eficientes para lograr la protección de las áreas donde habita el zapote prieto.

##### **Actividades**

- a) Identificar y establecer el padrón de dueños de los predios donde se ubican los ejemplares de la especie.
- b) Efectuar acciones de protección de tierras, las cuales incluyen la firma de acuerdos voluntarios y/o legales con los propietarios a través de servidumbres ecológicas o certificados de conservación, entre otros mecanismos y el cercado de predios.
- c) Adquirir predios que se consideren necesarios para la conservación de la especie y promover su protección a través de servidumbres ecológicas o certificados de conservación, entre otros mecanismos.
- d) Identificar y controlar los accesos en coordinación los propietarios y las autoridades competentes, a las principales áreas de ocurrencia de zapote prieto.

- e) Promover la creación de un parque ecoturístico, o una zona de recreación o esparcimiento que comprenda el área identificada como de distribución de la especie.

## **1.2 Componente de Protección de la Especie**

### **Objetivo**

- Desarrollar estrategias eficientes para proteger a los individuos de zapote prieto que se encuentran en vida silvestre.

### **Actividades**

- a) Elaborar señalamientos persuasivos para evitar vandalismo, fuego inducido, disposición inadecuada de residuos y colecta de frutos.
- b) Implementar un programa de control de plagas y enfermedades que evite daños a la población de zapote prieto.

## **1.3 Componente de Marco Legal**

### **Objetivo**

- Promover entre la sociedad mexicana, el cumplimiento de normas y leyes enfocadas a la protección del zapote prieto y su hábitat.

### **Actividades**

- a) Revisar el marco legal de protección del hábitat donde se encuentran las poblaciones y determinar si requiere modificaciones o adecuaciones para garantizar su efectiva protección y conservación.
- b) Difundir entre los diferentes sectores involucrados en la protección y conservación del zapote prieto y su hábitat, así como entre el público en general, la legislación nacional e internacional vigente aplicable.
- c) Diseñar medidas legales de prevención y mitigación de impactos que se deriven de la implementación de proyectos a desarrollarse en áreas de distribución del zapote prieto.
- d) Promover acciones coordinadas para el ordenamiento territorial municipal y estatal, enfocados a evitar cambios de uso de suelo en áreas prioritarias de conservación del zapote prieto.
- e) Proporcionar, a solicitud de las autoridades que así lo requieran, información técnica de la especie que ayude en la correcta toma de decisiones.

- f) Proponer una reforma al estatus de la especie en la NOM-059-SEMARNAT-2001 para que sea considerada especie en peligro de extinción
- g) Realizar los estudios y trámites correspondientes para incluir la especie en la Lista Roja de la UICN.

## **1.4 Componente de Inspección y Vigilancia**

### **Objetivo**

- Detectar y prevenir actividades ilícitas relacionadas con la tala, quema y otros tipos de daño efectuados hacia el zapote prieto así como la modificación ilegal de su hábitat.

### **Actividades**

- a) Identificar las autoridades competentes, así como los responsables administrativos, en materia de inspección, investigación, verificación y vigilancia de la normatividad ambiental y de ordenamiento territorial en los tres órdenes de gobierno, que deban relacionarse con la protección de la especie.
- b) Difundir entre el público en general las consecuencias penales a los que se incurren ante actos ilícitos que dañen directa e indirectamente al zapote prieto
- c) Promover el establecimiento de un programa conjunto de inspección, investigación, verificación y vigilancia entre los distintos órdenes para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental y de ordenamiento territorial, y en su caso sancionar las faltas administrativas o penales a que haya lugar, en los sitios donde se distribuye la especie.
- d) Reforzar las actividades de inspección y vigilancia con los gobiernos estatales y municipales.
- e) Promover la formación de comités locales de vigilancia participativa (incluyendo el apoyo y respaldo de las autoridades de los ayuntamientos) y la mejora de los ya existentes a través de capacitación y equipamiento, con la finalidad de identificar y evitar la afectación ilegal del zapote prieto y su hábitat.
- f) Promover entre la sociedad en general, la detección y denuncia pública del daño hacia estos árboles así como de la alteración ilegal de su hábitat.

## **2. MANEJO**

### **2.1 Componente de Manejo de Hábitat**

#### **Objetivo**

- Desarrollar e implementar acciones y actividades que permitan la conservación de hábitat suficiente y adecuado para mantener poblaciones viables de zapote prieto en las áreas de distribución de la especie.

### **Actividades**

- a) Identificar las áreas con hábitat adecuado y potencial para el desarrollo y la reproducción del zapote prieto.
- b) Gestionar ante la SEMARNAT, la exclusión de autorizaciones de aprovechamiento forestal en aquellas áreas consideradas como hábitat actual y potencial para el zapote prieto, incluyendo a los mismos árboles de la especie.
- c) Gestionar ante el Municipio de Morelia, la exclusión de permisos de construcción, cambios de uso de suelo y la realización de obras o actividades en la esfera de su competencia en aquellas áreas consideradas como hábitat actual y potencial para el zapote prieto.
- d) Promover la elaboración del Programa de Manejo para el área natural protegida estatal Manantial la Mintzita.
- e) Promover la diversificación productiva amigable con el ambiente en la región mediante el fomento de iniciativas productivas que no afecten los recursos naturales de la zona y garanticen el cuidado de la especie, en colaboración con instituciones de los tres órdenes de gobierno, la academia y organizaciones de la sociedad civil.
- f) Diseñar y establecer instrumentos económicos que incluyan, entre otros, el pago por servicios ambientales, que beneficien a los legítimos propietarios de los predios que de manera voluntaria participan en la conservación del zapote prieto y su hábitat.

## **2.2 Componente de Manejo de la Especie**

### **Objetivo**

- Desarrollar proyectos y técnicas de manejo que posibiliten incrementar el número de individuos de zapote prieto que habiten en vida silvestre.

### **Actividades**

- a) Efectuar recolección de la semilla del zapote prieto, crear un banco de germoplasma de las diferentes poblaciones y desarrollar programas de propagación y mantenimiento *ex situ* de las plantas en viveros que permitan su posterior reintroducción al medio silvestre.

- b) Desarrollar un protocolo para la preservación de germoplasma y vivero de la especie, de acuerdo a las características genéticas de las poblaciones con fines de conservación, manejo y restauración ecológica.
- c) Establecer un programa para identificar y controlar las plagas del zapote evitando el uso de cualquier sustancia que ponga en riesgo a los posibles polinizadores.
- d) Desarrollar un programa que involucre prácticas de arboricultura que permita aumentar la salud, longevidad, resistencia a patógenos y de ser necesario mejorar las características de los individuos de zapote prieto.
- e) Promover el aprovechamiento sustentable del zapote prieto a través, principalmente, de su manejo frutícola, a fin de fortalecer las acciones de protección, manejo y conservación de la especie y de su hábitat.

### **3. RESTAURACIÓN**

#### **3.1 Componente de Restauración de Hábitat y Ecosistemas**

##### **Objetivo**

- Restaurar áreas de ocurrencia histórica del zapote prieto en las cuales el hábitat propicio para la especie haya sido perturbado o eliminado.

##### **Actividades**

- a) Identificar áreas consideradas como prioritarias para la conservación del zapote prieto que hayan sido perturbadas y que requieran de la implementación de acciones de restauración.
- b) Efectuar las acciones necesarias que se determinen en el punto anterior para preparar los sitios elegidos para la reintroducción de zapotes prietos.
- c) Efectuar la reforestación del hábitat histórico de la especie con ejemplares de zapote provenientes de los viveros creados y llevar a cabo el mantenimiento de las plantas.
- d) Fomentar la restauración ecológica de los sitios históricos, mediante la reintroducción de las otras especies que coexisten en simpatria con el zapote prieto.
- e) Desarrollar un programa de conservación y restauración de la zona que limite la destrucción del remanente del matorral subtropical que representa el hábitat natural de *D. xolocozii*.

### **3.2 Componente de Mitigación y Prevención de Impactos**

#### **Objetivo**

- Prevenir impactos derivados de actividades antropogénicas (incendios, erosión, deforestación) que deriven en la pérdida de hábitat y de individuos de zapote prieto.

#### **Actividades**

- a) Monitorear el efecto de los principales factores de riesgo identificados para la población de zapote prieto y su hábitat y evaluar su impacto en las tendencias poblacionales de la especie.
- b) Elaborar un mapa de riesgo de incendios forestales que incluya la zonificación de los sitios de ocurrencia de la especie.
- c) Efectuar programas de prevención y control de incendios en colaboración con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y en coordinación con las autoridades competentes en los otros órdenes de gobierno.
- d) Establecer áreas de exclusión de ganado y fuego, mediante el cercado de las áreas de interés y barreras cortafuego alrededor de las plantas o zonas a proteger, previo establecimiento de los Convenios con los propietarios correspondientes.
- e) Podar el área circundante para evitar acumulación de biomasa susceptible de incendios, previo establecimiento de los Convenios con los propietarios correspondientes.
- f) Colaborar con las autoridades locales, principalmente la SUMA en la elaboración del Plan de Manejo del área, así como establecer zonificación de la misma que defina zonas de protección o restricción y zona núcleo en cuyo manejo se considere la exclusión de actividades que pongan en riesgo a la especie.

## **4. CONOCIMIENTO**

### **4.1 Componente de Áreas Prioritarias**

#### **Objetivo**

- Generar información sobre el área de distribución actual de zapote prieto y aquellas zonas que resulten de importancia potencial para su reintroducción y su

conservación.

### **Actividades**

- a) Compilar y generar información de la distribución actual y potencial del zapote prieto.
- b) Identificar los sitios de importancia crítica para la recuperación de la especie.
- c) Corroborar en campo la presencia de individuos y la existencia del hábitat apropiado.
- d) Estimar la disponibilidad de hábitat potencial adecuado para el zapote prieto dentro y fuera de áreas naturales protegidas.

## **4.2 Componente de Investigación Científica**

### **Objetivo**

- Promover el desarrollo de investigaciones básicas y aplicadas, enfocadas al conocimiento de zapote prieto y su hábitat, con la finalidad de generar acciones efectivas de protección, manejo y recuperación que permitan cumplir con los objetivos de este PACE.

### **Actividades**

- a) Efectuar estudios que permitan conocer la disponibilidad de hábitat para el zapote prieto así como los requerimientos físicos, biológicos, ecológicos y de adaptabilidad de la especie con la finalidad de poder efectuar reintroducciones.
- b) Realizar un análisis de las enfermedades existentes en la población silvestre de zapote prieto.
- c) Implementar estudios de genética poblacional para evaluar la variabilidad genética y conocer el funcionamiento poblacional de la especie.
- d) Desarrollar y estandarizar metodologías para lograr la germinación y propagación de la planta a partir de semillas y partes vegetativas.
- e) Estudiar los mecanismos naturales de polinización e identificar a los vectores de este proceso para llevar a cabo su protección (en caso que así se requiera) y efectuar actividades de reproducción *ex situ*.
- f) Analizar la existencia de asociaciones con otras plantas que faciliten su desarrollo o el de los vectores de polinización, para potenciarlos.
- g) Determinar los factores que reducen el éxito reproductivo de la especie.
- h) Estimar la capacidad de regeneración natural de la especie en toda su área de distribución, incluyendo el análisis del número de individuos, el porcentaje de sobrevivencia y la proporción de plántulas y juveniles.

- i) Efectuar estudios sobre la calidad del suelo existente y requerida para el adecuado desarrollo de la especie.
- j) Realizar estudios sociales, en las comunidades y asentamientos humanos cercanos a las áreas de distribución de la especie, a fin de determinar las dinámicas socio-ambientales y económicas que afectan a la especie para determinar las mejores opciones de gestión social para la conservación y manejo del zapote.
- k) Realizar estudios exploratorios con la finalidad de buscar nuevas poblaciones silvestres de la especie en las áreas determinadas como sitios de distribución potencial.

### **4.3 Componente de Monitoreo Biológico**

#### **Objetivo**

- Conocer el comportamiento poblacional del zapote prieto y los requerimientos ecológicos de la especie y de su hábitat.

#### **Actividades**

- a) Monitorear a mediano y largo plazo la población mediante técnicas demográficas (Tablas de vida) para conocer la dinámica poblacional y en su caso, tomar las acciones necesarias para evitar la reducción de la densidad poblacional.
- b) Diseñar y efectuar protocolos de monitoreo del estado de salud, la ecología y los ciclos reproductivos de la población de zapote prieto, (incluyendo temas de (polinización, propagación, dispersión, germinación, reclutamiento y crecimiento) tanto en vida libre como los que se han reproducido *ex situ*.
- c) Integrar un Sistema de Información Geográfica (SIG) con la finalidad de determinar las tendencias poblacionales a mediano y largo plazo así como la cobertura de hábitat utilizado y disponible para la especie y características ecológicas del mismo.
- d) Monitorear los procesos de regeneración o de deterioro del hábitat de esta especie incluyendo el impacto de incendios y cambio de uso de suelo así como la respuesta del ambiente a los proyectos de restauración.

## **5. CULTURA**

### **5.1 Componente de Educación Ambiental**

#### **Objetivo**

- Crear conciencia en la sociedad sobre el valor ambiental y la situación de riesgo en la que se encuentran el zapote prieto y su hábitat para contar con su participación en actividades de conservación de la especie y su ambiente.

### **Actividades**

- a) Diseñar un programa de educación ambiental formal en colaboración con las instancias competentes, que pueda ser incorporado en el programa escolar de las comunidades cercanas a los sitios de ocurrencia del zapote, incluyendo a escuelas urbanas y rurales.
- b) Efectuar actividades de educación no formal en colaboración con instancias competentes y organismos de la sociedad civil, que permitan la concientización social directamente con habitantes de las comunidades cercanas al sitio de ocurrencia del zapote prieto a fin de proteger y conservar la especie.
- c) Promover la conformación de brigadas de estudiantes que capaciten a promotores infantiles dentro de la comunidad de La Mintzita, para la protección del zapote prieto.
- d) Fomentar la importancia del zapote prieto como una especie frutícola silvestre de valor nutricional entre la comunidad moreliana en general.

## **5.2 Componente de Comunicación y Difusión**

### **Objetivo**

- Implementar campañas de comunicación y difusión que permitan a la sociedad comprender la problemática que enfrenta el zapote prieto así como las acciones necesarias para su conservación.

### **Actividades**

- a) Diseñar e implementar un programa de difusión sobre la especie y su problemática y determinar las acciones a seguir
- b) Diseñar, elaborar y distribuir materiales didácticos que informen sobre las características biológicas de la especie, su ecología, estado de riesgo, principales problemas que enfrenta y las acciones de conservación implementadas para su recuperación.
- c) Establecer convenios con medios de comunicación regionales para promover la difusión del conocimiento y protección de la especie.
- d) Difundir la importancia de la participación ciudadana, en las tareas de protección, conservación y recuperación del zapote prieto y su hábitat.

### **5.3 Componente de Capacitación Social**

#### **Objetivo**

- Lograr la colaboración de las comunidades, asociaciones, instituciones y otros actores relacionados que incidan en el proceso de conservación de la población de zapote prieto y su hábitat a través de capacitación social.

#### **Actividades**

- a) Determinar las necesidades de capacitación formal y no formal de la población que vive en las comunidades cercanas a la zona de distribución del zapote, así como de las autoridades relacionadas con su conservación y manejo.
- b) Implementar en coordinación con la autoridad competente, talleres dirigidos a profesores de escuela, educadores ambientales y personas interesadas en difundir información sobre esta especie para fomentar su conservación y la del matorral subtropical de las comunidades aledañas al área de distribución.
- c) Capacitar a la gente de las comunidades cercanas a las áreas prioritarias de distribución en el enfoque de "Apreciación de la Naturaleza" en coordinación con la Secretaría de Turismo.
- d) Promover la participación y capacitación de estudiantes y tesistas en proyectos con esta especie y su hábitat, en aspectos diversos como son los biológicos, ecológicos, agronómicos, forestales, ecoturísticos, paisajísticos y jurídicos.

#### **Establecer**

## **6. GESTIÓN**

### **6.1 Componente de Actores Involucrados**

#### **Objetivo**

- Establecer las condiciones necesarias de organización, administración, aplicación de la ley y financiamiento que permitan alcanzar los objetivos de este PACE.

#### **Actividades**

- a) Identificar a los diversos grupos de trabajo que realizan acciones de investigación, manejo, protección, conservación y recuperación del zapote prieto.
- b) Crear un directorio de personas e instituciones involucradas en la conservación del zapote prieto, que permita conocer sus zonas de influencia y las actividades que realizan.

- c) Fomentar la participación de los gobiernos municipales, estatales y federal en la operación de este PACE.

## **6.2 Componente de Financiamiento**

- a) Identificar y establecer las necesidades de financiamiento que requiere el Programa para su operación y desarrollo.
- b) Gestionar entre el sector gubernamental, la iniciativa privada y la sociedad en general, el financiamiento de las actividades que comprende este Programa a través de convenios, contratos y donaciones en apoyos técnicos, monetarios y en especie.

## **6.3 Componente de Programación**

### **Objetivo**

- Establecer el cronograma de las actividades descritas y proyectos a desarrollar dentro del margen de este PACE.

### **Actividades**

- a) Identificar y priorizar las actividades descritas en el presente Programa.
- b) Calendarizar el desarrollo e implementación de las diversas actividades en el corto, mediano y largo plazo.
- c) Establecer las distintas fases necesarias para el desarrollo de las acciones planteadas en el PACE y necesarias para el logro de las metas y objetivos de este Programa.
- d) Identificar oportunidades para la realización simultánea de actividades, que hagan eficiente el uso de recursos y generen sinergias entre los distintos esfuerzos de conservación.
- e) Designar a las personas y grupos responsables del desarrollo de las diversas actividades descritas en este PACE.

## **6.4 Componente de Evaluación y Seguimiento**

### **Objetivo**

- Alcanzar durante los tiempos establecidos el cumplimiento de las metas y objetivos del este Programa mediante el establecimiento y análisis de indicadores de éxito.

### **Actividades**

- a) Establecer reuniones de evaluación de los logros obtenidos por este PACE a corto, mediano y largo plazo.
- b) Evaluar mediante los indicadores de éxito de este Programa, los resultados, metas y objetivos alcanzados.
- c) Efectuar los ajustes y adaptaciones pertinentes al presente PACE de acuerdo con las evaluaciones implementadas y con el fin de mejorar los resultados obtenidos.
- d) Difundir los resultados alcanzados en este PACE entre los actores involucrados y la sociedad en general.

## VII. CRITERIOS E INDICADORES

Para efectos de la programación de los criterios e indicadores, se considera como Corto plazo: 1 a 2 años, Mediano plazo: 3 a 5 años y Largo plazo: más de 5 años.

<b>Objetivo general:</b> Efectuar acciones que permitan evitar la extinción del zapote prieto ( <i>Diospyros xolocotzii</i> ) así como procurar su propagación a través del manejo de sus ejemplares y su hábitat, y la difusión de su biología y sus amenazas, con el fin de garantizar su permanencia en el medio silvestre		
<b>Subprograma de Protección</b>		
<b>Objetivo particular</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicadores</b>
Establecer y fortalecer mecanismos de protección del zapote prieto y sus áreas de distribución para evitar su desaparición en el medio silvestre.	Implementar y operar mecanismos de protección que garanticen la conservación de la población de zapote prieto y su hábitat.	Disminuir en el mediano plazo el 50% las afectaciones directas a arboles de zapote prieto.
<b>Subprograma de Manejo</b>		
<b>Objetivo particular</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicadores</b>
Desarrollar metodologías que permitan conservar y recuperar el hábitat y las poblaciones silvestres de zapote prieto así como incrementar el número de sus individuos a través de su manejo <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> .	Contar con una población de zapote prieto con características demográficas y genéticas que les permitan asegurar la permanencia de la especie a largo plazo en el medio silvestre.	Desarrollar en cinco años, el Programa de Manejo del ANP Manantial La Mintzita.
		Implementar mecanismos de conservación (Pago por Servicios Ambientales, UMA, etc.) y/o proyectos alternativos, en áreas de distribución del zapote prieto. (Por lo menos uno cada dos años)
<b>Subprograma de Restauración</b>		
<b>Objetivo particular</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicadores</b>

Controlar, detener y revertir los procesos de pérdida de hábitat y de individuos de zapote prieto a través del desarrollo de mecanismos de prevención de impactos negativos y de restauración de ambos en áreas de distribución de la especie.	Implementar estrategias de restauración de hábitat y de prevención y mitigación de impactos que afecten a la población de la especie	Incremento de sitios dentro del área de distribución de la especie, en donde se implementen acciones pasivas o activas de restauración de hábitat.
<b>Subprograma de Conocimiento</b>		
<b>Objetivo particular</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicadores</b>
Generar información científica sobre la biología, genética y ecología de la especie para caracterizar las poblaciones existentes, determinar el estado de conservación de los individuos y sus poblaciones y apoyar la toma de decisiones para la implementación de acciones encaminadas a la protección, manejo, recuperación y conservación de la especie y su hábitat.	Contar con información técnica y científica que permita conocer el estado actual de la población de zapote prieto además de generar y aplicar acciones para su conservación y recuperación.	Contar en el mediano plazo con información suficiente y de calidad que permita la toma de decisiones informada y en favor de la permanencia de la especie en el medio silvestre.
<b>Subprograma de Cultura</b>		
<b>Objetivo particular</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicadores</b>
Transmitir información, a la sociedad mexicana, a través de diversos métodos y materiales, sobre la biología y la situación de riesgo que enfrenta el zapote prieto con la finalidad de que participe activamente en las acciones de protección, vigilancia, manejo, recuperación y conservación del zapote y su hábitat.	Lograr la participación de los diferentes sectores de la sociedad en la implementación de las acciones descritas en este Programa.	Número de eventos de divulgación, educación ambiental y capacitación sobre la biología, la ecología y las necesidades de conservación y restauración de la especie y su hábitat que hayan sido impartidos (por lo menos un evento al año).
<b>Subprograma de Gestión</b>		
<b>Objetivo particular</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicadores</b>

<p>Efectuar las actividades necesarias para garantizar la implementación de las actividades previstas en el presente Programa a través del desarrollo de un entorno con condiciones financieras, técnicas, administrativas y organizacionales adecuadas.</p>	<p>Lograr la ejecución de las diversas actividades descritas en este Programa a través de la participación de los diferentes sectores de la sociedad.</p>	<p>Desarrollar en el corto plazo una agenda de actividades, eventos y reuniones efectuados en un marco interinstitucional, que permitan ejecutar y/o evaluar las acciones determinadas en este PACE.</p>
--	---	--

## VIII. ACRÓNIMOS

**ANP.** Área Natural Protegida

**CIECO.** Centro de Investigaciones en Ecosistemas

**COFOM.** Comisión Forestal de Estado de Michoacán

**CONAFOR.** Comisión Nacional Forestal

**CONANP.** Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

**DGVS.** Dirección General de Vida Silvestre

**INECOL A.C.** Instituto Nacional de Ecología, Asociación Civil

**MER.** Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres

**PACE.** Programa de Acción para la Conservación de Especies

**PROAM.** Procuraduría de Protección al Medio Ambiente de Michoacán

**PROCER.** Programa de Conservación de Especies en Riesgo

**PROFEPA.** Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

**SEMARNAT.** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**SUMA.** Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente de Michoacán

**UMSNH.** Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**UNAM.** Universidad Nacional Autónoma de México

**ZSPE.** Zona Sujeta a Preservación Ecológica

## IX. LITERATURA CITADA

- Anónimo, 2006. Gaceta Parlamentaria, Cámara de Diputados, número 2157-III, jueves 21 de diciembre de 2006. (Gaceta Parlamentaria, 2006).
- Anónimo. 2007. Pierde Michoacán al Zapote prieto. Planeta azul, periodismo ambiental. [En línea] <<http://www.planetaazul.com.mx/www/2007/03/26/pierde-michoacan-al-zapote-prieto/>> Página visitada el 09 de septiembre de 2010.
- Arizaga, S., F. Sánchez-Atanacio, J. Martínez-Cruz, y G. Ibarra-Manríquez. 2010a. Fenología y potencial reproductivo de *Diospyros xolocotzii*: un frutal silvestre amenazado de Michoacán. **Manuscrito en preparación.**
- Arizaga, S., F. Sánchez-Atanacio, J. Martínez-Cruz, y G. Ibarra-Manríquez. 2010b. Ecología poblacional de *Diospyros xolocotzii*. **Manuscrito en preparación.**
- Carranza, G.E. (2000). Ebenaceae. Flora del bajo y de regiones adyacentes. Fascículo 83. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán.
- CONANP. 2009. Humedales de México. La Convención RAMSAR en México. [En línea] <<http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php>> Página visitada el 26 de octubre de 2010.
- Ensenada.net. 2009. Noticias. Liderazgo Internacional en Materia de Humedales. 2 de Febrero de 2009. [En línea] <<http://www.ensenada.net/comunicados/detallesBoletin.php?idNota=79&fecha=2009-02-04>> Página visitada el 14 de abril de 2010.
- Ferreira, F. R. 1995. Estudio de la calidad de agua en base a bacterias coliformes en la Presa La Mintzita y el Río Grande de Morelia. Tesis profesional. Facultad de Biología, U. M. S. N. H. Morelia, Mich, México.
- García E., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, México. Offset Larios, 217 pp.
- Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. 2004. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Morelia. Periódico Oficial. [En línea]: <[http://www.morelia.gob.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1608&Itemid=686](http://www.morelia.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=1608&Itemid=686)> Página visitada el 12 de agosto de 2010.
- Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. 2005. Decreto que Declara Área Natural Protegida, con el Carácter de Zona Sujeta a Preservación Ecológica, el Lugar Conocido como “Manantial la Minzita” y su Zona de Amortiguamiento, del Municipio de Morelia, Michoacán de Ocampo. Periódico Oficial. Tomo CXXXV Núm. 41. Lunes 31 de Enero de 2005. Segunda Sección.
- Guridi-Gómez L.I. y A. García-López. 1998. Las maderas en los instrumentos musicales de cuerda en Paracho, Michoacán. Editorial Universitaria. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México.
- H. Ayuntamiento de Morelia, 2009. Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Morelia 2009. 195 pp. [En línea]: <[www.morelia.gob.mx/PDFS/IMDUMpducpm.pdf](http://www.morelia.gob.mx/PDFS/IMDUMpducpm.pdf)>. Página visitada el 06 de septiembre de 2010.

- León, G. y F. Ferrer. 2009. La Mintzita y La Alberca de los Espinos se incorporan a la lista de sitios Ramsar. *En: La Jornada Michoacán*. [En línea]: <<http://www.lajornadamichoacan.com.mx/2009/02/02/index.php?section=municipios&article=007n1mun>> Página visitada el 14 de abril de 2010.
- Madrigal-Sánchez, X. y J. Rzedowski. 1988. Una nueva especie de *Diospyros* (Ebenaceae), del municipio de Morelia, Estado de Michoacán (México). *Acta Botánica Mexicana* 1: 3-6.
- Madrigal-Sánchez, X. y L. Guridi-Gómez. 2002. Los árboles silvestres del municipio de Morelia, Michoacán. México. *Ciencia Nicolaita* 33: 29 – 55.
- Martínez Elorriaga E., 2007. Buscan salvar de la extinción el árbol del zapote prieto. *En: La Jornada*. Política. Domingo 28 de enero de 2007. [En línea]: <<http://www.jornada.unam.mx/2007/01/28/index.php?section=politica&article=016n1pol>>. Página consultada el 3 de Septiembre de 2010.
- Medina, N. M., Zubieta, R. T. y Ramírez, H. J. P. 2003. Estructura de la Comunidad de Peces de La Mintzita, Morelia, Michoacán, Cuenca Lerma-Chapala. *Biológicas*. 5:19-29. Facultad de Biología de la U.M.S.N.H.
- Medina, N. M., T. Zubieta R. y E. Solorio O. 2007. Ficha Informativa de los humedales RAMSAR. Ficha técnica no publicada. 9 pp.
- Muzquíz, L. E. 1989. Análisis Estadístico del Clima de la ciudad de Morelia, Mich., México. Tesis profesional. Facultad de Biología. U. M. S. N. H. Morelia, Michoacán. México.
- Oyama K., S. Arizaga, J. Martínez-Cruz, V. Rocha y G. Ibarra-Manríquez. 2009. Ecología y propagación de *Diospyros xolocotzii* (Ebenaceae), Especie Prioritaria para la Conservación. Informe Final. Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO) – UNAM. Morelia, Michoacán, México. 32 pp.
- Oyama K., S. Arizaga, J. Martínez-Cruz, V. Rocha y G. Ibarra-Manríquez. 2011. Ecología, Genética y propagación de *Diospyros xolocotzii* (Ebenaceae), Especie Prioritaria para la Conservación. Informe Final. Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO) – UNAM. Morelia, Michoacán, México. *En prensa*.
- Ramsar (Oficina de la Convención de Ramsar). 1999. [En línea]: <<http://www.mediterranea.org/cae/denuncia/ramsar8.htm>> pagina visitada el 09 de septiembre de 2010.
- Rojas, R.A., 2008. Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 60a. Legislatura de la Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Acta Notarial 1203, Notario Público No. 97. Morelia, Michoacán.
- Rubio, N.V.M. 2003. Ecología Reproductiva de *Skiffia lermae* (Meek, 1902) (Osteichthyes: Goodeidae) de la Mintzita del Municipio de Morelia, Michoacán. Tesis profesional. Facultad de Biología U.M.S.N.H. México.
- Salazar, T.C.I. 2003. Ecología reproductiva de *Xenotoca variata* (Osteichthyes: Goodeidae) en la Presa La Mintzita, Municipio de Morelia, Michoacán. Tesis profesional. Facultad de Biología U.M.S.N.H. México.
- Sánchez-Atanacio, F. 2009. Bases biológicas y agronómicas del manejo del zapote prieto (*Diospyros xolocotzii*), especie endémica de Michoacán. Tesis de

Licenciatura de Ingeniero Agrónomo. Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Mich.

- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo 2002. México. 153 pp.
- Servicio Geológico Mexicano. 2008. Diagnóstico Y Valoración De La Vulnerabilidad del Manantial La Mintzita, En Morelia Michoacán. México. 257 páginas.
- SlideShare. 2011. Morelia, Michoacán: Contexto Social, Cultural, Económico y Político. [En línea]: <<http://www.slideshare.net/cecyadira/contexto-presentation-631635>>. Página visitada el 12 de mayo de 2011.
- Torres, I., S. Arizaga, J. Martínez-Cruz, y G. Ibarra-Manríquez. 2010. Nuevas localidades y características de las poblaciones de *Diospyros xolocotzii* Madrigal & Rzedowski, dentro de la cuenca de Cuitzeo, México. **Manuscrito en preparación.**

**Anexo 1**  
**Alometría y localización de los zapotes prietos de la Mintzita**

IND	Lat. (UTM)	Long. (UTM)	Sexo	DAP (cm)	DB (cm)	Altura (cm)	Cobertura (cm <sup>2</sup> )	Propágulos vegetativos
1	261435	2173039	M	14.00	-	361	275	0
2	261356	2173817	M	13.46	-	426	322	1
3	261443	2174066	I	3.20	-	167	154.5	0
4	261334	2174022	F	33.15	-	648	989	8
5	261414	2173978	F	13.37	-	468	405	1
6	261445	2174060	I	-	14.40	135	76	0
7	261457	2174065	I	-	3.90	246	144	0
8	261642	2173972	M	14.50	-	306	207	0
9	261621	2173920	M	30.88	-	520	462.5	5
10	261573	2173884	M	8.59	-	425	411.5	0
11	261573	2173884	M	6.68	-	407	348.5	0
12	261583	2173876	I	-	4.10	168	105	0
13	261584	2173858	I	-	3.10	215	129	0
14	261535	2173877	I	10.50	-	440	306.5	0
15	261543	2173858	M	16.55	-	505	453	6
16	261505	2173875	M	48.06	-	674	868.5	22
17	261471	2173848	I	6.68	-	301	267	1
18	261256	2173623	F	28.97	-	613	736.5	0
19	261277	2173610	I	-	2.90	108	118.5	0
20	261300	2173591	I	-	3.30	219	275.5	3
21	261306	2173591	I	-	4.20	243	167	2
22	261347	2173562	M	15.28	-	612	736.5	0
23	261405	2173583	I	7.64	-	397	272	MUERTO
24	261467	2173611	I	4.80	-	286	206	0
25	261456	2173623	I	-	-	-	-	-
26	261462	2173610	I	-	1.70	11	51	0
27	261470	2173616	I	-	1.50	140	61.5	0
28	261475	2173617	I	-	1.10	119	51.5	0
29	261475	2173625	I	9.87	-	446	305.5	2
30	261458	2173640	F	7.32	-	404	353.5	4
31	261470	2173640	F	-	3.60	239	165.5	0
32	261481	2173633	I	-	3.20	182	127	0
33	261483	2173639	I	-	4.50	158	92	0
34	261503	2173665	I	-	2.00	183	100	0
35	261509	2173646	I	4.40	-	320	219	MUERTO
36	261600	2173589	M	2.50	-	255	222	MUERTO
37	261600	2173589	I	2.40	-	185	119.5	0
38	261606	2173588	M	1.70	-	254	140.5	0
39	261606	2173588	M	1.50	-	285	105.5	2
40	261606	2173588	M	3.10	-	289	141	0
41	261613	2173591	M	3.40	-	277	199	0
42	261613	2173591	M	3.00	-	345	201	MUERTO

**Anexo 1**  
**Alometría y localización de los zapotes prietos de la Mintzita**  
**(Continuación...)**

<b>IND</b>	<b>Lat. (UTM)</b>	<b>Long. (UTM)</b>	<b>Sexo</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>DB (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Cobertura (cm2)</b>	<b>Propágulos vegetativos</b>
43	261502	2173725	M	5.70	-	343	254.5	0
44	261409	2173669	I	1.40	-	234	102	0
45	261406	2173682	I	1.90	-	236	112.5	1
46	261476	2173451	F	8.91	-	297	346.5	1
47	261473	2173475	I	2.90	-	271	169	0
48	261462	2173510	F	24.51	-	781	466.5	
49	261424	2173622	I	-	4.15	188	193	1
50	261489	2173613	I	-	1.20	50	27.5	0
51	261489	2173615	I	-	2.10	118	53	0
52	261490	2173609	I	-	0.30	23	6.5	0
53	261494	2173610	I	-	0.90	39	23.5	0
54	261494	2173610	I	-	0.90	63	39.5	2
55	261494	2173610	I	-	0.95	57	24.5	0
56	261494	2173610	I	-	0.90	57	26.5	0
57	261367	2174196	F	8.59	-	411	432	0
58	262656	2173266	F	30.88	-	608	768.5	0

Fuente: Oyama *et al.*, 2011.

## Anexo 2

### Participantes

Personas que colaboraron en la conformación del Programa de Acción para la Conservación de la Especie (PACE): Zapote prieto *Diospyros xolocotzii*.

Nombre	Institución
Arizaga Pérez, Santiago	Centro de Investigación en Ecosistemas-UNAM
Barriga Tovar, Erik	Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente. Gobierno del Estado de Michoacán.
Careaga Olvera, Sonia	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Carranza González, Eleazar	Instituto de Ecología A.C. Centro Regional Bajío
Corrales Jacquez, Frida Irais	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas- Dirección Regional de Occidente y Pacífico Centro
Cruz Molina, Ismael	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación.
Cruz Romo, J. Lizardo	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación.
Díaz Rodríguez, Daniel	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas- Dirección Regional de Occidente y Pacífico Centro
Espíndola, Diana A.	Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente. Gobierno del Estado de Michoacán.
Flores Hidalgo, Mónica	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas- Dirección Regional de Occidente y Pacífico Centro
Madrigal Sánchez, Xavier	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Oyama Nakagawa, Ken	Centro de Investigación en Ecosistemas-UNAM
Prado Lallande, Miryam	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación.
Rojas Rueda, Alberto	Secretario técnico. Cámara de Diputados. Comisión del Medio Ambiente y Recursos Naturales. LX Legislatura Congreso de la Unión.
Ruíz Orosco, Francisco	Centro Regional de Desarrollo Sustentable (CREDES). Pátzcuaro, Michoacán.
Uribe Avilés, Israel	Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente. Gobierno del Estado de Michoacán.
Zubieta Rojas, Tohtli	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**Juan Rafael Elvira Quesada**

Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**Luis Fueyo Mac Donald**

Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas

**David Gutiérrez Carbonell**

Director General de Operación Regional

**Oscar Manuel Ramírez Flores**

Director de Especies Prioritarias para la Conservación

**Compiladores**

Jesús Lizardo Cruz Romo

Ismael Cruz Molina

Miryam Prado Lallande